

TẠP CHÍ KHOA HỌC
**KIẾN TRÚC
& XÂY DỰNG**

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI
Science Journal of Architecture & Construction

ISSN 1859-350X

Tổng biên tập

PGS.TS.KTS. Lê Quân

Toà soạn

Phòng Khoa học & Công nghệ
Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội
Km10, đường Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội
ĐT: 024 3854 2521 Fax: 024 3854 1616
Email: tapchikientruchn@gmail.com

Giấy phép số 651/GP-BTTTT ngày 19.11.2015
của Bộ Thông tin và Truyền thông
Thiết kế mỹ thuật và chế bản tại Phòng Khoa học và
Công nghệ, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội
In tại Công ty CP Đầu tư và Hợp tác quốc tế
Nộp lưu chiếu: 4.2022

Hội đồng khoa học

PGS.TS.KTS. Lê Quân

Chủ tịch Hội đồng

PGS.TS.KTS. Nguyễn Tuấn Anh

TS.KTS. Ngô Thị Kim Dung

PGS.TS. Lê Anh Dũng

PGS.TS.KTS. Phạm Trọng Thuật

PGS.TS.KTS. Vũ An Khánh

Thường trực Hội đồng

Biên tập và Trị sự

PGS.TS.KTS. Vũ An Khánh

Trưởng Ban biên tập

CN. Vũ Anh Tuấn

Trưởng Ban trị sự

Trình bày - Chế bản

ThS.KTS. Trần Hương Trà

Mục lục

Số 44/2022 - Tạp chí Khoa học Kiến trúc - Xây dựng



KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

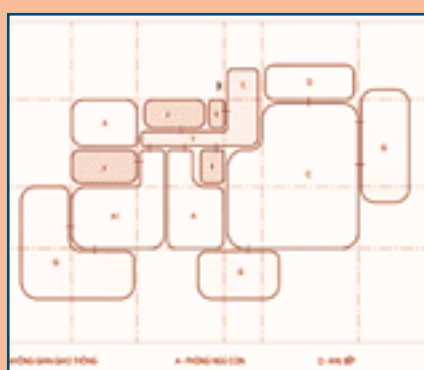
- 4** Không gian công cộng và nhu cầu giao tiếp của cộng đồng dân cư trong tổ hợp chung cư The Sparks, Hà Đông
Đinh Lương Bình
- 9** Phân tích công trình kiến trúc với sơ đồ khối
Phùng Đức Tuấn
- 15** Khảo sát sự tăng nhiệt độ của dầm thép có vật liệu chống cháy trong đám cháy, sử dụng phương pháp nhiệt độ tối hạn
Mai Trọng Nghĩa
- 20** Gắn kết bài tập môn vật lý kiến trúc vào các đồ án chuyên ngành
Đỗ Thị Kim Thành
- 22** Tính toán nút liên kết hàn trực tiếp thanh thép ống theo tiêu chuẩn châu Âu EN 1993-1-8
Trịnh Xuân Vinh
- 29** Cơ sở tính toán lựa chọn bơm cho trạm bơm cấp 2 khi ứng dụng công nghệ biến tần
Nguyễn Thành Mậu
- 32** Lựa chọn hệ số an toàn khi xác định sức chịu tải cho phép của cọc khoan nhồi
Nguyễn Thị Thanh Hương
- 37** Một số điểm mới về liên kết bu lông giữa tiêu chuẩn SP 16.13330.2017 của Nga so với TCVN 5575:2012
Hoàng Ngọc Phương
- 40** Các phương pháp giải bài toán phân tích phi tuyến ổn định hệ thanh
Trịnh Tiến Khương
- 45** Phân tích kết cấu cầu thang Ridolfi bằng phương pháp phần tử rời rạc
Phan Thanh Lượng
- 49** Đề xuất đồ thị mới tra tỉ số nhịp chia chiều dày sàn theo tải trọng tiêu chuẩn trong thiết kế sàn thép
Nguyễn Thanh Tùng

- 53** Hệ số chiều dài tính toán cột khung nhiều tầng trong một số tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép
Nguyễn Thanh Tùng, Mai Trọng Nghĩa
- 57** Phản xạ và khúc xạ của sóng P đối với biên phân chia nhám giữa hai bán không gian monoclinic
Đỗ Xuân Tùng
- 60** Thuần nhất hóa biên phân chia độ nhám cao giữa hai miền nhiệt đàn hồi đẳng hướng
Nguyễn Thị Kiều
- 64** Xác định khả năng chịu lực của tiết diện thép tạo hình nguội chữ C có khoét lỗ chịu nén, uốn
Phạm Ngọc Hiếu
- 67** Lựa chọn giải pháp xử lý nước thải chi phí thấp cho các đô thị nhỏ ở Việt Nam
Phạm văn Doanh
- 71** Ứng dụng lý thuyết mờ lập tiến độ xây dựng
Bùi Mạnh Hùng, Đinh Doãn Tú
- 75** Ứng dụng cổng bơm trong việc chống ngập
Nguyễn Thanh Phong
- 81** Khảo sát độ chính xác nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh VNREDSat-1
Nguyễn Mai Hạnh
- 87** Khả năng áp dụng bể Biofor cho xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp ở Việt Nam
Hà Xuân Ánh
- 90** Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt bằng mô hình aeroten kết hợp lắng và xác định tốc độ ô-xi hóa riêng ở chế độ loại bỏ các chất hữu cơ
Nguyễn Tiến Dũng

TIN TỨC VÀ SỰ KIỆN

Contents

Number 44/2022 - Science Journal of Architecture & Construction



SCIENCE & TECHNOLOGY

- 4** Public space and communication needs of local community in the Sparks residential area, Ha Dong
Đinh Lương Bình
- 9** Building analysis with architectural bloc diagram
Phùng Đức Tuấn
- 15** Survey of increase of temperature of steel beams with fire-resistive materials in fire, using critical temperature method
Mai Trọng Nghĩa
- 20** Integrating exercises of Architectural Physics Subject into Architect specialized projects
Đỗ Thị Kim Thành
- 22** Design of weld joints for hollow section steel to Eurocode EN 1993-1-8
Trịnh Xuân Vinh
- 29** Calculation basis choose a pump for pump station level 2 when applied technology inverter
Nguyễn Thành Mậu
- 32** Choosing the safety factors when determining the permissible bearing capacity of bored piles
Nguyễn Thị Thanh Hương
- 37** Some new problems with bolt connection between Russian standard SP 16.13330.2017 and Vietnamese Standard TCVN 5575: 2012
Hoàng Ngọc Phương
- 40** Methods for solving nonlinear buckling analysis of frame system
Trịnh Tiến Khương
- 45** Structural analysis of Ridolfi stair using discrete element method
Phan Thanh Lượng
- 49** Proposing a new graph to find the span divide divided by thickness by the standard load in steel floor design
Nguyễn Thanh Tùng

- 53** The effective length factor of the column in multi-stories in some steel design codes
Nguyễn Thanh Tùng, Mai Trọng Nghĩa
- 57** Reflection and refraction of p wave from a rough interface between two monoclinic half-spaces
Đỗ Xuân Tùng
- 60** Homogenization of very rough interfaces separating two isotropic thermoelastic solids
Nguyễn Thị Kiều
- 64** Determination of sectional capacities of cold-formed steel channel sections with holes under compression or bending
Phạm Ngọc Hiếu
- 67** Selection of low-cost wastewater treatment solutions for small urban areas in Vietnam
Phạm Văn Doanh
- 71** Application of full theory for construction progress
Bùi Mạnh Hùng, Đinh Doãn Tú
- 75** Application of the Flood Buster in Flood Prevention
Nguyễn Thanh Phong
- 81** Research accuracy of VNREDSat-1 satellite image correction
Nguyễn Mai Hạnh
- 87** The ability to applicate Biofor for municipal wastewater and industrial wastewater in Vietnam
Hà Xuân Ảnh
- 90** Evaluation of the efficiency of wastewater treatment by aero model. combination and determination of own-xi chemical speed in the removal of organic substances
Nguyễn Tiến Dũng

INFORMATION & EVENTS

Không gian công cộng và nhu cầu giao tiếp của cộng đồng dân cư trong tổ hợp chung cư The Sparks, Hà Đông

Public space and communication needs of local community in the Sparks residential area, Ha Dong

Đinh Lương Bình

Tóm tắt

Không gian công cộng (KGCC) thường được coi là chìa khóa để xây dựng ý thức cộng đồng, là nơi tạo nên bản sắc và văn hóa truyền thống của địa phương, đồng thời gắn kết dân cư, phát triển nền kinh tế đô thị, là không gian chung của mọi người, nơi mà các công dân có thể đến để bày tỏ ý kiến, quan điểm của mình, những gì mà mọi người đều quan tâm đối với chính quyền đô thị. Tính xã hội dân sự của KGCC nằm ở chỗ: Nó trở thành nơi thu hút cộng đồng với nhiều hoạt động giao lưu, đa dạng và phong phú. Trong điều kiện hiện nay, môi trường ở tại các đô thị của nước ta đang rất thiếu những KGCC, các KGCC (trong nhà hay ngoài trời) thực sự đóng vai trò quan trọng hơn trong sinh hoạt cộng đồng và hành vi ứng xử của cư dân.

Khu tổ hợp chung cư The Sparks-Dương Nội, Hà Đông là khu đô thị được hoàn thành trong năm 2013 nhưng đã khắc phục được những yếu kém trong tổ chức không gian công cộng cũng như tạo lập được nhiều không gian công cộng thoáng đãng thoải mái cho người dân.

Bài viết đề cập về thực trạng công tác quản lý cũng như về đặc điểm, vai trò, ý nghĩa của các không gian công cộng nói chung ở Việt Nam, cũng như vai trò của không gian công cộng đối với nhu cầu giao tiếp và thụ hưởng của người dân tại khu đô thị The Sparks – Dương Nội, Hà Đông, Hà Nội.

Từ khóa: Không gian công cộng, không gian vật thể, không gian phi vật thể, ...

Abstract

Public space is often considered the key to building a sense of community. It is a place to create the city's own identity and culture, connect the residents and stimulate the local economy. It is also a common space for everyone to vocalize their ideas and concerns toward government and authorities. The civil society characteristic of public spaces is that it becomes an attraction among the community with a variety of interaction and exchange activities. In the current context, the urban environment in our country is lacking public spaces which play an important role in community activities and residents' behaviors. The paper discusses facts and figures about management practices as well as the characteristics, roles, and meanings of public spaces for the communication needs in the daily life of the community.

The Sparks-Duong Noi, Ha Dong apartment complex was completed in 2013 but has overcome the weaknesses in organizing public spaces as well as creating many open and comfortable public spaces for the residents.

The paper discusses the state of management as well as the characteristics, roles, and meanings of public spaces in Vietnam in general, as well as the role of public spaces in terms of communication needs and entertainment in the urban area The Sparks - Duong Noi, Ha Dong, Hanoi in specific.

Key words: Public space, physical space, intangible space, ...

1. Giới thiệu

Trong khung cảnh của thời đại công nghệ, ở các đô thị hiện đại, khi mà con người hằng ngày phải gắn bó với công việc căng thẳng, điều kiện sinh hoạt riêng tư chật hẹp, nhu cầu về những không gian công cộng cởi mở, thân thiện, thoải mái dành cho tất cả lại càng lớn. Ở đó, người ta có thể giao lưu, giải trí, có thể cùng lúc sinh hoạt trong những nhóm cộng đồng nhỏ và có thể thử nghiệm những ý tưởng sáng tạo giàu tinh thần nghệ thuật.

Tại các đô thị Việt Nam, không gian công cộng trong các khu dân cư giữ vai trò quan trọng trong lịch sử phát triển đô thị và đời sống kinh tế - xã hội của các cộng đồng dân cư đô thị. Chất lượng của các không gian công cộng (KGCC) hiện nay quyết định một phần không nhỏ đến chất lượng cuộc sống của mọi người dân trong thành phố, vì những không gian này là một trong các thành phần chức năng thiết yếu, quan trọng để đáp ứng nhu cầu nghỉ ngơi thư giãn, vui chơi, giải trí, sinh hoạt cộng đồng và tương tác xã hội.

Nói đến không gian công cộng là nói về một cái gì đó rất chung mà lại rất riêng. Có thể nhận thấy rằng sự tồn tại và phát triển không gian công cộng trong đô thị tạo nên sức sống đặc thù của bất kỳ đô thị dù có quy mô lớn nhỏ ra sao. Ở trong không gian ấy, luôn cùng tồn tại một cộng đồng dân cư đang sinh hoạt, làm việc.

Bản thân KGCC là một khái niệm phức tạp, đa chiều và không có một định nghĩa chung, phổ quát toàn cầu về nó. Trong lĩnh vực quy hoạch, thiết kế và quản lý đô thị thì KGCC chưa được nghiên cứu, và cũng chưa có những quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật, các hướng dẫn về phương pháp làm cơ sở cho công tác quy hoạch, thiết kế thực tiễn. Có lẽ từ những nguyên nhân trên, mà các KGCC nói chung và không gian vui chơi giải trí trong các khu dân cư nói riêng ở các đô thị nước ta hiện đang thiếu thốn trầm trọng. Công tác quản lý những KGCC này cũng còn nhiều khó khăn, rất cần một hành động thiết thực và cụ thể trong công tác quy hoạch và quản lý KGCC.

KGCC tại các khu đô thị, đặc biệt ở các thành phố lớn như Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh là một trong những yếu tố quan trọng quyết định chất lượng cuộc sống của một đô thị. Việc phát triển không gian công cộng ở các khu dân cư thời gian gần đây trở nên khó hơn bao giờ hết. Các khu dân cư phần lớn là thiếu

ThS. Đinh Lương Bình

Bộ môn Quản lý Quy hoạch, Kiến Trúc, Xây dựng, Khoa Quản lý Đô thị

ĐT: 0911063685

Email: dinhluongbinh.hau@gmail.com

Ngày nhận bài: 6/5/2020

Ngày sửa bài: 18/5/2020

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022



Hình 1. KGCC tại khu đô thị Royal City

sân chơi công cộng cho người dân. Bởi quỹ đất ngày càng bị thu hẹp do quá trình đô thị hóa, cư dân trong các khu chung cư luôn phải đối mặt với hàng loạt các khó khăn về phí dịch vụ cao, về thiếu các không gian cây xanh, không gian giao tiếp cộng đồng. Hơn nữa, hệ thống các công trình công cộng trong các khu chung cư mới hầu hết không phần lớn đều không đáp ứng được nhu cầu của người dân.

2. Thực trạng về KGCC hiện nay tại Việt Nam và vai trò của KGCC tới nhu cầu giao tiếp của cộng đồng dân cư trong khu đô thị The Sparks – Dương Nội, Hà Đông

Hiện nay, KGCC được hiểu là không gian vật thể như quảng trường, công viên, vườn hoa công cộng, đường phố, khuôn viên nhà văn hóa, sân vườn các di tích kiến trúc văn hóa - tín ngưỡng... Ngày nay, KGCC còn được hiểu là không gian “phi vật thể” như trên các trang mạng xã hội hay các cuộc tranh luận trực tuyến...

Ở Việt Nam, có thể thấy phần lớn các KGCC chưa thực sự phát triển hoàn thiện và rất thiếu so với nhu cầu sinh hoạt nghỉ ngơi giao tiếp hàng ngày của con người. Rất ít KGCC được thiết kế, chăm sóc thường xuyên, đảm bảo yêu cầu về vệ sinh môi trường và thẩm mỹ. Dù vậy, đời sống sinh hoạt tại đa số các KGCC ở Việt Nam rất phong phú sôi động, hết sức ấn tượng, đặc biệt là hấp dẫn với khách du lịch nước ngoài. Các KGCC đô thị đúng nghĩa vẫn chỉ tồn tại trong các đô thị lớn như Hà Nội, Sài Gòn, Hải Phòng, Cần Thơ... là do được thừa hưởng từ thời Pháp thuộc để lại.

Hà Nội vốn là một thành phố di sản có nhiều cảnh quan đẹp với cây xanh mặt nước, và đường phố được quy hoạch theo lối ô bàn cờ đã trở thành một đô thị có quy mô lớn, phát triển nhanh nhưng kém kiểm soát và mất cân đối, dẫn đến vấn nạn ô nhiễm môi trường, tắc đường, thiếu hụt không gian công cộng, và suy giảm về chất lượng sống.

Theo “Báo cáo kết quả rà soát đánh giá thực trạng vườn hoa, sân chơi công cộng trên địa bàn Thành phố” thì có đến 266 phường xã (trong tổng số 358 phường xã) thiếu số lượng điểm, diện tích sân chơi, vườn hoa. Cần bổ sung hơn 122 ha, trong đó các quận nội thành thiếu gần 40 ha, huyện ngoại thành thiếu hơn 82ha. Trước thực trạng đó, nhiều sáng kiến đã được triển khai, nhất là trong 4 năm trở lại đây (2014-2017), đặc biệt tại quận trung tâm Hoàn Kiếm.

Quận Hoàn Kiếm nằm trung tâm thành phố, vốn được quy hoạch xây dựng tốt với mạng lưới 13 vườn hoa nhỏ, quảng trường các quy mô, có mặt nước hồ Hoàn Kiếm và sông Hồng. Nhưng với mật độ dân số cao và thường xuyên diễn ra những hoạt động công cộng thu hút hàng triệu lượt



Hình 2. Lối đi bộ - KGCC trong khu đô thị



Hình 3. Phố đi bộ Hàng Khay – Hồ Gươm- Hà Nội



Hình 4. Phố bích họa – Phùng Hưng – Hà Nội

người tham gia nên diện tích không gian công cộng thiếu hụt, cần bổ sung hơn 70.000m².

Khu tổ hợp chung cư The Sparks Dương Nội là khu đô thị mới có hệ thống hạ tầng khớp nối với hạ tầng của huyện Từ Liêm, Hà Nội, khu vực có tốc độ đô thị hóa cao nhất của thủ đô Hà Nội với nhiều công trình quy mô lớn như Trung tâm Hội nghị Quốc gia, Trung tâm thể thao quốc gia, các cao ốc khách sạn 5 sao, siêu thị Big C...

Khu đô thị mới The Sparks- Dương Nội là nơi tập trung nhiều thành phần dân cư ở các độ tuổi khác nhau, công việc đa dạng nên nhu cầu về không gian công cộng của dân cư tại tổ hợp chung cư The Sparks rất đa dạng và không gian



Hình 5. Khu đô thị mới The Sparks Dương Nội

công cộng cũng phải tính toán sao cho phù hợp và đầy đủ nhất tới người dân.

Không gian công cộng được sử dụng nhiều nhất cho việc vui chơi giải trí là không gian công cộng đi bộ, vườn hoa.

Cây cối cũng trong không gian công cộng vườn hoa cũng được cắt tỉa thường xuyên, đảm bảo lượng rác thải luôn ở mức thấp.

Tần suất sử dụng không gian công cộng của cư dân trong khu đô thị được chia theo lứa tuổi. Những trẻ đang độ tuổi đi học, thường xuyên sử dụng không gian công cộng đi bộ vào các ngày thứ 7, chủ nhật. Những người đang trong độ tuổi đi làm và có con nhỏ, tần suất sử dụng không gian công cộng thường xuyên và sáng sớm và buổi chiều khoảng thời gian 18h -19h. Vào những buổi sáng sớm rất đông cư dân đủ mọi lứa tuổi có những hoạt động đi bộ, đi dạo buổi sớm. Bên cạnh đó, khu vực chợ Xanh trong khu đô thị cũng nơi không gian công cộng dành cho cộng đồng trong khu đô thị được trao đổi mua bán, thương mại.

Khu vui chơi của trẻ em cũng là một trong những yếu tố quan trọng khi lựa chọn chung cư của các cặp vợ chồng có con nhỏ. Khu vui chơi của trẻ em của khu tổ hợp chung cư khá đầy đủ có cầu trượt, xích đu, thăm cỏ,...

KGCC được biết đến như là trái tim của một thành phố, hoặc là những 'phòng khách' của một đô thị. Chính vì thế, các KGCC đóng vai trò tối quan trọng cho sự tương tác của con người với con người, con người với thiên nhiên, cho sự lưu giữ các ký ức chung và việc tạo dựng nên các biểu tượng gắn với một thành phố. Hãy thử nghĩ cuộc sống của con người chúng ta như đang diễn ra trong một cái hộp. Chúng ta ăn, nói chuyện, nuôi dạy con cái và sinh hoạt trong những cái hộp đó. Không gian bên ngoài những chiếc hộp đó là KGCC với nhiều hoạt động diễn ra ở đó mà con người hoàn toàn có thể tham gia. Nếu như không có những KGCC đó, chúng ta sẽ không thể làm được nhiều những hoạt động chúng ta mong muốn. Nếu chúng ta tham gia hoạt động trong KGCC, chúng ta sẽ có cơ hội để giao lưu nhiều hơn.

Giá trị của khu đô thị The Sparks nằm nhiều ở các yếu tố cấu thành môi trường sống trong tổng thể khu đô thị. Các yếu tố đó bao gồm hạ tầng kỹ thuật đồng bộ từ hệ thống điện, cấp nước... đến cây xanh, khu vui chơi, sân tập... Quần thể sống gắn liền với khối hạ tầng xã hội, thương mại hiện đại. Ngay cả vấn đề an ninh, dịch vụ cũng được hoàn thiện đồng bộ. Đây chính là những giá trị mang tính tổ hợp, hài hòa và hữu ích của dự án The Sparks.



Hình 6. Quang cảnh về đêm của The Sparks



Hình 7. Vườn hoa tại khu đô thị The Sparks

Đa phần cư dân sinh sống tại tổ hợp chung cư The Sparks khá hài lòng với KGCC tại đây.

Các hoạt động như chợ phiên cuối tuần được nhiều người, nhất là phụ nữ hưởng ứng nhiệt tình, vào các sáng chủ nhật hàng tuần, cư dân lại có dịp giao lưu, trao đổi mua bán hàng hóa cũng là hội chợ của tình thân, tình đoàn kết, một nét chợ quê trong lòng Hà Nội.

Các hoạt động giao lưu, dành thời gian cho cả gia đình cùng vui chơi, mua sắm, thưởng thức ẩm thực và hòa vào không gian văn hóa chợ quê dịp cuối tuần. Cùng với không gian sống lý tưởng, thoáng đãng giữa thiên nhiên gần gũi, The Sparks hội tụ những tiện ích cho nhiều thế hệ gia đình cùng chung sống cũng như tạo nên một cộng đồng đoàn kết "an cư lạc nghiệp" dưới mái nhà chung The Sparks.

Xa hơn, tầm nhìn trong quy hoạch tổng thể của The Sparks, khu đô thị đã có kế hoạch về xây dựng học, bệnh viện quốc tế, tòa cao ốc văn phòng, khách sạn 5 sao, khu vui chơi giải trí thể thao cho nhu cầu an sinh của cư dân tương lai, phục vụ cuộc sống hiện đại của cộng đồng. Tổ hợp chung cư The Sparks hướng đến xây dựng một môi trường sống khép kín đồng bộ, đáp ứng cơ bản mọi nhu cầu sống của người dân các lứa tuổi khác nhau, trở thành một trong những khu đô thị đáng sống nhất ở Hà Nội.

3. Phương hướng nâng cấp KGCC khu đô thị The Sparks

Để cải thiện "chất lượng" KGCC và xóa bỏ những bất hợp lý trong các KGCC, để KGCC phục vụ tốt nhất cho xã hội, cần có một sự thay đổi tư duy thiết kế, lấy việc nghiên cứu phân tích khảo sát nhu cầu đa dạng của các nhóm người sử



Hình 8. Khu vực Chợ xanh của khu đô thị The Sparks



Hình 10. Khu vui chơi bóng rổ cho trẻ trong The Sparks

dụng không gian và các sinh hoạt của họ trong không gian làm cơ sở thiết kế. Việc thiết kế cũng cần thỏa mãn các nhu cầu cơ bản và các nhu cầu bậc cao của con người.

KGCC không chỉ là những không gian vật chất cố định với các chức năng cụ thể được thiết kế có chủ đích, mà còn là không gian do người sử dụng tạo ra (Koh 2007). Trên thế giới cũng đang có một cuộc cách mạng trong tư duy và cách tiếp cận vấn đề để khai thác tính xã hội, sinh động, linh hoạt, bền vững...trong không gian đô thị. Cho nên chúng ta cần thay đổi tư duy từ thiết kế không gian sang tạo dựng nơi chốn (place-making). Khi đó, nguồn lực cho KGCC không chỉ trông chờ ở nhà nước mà có thể huy động ý tưởng, tài chính, vật tư và công sức của cộng đồng cùng với trách nhiệm và sự gắn bó của họ với không gian nữa, đó chính là cơ sở để hình thành nên các “nơi chốn”.

Trong đô thị, có thể chia khu ở thành các phần cơ bản, như phần dành để ở và phần cho những hoạt động chung. Nếu phân chia được như vậy thì có thể dùng tất cả những biện pháp để tổ chức và hoàn thiện môi trường trong những không gian công cộng này như là: tạo nên địa hình giả, hồ nước, hay trồng cây xanh theo một chủ đề quy hoạch nào đó,... Ngoài ra, có thể khai thác những yếu tố cảnh quan đặc thù có sẵn có để tạo nên những cảnh quan mới. Đây là nhân tố quan trọng để tạo ra những điều kiện tốt cho các KGCC phù hợp với mọi lứa tuổi của cư dân trong đô thị, đồng thời tạo ra một môi trường mang cá tính và đậm đà tính nhân văn, thẩm mỹ.

Cần tận dụng các đặc thù của cảnh quan chung quanh có sẵn, đồng thời tôn tạo và bảo tồn chúng, đưa những thành phần cơ bản của thiên nhiên như mặt nước, cây xanh, địa



Hình 9. Không gian công cộng vườn hoa, khu vui chơi cho trẻ nhỏ tại chung cư The Sparks



Hình 11. Khu vực sân chung cư là một KGCC cho mọi người đi dạo và là nơi đá bóng cho thanh niên



Hình 12. Một sân chơi khác cho trẻ nhỏ trong the Sparks

hình giả,... vào trong cơ cấu không gian của khu dân cư. Để có thể thay đổi mức tiện nghi và khí hậu môi trường. Điều quan trọng là đòi hỏi phải có diện tích trống đủ lớn, để phù hợp với tính chất của một KGCC.

Cần xác định các yêu cầu cần có để bảo vệ giá trị đặc trưng để KGCC có thể trở thành chỉ dẫn hiệu quả cho công tác quy hoạch, quản lý, phát triển đô thị đô thị.

4. Kết luận, kiến nghị

KGCC thực sự có vai trò rất quan trọng trong cuộc sống và nhu cầu giao tiếp của cộng đồng dân cư trong đô thị, là



Hình 13, 14. Hoạt động chợ phiên trong KGCC tại khu đô thị The Sparks



Hình 15,16. Một số hình ảnh trong khu chợ phiên trong khu đô thị The Sparks

một không gian gắn kết con người với con người với nhau, làm thay đổi bộ mặt đô thị, đồng thời thể hiện những giá trị văn hóa đặc trưng, lưu giữ các ký ức chung và tạo dựng nên các biểu tượng gắn liền với một thành phố.

Vai trò của không gian công cộng cần phải được nhìn nhận đúng, dựa trên sự đồng thuận của Nhà nước, người dân, giới chuyên môn và được ưu tiên trong các chính sách phát triển, đầu tư ngân sách. Cần phát huy được tiềm năng lớn trong nhân dân nhằm giảm bớt gánh nặng ngân sách nhưng vẫn xây dựng được những không gian công cộng phù hợp, phục vụ tốt hơn nhu cầu của người dân và góp phần tạo nên bản sắc đô thị.

Khu đô thị mới có quy mô lớn, xây dựng độc lập, hệ thống công trình hạ tầng xã hội đa dạng và từng bước hoàn thiện. Khu tổ hợp chung cư đã có sự đa dạng về mặt không gian công cộng cũng như có một không gian công cộng với đầy đủ tiện nghi. Bãi đỗ xe, vườn hoa đường dạo ngày càng được chú trọng và phát triển quy hoạch thành các loại cây, bồn hoa, tiểu cảnh. Tuy nhiên các loại cây được trồng còn chưa được quy hoạch mang đến tác dụng cao, hầu hết các loại cây được trồng đều là những loại cây không có giá trị ý nghĩa nhiều. Bể bơi cũng dần được xây dựng nhiều hơn và càng cải thiện về chất lượng, cơ sở hạ tầng cũng ngày càng được chú trọng. Tình trạng không gian công cộng bị kém chất lượng có nhiều nguyên nhân trong đó có nguyên nhân do chủ đầu tư vì lợi ích mà thu hẹp các tiện ích không gian công cộng của người dân bên cạnh đó, một mặt khác cũng nguyên nhân do ban quản trị của các khu chung cư chưa có sự chặt chẽ và lắng nghe ý kiến của người dân.

Khi xây dựng khu chung cư nhà đầu tư nên chú ý xây dựng đồng bộ hoặc xây dựng gần với hệ thống chợ an toàn và đảm bảo vệ sinh. Bên cạnh đó là đồng bộ hệ thống hạ tầng giao thông thuận tiện cho người dân cũng như cảnh quan cây cối nên được quy hoạch chi tiết rõ ràng trước khi được thẩm định.

Để đảm bảo cuộc sống cho người dân, hệ thống các công trình hạ tầng xã hội trong các khu đô thị mới phải hoàn chỉnh và đồng bộ, bao gồm nhà ở, các công trình chăm sóc sức khỏe, hệ thống giáo dục, công trình văn hóa xã hội (các câu lạc bộ, các trung tâm vui chơi giải trí), các công trình thương mại dịch vụ (cửa hàng, hệ thống siêu thị), các không gian xanh (vườn hoa, công viên...) đáp ứng nhu cầu của người dân một cách tốt nhất vào nhiều thời điểm nhất./.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Thế Bá (2007), *Giáo trình Lý luận thực tiễn Quy hoạch xây dựng đô thị ở trên thế giới và Việt Nam*, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội.
2. Bộ Xây dựng (2008), *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quy hoạch xây dựng QCVN 01:2008/BXD*.
3. Lý Khánh Tâm Thảo (2005), *Không gian công cộng ở TP.HCM hướng đến tính bền vững*.
4. Nguyễn Đăng Sơn (2005), *Phương pháp tiếp cận mới về quy hoạch và quản lý đô thị*, Nhà xuất bản Xây dựng.
5. Trần Ngọc Chính (2009), *Đất công cộng quyết định chất lượng đô thị*, Nhà xuất bản Xây dựng

Phân tích công trình kiến trúc với sơ đồ khối

Building analysis with architectural bloc diagram

Phùng Đức Tuấn

Tóm tắt

Phân tích là một trong những kỹ năng cơ bản của tư duy bậc cao và phân tích công trình là kỹ năng cần được rèn luyện cho sinh viên trong quá trình học tập. Tư duy kiến trúc vừa là tư duy hình ảnh vừa là tư duy ngôn ngữ, trong đó tư duy hình ảnh đóng một vai trò quan trọng và quyết định. Ngay từ năm thứ nhất, sinh viên đã được làm quen và phân tích công trình kiến trúc của các kiến trúc sư (KTS) hàng đầu để học hỏi và đúc rút kinh nghiệm. Khi trình bày kết quả của quá trình phân tích công trình, các sinh viên thường dùng lời nói và ít dùng sơ đồ để minh họa. Nhưng khi dùng sơ đồ thì lại không phù hợp nên kết quả bị hạn chế đáng kể, sơ đồ khối kiến trúc sẽ giúp khắc phục tình trạng này, nó còn là công cụ để sinh viên dễ nắm bắt và hiểu biết chi tiết công trình cũng như diễn đạt hiệu quả kết quả phân tích bằng hình ảnh trực quan.

Từ khóa: Kiến trúc, phân tích công trình, sơ đồ khối, công năng, không gian

Abstract

Analyzing is one of the most important skills for higher thinking. Students have to learn and train it during their time at the university, also architectural students. But architectural thought is more visual than verbal thinking. Learning with and representing as in pictures and similar diagrams is necessary. In the first semester, the students have learned to analyze case-study of chosen buildings with the high quality of well-known architects. They almost present their analysis results in words, sometimes in pictures, seldom in diagrams. When using diagrams, they have the false one. The right one must be an architectural block diagram. Applying this diagram during building analysis could help students a better understanding of the building and an excellent representation of their results in appropriate diagrams. An architectural diagram is a tool for visualizing buildings and analyzing results.

Key words: architecture, building analyzing, bloc diagram, architectural functions, architectural space

TS. Phùng Đức Tuấn

Bộ môn Nhà ở, Khoa Kiến trúc

Email: tuanpdd06@gmail.com

ĐT: 0903 225 738

Ngày nhận bài: 11/8/2020

Ngày sửa bài: 8/9/2020

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

1. Đặt vấn đề

Những ngôn ngữ như "Tư duy vượt giới hạn" (tiếng Anh là Thinking outside the box) hay "Đứng trên vai những người khổng lồ" (tiếng Anh là Standing on the shoulder of giants) đang khá phổ biến trong xã hội và trong giới sinh viên, nhất là các sinh viên năm đầu. Tư duy vượt giới hạn hay còn được gọi nôm na là "Suy nghĩ bên ngoài chiếc hộp" là tư duy đột phá, là một phép ẩn dụ cho suy nghĩ khác biệt, độc đáo hoặc từ một quan điểm mới. [1] Đứng trên vai những người khổng lồ có nghĩa là sử dụng sự hiểu biết có được từ các nhà tư tưởng lớn đã đi trước để tiến bộ trí tuệ. Đó là một phép ẩn dụ của những người lùn đứng trên vai những người khổng lồ và thể hiện ý nghĩa của "khám phá sự thật bằng cách xây dựng trên những khám phá trước đó". [2] Tuy nhiên, bằng cách nào hay làm cụ thể như thế nào lại ít được xem xét kỹ lưỡng. Thông thường thì cách phổ biến nhất bắt đầu với câu hỏi "Tại sao?". Cách tiếp cận vấn đề để tìm ra câu trả lời có thể đem đến sự đột phá như trường hợp quả táo của Isaaq Newton hay viên đá (nước đóng băng) của Michael Faraday. Nói cách khác, nó bắt đầu với việc phân tích. Dưới góc độ triết học thì Aristoteles, triết gia Hy Lạp cổ đại, là người khởi xướng vào TK 4 TCN nhưng phải đến cuối thế kỷ 19 khi Henry Ford, người sáng lập ra hãng ô tô Ford nổi tiếng người Mỹ, ứng dụng nó [3] vào thực tế đã đem lại hiệu quả kinh-tế-xã hội vượt bậc. Sang đến TK 20 thì nó được nâng lên thành kỹ năng cần có của một người trí thức. Theo Benjamin Bloom thì kỹ năng phân tích là một trong 3 thuộc tính căn bản của tư duy bậc cao. [4]

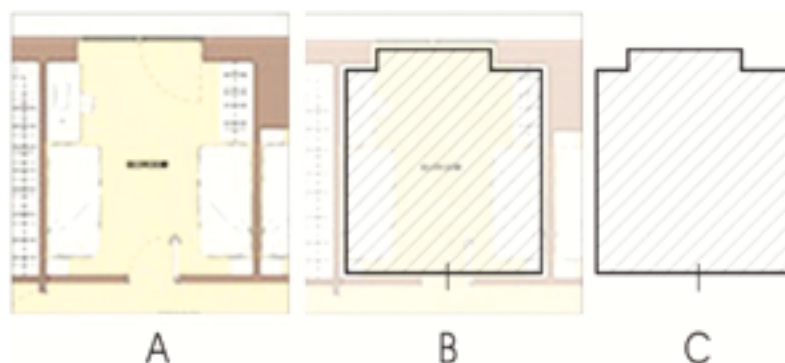
Hơn thế nữa, nó chính là nền tảng cho các bậc tiếp theo. Việc phân tích là mổ xẻ, chia nhỏ một vấn đề/thực thể hay mệnh đề thành nhiều phần để có thể tìm hiểu chi tiết và kỹ lưỡng các phần đó cũng như cơ cấu tổ chức và mối quan hệ giữa chúng.

Trong kiến trúc, việc phân tích công trình là một trong những cách quan trọng để tiếp cận và học hỏi kinh nghiệm của những người đã được vinh danh, của những công trình nổi tiếng trong nước và trên thế giới, trong đó có cả những công trình thuộc kho tàng kiến trúc dân gian. Khi phân tích công trình thực tế thì việc mô tả bằng lời nói cần được song hành với các hình vẽ minh họa. Hình ảnh thường chứa đựng nhiều thông tin mà lời nói không diễn tả được hết. Một trong những công cụ để minh họa khi phân tích công trình chính là sơ đồ khối kiến trúc. Nó được gọi như vậy là để phân biệt với các dạng sơ đồ khối trong các ngành khác.

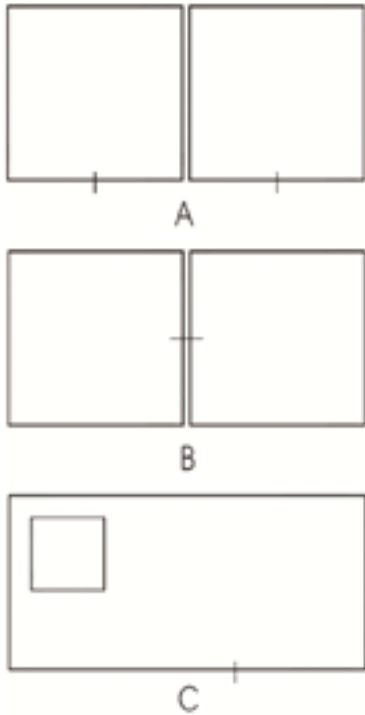
2. Sơ đồ khối kiến trúc và phân tích công trình

Sơ đồ khối kiến trúc là sự mô tả khái quát, mô phỏng mặt bằng công trình theo một tỷ lệ nhất định với việc làm rõ ranh giới của từng không gian.

Trong môi trường sư phạm, việc phân tích công trình tập trung chủ yếu vào 3 yếu tố cơ bản gồm công năng, hình thức và kết cấu, trong đó



Hình 1. Cách vẽ sơ khối cho 1 không gian của công trình thực tế



Hình 2. Các liên kết không gian: độc lập (a), gắn kết (b) và bao trùm (c)

yếu tố môi trường được coi là một phần thuộc công năng mà không được tách bạch và nâng lên thành trọng tâm như trong kiến trúc xanh.

Khi phân tích công năng thì dùng mặt bằng và phân tích kết cấu thì dùng mặt cắt kết hợp với mặt bằng, phân tích hình thức thì dùng mặt đứng bởi điều kiện, phạm vi giới hạn có thể nhìn nhận nhiều yếu tố, thành phần liên quan cần phân tích rõ nét nhất. Trong khuôn khổ bài viết này, chúng ta chỉ tập trung vào việc phân tích công năng với việc sử dụng sơ đồ khối (các phần còn lại sẽ được đề cập trong các bài viết tiếp theo).

Nói đến công năng là nói đến chức năng sử dụng và không gian. Không gian là bản thể của kiến trúc. Lịch sử kiến trúc còn được coi là lịch sử không gian. Theo Francis Ching, không gian là khoảng không được giới hạn bởi 3 đối tượng ở 3 hướng (không gian) ví dụ tường, trần và sàn là 3 đối tượng trong một không gian đóng (hoặc kín) [5]. Đó là khoảng không xác định và là đối tượng căn bản trong ý đồ sáng tác và thiết kế của KTS. Còn trên bản vẽ mặt bằng, giới hạn không gian chính là các diện tường bao quanh không gian đó. Khi sử dụng sơ đồ khối để phân tích công năng thì việc làm rõ từng không gian và mối quan hệ giữa chúng là tối quan trọng, bởi chúng chính là đối tượng cấu thành nên công trình (bên cạnh các yếu tố khác nữa). Để làm được điều này thì phải xác định giới hạn không gian của từng không gian chức năng trong công trình Muốn làm rõ hình dạng và tính hoàn chỉnh của nó trong sơ đồ khối, giới hạn không gian sẽ

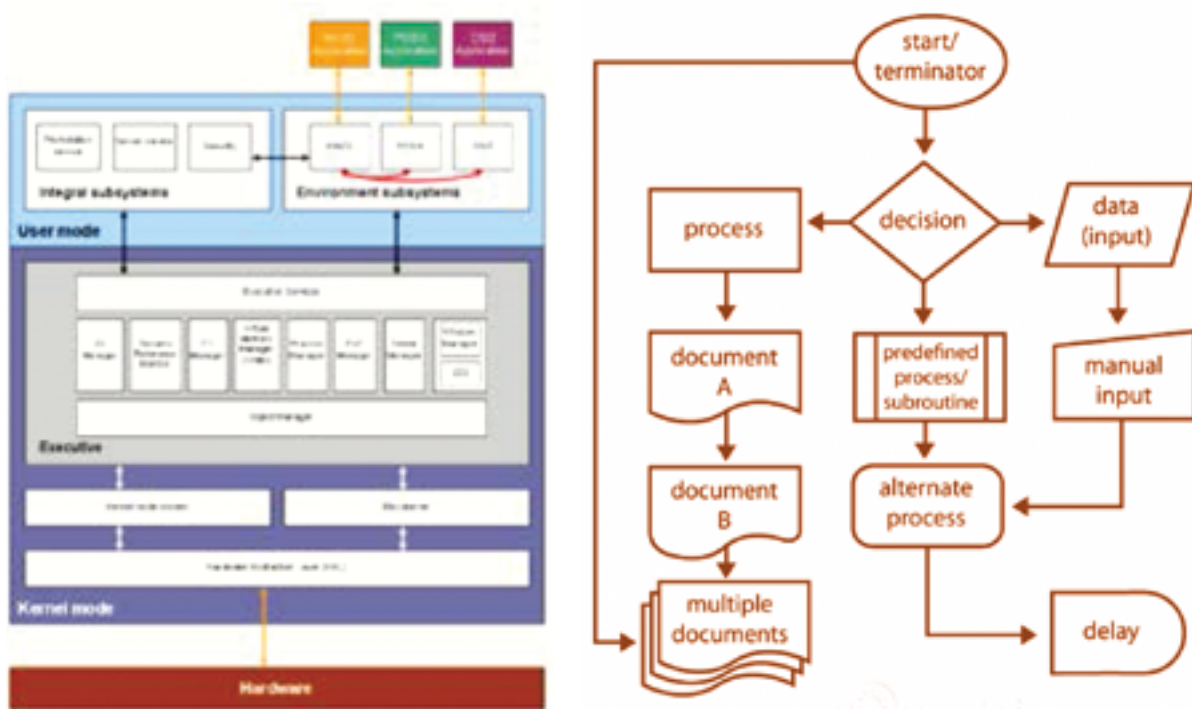


Hình 3. Mặt bằng 1 căn hộ trong tòa nhà Bosco Verticale, Milan và sơ đồ khối kiến trúc cho căn hộ đó

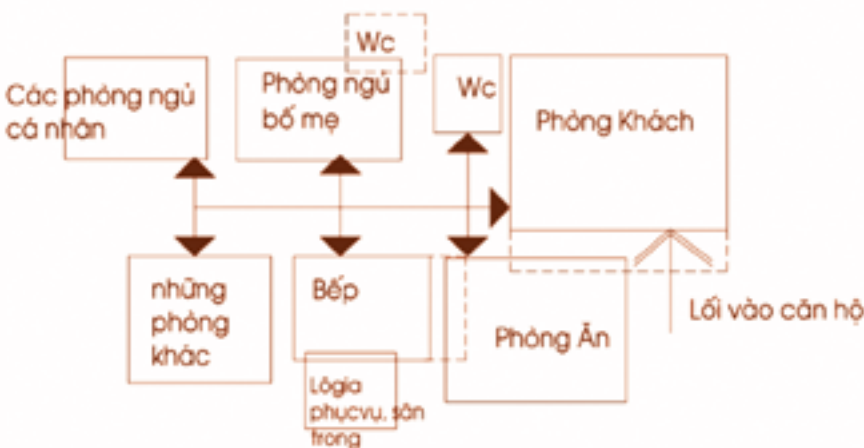


Hình 4. Mặt bằng 1 căn hộ trong tòa nhà Bosco Verticale, Milan và sơ đồ khối kiến trúc có tông màu rõ nét cho căn hộ đó

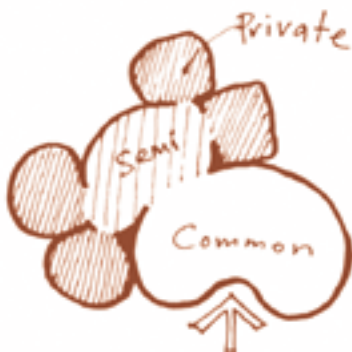




Hình 5. Một vài ví dụ về sơ đồ khối kỹ thuật



Hình 6. Sơ đồ dây chuyền công năng 1 căn hộ chung cư (theo Giáo trình Nhà ở, trường ĐHKTHN)



Hình 7: Sơ đồ khối giản lược 1 căn hộ chung cư

được thể hiện bằng một nét liên tục, không đứt đoạn hay tách rời. Nó chính là bề mặt trong của không gian, chiều dày của cấu kiện bao che sẽ tạm bị gạt bỏ. Cách làm này sẽ loại bỏ cả các cửa sổ, ô mở. Riêng cửa đi, lối tiếp cận không gian sẽ được thể hiện bằng 1 gạch nhỏ. Trong hình 1 phía dưới thì hình 1-a là mặt bằng một căn phòng trong công trình Bosco Verticale của KTS Stefano Boeri, hình 1-B là sơ đồ khối cho căn phòng đó (cùng bản gốc làm nền) và hình 1-C là sơ đồ khối khi đứng độc lập.

Trong thực tế, mối quan hệ của các không gian có 3 dạng: độc lập, gắn kết hoặc bao trùm (xem hình 2). Trong dạng thứ nhất - độc lập, các không gian đứng cạnh nhau nhưng không có mối liên hệ nào. Ở dạng thứ 2 - gắn

kết, các không gian có mối quan hệ qua lại thông qua cửa đi (không tính ô mở). Cuối cùng là dạng thứ 3 - bao trùm mà ở đó không gian này nằm trong một không gian lớn hơn và thường được gọi là không gian trong không gian.

Như vậy là trong sơ đồ khối kiến trúc, các không gian là đối tượng và được thể hiện như là từng thực thể độc lập. Khi chúng có mối quan hệ, được liên kết với nhau bằng cửa đi thì dùng nét gạch kết nối các khối đó lại (các dạng liên kết bởi ô mở không được thể hiện). Lúc này, các không gian sẽ là xác định, có ranh giới, hình dạng rõ ràng, có vị trí cụ thể và có các mối quan hệ với xung quanh. Nhờ đó ta có thể so sánh các không gian với nhau về hình dạng, kích thước, tỷ lệ, xác lập các mối quan hệ tương hỗ giữa chúng với nhau và với tổng thể (xem hình H3).

Khi thể hiện thuần túy các không gian trong sơ đồ khối thì nguy cơ rời rạc luôn hiện hữu và sự ràng buộc với hệ kết cấu cũng bị mất đi. Để khắc phục nhược điểm này và để làm rõ hơn mối quan hệ

giữa công năng và kết cấu chúng ta nên bổ sung lưới cột vào bản vẽ sơ đồ khối (xem hình 3 phía dưới cùng).

Khi phân tích về công năng chúng ta thường phân loại các không gian sử dụng thành nhiều nhóm khác nhau tùy theo từng thể loại công trình mà việc phân nhóm cũng khác nhau.

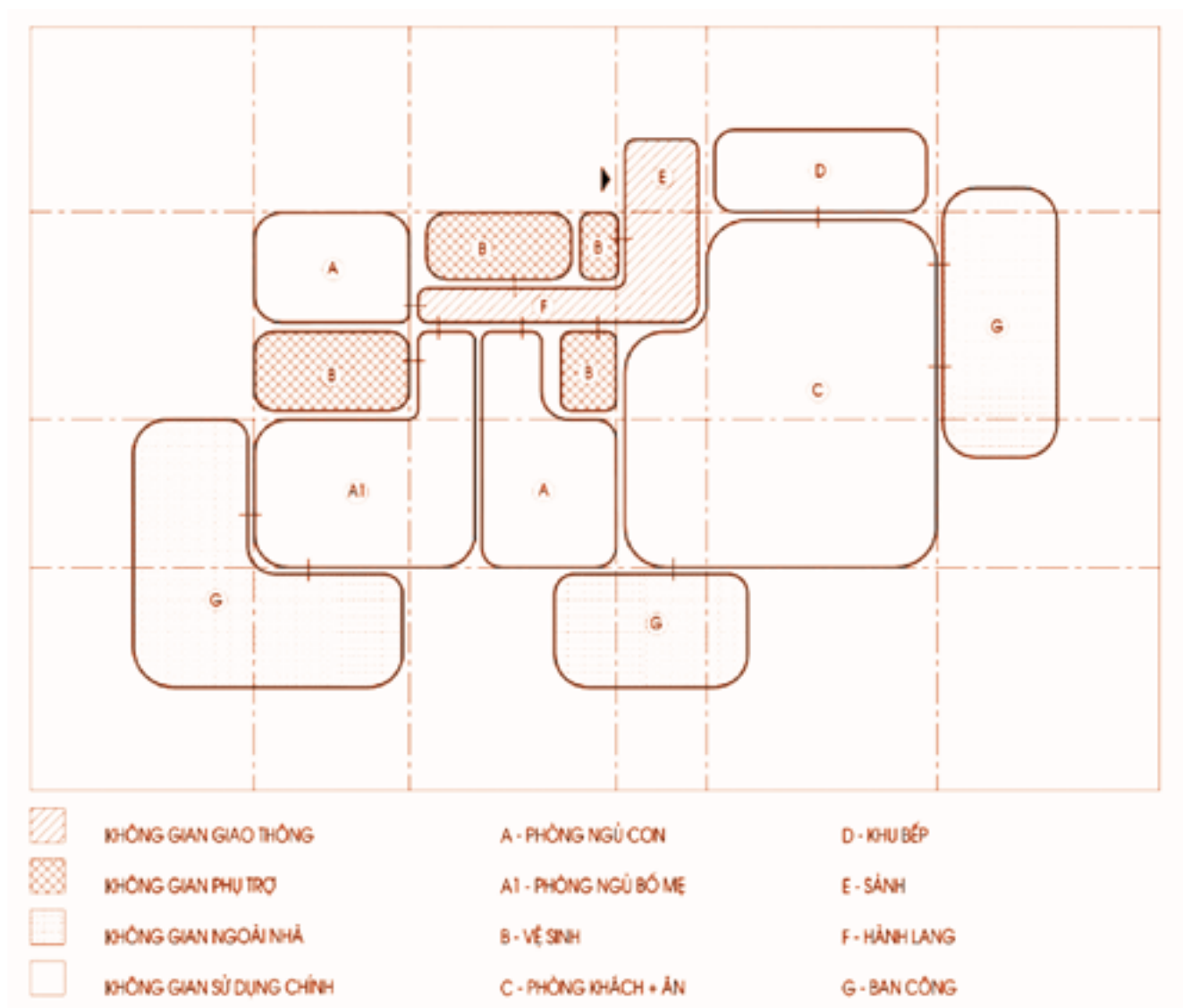
Ví dụ như trong công trình nhà ở thường có 4 nhóm không gian chính là không gian chung (giao tiếp, sinh hoạt chung, ...), không gian riêng tư (phòng ngủ các loại, ...), không gian phụ trợ (bếp, vệ sinh, kho,...), không gian giao thông (sảnh, hành lang, lối vào ...) và không gian ngoài nhà (hiên, ban công, lô gia, ...).

Để cho sơ đồ khối giàu thông tin và đạt được hiệu quả cao, chúng ta có thể dùng tông màu đậm nhạt để làm rõ các khu chức năng khác nhau trong căn hộ. Trong hình 4 phía dưới màu trắng là các không gian chức năng chính như phòng khách, phòng ăn (kể cả bếp), các phòng ngủ, màu đậm hơn (dùng kẻ sọc) là các không gian giao thông (tiền phòng, hành lang nội bộ), màu sẫm (kẻ ca rô) là các khu vệ sinh và cuối cùng là màu nhạt... dành cho các không gian ngoài trời thuộc căn hộ (ban công, lô gia, ...).

Với sơ đồ khối kiến trúc, chúng ta có thể bao quát cấu trúc căn hộ hay công trình mà còn thấy được chuỗi không gian sử dụng trong công trình mà bản vẽ mặt bằng với lượng thông tin quá nhiều lại chi tiết không hỗ trợ cho một cái nhìn bao quát và nhận biết tức thì.

3. Phân biệt sơ đồ khối kiến trúc với các dạng sơ đồ khác

Sơ đồ khối kiến trúc có nhiều nét tương đồng với bản đồ. Nếu bản đồ là sự miêu tả khái quát, mô phỏng 1 khu vực hay lớn hơn theo một tỷ lệ nhất định và vị trí của các đối tượng tương đối chính xác thì sơ đồ khối kiến trúc mô tả khái quát, mô phỏng mặt bằng công trình theo một tỷ lệ nhất định với việc làm rõ ranh giới của từng không gian với điểm mấu chốt là vị trí chính xác của từng không gian trong tổng thể công trình. Nhìn vào vị trí của đối tượng quan tâm trên bản đồ, chúng ta thấy được những mối quan hệ giữa nó với xung quanh và qua đó vừa định vị lại vừa biết được tầm quan trọng của nó. Với sơ đồ kiến trúc cũng vậy, nhìn vào đó, chúng ta thấy vị trí của từng không gian trong dây chuyền sử dụng cũng như vai trò và ý nghĩa của nó trong tổng thể công trình.



Hình 8. Một vài ví dụ về sơ đồ khối kỹ thuật

Sơ đồ khối kiến trúc lại khác hẳn sơ đồ khối kỹ thuật. Sơ đồ khối kỹ thuật là một sơ đồ của một hệ thống trong đó các bộ phận chính hoặc các chức năng được biểu diễn bởi các khối được kết nối với nhau bằng những đường nối để hiển thị các mối quan hệ giữa các khối này (xem hình 5), trong khi đó sơ đồ khối kiến trúc không chỉ thể hiện chức năng và mối quan hệ giữa các khối (không gian) mà còn xác lập vị trí cụ thể của chúng và tương quan tỷ lệ giữa chúng – những thứ mà trong sơ đồ khối kỹ thuật không có.

Trong kiến trúc, sơ đồ dây chuyền công năng với nhiều nét tương đồng với sơ đồ khối kỹ thuật. Các không gian được thể hiện bằng các khối (bloc) và các mối quan hệ giữa chúng được biểu diễn bằng các mũi tên một hoặc hai chiều. Tuy nhiên dưới góc độ kiến trúc các bloc có tỉ lệ kích thước tương ứng với quy mô diện tích của từng phòng ốc (xem hình 6).

Sơ đồ này có ưu điểm lớn là tính khái quát của nó. Dạng căn hộ với cách tổ chức không gian của nó được làm rõ. Nhưng chính vì sự khái quát chung đó mà sơ đồ dây chuyền không cho ta hình dạng cụ thể hay vị trí chính xác của từng không gian trong công trình. Hơn thế nữa, nó còn có một nhược điểm nữa là không gian giao thông không được thể hiện nên tính toàn vẹn của căn hộ bị phá vỡ. Khi áp dụng vào một công trình cụ thể thì nó lại không phù hợp vì sự lược bỏ một số không gian thành phần (ví dụ như không gian giao thông chẳng hạn).

Để tận dụng ưu điểm của sơ đồ dây chuyền công năng và các lợi thế của sơ đồ khối kiến trúc nêu trên, chúng ta có thể tiến tới sơ đồ khối giản lược hơn mà ở đó chuỗi không gian chức năng là trọng tâm và vị trí của các không gian trong dây chuyền sử dụng được xác định, còn hình dạng thực của từng không gian bị loại bỏ để tăng tính giản lược, khái quát (xem hình 7).

Minh họa trong hình 7, xem xét chuỗi không gian trong một căn hộ chung cư qua sơ đồ giản lược, bắt đầu với không gian chung (common), tiếp đến là không gian bán riêng tư cũng là nút gắn kết các không gian riêng tư đơn lẻ - thành phần cuối cùng trong chuỗi không gian ở ví dụ này. Nhờ đó

mà chúng ta nhận biết được ngay các cấp độ công cộng và riêng tư của các không gian và cách sắp xếp chúng mà sơ đồ dây chuyền công năng không lột tả được.

Việc sử dụng sơ đồ khối giản lược cho công trình kiến trúc cụ thể đem lại nhiều lợi ích thiết thực khi nhận diện được các ưu điểm và những hạn chế của phương án. Với cách thể hiện nhanh, đơn giản, nó vẫn cho ta sự bao quát và tính xác định, thấy được (cách thức sắp xếp) vị trí của từng không gian, chuỗi không gian với các mối quan hệ tương hỗ và hơn hết là sự phân khu chức năng (có ý đồ) trong công trình mà ta nghiên cứu (xem hình 8).

4. Kết luận

Tóm lại, bằng một việc làm đơn giản nhưng hiệu quả, sơ đồ khối kiến trúc trở thành công cụ, phương tiện không thể thiếu được khi phân tích công trình kiến trúc, nhất là phần công năng. Nó cho ta khả năng bao quát và nhận biết cơ cấu tổ chức, cách bố trí sắp xếp các phòng ốc trong căn hộ, tương quan tỷ lệ về hình dạng, quy mô và vị trí của từng không gian cụ thể sát với thực tế xây dựng mà các dạng sơ đồ khác không có được.

Những vai trò, ý nghĩa và tác dụng cụ thể mà nó đem lại là:

- Xác lập giới hạn không gian hữu ích của công trình (ở dạng giản lược, khái quát để phân tích);
- Cho thấy rõ hình dạng và vị trí của không gian mà chúng ta nghiên cứu, xem xét;
- Chỉ ra tương quan tỷ lệ về kích thước, quy mô diện tích của từng không gian với nhau và với cả tổng thể các chức năng (cơ cấu) của công trình;
- Cho ta biết bố cục vị trí của từng không gian trong tổng thể và mối quan hệ giữa chúng với nhau;
- Quan trọng nhất, qua việc thiết lập sơ đồ khối và phân tích công trình kiến trúc cụ thể bằng sơ đồ khối, sinh viên hiểu và học hỏi được nhiều về cấu trúc công năng trước khi lựa chọn và tổ chức không gian trong quá trình làm đồ án hay thiết kế kiến trúc sau này./.

Tài liệu tham khảo

1. Từ điển Cambridge - Cambridge Dictionary, Cambridge University Press, England, 2020 và Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Thinking_outside_the_box
2. Trang mạng (Website) The Phrase Finder, <https://www.phrases.org.uk/meanings/268025.html> và Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Standing_on_the_shoulders_of_giants
3. Trang mạng (Website) Quotespedia <http://www.quotespedia.info/quotes-about-knowledge-nothing-is-particularly-hard-if-you-divide-it-into-small-jobs-a-3292.html>
4. Benjamin S. Bloom, Editor: *The Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*, Longman, London, 1956
5. Francis Ching, *Architecture - Form, Space and Order*, John Wiley & Son, 3,Ed., New Jersey, 2007
6. Trang mạng (Website) Archdaily, Công trình Bosco Verticale ở Milan của KTS Stefano Boeri theo đường link: <https://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti>
7. Nguyễn Minh Sơn (Chủ biên), Giáo trình “Nguyên lý thiết kế kiến trúc Nhà ở”, trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, 2001

Khảo sát sự tăng nhiệt độ của dầm thép có vật liệu chống cháy trong đám cháy, sử dụng phương pháp nhiệt độ tới hạn

Survey of increase of temperature of steel beams with fire-resistive materials in fire, using critical temperature method

Mai Trọng Nghĩa

Tóm tắt

Bài báo trình bày phương pháp tính nhiệt độ của dầm thép có lớp bảo vệ trong đám cháy, sử dụng phương pháp nhiệt độ tới hạn theo tiêu chuẩn Châu Âu. Sử dụng phương pháp này, khảo sát quan hệ nhiệt độ- thời gian trong dầm thép khi thay đổi chiều dày và loại vật liệu bọc chống cháy, từ các kết quả thu được để đưa ra các nhận xét, kiến nghị cho việc chọn vật liệu bọc chống cháy cho dầm thép.

Từ khóa: Dầm thép, Phương pháp nhiệt độ tới hạn, vật liệu bọc chống cháy

Abstract

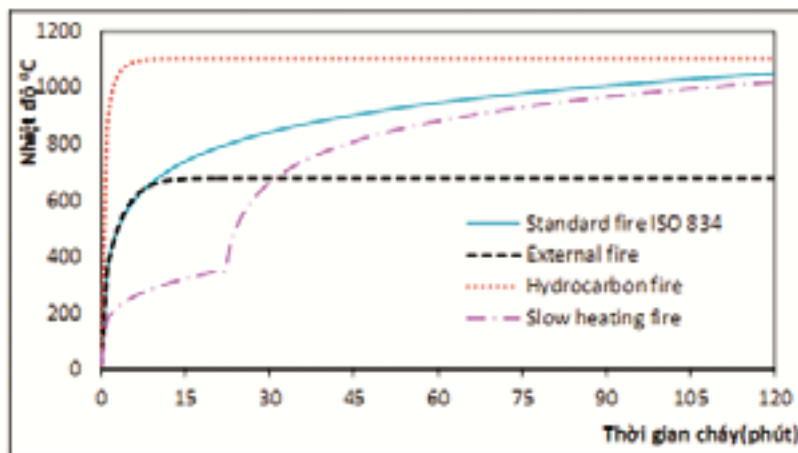
The paper presents the method of calculating the temperature of steel beams with fire-resistive material in the fire, using the method of critical temperature according to European standards. Using this method, investigating the temperature-time relationship in steel beams when changing the thickness and type of fire-resistive material, from the results obtained to make comments and recommendations for selecting fire-resistive material for steel beams.

Key words: Steel beam, critical temperature method, fire-resistive material

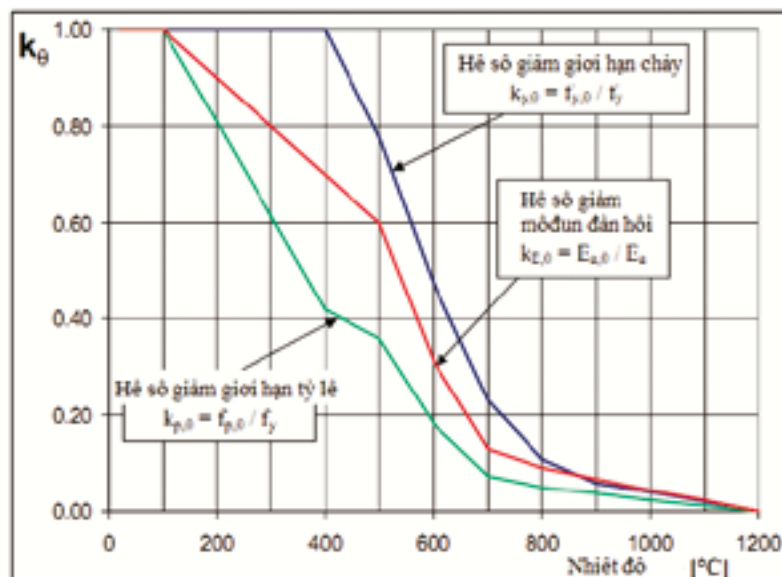
1. Giới thiệu

Kết cấu thép có ưu điểm trọng lượng nhẹ, khả năng chịu lực kém, độ tin cậy cao, nhược điểm chịu lửa kém, tính chất cơ lý giảm nhanh khi nhiệt độ tăng trong đám cháy. Dầm thép là cấu kiện được dùng phổ biến. Vật liệu chống cháy bọc dầm thép được sử dụng nhằm tăng thời gian chịu được đám cháy. Việc lựa chọn chủng loại, chiều dày, tính chất cơ lý của vật liệu bọc đảm bảo dầm thép khi chịu cháy theo yêu cầu thiết kế về chịu lửa.

Theo Tiêu chuẩn EN 1993-1-2, khả năng chống cháy của kết cấu thép thể hiện qua việc đáp ứng 3 nội dung cơ bản sau:



Hình 1. Một số đường tăng nhiệt độ đám cháy theo tiêu chuẩn châu Âu [2]



Hình 2. Biểu đồ hệ số suy giảm mô đun đàn hồi, giới hạn chảy và giới hạn tỷ lệ của vật liệu thép ở nhiệt độ cao [3]

ThS. Mai Trọng Nghĩa

Bộ môn kết cấu thép gỗ

Khoa Xây dựng

ĐT: 0982405689

Email: nghiamt@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 12/5/2020

Ngày sửa bài: 28/5/2020

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

- Thời gian chịu lửa kết cấu $\geq$ thời gian chịu lửa yêu cầu;
- Đảm bảo khả năng chịu lửa tại thời điểm yêu cầu;
- Nhiệt độ tới hạn cấu kiện lớn hơn so với nhiệt độ thiết kế của cấu kiện tại thời điểm yêu cầu.

Theo Tiêu chuẩn EN 1993-1-2, có ba phương pháp tính toán có thể được sử dụng để phân tích ứng xử của kết cấu thép khi chịu lửa, kết hợp với 3 nội dung cơ bản ở trên:

- Phương pháp nhiệt độ tới hạn - phương pháp này đơn giản được sử dụng phổ biến nhất cho đánh giá khả năng chống cháy của các cấu kiện;

- Các mô hình tính toán đơn giản - phương pháp thiết kế này bao gồm tất cả các mô hình cơ học đơn giản được phát triển cho phân tích các cấu kiện;

- Các mô hình tính toán nâng cao – phương pháp thiết kế này có thể được áp dụng cho tất cả các loại kết cấu, dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn, hiện được áp dụng rộng rãi trong tính toán vì có nhiều lợi thế.

Trong phạm vi bài báo này, đề cập đến trình tự tính toán phương pháp nhiệt độ tới hạn. Phương pháp này đơn giản, dễ sử dụng, có đủ độ tin cậy cho người tính toán kết cấu thép ở Việt Nam. Phương pháp này thường áp dụng trong thực hành thiết kế kết cấu thép theo tiêu chuẩn Âu Châu. Một số kết quả khảo sát nhiệt độ trong dầm thép khi thay đổi chiều dày và loại vật liệu bọc chống cháy được thực hiện để có các nhận xét, kiến nghị cho việc thiết kế dầm thép có vật liệu bọc chống cháy.

1.1. Sự tăng nhiệt độ trong dầm thép trong điều kiện chịu lửa theo thời gian

Mỗi một đám cháy có đường cong quan hệ nhiệt độ và thời gian cháy khác nhau nhưng để phân tích tính toán hoặc tiến hành thí nghiệm có thể quy về các đường cong nhiệt độ - thời gian cháy tiêu chuẩn trên Hình 1. Nhiệt độ ở đây được tính là nhiệt độ trên biên bề mặt kết cấu. Đường Standard phù hợp cho việc mô phỏng đám cháy trong các công trình mà vật liệu gây cháy là vật liệu gốc xenlulozơ. Đường Hydrocarbon phù hợp cho việc mô phỏng đám cháy có nguồn gốc từ hydrocarbon, những đám cháy này tăng nhiệt độ lên rất cao và nhanh. Đường External phù hợp cho việc mô phỏng các đám cháy xảy ra bên ngoài công trình. Đường Slow heating phù hợp cho việc mô phỏng đám cháy có nguồn gốc từ các vật liệu xảy ra phản ứng hấp thụ nhiệt. Trong kết cấu nhà cửa thường được thiết kế chịu cháy với đường Standard. Đường này được gọi là đường chuẩn ISO 834.

Đường chuẩn ISO 834 được xác định từ phương trình sau:

$$T = 345 \log_{10}(8t + 1) + T_0 \quad (1)$$

Trong đó: t là thời gian (phút); T là nhiệt độ trong buồng cháy ($^{\circ}\text{C}$) và T_0 là nhiệt độ ban đầu của buồng cháy (thường lấy 20°C).

1.2. Các đặc tính của vật liệu thép dầm dưới tác động của nhiệt độ cao

Trên Hình 2 thể hiện quan hệ giữa hệ số suy giảm mô đun đàn hồi, giới hạn chảy và giới hạn tỷ lệ của vật liệu thép theo nhiệt độ, trong đó: $f_{p,\theta}$, $f_{y,\theta}$ và $E_{a,\theta}$ lần lượt là giới hạn đàn hồi, giới hạn chảy và mô đun đàn hồi của vật liệu ở nhiệt độ θ ; f_y và E_a là giới hạn chảy và mô đun đàn hồi của vật liệu ở nhiệt độ thường.

Khi nhiệt độ tăng trong đám cháy, với vật liệu thép, giới hạn chảy bắt đầu giảm ở nhiệt độ trên 400°C . Ở nhiệt độ 550°C chỉ còn lại 60% cường độ ở nhiệt độ thường tại Hình



Hình 3. Dầm thép được sử dụng lớp vữa CAFCO bảo vệ chống cháy và dầm thép bọc thạch cao Gyproc

2. Tiêu chuẩn EN 1993-1-2 [3] đưa ra phương pháp tính toán kết cấu thép đảm bảo an toàn cháy dựa trên nhiệt độ tới hạn. Phương pháp này giả thiết nhiệt độ trong tiết diện thép nhỏ hơn nhiệt độ tới hạn là đảm bảo kết cấu đủ khả năng chịu lực. Với dầm thép hay cột tiếp xúc 3 mặt với lửa thì nhiệt độ tới hạn 620°C , với cột có 4 mặt tiếp xúc lửa thì 550°C .

Việc xác định nhiệt độ của dầm thép trong quá trình chịu lửa để xác định kết cấu có đảm bảo an toàn cháy hay không.

1.3. Các bước tính nhiệt độ tới hạn của dầm thép không có và có lớp bảo vệ trong điều kiện cháy, sử dụng phương pháp đơn giản theo Tiêu chuẩn EN 1993-1-2

Trình tự tính toán theo phương pháp nhiệt độ tới hạn của Tiêu chuẩn EN 1993-1-2 gồm 5 bước chính:

Bước 1: Xác định tải trọng lên cấu kiện trong điều kiện chịu lửa $E_{fi,d,t}$;

Bước 2: Phân loại tiết diện cấu kiện;

Bước 3: Xác định khả năng chịu lực của cấu kiện $R_{fi,d,0}$;

Bước 4: Xác tỷ số tải trọng μ_0 ;

Bước 5: Xác định nhiệt độ tới hạn của dầm $\theta_{a,cr}$ qua công thức thực nghiệm.

Khi tính toán với dầm không có lớp bảo vệ, nếu không đảm bảo khả năng chịu lực khi cháy thì phải sử dụng biện pháp bảo vệ cấu kiện trước ảnh hưởng của lửa. Với dầm thép, có lớp bảo vệ có tác dụng rõ rệt. Quan sát đồ thị quan hệ nhiệt độ trong cấu kiện theo thời gian tại hình 4. Sau 60 phút nhiệt độ trong dầm có lớp bảo vệ đạt khoảng 419°C so với khoảng 925°C nếu không có lớp bảo vệ.

Tiêu chuẩn EN 1993-1-2 cũng đưa ra các bước tính toán nhiệt độ tới hạn của dầm thép không có và có lớp bảo vệ thử tự như sau:

2. Khảo sát ảnh hưởng của tiết diện dầm thép và vật liệu bọc chống cháy tới nhiệt độ trong dầm thép có lớp bảo vệ

2.1. Ảnh hưởng của hệ số tiết diện

Hệ số tiết diện A_p/V là tỉ số diện tích bề mặt tiếp xúc với lửa trên thể tích. Cấu kiện có hệ số tiết diện lớn sẽ bị tăng nhiệt nhanh hơn cấu kiện có hệ số tiết diện nhỏ. Đơn vị của hệ số tiết diện là m^{-1} . Một số tiết diện có hệ số tiết diện A_p/V khác nhau được khảo sát trong bài báo này. (Bảng 1)

Trên Hình 5 giới thiệu kết quả tính nhiệt độ trong cấu kiện thép không bọc chống cháy có tiết diện khác nhau theo thời gian cháy.

Nhận xét: Hệ số tiết diện có ảnh hưởng đáng kể đến nhiệt độ tăng trong dầm thép khi chịu cháy. Khi dầm không bọc vật liệu chống cháy thì chỉ sau 9,8 phút đến 25 phút chịu cháy, nhiệt độ trong dầm đạt nhiệt độ tới hạn $\theta_{a,cr} = 550^\circ C$, dầm thép đã mất phần lớn khả năng chịu lực. Để dầm thép đảm bảo điều kiện an toàn cháy thì cần có lớp bọc bảo vệ bọc chống cháy.

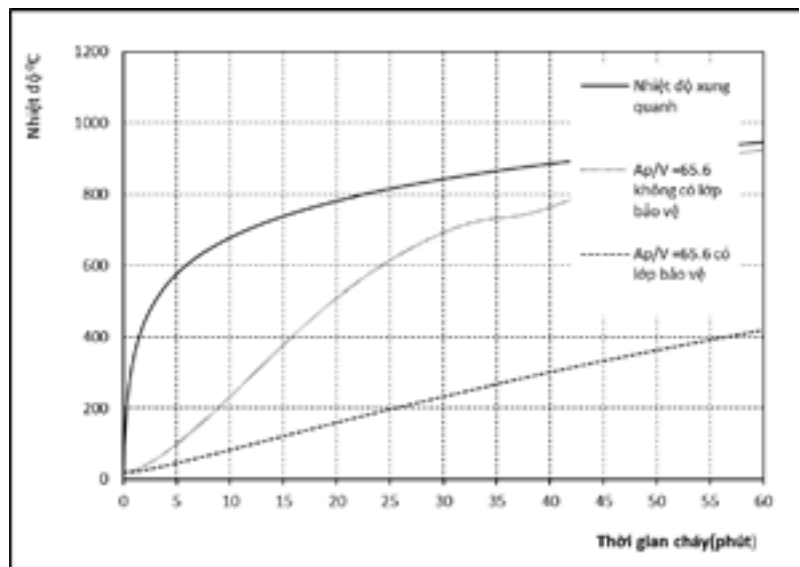
Vật liệu chống cháy phổ biến hiện nay tại Việt Nam là vữa chống cháy, thạch cao chống cháy.

Dùng vữa chống cháy CAFCO 300 dày 15 mm có: khối lượng riêng $\rho = 240$ (kg/m^3), độ dẫn nhiệt vữa $\lambda = 0.078$ (W/mK), nhiệt dung riêng $c_p = 700$ (J/kgK);

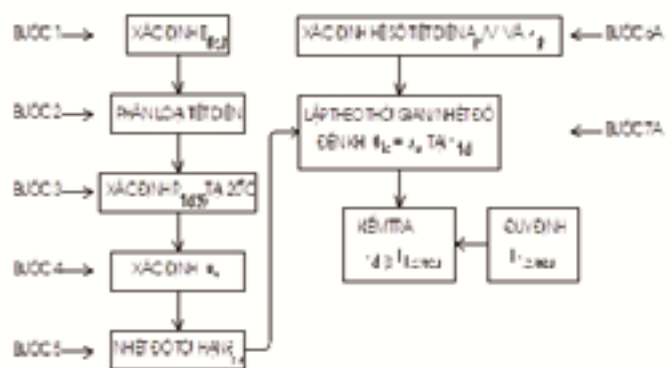
Dùng tấm thạch cao chống cháy Gyproc chiều dày 12,5 mm và 15 mm. Khối lượng riêng $\rho = 160$ (kg/m^3), độ dẫn nhiệt vữa $\lambda = 0.19$ (W/mK), nhiệt dung riêng $c_p = 1000$ (J/kgK).

Nhận xét: Giới hạn chịu lửa của dầm với các tiết diện khác nhau, lớp bọc chống cháy như nhau, có giới hạn chịu lửa khác nhau. Dầm thép đạt nhiệt độ tới hạn $\theta_{a,cr} = 550^\circ C$ sau 29,8 phút đối với tiết diện có $A_p/V = 290,4$ m^{-1} và sau 55 phút đối với tiết diện có $A_p/V = 121,8$ m^{-1} .

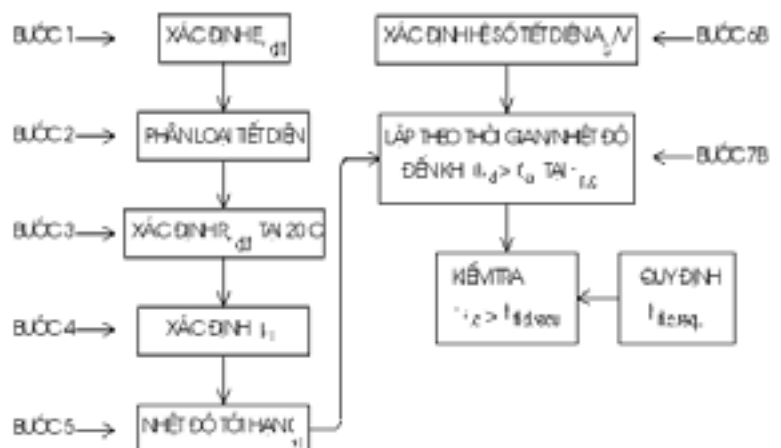
Cùng lớp bọc bảo vệ chống cháy, nhiệt độ trong dầm thép tăng đáng kể khi hệ số tiết diện A_p/V tăng. Với lớp vữa CAFCO dày 15mm, tại thời gian cháy 60 phút, nhiệt độ



Hình 4. Đồ thị quan hệ nhiệt độ-thời gian trong dầm thép được sử dụng lớp bảo vệ chống cháy

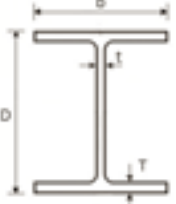


Hình 5. Trình tự xác định nhiệt độ tới hạn của cấu kiện thép không có lớp bảo vệ



Hình 6. Trình tự xác định nhiệt độ tới hạn của cấu kiện thép có lớp bảo vệ

Bảng 1. Loại tiết diện khảo sát và hệ số tiết diện

Hình dạng	Loại tiết diện				
	HE 300M	HE 200B	HE 140A	HE 100A	HE 100AA
	D = 340 mm	D = 200 mm	D = 133 mm	D = 96 mm	D = 91 mm
	b = 310 mm	b = 200 mm	b = 140 mm	b = 100 mm	b = 100 mm
	T = 39 mm	T = 15 mm	T = 8.5 mm	T = 8 mm	T = 5,5 mm
	t = 21 mm	t = 9 mm	t = 5,5 mm	t = 5 mm	t = 4,2 mm
	Hệ số tiết diện: $A_p/V = 50,2 \text{ m}^{-1}$	Hệ số tiết diện: $A_p/V = 121,8 \text{ m}^{-1}$	Hệ số tiết diện: $A_p/V = 208,3 \text{ m}^{-1}$	Hệ số tiết diện: $A_p/V = 217,5 \text{ m}^{-1}$	Hệ số tiết diện: $A_p/V = 290,4 \text{ m}^{-1}$

dầm thép là 400°C đối với tiết diện có $A_p/V = 50.2 \text{ m}^{-1}$ và xấp xỉ 600°C đối với tiết diện có $A_p/V = 290.4 \text{ m}^{-1}$).

2.2. Ảnh hưởng của chiều dày vật liệu bọc chống cháy: thạch cao, vữa

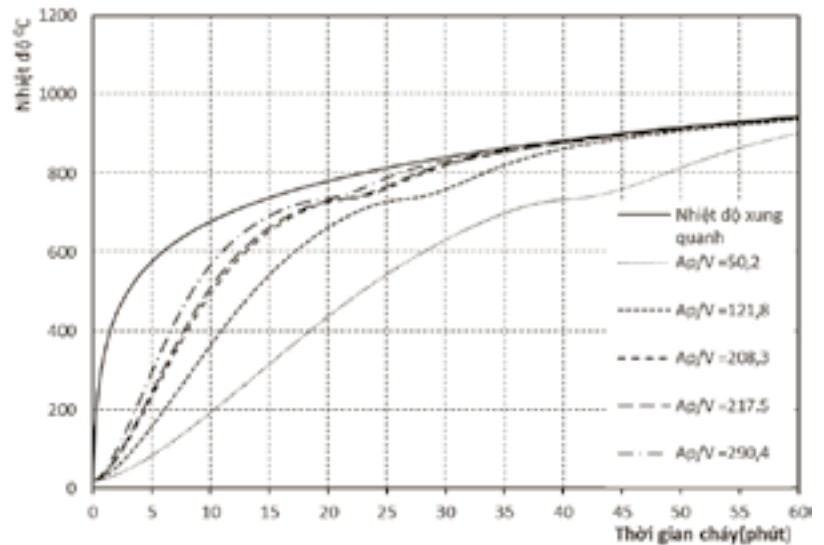
2.2.1. Thạch cao chống cháy, chiều dày tấm 12,5 mm, 15 mm, 2 tấm theo tổ hợp 2x12,5 mm, 12,5mm+15mm, 2x15 mm (Hình 10)

Khảo sát tiết diện HE 300M có $A_p/V = 50,2 \text{ m}^{-1}$ với thạch cao chống cháy chiều dày thay đổi. Dùng tấm thạch cao chống cháy Gyproc chiều dày 12,5 mm và 15 mm. Khối lượng riêng $\rho = 160 \text{ (kg/m}^3\text{)}$, độ dẫn nhiệt vữa $\lambda = 0.19 \text{ (W/mK)}$, nhiệt dung riêng $c_p = 1000 \text{ (J/kgK)}$.

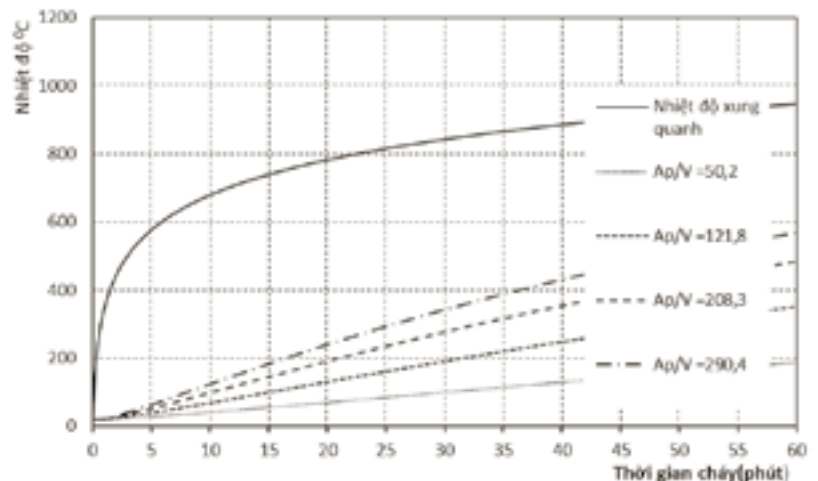
Nhận xét: Khả năng chống cháy của thạch cao Gyproc, 1 tấm đơn 12,5 mm đã có khả năng cách nhiệt đáng ghi nhận, nhiệt độ dầm thép sau 60 phút cháy khoảng 420°C. Khi dùng tổ hợp 2 tấm 12,5 mm nâng tổng chiều dày lên đến 25 mm, nhiệt độ dầm thép sau 60 phút cháy khoảng 235°C. Chiều dày thạch cao càng tăng, nhiệt độ dầm giảm đáng kể. Thiết kế dùng thạch cao Gyproc 2 lớp 12,5mm +15mm làm lớp chống cháy đã được dùng trong kết cấu hệ trần của Dự án cấp đặc biệt – Đài truyền hình Việt Nam – 8 trường quay nhỏ của khối cao tầng, 73 Nguyễn Chí Thanh, Hà Nội, thi công năm 2015. Quy mô khoảng 2.000m² trần.

2.2.2. Vữa chống cháy CAFCO, chiều dày 8 mm, 10 mm, 12 mm, 14 mm, 15 mm (Hình 11)

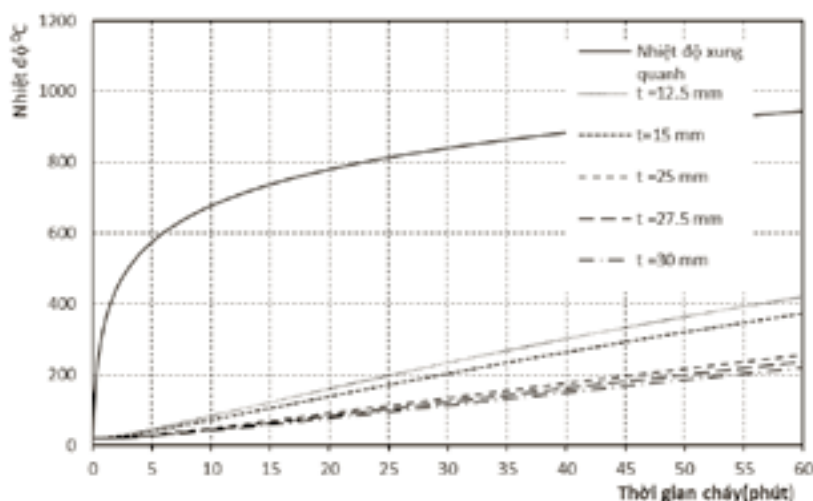
Nhận xét: Với tiết diện dầm HE300M, khả năng cách nhiệt của vữa CAFCO tốt vượt trội so với thạch cao có cùng chiều dày (ở đây tính toán với chiều dày 15mm), sau 60 phút, nhiệt độ dầm thép bọc vữa đạt 187°C và đạt 254°C với dầm bọc thạch cao. Về cơ bản khả năng cách nhiệt của vữa CAFCO tốt hơn đáng kể với thạch cao. Tuy nhiên giá thành bọc lại cao hơn bọc thạch cao. Khảo sát chiều dày lớp vữa từ 8 mm đến 15 mm, sau 60 phút, nhiệt độ trong dầm đạt giá trị từ 298°C đến 187°C.



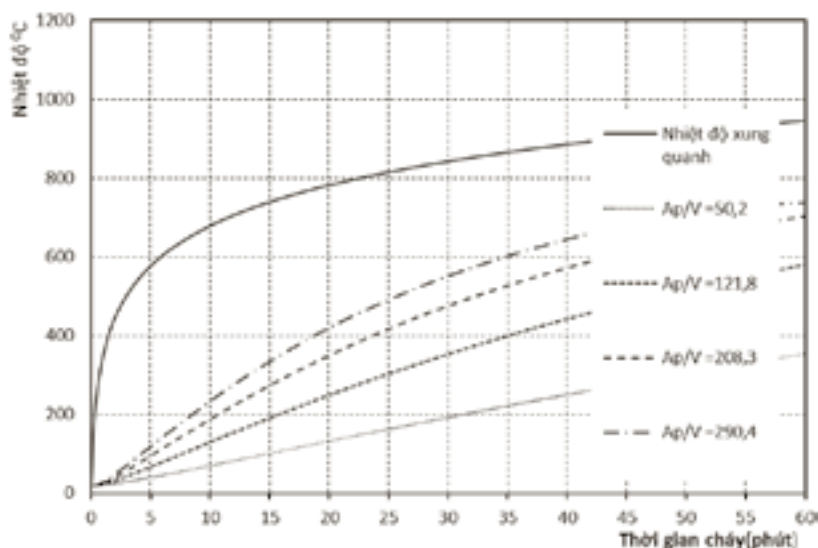
Hình 7. Biểu đồ gia tăng nhiệt độ của dầm thép không bọc vật liệu chống cháy với các hệ số tiết diện khác nhau



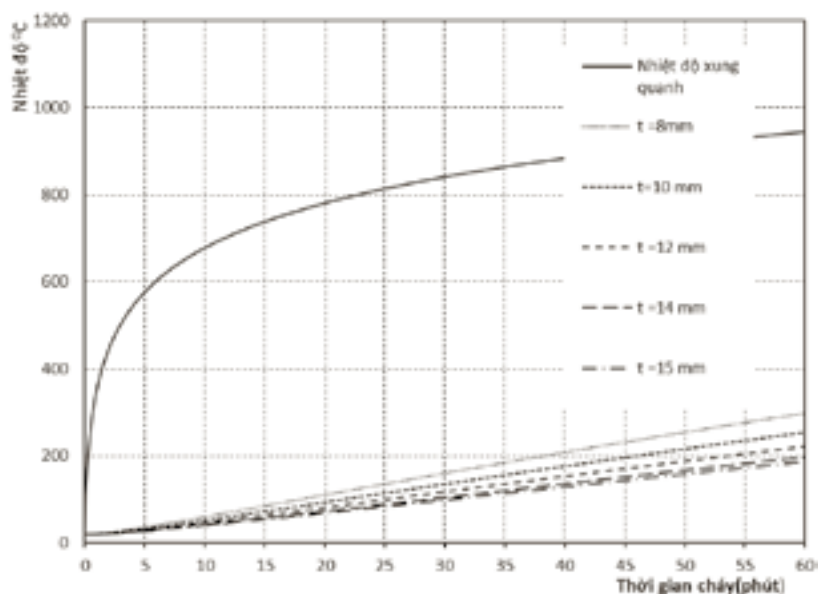
Hình 8. Biểu đồ gia tăng nhiệt độ của dầm thép bọc vữa CAFCO chống cháy dày 15 mm có các hệ số tiết diện khác nhau



Hình 9. Biểu đồ gia tăng nhiệt độ của dầm thép bọc thạch cao Gyproc chống cháy 15mm có các hệ số tiết diện khác nhau



Hình 10. Biểu đồ gia tăng nhiệt độ của dầm thép bọc thạch cao Gyproc chống cháy với chiều dày tăng dần



Hình 11. Biểu đồ gia tăng nhiệt độ của dầm thép bọc vữa CAFCO chống cháy với chiều dày tăng dần

3. Kết luận và kiến nghị

- Dùng phương pháp nhiệt độ tới hạn có thể tính sự gia tăng nhiệt độ trong kết cấu thép trong điều kiện cháy cho kết quả dễ sử dụng, có thể áp dụng nhanh trong thực tế với mức độ tin cậy chấp nhận được. Các tính toán có thể dễ dàng lập thành bảng tính, phục vụ thuận tiện công tác thuyết minh.

- Dầm thép khi không bọc vật liệu chống cháy có giới hạn chịu lửa rất thấp vì nhiệt độ trong dầm tăng nhanh có thể đạt đến 550°C chỉ sau 9 đến 25 phút khi cháy.

- Hệ số tiết diện ảnh hưởng đáng kể đến sự gia tăng nhiệt độ trong dầm thép, khi thiết kế chiều dày lớp vật liệu bọc chống cháy để đảm bảo giới hạn chịu lửa yêu cầu của tiết diện cần tính toán đến;

- Với thạch cao chống cháy Gyproc cho hiệu quả cách nhiệt tốt, sau 60 phút dầm bọc thạch cao 12,5mm đạt 301°C, dầm bọc thạch cao 2 lớp 12,5mm + 15mm đạt 167°C, dầm bọc thạch cao 2 lớp 15mm đạt 156°C. Tùy theo yêu cầu sử dụng có thể tham khảo cách bọc thạch cao như trên. Thạch cao Gyproc sản xuất trong nước.

- Với vữa chống cháy CAFCO, là vữa nhập khẩu của Australia phổ biến trên thị trường Việt Nam, có các chỉ số về cách nhiệt tốt, tùy theo yêu cầu sử dụng chiều dày bọc vữa có thể tham khảo cách chọn chiều dày như trên./.

Tài liệu tham khảo

1. Chu Thị Bình, Mai Trọng Nghĩa, Phạm Thanh Hùng(2019). Tính sự gia tăng nhiệt độ của kết cấu thép trong đám cháy, sử dụng phần mềm SAFIR
2. EN 1991-1-2 (2002): Eurocode 1- Actions on structures - Part 1.2: General actions- Actions on structure exposed to fire, European committee for Standardization.
3. EN 1993-1-2 (2005): Eurocode 2- Design of steel structures - Part 1.2: General rules- Structural fire design, European committees for Standardization.

Gắn kết bài tập môn vật lý kiến trúc vào các đồ án chuyên ngành

Integrating exercises of Architectural Physics Subject into Architect specialized projects

Đỗ Thị Kim Thành

Tóm tắt

Vật lý Kiến trúc là môn học nghiên cứu các yếu tố về môi trường nhiệt ẩm, môi trường âm thanh và ánh sáng của các thành phần kiến trúc công trình từ không gian trong nhà đến ngoài nhà, từ công trình đơn lẻ đến nhóm các công trình kiến trúc. Môn học về Vật lý kiến trúc trong các cơ sở đào tạo ngành Kiến trúc ở Việt Nam đã có từ khá sớm, tuy nhiên phương pháp và cách tiếp cận, giảng dạy chưa thực tế khiến các kết quả ứng dụng vào trong thực tế còn hạn chế. Vì vậy, việc gắn kết các bài tập thực hành môn Vật lý kiến trúc vào các đồ án chuyên ngành là rất cần thiết.

Từ khóa: Vật lý kiến trúc, Bài tập thực hành Vật lý kiến trúc, Đồ án chuyên ngành Kiến trúc

Abstract

Architectural physics subject is a study of the elements of the Humid environment, the sound environment, and the lighting environment of architectural components from indoor spaces to outside the house, from a single building to a group of buildings. Architectural physics subject has been studied for a long time. However, the method and the unrealistic approach cause the results to be still limited. Therefore, integrating exercises of architectural physics into Architect specialized projects is essential.

Key words: Architectural physics, Exercises of Architectural physics, Architect specialized project

TS. KTS. Đỗ Thị Kim Thành

Bộ môn Sinh thái và Quy hoạch Môi trường đô thị
Khoa Quy hoạch đô thị và nông thôn
ĐT: 0912610239
Email: kimthanh_hau@yahoo.com

Ngày nhận bài: 13/5/2020
Ngày sửa bài: 28/5/2020
Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

1. Đặt vấn đề

Biến đổi khí hậu, ô nhiễm môi trường, sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả đặt ra những thách thức đối với đào tạo và hành nghề kiến trúc. Đào tạo kiến trúc sư công trình tại Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, trong bối cảnh hội nhập Quốc tế hiện nay đã đặt ra nhiều cơ hội và thách thức trong việc đổi mới chương trình và nội dung đào tạo; phương pháp dạy và học tập môn Vật lý kiến trúc của Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội nói riêng và các cơ sở đào tạo kiến trúc sư (KTS) ở Việt Nam nói chung.

Nội dung cơ bản của Môn Vật lý Kiến trúc dạy trong các trường đại học chuyên ngành Kiến trúc gồm 3 phần chính:

- Phần Môi trường nhiệt ẩm trang bị cho sinh viên những kiến thức cơ bản về các yếu tố khí hậu ngoài nhà và vi khí hậu trong công trình kiến trúc; các dạng truyền nhiệt và tính toán cách nhiệt cho kết cấu bao che theo yêu cầu chống nóng và chống lạnh; tính toán truyền âm qua kết cấu ngăn che, các giải pháp cách nhiệt, cách âm, che nắng, thông gió tự nhiên tốt để đạt hiệu quả chống nóng, chống lạnh, chống ẩm, tạo môi trường vi khí hậu tiện nghi trong công trình kiến trúc.

- Phần Môi trường âm thanh cung cấp cho sinh viên có những kiến thức cơ bản về âm thanh, phương pháp thiết kế và tính toán trang âm trong phòng có chức năng đặc biệt và các vấn đề liên quan đến âm học đô thị như các giải pháp chống ồn trong đô thị (giải pháp quy hoạch, kiến trúc, giao thông và những giải pháp kỹ thuật có liên quan)

- Phần Môi trường ánh sáng trang bị cho sinh viên những kiến thức cơ bản về ánh sáng, tính toán và thiết kế chiếu sáng tự nhiên cũng như chiếu sáng nhân tạo và các vấn đề liên quan đến chiếu sáng công cộng trong đô thị như chọn kiểu bố trí đèn, khoảng cách cực đại giữa các đèn, quang thông yêu cầu của đèn.

Môn học Vật lý kiến trúc dành cho chuyên ngành Kiến trúc đều có mối quan hệ chặt chẽ với các học phần khác trong chương trình đào tạo, bổ sung kiến thức cho các môn học và đồ án chuyên ngành.

Trong giai đoạn gần đây, các trường đào tạo đại học trên thế giới đã có những thay đổi lớn trong phương pháp giảng dạy và học tập nhằm nâng cao hơn nữa chất lượng đào tạo. Sự chuyển biến mạnh mẽ trong công tác đào tạo tại các trường đại học tại nước ta trong những năm gần đây, đặc biệt khi có sự hội nhập quốc tế đã và đang đặt ra nhiều thách thức đối với lĩnh vực đào tạo ngành Kiến trúc. Hệ thống pháp luật cùng với những quy định của Nhà nước đối với các công trình kiến trúc xây dựng ngày càng đổi mới và đòi hỏi với những yêu cầu cao hơn, chú trọng nhiều hơn đến vấn đề biến đổi khí hậu, tiết kiệm năng lượng. Với tính chất là một môn học cơ sở tổng hợp các kỹ năng và kiến thức về các giải pháp thiết kế đảm bảo tiện nghi môi trường vi khí hậu sử dụng trong công trình, bao gồm các vấn đề về: cách nhiệt, chống ẩm, che nắng, thông gió, thiết kế âm học phòng, chiếu sáng tự nhiên và nhân tạo, nên việc đổi mới trong giảng dạy và học tập môn học Vật lý kiến trúc là một đòi hỏi chính đáng.

2. Nội dung khoa học

Hiện nay các bài tập của môn Vật lý Kiến trúc còn riêng biệt, gói gọn trong các nội dung về Vật lý kiến trúc, chưa kết hợp, lồng ghép vào các đồ án chuyên ngành để giải quyết các nội dung vật lý kiến trúc và gắn kết với các nội dung mới trong giai đoạn phát triển như sử dụng tiết kiệm năng lượng và hiệu quả, kiến trúc xanh...

Từ năm 2008, môn Vật lý kiến trúc được dạy tại trường Kiến trúc Hà nội với thời lượng 2 tín chỉ (tương đương với 30 tiết theo niên chế). Thực tế, thời lượng này chỉ đủ cho phần dạy lý thuyết cơ bản bởi Vật lý kiến trúc không phải là 1 môn học, mà là tên ghép của 3 môn (gọi là 3 môn, vì chúng khác nhau từ các khái niệm cơ bản đến các giải pháp kỹ thuật). Nội dung môn Vật lý kiến trúc hiện tại đang dạy tại trường Đại học Kiến trúc Hà nội chủ yếu gồm 3 phần: Khí hậu và nhiệt kiến trúc, Chiếu sáng kiến trúc và Âm thanh kiến trúc. Mỗi phần đều nêu đầy đủ các khái niệm chung, các đại lượng vật lý đặc trưng và các giải pháp chung (mang tính lý thuyết nhiều hơn là thực hành).

Trong khi đó, chương trình đào tạo KTS của một số Trường Đại học trên thế giới đã có những đổi mới tích cực trong việc giảng dạy môn học này, thông qua việc gắn kết các bài tập môn học vào đồ án chuyên ngành, thậm chí còn coi đây là một nội dung bắt buộc trong đồ án tốt nghiệp của sinh viên (phần kỹ thuật trong đồ án, tương đương với việc tính toán sơ lược kết cấu hay thiết kế nội thất...).

3. Đề xuất một số giải pháp gắn kết bài tập môn vật lý kiến trúc vào các đồ án chuyên ngành

Từ những thực trạng nêu trên, qua kinh nghiệm giảng dạy môn học Vật lý kiến trúc trong nhiều năm qua và nghiên cứu mô hình đào tạo của một số trường trên thế giới, tác giả đề xuất một số giải pháp để gắn kết Bài tập môn Vật lý kiến trúc vào các đồ án chuyên ngành Kiến trúc:

- Về thời lượng: Bổ sung 15 tiết trong chương trình giảng dạy môn Vật lý Kiến trúc (tương đương với 1 tín chỉ);

- Đánh giá: Điểm quá trình 20%, Bài tập thực hành 30%, Thi cuối môn 50%;

- Nội dung và các bước thực hiện:

1. Lựa chọn đồ án để gắn kết với môn học:

Sinh viên sẽ sử dụng công trình kiến trúc mà mình đã thiết kế trong đồ án môn học hoặc sưu tầm với đầy đủ hồ sơ phương án thiết kế gồm mặt bằng, mặt cắt, mặt đứng. Với công trình của mình thiết kế hoặc sưu tầm, sinh viên sẽ nắm rõ ý tưởng thiết kế và các chức năng chính trong công trình kiến trúc đó.

Nhóm các công trình kiến trúc lựa chọn bao gồm trường học, bảo tàng, nhà hát, nhà ở. Với mỗi một thể loại công trình kiến trúc khác nhau sẽ có một dạng bài tập vật lý kiến trúc riêng biệt như:

- Công trình trường học:
 - Tính toán chiếu sáng tự nhiên cho một phòng học điển hình;
 - Tính toán cách nhiệt cho các phòng có chức năng sử dụng thường xuyên.
- Công trình bảo tàng:
 - Tính toán chiếu sáng nhân tạo;
 - Các giải pháp che nắng cho công trình.
- Công trình nhà hát hoặc biểu diễn đa năng:
 - Tính toán trang âm cho Phòng khán giả;
 - Cách xác định hình thức mặt bằng, mặt cắt, cách sử dụng vật liệu trang âm phù hợp.
- Công trình nhà ở:
 - Thiết kế cách nhiệt cho lớp vỏ bao che công trình;
 - Tính toán thông gió tự nhiên.

2. Nội dung gắn kết môn học với các bài tập thực hành:

Cần gắn kết thêm các nội dung tiết kiệm năng lượng, kiến trúc xanh, bảo vệ môi trường vào bài tập cụ thể là:

- Phần khí hậu và nhiệt kiến trúc:
 - Thiết kế cách nhiệt đối với vỏ bao che: Khi thiết kế tường ngoài và mái công trình cần kết hợp với các giải pháp thiết kế kết cấu che nắng, phải tuân thủ các yêu cầu về tổng nhiệt trở hay hệ số truyền nhiệt tổng theo chức năng sử dụng của công trình và theo vùng khí hậu của địa phương xây dựng. Đối với cửa sổ và cửa trời phải đảm bảo sự thông thoáng và lấy ánh sáng tự nhiên. Khi tỷ số diện tích cửa sổ trên tường vượt quá 50% hoặc tỷ số diện tích cửa trời vượt quá 5% diện tích cửa mái, phải đảm bảo các yêu cầu về chỉ

số truyền nhiệt tổng của tường và mái.

- Thiết kế hệ thống thông gió và điều hòa không khí cho công trình: Cần lồng ghép thêm nội dung tiết kiệm năng lượng như sử dụng quạt để thông thoáng và làm mát, sử dụng điều hòa cục bộ phục vụ ngay tại chỗ, sử dụng điều hòa không khí trung tâm, làm mát bằng nước. Để sử dụng tiết kiệm năng lượng và hiệu quả, cần thực hiện các nội dung về hiệu suất thiết bị (chỉ số hiệu quả COP) cách nhiệt ống dẫn hệ thống cấp lạnh, cách nhiệt hệ thống ống cấp và hồi gió.

- Phần chiếu sáng kiến trúc:

Thiết kế hệ thống chiếu sáng cho công trình, bao gồm chiếu sáng tự nhiên kết hợp chiếu sáng nhân tạo cho công trình. Để hệ thống chiếu sáng có hiệu quả về năng lượng, thì hệ thống cần đảm bảo độ rọi, hiệu quả thị giác, đồng thời giảm thiểu sử dụng. Muốn đạt được các yêu cầu như đã nêu, cần đảm bảo mật độ công suất chiếu sáng, hiệu suất phát sáng tối thiểu của bóng đèn và tổn thất tối đa của chấn lưu theo đúng qui định của quy chuẩn. Ngoài ra cần ứng dụng các thiết bị điều khiển chiếu sáng cho các không gian trong công trình.

- Phần âm học kiến trúc:

Thiết kế trang âm phòng khán giả, cần lồng ghép thêm nội dung trang trí nội thất, nghệ thuật chiếu sáng cho phòng khán giả. Các trang thiết bị chiếu sáng và âm thanh cần lựa chọn chủng loại tiết kiệm năng lượng

3. Kết luận

Các yếu tố vật lý kiến trúc ảnh hưởng đến môi trường tiện nghi, bảo vệ con người trước những tác động bất lợi của điều kiện khí hậu, đồng thời tận dụng những ưu thế mà điều kiện khí hậu có thể mang lại. Việc thiết kế kiến trúc dựa trên cơ sở nghiên cứu Vật lý kiến trúc liên quan đến các yếu tố nhiệt ẩm, âm thanh, ánh sáng đã được các nước phát triển nghiên cứu, quan tâm và ứng dụng từ rất sớm và đã xây dựng ra các hệ thống tiêu chuẩn tiện nghi. Các nghiên cứu về Vật lý kiến trúc tại Việt nam cũng có từ khá sớm, tuy nhiên phương pháp và cách tiếp cận chưa thực tế khiến các kết quả đạt được còn hạn chế. Vì vậy, việc bổ sung thêm 15 tiết (tương đương với 1 TC) và nội dung bài tập thực hành gắn kết với đồ án chuyên ngành cho môn học Vật lý kiến trúc là cần thiết và có ý nghĩa thực tiễn. Để đạt được các yêu cầu đó, cần có sự phối kết hợp từ việc điều chỉnh chương trình đào tạo đến việc đổi mới nội dung, phương pháp dạy và học, có như vậy các đề xuất đã nêu trên mới có thể áp dụng được./.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Ngọc Đăng, Phạm Hải Hà, Nhiệt và Khí hậu kiến trúc, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 2009
2. TS. Nirmal Kailankaje, Thiết kế Công trình xanh - Tài liệu đào tạo, Chương trình Môi trường Liên hiệp quốc (UNEP) và Bộ Xây dựng Việt Nam chủ biên, 2011
3. Phạm Đức Nguyên, Các giải pháp kiến trúc khí hậu Việt nam, NXB Khoa học kỹ thuật, 2006
4. Phạm Đức Nguyên, Chiếu sáng tự nhiên và nhân tạo các công trình kiến trúc, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 1997
5. Phạm Đức Nguyên, Âm học Kiến trúc – Cơ sở lý thuyết và các giải pháp ứng dụng, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 2000.
6. Jón Kristinsson, Người dịch Hoàng Mạnh Nguyên, Thiết kế tích hợp bền vững, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, 2015.
7. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia, Các công trình xây dựng sử dụng năng lượng có hiệu quả QCVN 09:2013/BXD, 2013.

Tính toán nút liên kết hàn trực tiếp thanh thép ống theo tiêu chuẩn châu Âu EN 1993-1-8

Design of weld joints for hollow section steel to Eurocode EN 1993-1-8

Trịnh Xuân Vinh

Tóm tắt

Bài báo này trình bày cách tính toán nút liên kết thanh thép ống trong giàn theo tiêu chuẩn châu Âu EN 1993-1-8. Đồng thời, thực hiện một số ví dụ tính toán để minh họa cách tính toán này, qua đó vận dụng trong tính toán thực hành ở Việt Nam.

Từ khóa: Nút liên kết thép ống; liên kết hàn

Abstract

The paper presents a design of weld joints for hollow section steel in truss according to Eurocode EN 1993-1-8. At the same time, some examples illustrate this design, thereby applying it in practice in Vietnam.

Key words: Weld joint for hollow section steel; weld joints

1. Đặt vấn đề

Nút liên kết hàn trực tiếp được sử dụng để liên kết các thanh giàn cấu tạo từ thép ống hoặc thép hộp, loại nút liên kết này thay thế việc sử dụng bản mã trong các giàn có các thanh cấu tạo từ thép góc. “Tiêu chuẩn thiết kế - Kết cấu thép” TCVN 5575:2012 của Việt Nam có đề cập đến yêu cầu cấu tạo và tính toán loại nút liên kết thanh thép ống bằng hàn trực tiếp, nhưng nội dung đề cập còn sơ sài, gây khó khăn cho các nhà thiết kế, các kỹ sư Việt Nam vẫn phải sử dụng tiêu chuẩn nước ngoài, trong số đó có tiêu chuẩn của châu Âu (EN 1993-1-8), Mỹ (AISI), Úc hoặc Nga. Thấy rằng, bộ tiêu chuẩn thiết kế về kết cấu xây dựng của châu Âu gồm có 10 phần (từ Phần 0 đến Phần 9), được sử dụng ở các nước châu Âu, và một số nước ở châu Á như Singapore, Malaysia, HongKong. Tại Việt Nam, tiêu chuẩn châu Âu cũng khá quen thuộc đối với các kỹ sư, trong số đó đã có phần được chuyển dịch thành tiêu chuẩn Việt Nam (ví dụ, TCVN 9386:2012), việc tìm hiểu tiêu chuẩn châu Âu để vận dụng trong tính toán thiết kế kết cấu xây dựng nói chung và thiết kế nút liên kết cấu kiện rỗng bằng liên kết hàn trực tiếp nói riêng là cần thiết.

Nút liên kết thanh thép ống được đề cập trong mục 7 của EN 1993-1-8, theo đó mục 7.1 trình bày tổng quan về nút liên kết và phạm vi áp dụng các yêu cầu về cấu tạo và tính toán nút liên kết; mục 7.2 trình bày về điều kiện kiểm tra bền nút liên kết và các dạng phá hoại nút điển hình; mục 7.3 trình bày về liên kết hàn trực tiếp các thanh; mục 7.4 dành riêng để trình bày tính toán nút liên kết thanh thép ống (CHS). Theo đó, nội dung bài báo này chỉ đề cập đến vấn đề tính toán nút liên kết thanh thép ống, tương ứng với mục 7.4 của EN 1993-1-8.

2. Cấu tạo và tính toán

2.1. Nút liên kết hàn thanh thép ống

EN 1993-1-8 trình bày dưới dạng bảng các biểu thức khai triển và quy trình kiểm tra độ bền đối với mỗi cách bố trí thanh. Theo đó, độ bền tĩnh thiết kế của nút liên kết được biểu diễn dưới dạng độ bền chịu lực dọc trục hoặc độ bền chịu mô men uốn lớn nhất của thanh bụng. Các quy định áp dụng này có giá trị với cả tiết diện rỗng cán nóng theo tiêu chuẩn EN 10210 và cho tiết diện rỗng cán nguội theo EN 10219, nếu kích thước kết cấu của tiết diện rỗng đáp ứng các yêu cầu sau [3].

Đối với các thanh tiết diện rỗng cán nóng và cán nguội có $f_y < 460 \text{ N/mm}^2$. Đối với thanh có $f_y > 355 \text{ N/mm}^2$, độ bền tĩnh thiết kế cần phải chiết giảm bằng hệ số 0,9. Chiều dày danh nghĩa của thành tiết diện rỗng đối với thanh bụng không nên nhỏ hơn 2,5mm, chiều dày danh nghĩa của thành tiết diện rỗng đối với thanh cánh giàn không nên lớn hơn 25mm, trừ khi có các biện pháp đặc biệt để bảo đảm tính chất của vật liệu phù hợp với độ dày. Cấu kiện chịu nén cần thỏa mãn yêu cầu được dẫn ra trong EN 1993-1-1 cho các tiết diện ngang loại 1 hoặc 2 trong điều kiện uốn thuần túy.

Ngoài ra, cần thỏa mãn các điều kiện cấu tạo sau:

- Góc giữa các thanh bụng và thanh cánh, cũng như giữa các thanh bụng liên kế cần thỏa mãn điều kiện $\theta_i \geq 30^\circ$.
- Đầu các cấu kiện liên kết vào nút cần được gia công sao cho không làm thay đổi hình dạng tiết diện ngang của chúng.
- Khe hở giữa các thanh bụng để đặt mối hàn, cần không nhỏ hơn $(t_1 + t_2)$.
- Trong các nút có sự chồng lấn các thanh bụng, giá trị chồng lấn cần đủ để liên kết các thanh đảm bảo truyền lực cắt từ thanh bụng này đến thanh bụng khác. Trong trường hợp bất kỳ hệ số λ_{ov} đặc trưng giá trị chồng lấn cần lớn hơn 25%.
- Nếu các thanh bụng được liên kết chồng có chiều dày khác nhau hoặc được làm từ thép mác khác nhau thì cần cắt thanh với giá trị t_{fy} nhỏ hơn.
- Nếu các thanh bụng được liên kết chồng có chiều rộng khác nhau thì cần cắt thanh hẹp hơn.

Phạm vi áp dụng đối với nút liên kết hàn các thanh bụng và thanh cánh làm từ ống tròn, cho trong Bảng 2.1.

Ths. Trịnh Xuân Vinh

Bộ môn Thí nghiệm công trình

Viện công nghệ, Kiến trúc, xây dựng và đô thị

Email: vinh.trinhkt@gmail.com

Tel: 0904330488

Ngày nhận bài: 27/5/2019

Ngày sửa bài: 30/5/2019

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

2.2. Độ bền thiết kế của nút liên kết

Các giá trị nội lực thiết kế trong các thanh bụng và thanh cánh ở trạng thái giới hạn độ bền không được vượt quá giá trị độ bền thiết kế của cấu kiện được xác định dưới đây (tương ứng với mục 6.3 của EN 1993-1-1).

Các giá trị nội lực thiết kế trong các thanh bụng trong trạng thái giới hạn độ bền cũng không được quá giá trị độ bền thiết kế của nút được dẫn ra dưới đây [3].

Ứng suất $\sigma_{0,Ed}$ hoặc $\sigma_{p,Ed}$ xuất hiện trong các thanh cánh tại vị trí nút cần xác định theo các công thức:

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} + \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}} \quad (1)$$

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_{p,Ed}}{A_0} + \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}} \quad (2)$$

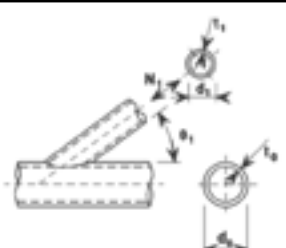
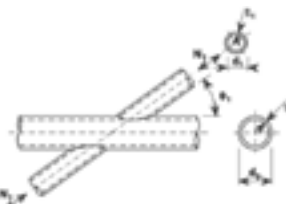
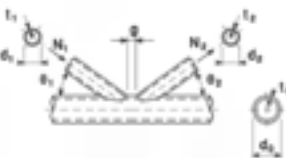
trong đó:

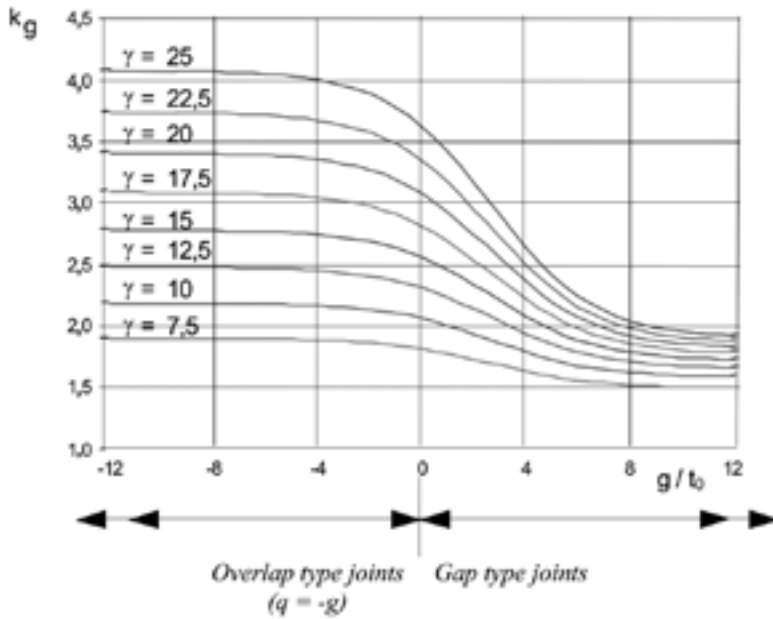
$$N_{p,Ed} = N_{0,Ed} - \sum_{i>0} N_{i,Ed} \cos \theta_i$$

Bảng 2.1. Phạm vi áp dụng đối với nút liên kết hàn với thanh bụng và thanh cánh làm từ ống tròn [3]

Tỷ lệ đường kính		$0,2 \leq d_i/d_0 \leq 1,0$
Thanh cánh	Chịu kéo	$10 \leq d_0/t_0 \leq 50$ (trong trường hợp tổng quát)
	Chịu nén	Tiết diện ngang loại 1 hoặc 2, và $10 \leq d_0/t_0 \leq 50$ (trong trường hợp tổng quát)
Thanh bụng	Chịu kéo	$d_i/t_i \leq 50$
	Chịu nén	Tiết diện ngang loại 1 hoặc 2
Khoảng chồng		$25\% \leq \lambda_{ov} \leq \lambda_{ov,lim}$ (xem mục 7.1.2(6) của EN 1993-1-8)
Khe hở		$g \geq t_1 + t_2$

Bảng 2.2. Giá trị độ bền thiết kế theo lực dọc của nút hàn nối các thanh bụng từ ống tròn với thanh cánh từ ống tròn [3]

Phá hoại bề mặt thanh cánh - nút dạng chữ T và Y	
	$N_{1,Rd} = \frac{\gamma^{0,2} k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} (2,8 + 14,2 \beta^2) / \gamma_{M5}$ trong đó: $\gamma = \frac{d_0}{2t_0}; \beta = \frac{d_1}{d_0}$
Phá hoại bề mặt thanh cánh - nút dạng chữ X	
	$N_{1,Rd} = \frac{k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} \frac{5,2}{(1 - 0,81 \beta)} / \gamma_{M5}$
Phá hoại bề mặt thanh cánh - nút dạng chữ K và N với phần chồng hoặc khe hở	
	$N_{1,Rd} = \frac{k_g k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} \left(1,8 + 10,2 \frac{d_1}{d_0} \right) \frac{1}{\gamma_{M5}}$ $N_{2,Rd} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} N_{1,Rd}$
Phá hoại chọc thủng đối với nút dạng chữ K, N và KT với khe hở và nút dạng chữ T, Y và X [i = 1, 2 hoặc 3]	Khi $d_i \leq d_0 - 2t_0$: $N_{i,Rd} = \frac{f_{y0}}{\sqrt{3}} t_0 \pi d_i \frac{1 + \sin \theta_i}{2 \sin^2 \theta_i} / \gamma_{M5}$
Các hệ số k_g và k_p	
$k_g = \gamma^{0,2} \left(1 + \frac{0,024 \gamma^{1,2}}{1 + \exp(0,5g/t_0 - 1,33)} \right)$ (xem Hình 2.2)	Đối với $n_p > 0$ (nén), $k_p = 1 - 0,3n_p(1 + n_p), \text{ nhưng } k_p \leq 1,0$ Đối với $n_p \leq 0$ (kéo), $k_p = 1,0$



Hình 2.1. Các giá trị của hệ số k_g được sử dụng trong công thức

$N_{0,Ed}$ – giá trị thiết kế của nội lực dọc trục trong thanh cánh;

$N_{i,Ed}$ – giá trị thiết kế của nội lực dọc trục trong thanh bụng thứ i ($i = 1, 2, 3$);

$M_{0,Ed}$ – giá trị thiết kế của mô men nội lực trong thanh cánh;

A_0 – diện tích tiết diện ngang của thanh cánh;

$W_{el,0}$ – mô men chống uốn của tiết diện ngang thanh cánh;

θ – góc nghiêng của thanh bụng thứ i ($i = 1, 2, 3$);

Giá trị độ bền thiết kế của nút hàn nối các thanh bụng và thanh cánh làm từ ống tròn với điều kiện các tham số hình học của nút phù hợp với phạm vi áp dụng được chỉ ra ở Bảng 2.1. Theo đó, chỉ cần tính toán về sự phá hoại bề mặt và chọc thủng thanh cánh, giá trị độ bền thiết kế của nút cần lấy theo giá trị nhỏ hơn từ các giá trị của hai tiêu chí này.

a) Đối với nút phẳng

Trường hợp 1: Nút liên kết các thanh bụng chỉ chịu tác động của lực dọc, giá trị của lực dọc thiết kế trong thanh $N_{1,Ed}$ không được vượt quá độ bền tính toán của nút liên kết hàn $N_{1,Rd}$. Giá trị của $N_{1,Rd}$ được xác định theo các Bảng 2.2 hoặc Bảng 2.4.

Trường hợp 2: Nút liên kết các thanh bụng chịu tác động đồng thời của lực dọc và mô men uốn, cần thỏa mãn điều kiện:

$$\frac{N_{i,Ed}}{N_{i,Rd}} + \frac{\left[\frac{M_{ip,i,Ed}}{M_{ip,i,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{M_{op,i,Ed}}{M_{op,i,Rd}} \right]^2}{1} \leq 1 \quad (3)$$

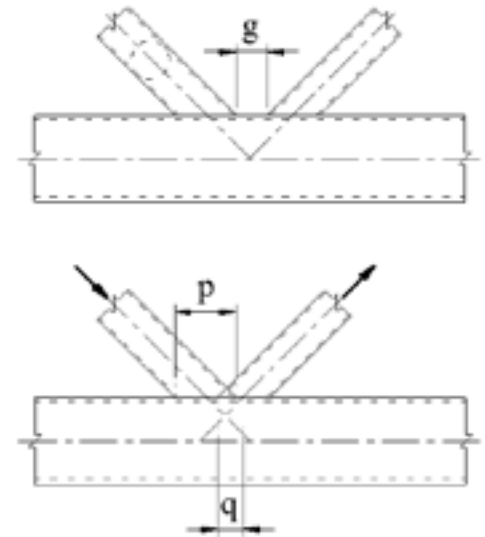
trong đó:

$M_{ip,i,Rd}$ – độ bền thiết kế khi chịu tác động mô men uốn trong mặt phẳng nút;

$M_{ip,i,Ed}$ – giá trị thiết kế của mô men uốn trong mặt phẳng nút;

$M_{op,i,Rd}$ – độ bền thiết kế khi chịu tác động mô men uốn ngoài mặt phẳng nút;

$M_{op,i,Ed}$ – giá trị thiết kế của mô men uốn ngoài mặt phẳng nút.



Hình 2.2. Ký hiệu khoảng hở và chống lún của nút liên kết

Có thể lấy giá trị mô men tại điểm giao của trục thanh bụng với mặt trên của thanh cánh làm giá trị thiết kế của mô men nội lực $M_{i,Ed}$.

Các giá trị của $M_{ip,i,Rd}$ và $M_{op,i,Rd}$ được xác định tương ứng theo các Bảng 2.3.

Giá trị của hệ số k_g được sử dụng trong công thức cho nút dạng chữ K, N và KT được dẫn ra ở Hình 2.1. Hệ số k_g được lấy cho nút có khoảng hở cũng như nút có sự chống lún tương ứng với g , đồng thời cho khoảng hở và chống lún, và sử dụng giá trị âm của đại lượng g để thể hiện sự chống lún q đã được chỉ ra ở Hình 2.2.

b) Đối với nút không gian

Trong từng mặt phẳng của nút không gian cần tuân thủ các tiêu chí thiết kế như đối với nút phẳng, với giá trị của hệ số chiết giảm độ bền thiết kế μ được xác định theo Bảng 2.5. Theo đó, giá trị độ bền thiết kế đối với của từng mặt phẳng của nút không gian cần lấy bằng độ bền tương ứng của nút phẳng nhân với hệ số giảm yếu μ , bằng cách sử dụng lực tương ứng trong thanh cánh để xác định hệ số k_p .

3. Ví dụ tính toán

Dưới đây trình bày hai ví dụ tính toán, minh họa phương pháp tính nút liên kết hàn trực tiếp thanh thép ống, các số liệu trong ví dụ được trích dẫn từ tài liệu [2].

3.1. Liên kết nút chữ T, thanh tiết diện ống chữ nhật chịu mô men trong mặt phẳng (Hình 3.1) [2]

Các kích thước thanh cánh và thanh bụng:

- Thanh cánh: $b_0 = 150\text{mm}$, $h_0 = 150\text{mm}$, $t_0 = 10,0\text{mm}$

- Thanh bụng đứng: $b_1 = 150\text{mm}$, $h_1 = 150\text{mm}$, $t_1 = 8,0\text{mm}$

Kiểm tra phạm vi áp dụng công thức:

- Thanh cánh:

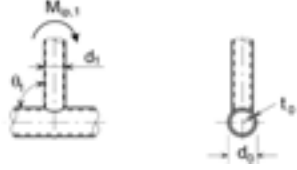
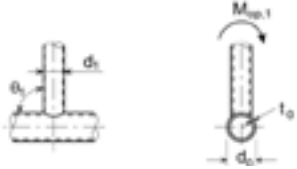
$(b_0 - 3t_0)/t_0$; $(h_0 - 3t_0)/t_0 \leq 38\epsilon$ (cho tiết diện ngang loại 1 hoặc 2 chịu nén)

$$38\epsilon = 38\sqrt{235/f_{y0}} = 38\sqrt{235/355} = 30,92$$

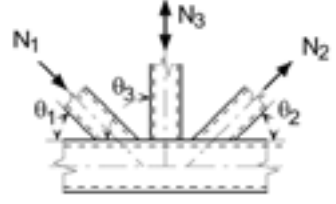
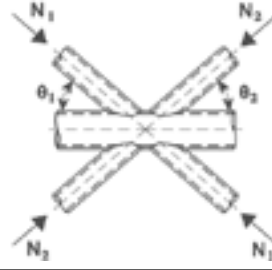
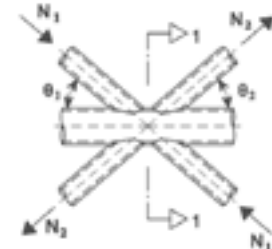
$$(b_0 - 3t_0)/t_0 = (150 - 3 \times 10)/10 = 12 < 38\epsilon \quad \text{- Đạt}$$

$$(h_0 - 3t_0)/t_0 = (150 - 3 \times 10)/10 = 12 < 38\epsilon \quad \text{- Đạt}$$

Bảng 2.3. Giá trị độ bền thiết kế theo mô men của nút hàn nối thanh bụng và thanh cánh làm từ ống tròn[3]

Phá hoại bề mặt thanh cánh - nút dạng chữ T, X và Y	
	$M_{ip,1,Rd} = 4,85 \frac{f_{y0} t_0^2 d_1}{\sin \theta_1} \sqrt{\gamma \beta} k_p / \gamma_{M5}$
Phá hoại bề mặt thanh cánh - nút dạng chữ K, N, T, X và Y	
	$M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0^2 d_1}{\sin \theta_1} \frac{2,7}{1 - 0,81 \beta} k_p / \gamma_{M5}$
Nhổ khối bề mặt thanh cánh - nút dạng chữ K và N với khe hở và chữ T, Y và X với tất cả các dạng	
Khi $d_1 \leq d_0 - 2t_0$: $M_{ip,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 d_1^2}{\sqrt{3}} \frac{1 + 3 \sin \theta_1}{4 \sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$ $M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 d_1^2}{\sqrt{3}} \frac{3 + \sin \theta_1}{4 \sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$	
Hệ số k_p	
Khi $n_p > 0$ (nén): $k_p = 1 - 0,3n_p(1 + n_p)$, nhưng $k_p \leq 1,0$ Khi $n_p \leq 0$ (kéo): $k_p = 1,0$	

Bảng 2.4. Các tiêu chí thiết kế đối với dạng đặc biệt của nút hàn nối thanh bụng và thanh cánh làm từ ống tròn[3]

Dạng nút	Tiêu chí thiết kế
Thanh có thể bị kéo hoặc bị nén nhưng lực tác động cần phải ở cùng một hướng đối với cả hai thanh 	$N_{1,Ed} \leq N_{1,Rd}$ trong đó: giá trị $N_{1,Rd}$ được lấy bằng $N_{1,Rd}$ đối với nút dạng chữ X theo Bảng 2.2
Thanh 1 và thanh 3 luôn bị nén, còn thanh 2 luôn bị kéo 	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{2,Ed} \sin \theta_3 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1$ $N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1$ trong đó: giá trị $N_{1,Rd}$ được lấy bằng $N_{1,Rd}$ cho nút dạng chữ K theo Bảng 2.2, bằng cách thay thế tỷ số d_1/d_0 bằng tỷ số: $\frac{d_1 + d_2 + d_3}{3d_0}$
Tất cả các thanh bụng cần phải luôn nén hoặc kéo 	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{3,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{x,Rd} \sin \theta_x$ trong đó: giá trị $N_{x,Rd}$ được lấy bằng $N_{x,Rd}$ cho nút dạng chữ X theo Bảng 2.2, trong đó $N_{x,Rd} \sin \theta_x$ bằng giá trị lớn nhất từ hai giá trị: $ N_{1,Rd} \sin \theta_1 $ và $ N_{2,Rd} \sin \theta_2 $
Thanh 1 luôn bị nén, còn thanh 2 luôn bị kéo 	$N_{i,Ed} \leq N_{i,Rd}$ trong đó: giá trị $N_{i,Rd}$ được lấy bằng $N_{i,Rd}$ cho nút dạng chữ K theo Bảng 2.2 trong điều kiện ở nút với khe hở tiết diện 1-1 của thanh cánh thỏa mãn điều kiện: $\left[\frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

Bảng 2.5. Hệ số chiết giảm cho nút không gian[3]

Dạng nút	Hệ số chiết giảm μ
Nút dạng TT, $60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$	
Thanh 1 có thể bị kéo hoặc nén	$\mu = 1,0$
Nút dạng XX	
Các thanh 1 và 2 có thể bị kéo hoặc bị nén. Giá trị $N_{2,Ed}/N_{1,Ed}$ là âm nếu một thanh bị kéo còn thanh kia bị nén	$\mu = 1 + 0,33N_{2,Ed}/N_{1,Ed}$ kể đến dấu của $N_{1,Ed}$ và $N_{2,Ed}$ trong đó: $ N_{2,Ed} \leq N_{1,Ed} $
Nút dạng chữ KK, $60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$	
Thanh 1 luôn bị nén còn thanh 2 luôn bị kéo	$\mu = 0,9$ trong điều kiện, tại nút với khe hở, tiết diện 1-1 của thanh cánh thỏa mãn điều kiện: $\left[\frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

$$b_0/t_0 \leq 35 \quad b_0/t_0 = 150/10 = 15 < 35 \quad - \text{Đạt}$$

$$h_0/t_0 = 150/10 = 15 < 35 \quad - \text{Đạt}$$

- Thanh bụng đứng chịu nén:

$$b_1/t_1; h_1/t_1 < 35 \quad b_1/t_1 = 150/8 = 18,75 < 35 \quad - \text{Đạt}$$

$$h_1/t_1 = 150/8 = 18,75 < 35 \quad - \text{Đạt}$$

- Thanh bụng đứng chịu nén:

$(b_1 - 3t_1)/t_1; (h_1 - 3t_1)/t_1 \leq 38\epsilon$ (cho tiết diện ngang loại 1 hoặc 2 chịu nén)

$$38\epsilon = 38\sqrt{235/f_{y0}} = 38\sqrt{235/355} = 30,92$$

$$(b_1 - 3t_1)/t_1 = (150 - 3 \times 8)/8 = 15,75 < 30,92 \quad - \text{Đạt}$$

$$(h_1 - 3t_1)/t_1 = (150 - 3 \times 8)/8 = 15,75 < 30,92 \quad - \text{Đạt}$$

$$0,25 \leq b_1/b_0 \leq 1,0 \quad b_1/b_0 = 150/150 = 1,0 \quad - \text{Đạt}$$

$$0,5 \leq h_0/b_0 \leq 2,0 \quad h_0/b_0 = 150/150 = 1,0 \quad - \text{Đạt}$$

$$0,5 \leq h_1/b_1 \leq 2,0 \quad h_1/b_1 = 150/150 = 1,0 \quad - \text{Đạt}$$

$$30^\circ \leq \theta_i \leq 90^\circ \quad \theta_i = 90^\circ \quad - \text{Đạt}$$

Lực dọc: Phá hoại bề mặt thanh cánh (biến dạng)

(áp dụng khi $\beta \leq 0,85$)

$$\beta = \frac{b_1}{b_0} = \frac{150}{150} = 1,0$$

Không yêu cầu phải kiểm tra

Mặc dù việc kiểm tra này không bắt buộc trong trường hợp cụ thể, tính toán hệ số ứng suất ở cuối thanh cánh được chỉ ra ở dưới đây bao gồm cả mô men.

Hệ số ứng suất ở đầu thanh cánh tiết diện ống chữ nhật k_n :

Ứng suất nén trong thanh cánh $\sigma_{0,Ed}$:

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} + \frac{|M_{ip,0,Ed}|}{W_{el,ip,0}} + \frac{|M_{op,0,Ed}|}{W_{el,op,0}}$$

Lưu ý: mô men bổ sung cho ứng suất nén có giá trị dương. Đối với thanh cánh tiết diện ống chữ nhật phát huy hết các ứng suất nén.

$$A_0 = 54,9 \text{ cm}^2 = 5490 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{136 \times 1000}{54,9 \times 10^2} + \frac{35,8 \times 1000 \times 1000}{236 \times 10^3} = 176,47 \text{ N/mm}^2$$

Tỷ số hệ số ứng suất trong thanh cánh n:

$$n = \left(\frac{\sigma_{0,Ed}}{f_{y0}} \right) = \left(\frac{176,47}{355} \right) = 0,497$$

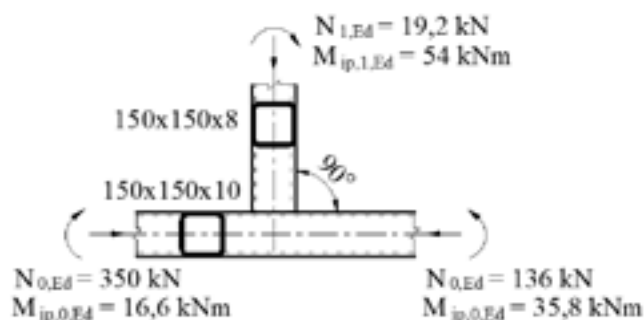
Cách 1: Sử dụng công thức, với $n > 0$ (nén):

$$k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta} = 1,3 - \frac{0,4 \times 0,497}{1,0} = 1,101 > 1,0$$

nhưng do $k_n \leq 1,0$, lấy $k_n = 1,0$.

Cách 2: Sử dụng biểu đồ, từ biểu đồ cho giá trị $\beta = 1,0$ suy ra $k_n = 1,0$.

(Tuy nhiên, không bắt buộc trong trường hợp này vì biến dạng của thanh cánh không đạt tới hạn do $\beta > 0,85$).



Hình 3.1. Liên kết nút chữ T

Lực dọc: Cắt thanh cánh

(Phạm vi cho nút chữ X với $\cos\theta_1 > h_1/h_0$). Như ở đây, nút chữ T với $\theta_1 = 90^\circ$ việc kiểm tra này không yêu cầu.

Lực dọc: Thành bên của thanh cánh bị mất ổn định

(áp dụng khi $\beta = 1,0$) $\beta = 1,0$ - Yêu cầu kiểm tra

$$N_{1,Rd} = \frac{k_n f_b t_0}{\sin\theta_1} \left(\frac{2h_1}{\sin\theta_1} + 10t_0 \right) / \gamma_{M5}$$

Cường độ mất ổn định thành bên của thanh cánh f_b :

Đối với thanh bụng chịu nén, nút chữ T:

$$\bar{\lambda} = 3,46 \frac{\left(\frac{h_0}{t_0} - 2 \right) \sqrt{\frac{1}{\sin\theta_1}}}{\pi \sqrt{\frac{E}{f_{y0}}}}$$

$$= 3,46 \frac{\left(\frac{150}{10} - 2 \right) \sqrt{\frac{1}{\sin 90^\circ}}}{\pi \sqrt{\frac{210000}{355}}} = 0,589$$

trong đó $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

Cách 1: Sử dụng công thức theo EN 1993-1-1, Bảng 6.1, $\alpha = 0,21$ (đường cong a):

$$\phi = 0,5 \left(1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right)$$

$$= 0,5 \left(1 + 0,21(0,589 - 0,2) + 0,589^2 \right) = 0,714$$

Từ EN 1993-1-1, mục 6.3.1.2, hệ số chiết giảm khi mất ổn định uốn, χ

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,714 + \sqrt{0,714^2 - 0,589^2}}$$

$$= 0,895 \leq 1,0$$

Cách 2: Sử dụng đồ thị, từ đồ thị cho:

$\bar{\lambda} = 0,589$; $\chi = 0,895$.

$f_b = \chi f_{y0} = 0,895 \times 355 = 318 \text{ N/mm}^2$ (cho nút chữ Y và T với thanh bụng chịu nén).

$$N_{1,Rd} = \frac{1,0 \times 318 \times 10}{\sin 90^\circ} \left(\frac{2 \times 150}{\sin 90^\circ} + 10 \times 10 \right) / 1,0$$

Lực dọc: Thanh cánh chọc thủng

(áp dụng khi $0,85 \leq \beta \leq 1 - 1/\gamma$)

$$\gamma = \frac{2b_0}{2t_0} = \frac{150}{2 \times 10} = 7,5$$

- Không yêu cầu kiểm tra

Lực dọc: Thanh cánh bị phá hoại (bề rộng hữu hiệu)

(áp dụng khi $\beta \geq 0,85$), $\beta = 1,0$ - Yêu cầu kiểm tra

$$N_{1,Rd} = f_{y1} t_1 (2h_1 - 4t_1 + 2b_{eff,i}) / \gamma_{M5}$$

trong đó:

$$b_{eff} = \frac{10t_0}{b_0} \frac{f_{y0} t_0}{f_{y1} t_1} b_i$$

nhưng $b_{eff,i} \leq b_i$

$$b_{eff} = \frac{10 \times 10}{150} \times \frac{355 \times 10}{355 \times 8} \times 150 = 125 \text{ mm}$$

nhưng $b_{eff,i} \leq 150 \text{ mm}$

$b_{eff} = 125 \text{ mm}$

$$N_{1,Rd} = 355 \times 8 \times (2 \times 150 - 4 \times 8 + 2 \times 125) / 1,0$$

$$= 1471 \text{ kN} > 19,2 \text{ kN}$$

- Đạt

Mô men trong mặt phẳng: Phá hoại bề mặt thanh cánh (biến dạng)

(áp dụng khi $\beta \leq 0,85$)

$$\beta = \frac{b_1}{b_0} = \frac{150}{150} = 1,0$$

- Không yêu cầu kiểm tra

Mô men trong mặt phẳng: Thanh cánh bị ép dẹt thành bên

(áp dụng khi $0,85 < \beta \leq 1,0$) - Không yêu cầu kiểm tra

$$M_{ip,1,Rd} = 0,5 f_{yk} t_0 (2h_1 + 5t_0) 2 / \gamma_{M5}$$

trong đó:

$$f_{yk} = f_{y0} \quad (\text{cho nút chữ T}) \quad - f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{ip,1,Rd} = 0,5 \times 355 \times 10 (150 + 5 \times 10) 2 / 1,0$$

$$= 71 \text{ kNm} > 54 \text{ kNm}$$

- Đạt

Mô men trong mặt phẳng: Thanh cánh bị phá hoại (bề rộng hữu hiệu)

(áp dụng khi $0,85 < \beta \leq 1,0$)

$$\beta = \frac{b_1}{b_0} = \frac{150}{150} = 1,0$$

- Yêu cầu kiểm tra

$$M_{ip,1,Rd} = f_{y1} \left[W_{pl,ip,1} - \left(1 - \frac{b_{eff,1}}{b_1} \right) b_1 (h_1 - t_1) t_1 \right] / \gamma_{M5}$$

$$= 355 \times \left[237000 - \left(1 - \frac{125}{150} \right) \times 150 \times (150 - 8) \times 8 \right] / 1,0$$

$$= 74,1 \text{ kNm} > 54 \text{ kNm}$$

- Đạt

trong đó: $W_{pl,ip,1} = 237 \text{ cm}^3 = 237000 \text{ mm}^3$

$$b_{eff,1} = 125 \text{ mm}$$

Kết luận:

Độ bền của nút liên kết chịu lực trục, đối với thanh bụng 1 giới hạn bởi mất ổn định thành bên của thanh cánh và độ bền chịu mô men trong mặt phẳng bởi độ bền ép dẹt thành bên của thanh cánh.

Độ bền của nút liên kết chịu lực trục,

$$N_{1,Rd} = 1272 \text{ kN} > 19,2 \text{ kN}$$

- Đạt

Độ bền của nút liên kết chịu mô men trong mặt phẳng,

$$M_{ip,1,Rd} = 71 \text{ kNm} > 54 \text{ kNm}$$

- Đạt

Kiểm tra tương tác:

Khi có nhiều thành phần lực tồn tại, ví dụ: lực dọc trục và mô men trong mặt phẳng (xem như không có mô men ngoài mặt phẳng), yêu cầu phải kiểm tra đối với thanh cánh tiết diện hộp chữ nhật theo công thức tương tác:

$$\frac{|N_{i,Ed}|}{N_{1,Rd}} + \frac{|M_{ip,i,Ed}|}{M_{ip,i,Rd}} + \frac{|M_{op,i,Ed}|}{M_{op,i,Rd}}$$

$$= \frac{19,2}{1272} + \frac{54}{71} + \frac{0}{M_{op,i,Rd}} = 0,776 \leq 1,0$$

- Đạt

3.2. Liên kết nút chữ K, có khoảng hở, thanh tiết diện ống tròn chịu lực trục (Hình 3.2) [2]

Các kích thước thanh cánh và thanh bụng:

- Thanh cánh: $d_0 = 219,1 \text{ mm}$, $t_0 = 12,5 \text{ mm}$.

- Thanh bụng 1: $d_1 = 139,7 \text{ mm}$, $t_1 = 5,0 \text{ mm}$.

- Thanh bụng 2: $d_2 = 114,3\text{mm}$, $t_2 = 3,6\text{mm}$.

Kiểm tra phạm vi áp dụng:

- Thanh cánh:

$10 \leq d_0/t_0 \leq 50$ $d_0/t_0 = 219,1/12,5 = 17,53$ - Đạt
 $d_0/t_0 \leq 70\epsilon^2$ (tiết diện ngang loại 1 hoặc 2 chịu nén):

$$70\epsilon^2 = 70\left(\sqrt{235/f_{y0}}\right)^2 = 70\left(\sqrt{235/355}\right)^2 = 46,34$$

- Đạt

- Thanh bụng 1 và 2:

$d_i/t_i \leq 70\epsilon^2$ (tiết diện ngang loại 1 hoặc 2 chịu nén):
 $d_1/t_1 = 139,7/5,0 = 27,94$

$$70\epsilon^2 = 70\left(\sqrt{235/f_{y0}}\right)^2 = 70\left(\sqrt{235/355}\right)^2 = 46,34$$

- Đạt

$d_i/t_i \leq 50$ $d_1/t_1 = 139,7/5,0 = 27,94$

- Đạt

$d_2/t_2 = 114,3/3,6 = 31,75$

- Đạt

$0,2 \leq d_i/t_0 \leq 1,0$ $d_1/d_0 = 139,7/219,1 = 0,64$

- Đạt

$d_2/d_0 = 114,3/219,1 = 0,52$

- Đạt

$-0,55d_0 \leq e \leq +0,25d_0$

$-0,55 \times 219,1 \leq e \leq +0,25 \times 219,1$

$-120,5 \leq e \leq +54,8$

$e = 0\text{ mm}$

- Đạt

$g \leq t_1 + t_2$ $t_1 + t_2 = 5 + 3,6 = 8,6 < g = 40\text{mm}$

- Đạt

$30^\circ \leq \theta_i \leq 90^\circ$ $\theta_1 = 45^\circ$

- Đạt

$\theta^2 = 45^\circ$

- Đạt

Phá hoại bề mặt thanh cánh (biến dạng):

Thanh bụng chịu nén (1):

Phá hoại bề mặt thanh cánh,

$$N_{1,Rd} = \frac{k_g k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} \left(1,8 + 10,2 \frac{d_1}{d_0} \right) / \gamma_{M5}$$

Hàm số khoảng hở/chồng lấn, k_g

$$\gamma = \frac{d_0}{2t_0} = \frac{219,1}{2 \times 12,5} = 8,764$$

Cách 1: Sử dụng công thức.

$$k_g = \gamma^{0,2} \left[1 + \frac{0,024 \gamma^{1,2}}{1 + \exp(0,5g/t_0 - 1,33)} \right]$$

Lưu ý: g là dương đối với khoảng hở, là âm đối với chồng lấn.

$$k_g = 8,764^{0,2} \left[1 + \frac{0,024 \times 8,764^{1,2}}{1 + \exp(0,5 \times 40/12,5 - 1,33)} \right] = 1,761$$

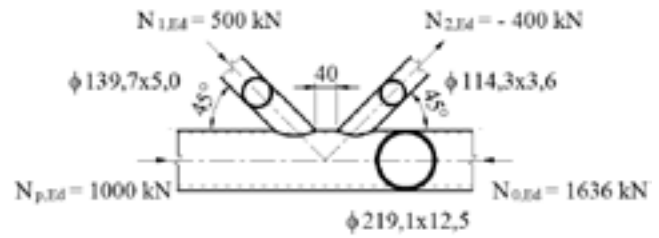
Cách 2: Sử dụng đồ thị, từ đồ thị cho: $g/t_0 = 40/12,5 = 3,2$ do đó $k_g = 1,761$.

Hệ số ứng suất ở đầu thanh cánh tiết diện ống tròn, k_p

Thanh cánh tiết diện ống tròn chịu nén ít nhất, hệ số ứng suất, $\sigma_{p,Ed}$:

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_{p,Ed}}{A_0} + \frac{|M_{ip,0,Ed}|}{W_{el,ip,0}} + \frac{|M_{op,0,Ed}|}{W_{el,op,0}}$$

Lưu ý: mô men bổ sung cho ứng suất nén có giá trị



Hình 3.2. Liên kết nút chữ K có khoảng hở

dương. Đối với thanh cánh tiết diện ống tròn sử dụng ứng suất thanh cánh chịu nén ít nhất.

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{1000 \times 1000}{81,1 \times 10^2} = 123,30 \text{ N/mm}^2$$

Tỷ số hệ số ứng suất trong thanh cánh n_p :

$$n_p = \left(\frac{\sigma_{p,Ed}}{f_{y0}} \right) = \left(\frac{123,3}{355} \right) = 0,347$$

Cách 1: Sử dụng công thức, đối với $n_p > 0$ (nén):

$k_p = 1 - 0,3n_p(1+n_p) = 1 - 0,3 \times 0,347(1+0,347) = 0,860$ nhưng $\leq 1,0$

$k_p = 0,860$

Cách 2: Sử dụng biểu đồ, từ biểu đồ, cho: $k_p = 0,860$

$$N_{1,Rd} = \frac{1,761 \times 0,86 \times 355 \times 12,5^2}{\sin 45^\circ} \left(1,8 + 10,2 \frac{139,7}{219,1} \right) / 1,0$$

$$= 986\text{kN}.$$

Thanh bụng chịu kéo (2):

$$N_{2,Rd} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} N_{1,Rd} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 45^\circ} \times 986 = 986\text{kN}$$

Thanh cánh bị chọc thủng: (áp dụng khi $d_i \leq d_0 - 2t_0$)

$d_i \leq d_0 - 2t_0 = 219,1 - 2 \times 12,5 = 194,1\text{mm}$

$d_1 = 139,7\text{mm} < 194,1\text{mm}$ - Kiểm tra chọc thủng thanh cánh

$d_2 = 114,3\text{mm} < 194,1\text{mm}$ - Kiểm tra chọc thủng thanh cánh

$$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0}}{\sqrt{3}} t_0 \pi d_i \frac{1 + \sin \theta_i}{2 \sin^2 \theta_i} / \gamma_{M5}$$

Thanh bụng (1):

$$N_{1,Rd} = \frac{355}{\sqrt{3}} \times 12,5 \times \pi \times 139,7 \times \frac{1 + \sin 45^\circ}{2 \sin^2 45^\circ} / 1,0$$

$$= 1919 \text{ kN}.$$

Thanh bụng (2):

$$N_{2,Rd} = \frac{355}{\sqrt{3}} \times 12,5 \times \pi \times 114,3 \times \frac{1 + \sin 45^\circ}{2 \sin^2 45^\circ} / 1,0$$

$$= 1570 \text{ kN}.$$

Độ bền của nút được quyết định bởi phá hoại bề mặt thanh cánh cho cả hai thanh bụng.

Độ bền nút của thanh bụng 1: $N_{1,Rd} = 986\text{kN} > 500\text{kN}$

- Đạt

(xem tiếp trang 31)

Cơ sở tính toán lựa chọn bơm cho trạm bơm cấp 2 khi ứng dụng công nghệ biến tần

Calculation basis choose a pump for pump station level 2 when applied technology inverter

Nguyễn Thành Mậu

Tóm tắt

Tiết kiệm năng lượng là yêu cầu cấp thiết đối với tất cả các ngành nghề sản xuất, các hoạt động đời sống kinh tế xã hội của con người, nó vừa mang lại hiệu quả kinh tế vừa giảm thiểu được những tác động xấu đến môi trường. Đối với ngành cấp nước, hệ thống cấp nước ứng dụng công nghệ biến tần điều khiển trạm bơm cấp 2 cho phép bơm thay đổi lưu lượng, áp lực, công suất phù hợp theo nhu cầu tiêu thụ tại từng thời điểm dẫn đến giảm điện năng tiêu thụ và cũng không cần phải có đài điều hòa như đối với hệ thống cấp nước thông thường. Nghiên cứu đã thiết lập được cơ sở tính toán lựa chọn bơm cho trạm bơm cấp 2 để tổ bơm được lựa chọn luôn hoạt động trong vùng điều khiển hiệu quả, có hiệu suất cao, an toàn, bền vững và phát huy được tối đa những ưu việt do công nghệ biến tần mang lại.

Từ khóa: Biến tần, Tiết kiệm, Điện năng, Trạm bơm

Abstract

Energy saving is an urgent requirement for all manufacturing industries, and human socioeconomic socioe life activities, it has both economic efficiency and minimizes negative impacts on the environment. For the water supply industry, the water supply system applies inverter technology to control the level 2 pumping station, allowing the pump to change the flow, pressure, and the appropriate capacity according to the consumption demand at each time leading to reduce reduced power consumption and does not need to have a regulating station as for a normal water supply system. Research has to establish a basis for calculating and selecting pumps for pumping stations of level 2 so that the selected pump groups always operate in high-efficiency and efficient control areas. Full, sustainable, and maximize the advantages of inverter technology.

Key words: Inverter, Savings, Electricity, Pump Station

ThS. Nguyễn Thành Mậu

Bộ môn Cấp nước

Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường Đô Thị

E.mail: tmnguyen2008@gmail.com

ĐT: 0947287400

Ngày nhận bài: 24/5/2019

Ngày sửa bài: 27/5/2019

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

1. Mở đầu

Trong hệ thống cấp nước, giải quyết tối ưu mối liên hệ về mặt lưu lượng, áp lực giữa trạm bơm cấp 2 và tiêu thụ nước trên mạng lưới đường ống sẽ mang lại nhiều lợi ích kinh tế, kỹ thuật, đặc biệt là vấn đề tiết kiệm điện năng.

Đối với hệ thống cấp nước thông thường, trạm bơm cấp 2 thường chỉ làm việc với một số cấp bơm nhất định trong ngày nên cần phải có đài điều hòa do lượng nước tiêu thụ trong mạng lưới gần như là thay đổi liên tục. Đài điều hòa phải được tính toán xây dựng ở cao độ đủ để tạo được áp lực trên mạng lưới theo yêu cầu. Áp lực trạm bơm cấp 2 cũng luôn phải đủ để đưa nước vào mạng lưới theo yêu cầu và đưa nước lên đài vào những thời điểm lưu lượng bơm lớn hơn lưu lượng tiêu thụ. Do vậy áp lực trạm bơm cấp 2 được xem là ổn định trong quá trình hoạt động, điều này dẫn đến ở những thời điểm lưu lượng tiêu thụ trong mạng lưới thấp thì áp lực dư trên mạng lưới cao hơn mức cần thiết rất nhiều làm cho rò rỉ nhiều hơn, đặc biệt là lãng phí điện năng.

Đối với hệ thống cấp nước có ứng dụng công nghệ biến tần điều khiển trạm bơm cấp 2 thì lưu lượng bơm cấp 2 được điều khiển để thay đổi theo lưu lượng tiêu thụ tại từng thời điểm trong ngày, do đó trong hệ thống cũng không cần đài nước điều hòa như đối với hệ thống cấp nước thông thường. Nguyên lý của công nghệ biến tần là thiết bị biến tần biến đổi tần số dòng điện cấp vào động cơ làm thay đổi số vòng quay của động cơ và máy bơm dẫn đến thay đổi lưu lượng bơm, áp lực bơm, công suất bơm. Vậy câu hỏi quan trọng đặt ra là sự thay đổi đó cần nằm trong giới hạn nào để động cơ hoạt động trong vùng có hiệu suất cao, an toàn

Hiện nay đối với hệ thống cấp nước thông thường, có đài điều hòa thì đã có cơ sở tính toán chọn bơm cho trạm bơm cấp 2 trong các tài liệu giảng dạy, tài liệu chuyên ngành. Còn với hệ thống cấp nước có ứng dụng công nghệ biến tần điều khiển trạm bơm cấp 2, không sử dụng đài điều hòa thì chưa có tài liệu hay nghiên cứu nào đưa ra. Do vậy cần thiết phải nghiên cứu thiết lập cơ sở tính toán sao cho tổ bơm (Động cơ và máy bơm) được lựa chọn luôn hoạt động trong vùng điều khiển hiệu quả, có hiệu suất cao, an toàn, bền vững và phát huy được tối đa những ưu việt do công nghệ biến tần mang lại.

2. Nội dung nghiên cứu

Cơ sở tính toán chọn bơm cho trạm bơm cấp 2 đối với hệ thống cấp nước thông thường, sử dụng đài điều hòa:

Nguyên tắc chung của tính toán chọn bơm cho trạm bơm cấp 2 trong hệ thống cấp nước là: (1) Xác định chế độ làm việc của trạm bơm; (2) Tính toán xác định số lượng bơm làm việc; (3) Tính toán xác định lưu lượng, cột áp và công suất bơm; (4) Lựa chọn bơm (Chủng loại, mã hiệu bơm) với cơ sở tính toán là phải khẳng định tổ bơm được lựa chọn hoạt động với hiệu suất cao, đảm bảo đúng, đủ công suất yêu cầu, an toàn, tuổi thọ cao.

Cơ tính toán trạm bơm cấp 2 đối với hệ thống cấp nước thông thường có sử dụng đài nước điều hòa hiện nay như sau:

- Xây dựng biểu đồ tiêu thụ trong ngày dùng nước lớn nhất.

- Chọn chế độ bơm cấp 2: Trên cơ sở biểu đồ tiêu thụ nước trong ngày dùng nước lớn nhất chọn chế độ bơm cấp 2 theo dạng bậc thang sao cho các bậc bơm bám sát biểu đồ tiêu thụ để giảm dung tích đài điều hòa, thường chọn dạng bậc thang, 2 đến 3 bậc bơm trong một ngày. Các bậc bơm cũng cần chọn sao cho dễ dàng trong tổ hợp bơm làm việc giữa các bậc (Ví dụ: Bậc 1 chọn 2% $Q_{\text{ngày}}$ thì bậc 2 chọn là 3,9% $Q_{\text{ngày}}$ hoặc 5,7% $Q_{\text{ngày}}$...).

- Tính số bơm hoạt động trong từng cấp bơm:

$$n = \frac{a\% \cdot Q_{\text{ngày}}}{\alpha \cdot Q_{1b}} \quad \text{Chọn } n \text{ là số nguyên.} \quad (1-1)$$

Trong đó: $a\% \cdot Q_{\text{ngày}}$: là bậc bơm lớn nhất của chế độ bơm lựa chọn; Q_{1b} : là lưu lượng của 1 bơm, thường lưu lượng của 1 bơm lấy bằng lưu lượng của bậc bơm nhỏ nhất; α : là hệ số giảm lưu lượng khi các bơm hoạt động đồng thời, phụ thuộc vào n ($n=2, \alpha=0,98; n=3, \alpha=0,95; \dots$).

- Tính toán xác định áp lực bơm: Trên cơ sở lưu lượng tính toán của 1 bơm, số lượng bơm làm việc, dự phòng (Số lượng bơm dự phòng lấy theo số lượng bơm làm việc theo tiêu chuẩn, quy phạm quy định), lưu lượng bậc bơm lớn nhất tiến hành lập sơ đồ bố trí bơm, ống hút, ống đẩy và các phụ tùng, thiết bị để tính toán áp lực bơm:

$$H_{1b} = H_{\text{trạm bơm}} = (Z_d - Z_b) + H_d + H_{tr} + a \cdot h_d \quad (1-2)$$

Trong đó: Z_d : là cốt mặt đất tại nút đầu mạng lưới cấp nước (m); Z_b : là cốt mực nước thấp nhất trong bể chứa nước sạch (m); H_d : Áp lực yêu cầu tại nút đầu mạng lưới (m); H_{tr} : Tổn thất áp lực trong trạm bơm (m); $a \cdot h_d$: là tổng thất trên đường ống đẩy từ trạm bơm đến nút đầu mạng lưới (m).

Từ lưu lượng của 1 bơm (Q_{1b}) và áp lực bơm (H_{1b}) dựa vào catalog của các hãng bơm để chọn ra loại bơm có hiệu suất cao, chạy ổn định, giá hợp lý...

Nghiên cứu thiết lập cơ sở tính toán chọn bơm cho trạm bơm cấp 2 khi sử dụng công nghệ biến tần:

- Hệ thống thiết bị biến tần làm biến đổi tần số dòng điện cấp vào động cơ dẫn đến thay đổi số vòng quay trục động cơ và làm thay đổi các thông số của máy bơm. Mối liên hệ giữa các thông số như sau:

$$n = \frac{60 \cdot f}{P}; \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3; N = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{102 \cdot \eta}$$

Trong đó:

n : là số vòng quay trục động cơ, máy bơm; f : là tần số dòng điện; P : là số cực; Q : là lưu lượng bơm; H : là áp lực bơm; N : công suất của bơm; η_b : là hiệu suất của bơm; γ : là trọng lượng riêng chất lỏng, n_1 là số vòng quay máy bơm tương ứng với lưu lượng bơm Q_1 , áp lực bơm H_1 và công suất bơm N_1 .

- Mối quan hệ giữa hiệu suất và mức tải của động cơ:

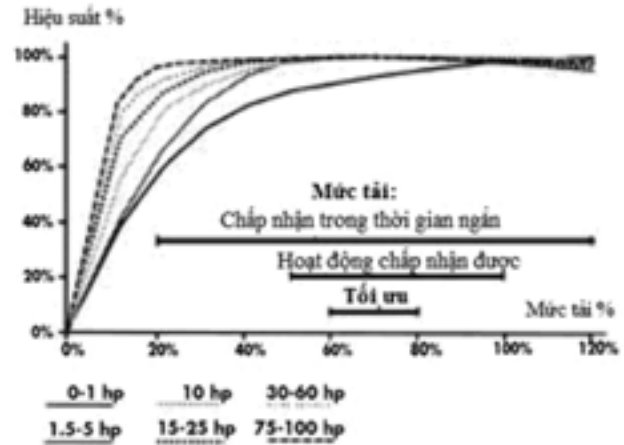
Mức tải = Công suất ra (N_{ra}) / Công suất của động cơ (N_{dc})

Trong đó: "tải" tức là máy bơm; N_{ra} : là công suất trên trục động cơ truyền cho máy bơm; N_{dc} : là công suất định mức của động cơ, đó là công suất mà động cơ hoạt động ở trạng thái bình thường, đảm bảo an toàn và bền vững.

Hầu hết các nhà sản xuất thiết kế động cơ vận hành ở mức tải bằng (50-100)% tải định mức và hiệu quả nhất ở mức tải 75%. Khi tải giảm xuống dưới mức 50% thì hiệu suất động cơ giảm xuống rất nhanh. Ngược lại khi động cơ điện làm việc trên 100% tải định mức, sẽ bị quá tải, gây phát nóng và giảm hiệu suất.

Từ biểu đồ trên Hình 1 ta thấy, để động cơ điện đạt hiệu suất cao thì chỉ nên cho bơm hoạt động trong dải công suất chấp nhận được bằng (50-100)% Công suất định mức của động cơ và công suất tính toán của bơm ở mức tối ưu bằng (60-80)% Công suất định mức của động cơ.

Như vậy muốn biến tần trạm bơm đạt được hiệu quả tiết kiệm điện năng cao, làm việc an toàn, bền vững thì cần



Hình 1 – Biểu đồ quan hệ giữa hiệu suất và mức tải của động cơ

(Nguồn: Tài liệu hướng dẫn sử dụng hiệu quả năng lượng trong các ngành công nghiệp Châu Á)

tính toán lựa chọn được bơm sao cho trong quá trình làm việc, công suất của bơm chỉ thay đổi trong dải công suất (50-100)% và làm việc chủ yếu trong dải công suất bằng (60-80)% công suất định mức của động cơ.

Vì lưu lượng bơm tỷ lệ bậc nhất với số vòng quay, công suất bơm tỷ lệ bậc ba với số vòng quay, tức là cũng tỷ lệ bậc ba với lưu lượng, nên:

Nếu muốn công suất bơm chỉ thay đổi trong dải hoạt động chấp nhận được (50-100)% công suất định mức của động cơ thì biến tần cần điều khiển sao cho số vòng quay máy bơm chỉ thay đổi trong dải (79-100)% và khi đó lưu lượng bơm cũng chỉ thay đổi tương ứng trong dải (79-100)%

Nếu muốn công suất bơm chỉ thay đổi trong dải hoạt động tối ưu (60-80)% công suất định mức của động cơ thì biến tần cần điều khiển sao cho số vòng quay máy bơm chỉ thay đổi trong dải (84-93)% và khi đó lưu lượng bơm cũng chỉ thay đổi tương ứng trong dải (84-93)%.

- Thiết lập cơ sở chọn số lượng bơm:

Dựa vào biểu đồ tiêu thụ nước hoặc hệ số không điều hòa giờ dùng nước lớn nhất ($K_{h,max}$), hệ số không điều hòa giờ nhỏ nhất ($K_{h,min}$) xác định được lưu lượng giờ dùng nước lớn nhất, nhỏ nhất.

Ta có:

$$Q_{h,max} = Q_{h.tb} \times K_{h,max} \quad (m^3/h);$$

$$Q_{h,min} = Q_{h.tb} \times K_{h,min} \quad (m^3/h)$$

Trong đó: $Q_{h.tb}$, $Q_{h,max}$, $Q_{h,min}$: là lưu lượng giờ dùng nước trung bình, giờ dùng nước lớn nhất, giờ dùng nước nhỏ nhất trong hệ thống.

Chọn mức biến tần điều chỉnh để công suất bơm thay đổi trong dải hoạt động chấp nhận được là (50-100)%, khi đó lưu lượng bơm sẽ chỉ thay đổi trong dải (79-100)%. Và số lượng bơm có thể xác định bằng công thức sau:

$$n = \frac{Q_{h,max}}{\frac{100}{79} \cdot Q_{h,min}} = \frac{Q_{h,max}}{1,27 \cdot Q_{h,min}} \quad (2-1)$$

Chọn n là số nguyên.

- Thiết lập cơ sở xác định lưu lượng bơm:

Để công suất bơm hoạt động ở mức bằng 75% công suất định mức của động cơ, tức là lưu lượng bơm bằng 90% lưu

lượng bơm ứng với công suất định mức của động cơ. Lưu lượng của 1 bơm có thể xác định bằng công thức sau:

Đối với phương án chỉ biến tần 1 bơm trong các bơm làm việc:

$$Q_{1b} = \frac{Q_{h,max}}{[(n-1) + (1 + \frac{100-90}{100})].\alpha} = \frac{Q_{h,max}}{(n+0,1).\alpha} \quad (m^3/h) \quad (2-2)$$

Đối với phương án biến tần đều cho tất cả các bơm làm việc:

$$Q_{1b} = \frac{Q_{h,max}}{n.[1 + \frac{100-90}{100}].\alpha} = \frac{Q_{h,max}}{1,1.n.\alpha} \quad (m^3/h) \quad (2-3)$$

Trong đó: α : là hệ số giảm lưu lượng khi các bơm hoạt động đồng thời, phụ thuộc vào n ($n=2, \alpha=0,98$; $n=3, \alpha=0,95$; ...).

Từ công thức (2-2) và (2-3) ta cũng thấy rằng, cùng lưu lượng tiêu thụ trong giờ dùng nước lớn nhất $Q_{h,max}$ nếu chọn phương án biến tần cho tất cả các bơm hoạt động thì lưu lượng mỗi bơm sẽ nhỏ hơn so với phương án chỉ biến tần một bơm trong hệ thống, và do đó hiệu quả năng lượng cũng sẽ cao hơn.

Ngoài ra, sau khi xác định được lưu lượng 1 bơm ta cũng cần phải kiểm tra lại điều kiện: $Q_{h,min} \geq 79\% Q_{1b}$

- Thiết lập công thức tính toán áp lực bơm: Tương tự như tính toán xác định áp lực bơm đối với trường hợp hệ thống cấp nước thông thường, sử dụng đài điều hòa. Tức là, lập sơ đồ bố trí bơm, ống hút, ống đẩy và các phụ tùng, thiết bị để tính toán áp lực bơm như sau:

$$H_{1b} = H_{\text{trạm bơm}} = (Z_d - Z_b) + H_d + H_{tr} + a.h_d \quad (m) \quad (2-4)$$

Trong đó: Z_d : là cốt mặt đất tại nút đầu mạng lưới cấp nước (m); Z_b : là cốt mực nước thấp nhất trong bể chứa nước sạch (m); H_d : Áp lực yêu cầu tại nút đầu mạng lưới (m); H_{tr} : Tổn thất áp lực trong trạm bơm (m); $a.h_d$: là tổng thất trên đường ống đẩy từ trạm bơm đến nút đầu mạng lưới (m).

Từ lưu lượng của 1 bơm (Q_{1b}) và áp lực bơm (H_{1b}) dựa vào catalog của các hãng bơm để chọn ra loại bơm có hiệu suất cao, chạy ổn định, giá hợp lý...

3. Kết quả và bàn luận

Đối với hệ thống cấp nước, sử dụng công nghệ biến tần điều khiển trạm bơm cấp 2, đề xuất cơ sở tính toán chọn bơm cho trạm bơm cấp 2 như sau:

1- Cơ sở xác định số lượng bơm hoạt động:

$$n = \frac{Q_{h,max}}{1,27.Q_{h,min}} \quad \text{Chọn } n \text{ là số nguyên.} \quad (3-1)$$

2- Cơ sở xác định lưu lượng bơm:

Khi chỉ biến tần 1 bơm trong hệ thống các bơm làm việc:

$$Q_{1b} = \frac{Q_{h,max}}{((n-1) + 1,1).\alpha} \quad (m^3/h) \quad (3-2)$$

Khi biến tần tất cả các bơm làm việc trong hệ thống:

$$Q_{1b} = \frac{Q_{h,max}}{1,1.n.\alpha} \quad (m^3/h) \quad (3-3)$$

3- Cơ sở xác định áp lực bơm:

$$H_{1b} = H_{\text{trạm bơm}} = (Z_d - Z_b) + H_d + H_{tr} + a.h_d \quad (m) \quad (3-4)$$

4- Với hệ thống bơm trong trạm bơm cấp 2 khi được tính toán lựa chọn trên cơ sở xác định số lượng bơm, lưu lượng bơm, áp lực bơm theo các công thức (3-1), (3-2), (3-3), (3-4) là điều kiện để đảm bảo cho các bơm hoạt động trong vùng điều khiển hiệu quả, có hiệu suất cao, an toàn, bền vững, đạt hiệu quả tiết kiệm điện năng cao./.

Tài liệu tham khảo

1. Lê Thị Dung. Máy bơm và trạm bơm. Đại học Xây dựng 1985
2. Lê Dung. Công trình thu nước, Trạm bơm cấp thoát nước. NXB Xây dựng 2003
3. Vũ Minh Đức. Máy thủy lực. Trường Đại học Kiến trúc 2019
4. TS. Nguyễn Văn Tín. Cấp nước - Mạng lưới cấp nước. NXB Khoa học & Kỹ thuật 2001.
5. Phan Văn Cường. Giáo trình biến tần. Trường CĐ Công nghệ VIETTRONICS
6. Võ Chí Lợi. Giáo trình Động cơ điện
7. Tài liệu hướng dẫn sử dụng hiệu quả năng lượng trong các ngành công nghiệp Châu Á.

Tính toán nút liên kết hàn trực tiếp thanh thép ống...

(tiếp theo trang 28)

Độ bền nút của thanh bụng 2: $N_{2,Rd} = 986kN > 400kN$

- Đạt

Kết luận và kiến nghị

Trên đây đã trình bày về yêu cầu cấu tạo và cách tính toán một số kiểu nút liên kết trực tiếp các thanh thép ống khi chịu mô men hoặc khi chịu lực dọc, trong trường hợp có khe hở giữa các thanh bụng. Cách tính toán nút liên kết này khác khá nhiều so với tiêu chuẩn thiết kế của Việt Nam.

Các ví dụ minh họa, dễ dàng vận dụng để tính toán một số nút liên kết thông dụng trong kết cấu giàn thép ống trong thực tế ở Việt Nam.

Cần có các nghiên cứu tiếp theo cho các loại nút liên kết cho cấu kiện thanh khác: thanh thép hộp hoặc thanh định hình.../.

Tài liệu tham khảo

1. Designers' Guide to Eurocode 3: Design of Steel Buildings, 2nd edition, National Annex for EN 1993-1-1 (UK NA to BS EN 1993-1-1).
2. Tata Steel (2013), Welded Joints Examples Celsius 355 NH, Tata Steel Europe Limited.
3. Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-8: Design of joints.

Lựa chọn hệ số an toàn khi xác định sức chịu tải cho phép của cọc khoan nhồi

Choosing the safety factors when determining the permissible bearing capacity of bored piles

Nguyễn Thị Thanh Hương

Tóm tắt

Bài báo đề xuất phương pháp xác định hệ số an toàn hợp lý khi xác định sức chịu tải cho phép của cọc dựa trên việc phân tích cơ chế truyền tải trọng dọc trục của cọc vào đất nền thông qua sự phát triển ma sát hông và sức kháng mũi theo chuyển vị của cọc.

Từ khóa: Hệ số an toàn

Abstract

This paper suggests the appropriate value of safety factors used for bearing-capacity of pile calculation based on the analysis of the load-transfer mechanism of the pile to the foundation through skin friction and end-bearing which depend on the settlement of the pile.

Key words: Safety-factors

1. Đặt vấn đề

Cọc được sử dụng phổ biến trong các công trình xây dựng có tải trọng lớn hay tại khu vực có địa chất có tính biến dạng lớn, với mục đích truyền tải trọng xuống các lớp đất sâu hơn có khả năng chịu lực cần thiết. Cơ chế truyền tải trọng của cọc vào các lớp đất nền thông qua ma sát hông quanh thân cọc và sức kháng mũi cọc. Đối với cọc thi công thông thường sự hình thành và phát triển sức chịu tải của cọc do ma sát và sức kháng mũi phụ thuộc vào sự dịch chuyển tương đối giữa cọc và đất nền và có khuynh hướng phát triển khác nhau. Thành phần ma sát hông phát triển rất sớm và đạt đến giá trị cực hạn khi cọc có chuyển vị nhỏ, trong khi đó thành phần chịu mũi chỉ phát triển và đạt đến giá trị cực hạn khi cọc có chuyển vị đủ lớn. Do đó, sức kháng hông và sức kháng mũi của cọc đạt giá trị tối đa không xảy ra đồng thời mà có sự phân phối tải trọng cho thành phần ma sát và thành phần mũi chịu. Như vậy, việc cộng hai thành phần ma sát hông cực hạn và sức kháng mũi cực hạn thành sức chịu tải cực hạn của cọc thực chất không hợp lý. Do đó, cần đề xuất phương pháp điều chỉnh sai số này bằng cách sử dụng hệ số an toàn cho ma sát hông FSs, cho sức kháng mũi FS_p và hệ số an toàn chung FS.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1 Cơ chế huy động sức chịu tải của cọc trong thực tế

Khi cọc làm việc, ma sát hông xung quanh cọc được xem là huy động trước và sau đó sức mang tải mũi sẽ được huy động ở các mức độ khác nhau. Đặc điểm huy động sức mang tải mũi của cọc phụ thuộc nhiều vào phương pháp thi công cọc.

Nhiều thí nghiệm đo mức độ huy động ma sát hông và sức cản mũi của cọc khoan nhồi cho thấy: Cọc huy động ma sát hông trước và đạt cực hạn khi chuyển vị còn rất nhỏ (khoảng 1%D, D: đường kính cọc), nhưng sức cản mũi huy động rất chậm chạp khi chuyển vị của cọc lớn (khoảng 5%D) giá trị này mới đạt đến cực hạn.

Đặc điểm huy động chậm chạp sức mang tải mũi của cọc khoan nhồi có thể được giải thích xuất phát từ công nghệ thi công. Thực tế, cho thấy lượng mùn khoan lắng đọng dưới đáy hố khoan là lớn, không thể làm sạch hoàn toàn trước khi đổ bê tông và chất lượng bê tông mũi cọc đã bị giảm đáng kể.

Để cải thiện tình hình này, biện pháp thi công thổi rửa gia cường chân cọc khoan nhồi đã và đang được áp dụng rộng rãi, thực tế cho thấy sức mang tải mũi đã được huy động đáng kể.

Tuy nhiên, phương pháp thổi rửa gia cường mũi cọc khoan nhồi không phải lúc nào cũng được thực hiện. Điều đó có nghĩa sức kháng mũi sẽ huy động rất chậm. Do vậy, hệ số an toàn cần được lựa chọn hợp lý để có thể dự báo sức chịu tải cho phép của cọc gần với thực tế thi công.

2.2 Tính toán sức chịu tải của cọc theo các hệ số an toàn

Sức chịu tải cực hạn của cọc Q_u (kN) bao gồm:

$$Q_u = Q_{su} + Q_{pu} = A_s f_{su} + A_p q_{pu} \quad (1)$$

trong đó:

Q_{su} : Ma sát hông cực hạn, kN;

Q_{pu} : Sức kháng mũi cực hạn, kN;

A_s : Diện tích xung quanh cọc tiếp xúc với đất, m²;

A_p : Diện tích mũi cọc, m²;

f_{su} : Ma sát hông đơn vị cực hạn, kN/m²;

q_{pu} : sức kháng mũi đơn vị cực hạn, kN/m².

Sức chịu tải cho phép của cọc Q_a :

$$Q_a = \frac{Q_u}{FS} = \frac{Q_{su}}{FS_s} + \frac{Q_{pu}}{FS_p} \quad (2)$$

ThS. Nguyễn Thị Thanh Hương

Bộ môn Địa kỹ thuật, Khoa Xây dựng

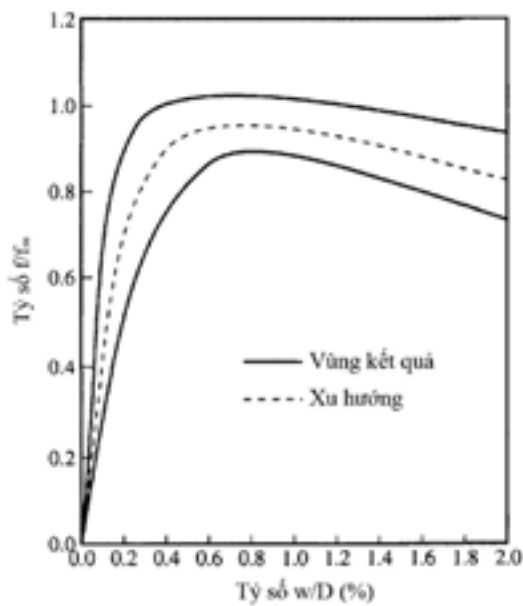
Email: huongkxd@yahoo.com

ĐT: 0983695880

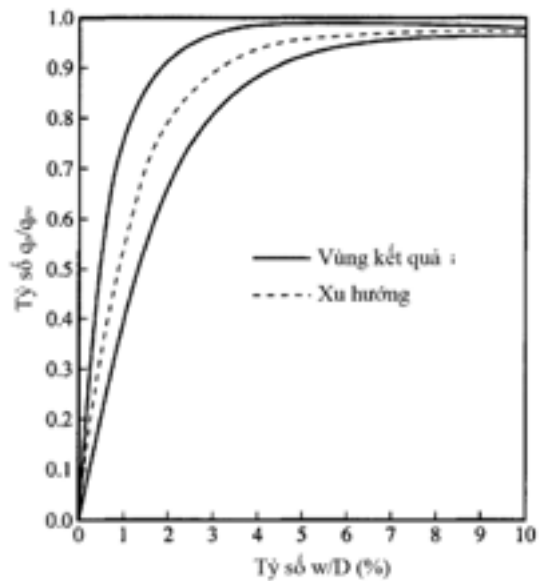
Ngày nhận bài: 3/6/2019

Ngày sửa bài: 5/6/2019

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022



Hình 1: Biểu đồ quan hệ f-w cho đất dính



Hình 2: Biểu đồ quan hệ q-w cho đất dính

hoặc

$$Q_a = \frac{Q_u}{FS}, \quad (3)$$

Giá trị FS, FS_s, FS_p thường lấy từ 2 đến 3.

2.3. Xác định sức chịu tải của cọc theo chuyển vị cho phép

2.3.1 Cơ chế truyền tải trọng dọc trục

Khi cọc chịu tải trọng tác dụng P, tăng dần tải trọng, nếu độ lún tương đối giữa cọc so với độ lún của đất mà lớn hơn thì cọc có xu hướng đi xuống, xung quanh cọc xuất hiện các lực chống trượt gọi là ma sát hông, khi cọc lún đến một giá trị nào đó thì ma sát hông đạt giá trị cực hạn. Cơ chế này gọi là sự hình thành và phát triển thành phần ma sát, sau khi hình thành lực ma sát cọc có sức chịu tải do ma sát gọi là sức kháng hông. Song song đó, thành phần mũi cọc bắt đầu chịu lực gọi là sức kháng mũi, khi cọc lún đến một giá trị nào đó vùng đất ở mũi cọc dần dần đạt đến trạng thái cân bằng giới hạn và sức kháng mũi đạt đến giá trị cực hạn, nếu tiếp tục tăng P thì đất ở mũi cọc bị phá hoại, cơ chế này gọi là sự hình thành và phát triển sức kháng mũi và cọc có sức chịu tải ở mũi cọc.

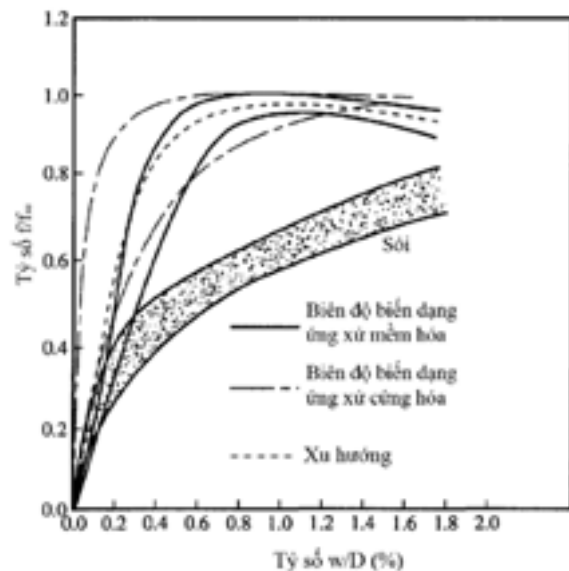
Như vậy, sự hình thành và phát triển của thành phần ma sát hông và sức kháng mũi đều phụ thuộc vào sự dịch chuyển của cọc. Nói cách khác, sức chịu tải của cọc phụ thuộc vào độ lún của cọc. Vì vậy, bài toán tính toán sức chịu tải của cọc còn phụ thuộc vào chuyển vị cho phép của cọc.

2.3.2 Quan hệ giữa sức kháng hông, sức kháng mũi theo chuyển vị cọc

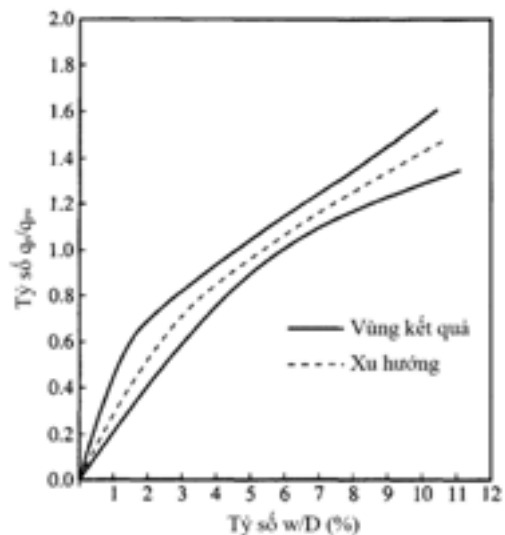
Nhiều tác giả đã nghiên cứu mối quan hệ giữa sức kháng hông, sức kháng mũi theo chuyển vị của cọc, đặt biệt Resse và O'Neill (1999) [6] đã thiết lập mối quan hệ phi tuyến giữa sức kháng hông đơn vị và chuyển vị cọc (quan hệ f-w), quan hệ phi tuyến giữa sức kháng mũi đơn vị và chuyển vị cọc (quan hệ q-w) cho đất dính và đất không dính.

Trường hợp cọc trong đất dính (hình 1, 2):

Trong đó: w: chuyển vị cọc (m); D: đường kính cọc (m); f: ma sát mặt hông của cọc; f_{su}: ma sát cực hạn ở mặt hông của cọc; q_p: sức kháng mũi; q_{pu}: sức kháng mũi cực hạn.



Hình 3: Biểu đồ quan hệ f-w cho đất hỗn hợp



Hình 4: Biểu đồ quan hệ q-w đất hỗn hợp

Trường hợp cọc trong đất hỗn hợp (hình 3, 4):

2.3.3 Trình tự tính toán sức chịu tải của cọc từ các quan hệ $f-w$ và $q-w$

Bước 1: Tính toán sức kháng hông cực hạn Q_{su} và sức kháng mũi cực hạn Q_{pu}

Bước 2: Sử dụng các biểu đồ từ hình 1 đến hình 4 thiết lập mối quan hệ giữa sức kháng hông và sức kháng mũi theo chuyển vị của cọc.

Bước 3: Xác định sức chịu tải cọc tổng cộng theo từng chuyển vị cọc tương ứng.

2.4 Xác định sức chịu tải cho phép của cọc

Sức chịu tải cho phép của cọc được xác định là giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị sau:

- Giá trị sức chịu tải cho phép ứng với hệ số an toàn FS_s , FS_p và FS theo công thức (2) hoặc (3)

- Giá trị sức chịu tải cho phép ứng với chuyển vị cho phép.

2.5 Lựa chọn hệ số an toàn hợp lý

Như đã phân tích, sức kháng hông và sức kháng mũi của cọc có giá trị biến thiên phụ thuộc vào chuyển vị của cọc. Do đó, các hệ số an toàn của cọc được xác định như sau:

$$FS_s = \frac{Q_{su}}{Q_{s(w)}} \quad (4)$$

$$FS_p = \frac{Q_{pu}}{Q_{p(w)}} \quad (5)$$

$$FS = \frac{Q_u}{Q_{t(w)}} = \frac{Q_u}{Q_{s(w)} + Q_{p(w)}} \quad (6)$$

với $Q_{s(w)}$, $Q_{p(w)}$, $Q_{t(w)}$: lần lượt là sức kháng hông, sức kháng mũi, sức chịu tải của cọc ứng với chuyển vị w (kN).

3. Ví dụ và kết quả tính toán

Sức chịu tải cực hạn của cọc được xác định theo phụ lục G của TCVN 10304-2014 [1].

$$Q_u = Q_{pu} + Q_{su} = q_b \cdot A_b + u \cdot \sum (f_{c,i} \cdot l_{c,i} + f_{s,i} \cdot l_{s,i}), \quad (7)$$

trong đó: Đối với cọc khoan nhồi:

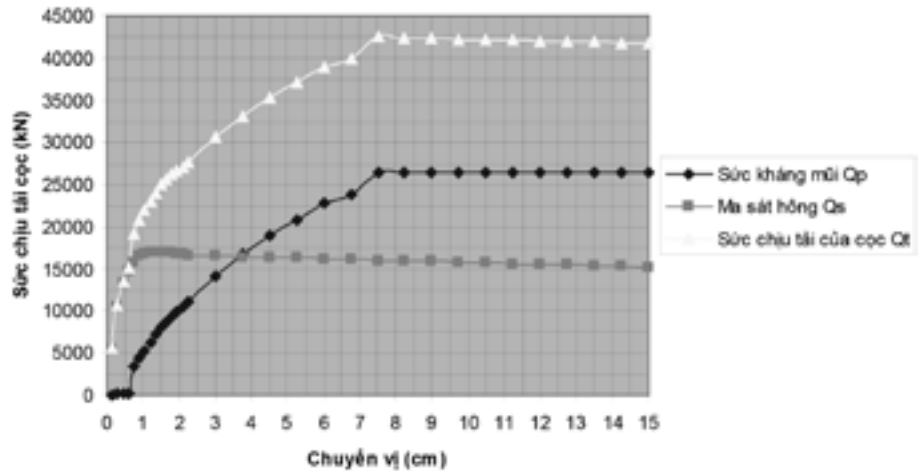
- $q_b = 150N_{30}$ khi mũi cọc nằm trong đất rời.

- $q_b = 9C_u$ khi mũi cọc nằm trong đất dính;

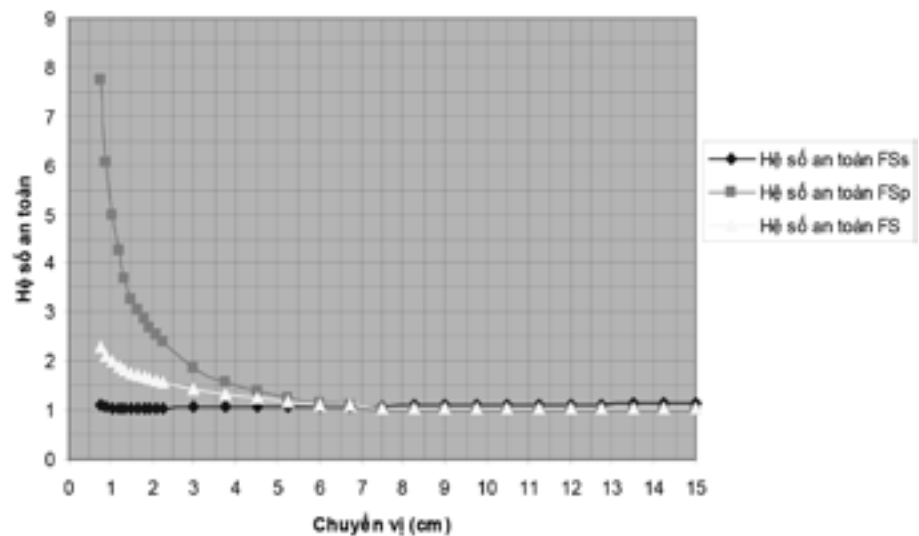
- f_{si} - Cường độ sức kháng trung bình trên đoạn cọc nằm trong lớp đất rời thứ i ;

$$f_{s,i} = \frac{10 \cdot N_{s,i}}{3};$$

với N_{si} là chỉ số SPT trung bình trong lớp đất rời thứ i .



Hình 5. Quan hệ sức chịu tải - chuyển vị cọc khoan nhồi $D = 1,5m$



Hình 6. Quan hệ hệ số an toàn - chuyển vị của cọc khoan nhồi $D = 1,5m$

$$f_{c,i} = \alpha_p \cdot f_{L} \cdot c_{u,i};$$

với: α_p - Hệ số điều chỉnh cho cọc đóng, phụ thuộc vào tỷ lệ giữa sức kháng cắt không thoát nước của đất dính C_u và trị số trung bình của ứng suất pháp hiệu quả thẳng đứng, xác định theo biểu đồ G.2a;

f_L - Hệ số điều chỉnh theo độ mảnh h/d của cọc đóng, xác định theo biểu đồ G.2b; với cọc khoan nhồi $f_L = 1$;

C_u - Cường độ kháng cắt không thoát nước của đất dính, có thể xác định theo công thức $C_u = 6,25N_{30}$; với N_{ci} là chỉ số SPT của đất dính.

l_{si} - Chiều dài đoạn cọc trong lớp đất rời thứ i

l_{ci} - Chiều dài đoạn cọc trong lớp đất dính thứ i

u - Chu vi tiết diện ngang cọc; D - Đường kính cọc;

A_b - Diện tích tiết diện ngang chân cọc

3.1 Địa chất tại Hà Nội: Tòa tháp A, lô đất CT2, khu đô thị Kim Văn Kim Lũ

Cọc khoan nhồi đường kính $D = 1,5m$. Để đài tại độ sâu 5,5m kể từ mặt đất tự nhiên. Chân cọc cắm vào lớp 9 cuội sỏi đa khoáng 2 m. Với điều kiện địa chất thực tế tính toán tra đồ thị được $\alpha_p = 1$.

$D = 1,5m$; $A_b = 1,766 m^2$; $u = 4,71 m$.

$Q_{pu} = 150 \cdot 100 \cdot 1,766 = 26493,75$ (kN);

Bảng 1. Tính toán sức chịu tải cọc khoan nhồi D=1,5m (địa chất tại Hà Nội)

STT	Lớp đất	Chiều dày (m)	N ₃₀	C _u (kPa)	f _{ci} l _{ci} (kN/m)	f _{si} l _{si} (kN/m)
1	Đất lấp	2,5				
2	Cát hạt mịn chặt vừa	16,7	12			548,00
3	Sét pha	3,8	9	56,25	213,75	
4	Sét pha dẻo cứng, đôi chỗ nửa cứng	2,7	16	100,00	270,00	
5	Sét pha lẫn hữu cơ, dẻo mềm	10,3	11	68,75	708,13	
6	Sét pha lẫn kết vón, nửa cứng đến cứng	3,8	22	137,50	522,50	
7	Cát hạt mịn, rất chặt	3,7	36			444,00
8	Cát sạn, lẫn sỏi, lẫn cát sạn, rất chặt	1,7	59			334,33
9	Cuội sỏi đa khoáng, lẫn cát sạn, rất chặt	2,0	100			666,67
	Tổng cộng				1714,38	1993,00

Bảng 2. So sánh lựa chọn hệ số an toàn trong tính toán sức chịu tải cọc

Chuyển vị (cm)	Q _p (kN)	Q _s (kN)	Q _t (kN)	FS _s	FS _p	FS	Q _a (kN)
7,50	26493,75	16016,68	42510,43	2	3	2,52	16839,6
						3,00	14170,1
15,00	26493,75	15233,63	41727,38	2	3	2,54	16448,1
						3,0	13909,1

Bảng 3. Tính toán sức chịu tải cọc khoan nhồi D=1,0m (địa chất tại tp.HCM)

STT	Lớp đất	Chiều dày (m)	N ₃₀	C _u (kPa)	f _{ci} l _{ci} (kN/m)	f _{si} l _{si} (kN/m)
1	Đất cát lấp	2,6				
2	Sét rất dẻo	5,2	1			
3	Sét ít dẻo	1,9	6	37,50	71,25	
4	Cát pha	4,8	9	56,25	270,00	
5	Cát lẫn bụi	24,9	18			1494,00
6	Sét ít dẻo	7,2	18	112,50	810,00	
7	Sét ít dẻo kẹp cát	3,2	22	137,50	440,00	
8	Cát lẫn bụi đôi chỗ sạn sỏi	5,5	23			421,67
	Tổng cộng				1591,25	1915,67

Bảng 4. So sánh lựa chọn hệ số an toàn trong tính toán sức chịu tải cọc

Chuyển vị (cm)	Q _p (kN)	Q _s (kN)	Q _t (kN)	FS _s	FS _p	FS	Q _a (kN)
5,0	2708,25	10100,44	12808,69	2	3	2,15	5952,97
						3,00	4269,56
10,0	2708,25	9606,63	12314,88	2	3	2,16	5706,07
						3,00	4104,96

$$Q_{su} = 4,71 \cdot (1714,38 + 1993,00) = 17461,74 \text{ (kN)};$$

$Q_u = 26493,75 + 17461,74 = 43955,49 \text{ (kN)}$ (Chi tiết tính toán được trình bày trong bảng 1).

Tra đồ thị hình 3 và hình 4 tính toán các giá trị Q_p và Q_s và Q_t theo chuyển vị của cọc thể hiện trên hình 5.

Từ kết quả tính toán ở bảng 2 nhận thấy ma sát hông hình thành và phát triển sớm đạt giá trị lớn nhất Q_{su} = 16991,61kN ứng với chuyển vị nhỏ (1,5cm) lúc đó sức kháng mũi mới chỉ đạt 30% giá trị cực hạn. Sức kháng mũi đạt giá trị cực hạn tương ứng với chuyển vị 7,5cm (w/D = 5%). Ứng với mỗi độ lún khác nhau thì thành phần ma sát hông và thành phần sức

kháng mũi có giá trị khác nhau, sức chịu tải cực hạn của cọc bằng tổng sức kháng hông cực hạn và sức kháng mũi cực hạn là không hợp lý do không xảy ra đồng thời, điều chỉnh sai số này bằng cách sử dụng các hệ số an toàn, FS_s có giá trị từ 1,03 đến 1,15, FS_p có giá trị biến động từ 1.0 đến 7,73, giá trị FS khá ổn định có giá trị từ 1,03 đến 2,54. Hệ số FS_s; FS được thể hiện trên hình 6.

Do [1] không quy định hệ số an toàn FS khi tính toán xác định sức chịu tải của cọc (phụ lục G theo công thức của Viện kiến trúc Nhật Bản) nên việc xác định sức chịu tải cho phép trở nên khó khăn đối với công việc thiết kế. Nếu lựa chọn

FS= 3 cho công thức xác định sức chịu tải cọc theo tiêu chuẩn Nhật Bản [2] thì không tận dụng được tối đa khả năng làm việc của cọc. Tính toán lựa chọn hệ số an toàn được thể hiện ở bảng 2.

3.2 Địa chất tại thành phố Hồ Chí Minh: Dùng địa chất tại công trình Chung cư 584 Lilama, phường 6, quận Gò Vấp

Cọc khoan nhồi đường kính D = 1,0m. Đế đài tại độ sâu 5,3m kể từ mặt đất tự nhiên. Chân cọc cắm vào lớp 8 cát lẫn bụi đồi chỗ sạn sỏi 5,5m. Với điều kiện địa chất thực tế tính toán tra đồ thị được $\alpha_p = 1$.

$$D = 1,0\text{m}; A_b = 0,785 \text{ m}^2;$$

$$u = 3,14 \text{ m}$$

$$Q_{pu} = 150.23.0,785 \\ = 2708,25 \text{ (kN)};$$

$$Q_{su} = 3,14.(1591,25 + 1915,67) \\ = 11011,72 \text{ (kN)};$$

$$Q_u = 2708,25 + 11011,72 \\ = 13719,97 \text{ (kN)}$$

(Chi tiết tính toán được trình bày trong bảng 3).

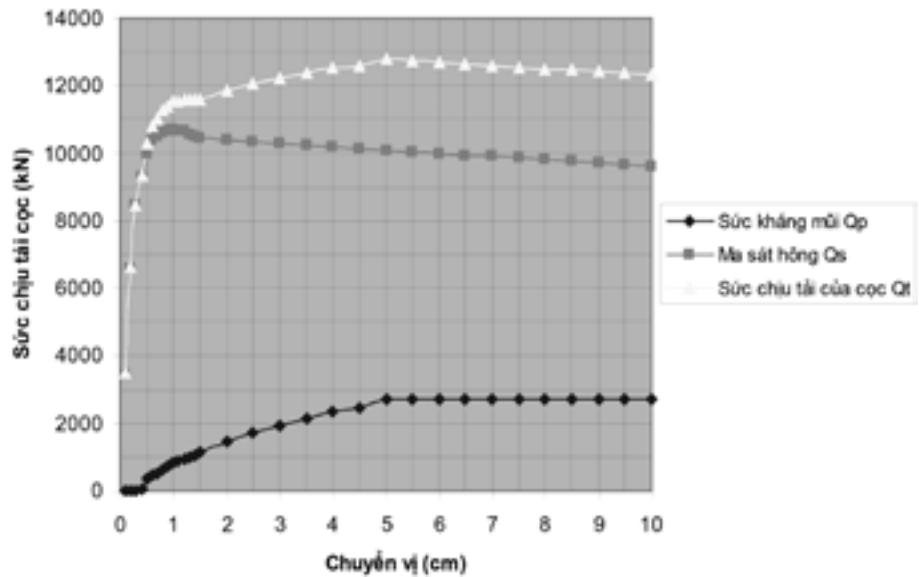
Các tính toán tương tự đối với địa chất ở Hà Nội, tuy nhiên do đất tại TP Hồ Chí Minh ở độ sâu lớn hơn 50m chỉ số $N_{30} = 23$ quá nhỏ nên sức kháng mũi nhỏ, sức chịu tải cọc giảm đáng kể. FS_s có giá trị từ 1,03 đến 1,15, FS_p có giá trị biến động từ 1,0 đến 7,73, giá trị FS khá ổn định có giá trị từ 1,07 đến 1,33. Kết quả tính toán được thể hiện trên hình 7 và hình 8.

4. Kết luận

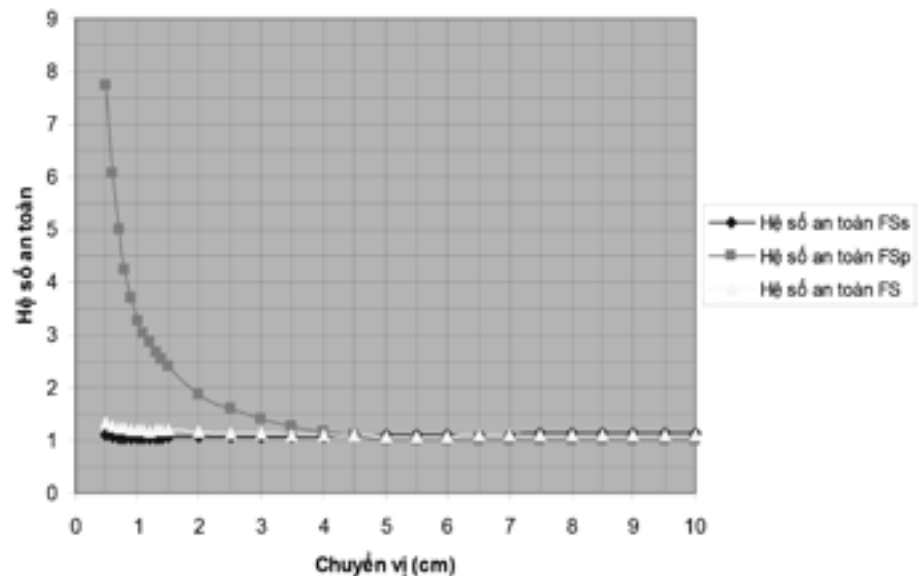
Các hệ số an toàn FS_s , FS_p và FS thể hiện trong các tiêu chuẩn thiết kế hiện nay dẫn đến chịu tải cho phép của cọc nhỏ hơn nhiều so với sức chịu tải thực tế của chúng, thiên về an toàn và chưa tận dụng hết sức chịu tải của cọc.

Để tận dụng hết sức chịu tải của cọc, giá trị FS_s chọn từ 1,0 đến 2,0, giá trị FS_p biến động khá lớn và trong trường hợp chuyển vị cho phép của cọc khá lớn thì FS_p chọn từ 1,0 đến 3,0, giá trị FS từ 1,10 đến 2,50 (giá trị FS ít biến động và khá tin cậy).

Trên đây là một vài kiến nghị về phương pháp lựa chọn hệ số an toàn hợp lý trong việc xác định sức chịu tải cho phép theo tính toán của cọc khoan nhồi./.



Hình 7. Quan hệ sức chịu tải - chuyển vị cọc khoan nhồi D = 1,5m



Hình 8. Quan hệ hệ số an toàn - chuyển vị của cọc khoan nhồi D = 1,5m

Tài liệu tham khảo

1. TCVN 10304-2014 Móng cọc. Tiêu chuẩn thiết kế.
2. TCXD 205 - 1998 Móng cọc. Tiêu chuẩn thiết kế
3. Shamsher Prakash, Hari D. Sharma, Móng Cọc Trong Thực Tế Xây Dựng, NXB Xây Dựng, 1999.
4. Donald P. Coduto, PE, GE, Foundation Design - Principles and Practice, Prentice - Hall, 1994
5. M.J. Tomlinson, Pile Design and Construction Practice, 4th Edition E & FN Spon, 1994.
6. Kam W. Ng, Sri Sritharan, Jeremy C. Ashlock, Development of Preliminary Load and Resistance Factor Design of Drilled Shafts in Iowa, 10-2014.

Một số điểm mới về liên kết bu lông giữa tiêu chuẩn SP 16.13330.2017 của Nga so với TCVN 5575:2012

Some new problems with bolt connection between Russian standard SP 16.13330.2017 and Vietnamese Standard TCVN 5575: 2012

Hoàng Ngọc Phương

Tóm tắt

Bài báo trình bày một số điểm mới về liên kết bu lông giữa tiêu chuẩn SP của Nga so với Tiêu chuẩn thiết kế - Kết cấu thép TCVN 5575:2012.

Từ khóa: Liên kết bu lông, bu lông cường độ cao

Abstract

The paper presents some new problems about bolt connection between SP standard of Russia compared with Steel structures - Design standard TCVN 5575:2012.

Key words: Bolts connection, high strength bolts

1. Đặt vấn đề

Liên kết bu lông rất phổ biến hiện nay, việc tính toán đã được đề cập trong các tiêu chuẩn trước đây và hiện hành: Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép - TCVN 5575:2012. Các tiêu chuẩn này đều dựa trên tiêu chuẩn của Nga. Tuy nhiên, gần đây nước Nga đã ban hành tiêu chuẩn SP 16.13330.2017 - kết cấu thép - Phiên bản cập nhật SNiP II-23-81*, tiêu chuẩn mới này có một số điểm mới so với TCVN mà có thể áp dụng được. Do đó, bài báo này trình bày một số điểm mới về liên kết bu lông giữa tiêu chuẩn Nga so với tiêu chuẩn Việt Nam.

2. Một số điểm mới về liên kết bu lông giữa tiêu chuẩn Nga so với tiêu chuẩn Việt Nam

2.1. Kiểm tra khả năng chịu lực của bu lông thô, thường tính khi chịu cắt và kéo đồng thời

Khi xảy ra tác động đồng thời lên liên kết bu lông cả lực cắt và lực kéo, lực tác dụng lớn nhất lên một bu lông ngoài thỏa mãn điều kiện nhỏ hơn các giá trị theo (2), (3), (4), cần phải kiểm tra theo công thức (1) sau [4], mà TCVN 5575:2012 [3] không có:

$$\sqrt{\left(\frac{N_t}{[N]_{tb}}\right)^2 + \left(\frac{N_v}{[N]_{vb}}\right)^2} \leq 1 \quad (1)$$

N_v và N_t lần lượt là lực cắt và lực kéo tác dụng lên một bu lông đang xét $[N]_{tb}$; $[N]_{vb}$ xác định theo (4) và (2).

Khả năng chịu cắt của một bu lông được xác định [4]:

$$[N]_{vb} = f_{vb} A n_v \gamma_b \gamma_c \quad (2)$$

Khả năng chịu ép mặt của một bu lông được xác định [4]:

$$[N]_{cb} = f_{cb} d_b (\sum t)_{\min} \gamma_b \gamma_c \quad (3)$$

Khả năng chịu kéo của một bu lông được xác định [4]:

$$[N]_{tb} = f_{tb} A_{bn} \gamma_c \quad (4)$$

f_{vb} - cường độ tính toán chịu cắt của bu lông;

f_{cb} - cường độ tính toán chịu ép mặt của bu lông;

f_{tb} - cường độ tính toán chịu kéo của bu lông;

A - diện tích tiết diện thân bu lông (phần không bị ren) $A = \pi d_b^2/4$;

A_{bn} - diện tích thực của thân bu lông;

d_b - đường kính thân bu lông;

$(\sum t)_{\min}$ - tổng chiều dày nhỏ nhất của các bản thép cùng trượt về một phía (cùng bị ép mặt ở một phía);

n_v - số lượng mặt cắt tính toán bu lông, khi có hai cấu kiện $n_v = 1$, khi có 3 cấu kiện $n_v = 2$;

γ_b - hệ số điều kiện làm việc của bu lông;

γ_c - hệ số điều kiện làm việc của kết cấu.

Nhận xét: Khi xác định khả năng chịu lực của một bu lông, tiêu chuẩn Nga khác tiêu chuẩn Việt Nam ở chỗ nhân thêm hệ số điều kiện làm việc γ_c vào vế phải của biểu thức.

2.2. Hệ số điều kiện làm việc của liên kết bu lông thô, thường, tính

Theo tiêu chuẩn Việt Nam thì hệ số điều kiện làm việc của liên kết bu lông γ_b được lấy như sau: bu lông thô, thường; $\gamma_b = 0,9$; bu lông tinh $\gamma_b = 1,0$. Nhưng theo [4] thì hệ số này được xác định như bảng sau:

ThS. Hoàng Ngọc Phương

Bộ môn Kết cấu Thép- Gỗ

Khoa Xây dựng

ĐT: 0968 567 234

Email: hoangngocphuongkt@gmail.com

Ngày nhận bài: 12/5/2020

Ngày sửa bài: 26/5/2020

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

Bảng 1. Hệ số điều kiện làm việc của liên kết bu lông γ_b

Liên kết bu lông	Trạng thái làm việc	Giới hạn chảy f_y của cầu kiện thép được liên kết N/mm^2	Giá trị $a/d, s/d$	Giá trị hệ số γ_b
Một bu lông, bu lông độ chính xác lớp A, B hoặc cường độ cao	Cắt	-	-	1,0
	Ép mặt	Đến 285	$1,5 \leq a/d \leq 2$ $1,35 \leq a/d < 1,5$	$0,4 a/d + 0,2$ $a/d - 0,7$
		Từ 285 đến 375	$1,5 \leq a/d \leq 2$ $1,35 \leq a/d < 1,5$	$0,5 a/d$ $0,67 a/d - 0,25$
		Trên 375	$a/d \geq 2,5$	1,0
Nhiều bu lông, bu lông độ chính xác loại A	Cắt	-	-	1,0
	Ép mặt	Đến 285	$1,5 \leq a/d \leq 2$ $2 \leq s/d \leq 2,5$	$0,4 a/d + 0,2$ $0,4 s/d$
		Từ 285 đến 375	$1,5 \leq a/d \leq 2$ $2 \leq s/d \leq 2,5$	$0,5 a/d$ $0,5 s/d - 0,25$
		Trên 375	$a/d \geq 2,5$ $s/d \geq 3$	1,0

a là khoảng cách dọc theo phương của lực từ mép của cầu kiện đến tâm của lỗ gần nhất;

s là khoảng cách dọc theo phương của lực giữa tâm của các lỗ;

d là đường kính của lỗ bu lông.

Lưu ý:

1. Để tính toán liên kết nhiều bu lông chịu cắt và ép mặt bằng các bu lông có độ chính xác loại B, cũng như với các bu lông cường độ cao không điều chỉnh lực căng cho tất cả các giá trị giới hạn chảy f_y của thép làm cầu kiện liên kết, hệ số γ_b nên được nhân với 0,9.

2. Để tính toán liên kết nhiều bu lông, giá trị γ_b là giá trị nhỏ nhất được tính từ các giá trị chấp nhận của d, a, s.

Khi một lực N tác dụng lên liên kết bu lông và đi qua trọng tâm của liên kết, sự phân bố lực này lên các bu lông là đều. Trong trường hợp này số lượng bu lông được xác định theo công thức:

$$n \geq N/N_{b,min} \quad (5)$$

Giá trị $N_{b,min}$ là giá trị nhỏ nhất trong các giá trị $[N]_{vb}$, $[N]_{cb}$, $[N]_{tb}$

Trong trường hợp tại liên kết, khoảng cách L giữa trọng tâm các bu lông (giữa các bu lông ngoài cùng hay là bu lông ở biên, mép) dọc theo phương của lực vượt quá 16d, giá trị của n trong công thức (5) phải được tăng lên bằng cách chia cho hệ số $\beta = 1 - 0,005.(L/d-16)$, β lấy nhỏ nhất bằng 0,75. Yêu cầu này không kể đến khi lực tác dụng dọc theo toàn bộ chiều dài liên kết (ví dụ liên kết giữa bụng và cánh dầm).

2.3. Bố trí bu lông

Việc bố trí bu lông phải đảm bảo yêu cầu truyền lực tốt, cấu tạo đơn giản và dễ chế tạo. Các khoảng cách quy định để bố trí bu lông và đính tán trên cầu kiện cho ở Bảng 2 [4].

Bảng 2. Quy định bố trí bu lông và đính tán

Đặc trưng về khoảng cách và cường độ của các cầu kiện được liên kết	Khoảng cách khi đặt bu lông
1. Khoảng cách giữa tâm của các lỗ bu lông theo hướng bất kỳ: a) Nhỏ nhất: Với $f \leq 375 N/mm^2$ Với $f > 375 N/mm^2$ b) Lớn nhất trong các dãy biên khi không có thép góc viền, chịu kéo và nén c) Lớn nhất trong các dãy giữa và các dãy biên khi có thép góc viền: - Khi chịu kéo - Khi chịu nén	2,5d 3d 8d hoặc 12t 16d hoặc 24t 12d hoặc 18t
2. Khoảng cách từ tâm lỗ bu lông đến mép của cầu kiện a) Nhỏ nhất dọc theo phương của lực: Với $f \leq 375 N/mm^2$ Với $f > 375 N/mm^2$ b) Nhỏ nhất vuông góc với phương của lực: - Khi mép cắt - Khi mép cán c) Lớn nhất d) Nhỏ nhất đối với bu lông cường độ cao khi mép bất kỳ và hướng bất kỳ	2d 2,5d 1,5d 1,2d 4d hoặc 8t 1,3d
3. Khoảng cách nhỏ nhất giữa tâm lỗ dọc theo phương của lực cho bu lông bố trí sole	$u + 1,5d$
d - đường kính của lỗ bu lông t - chiều dày mỏng hơn của các cầu kiện u - khoảng đường lỗ, là khoảng cách vuông góc với phương của lực giữa tâm các lỗ trên hai đường liên tiếp. Lưu ý: 1. Đường kính lỗ được lấy: đối với bu lông có độ chính xác loại A: $d = d_b$; đối với bu lông có độ chính xác loại B trong phần đế (chân cột) của các kết cấu đường dây truyền tải điện, thiết bị đóng cắt ngoài trời và mạng thông tin liên lạc: $d = d_b + 1 \text{ mm}$, trong các trường hợp khác: $d = d_b + (1; 2 \text{ hoặc } 3 \text{ mm})$, trong đó d_b là đường kính của bu lông. 2. Với liên kết một bu lông của hệ thanh bụng (thanh xiên và thanh đứng, ngoại trừ các thanh luôn chịu kéo, khi chiều dày thanh đến 6 mm, từ thép có giới hạn chảy đến 375 N/mm ² thì khoảng cách từ mép của thanh đến tâm của lỗ dọc theo phương của lực được lấy 1,35d (không có dung sai trong sản xuất các thanh theo chiều hướng giảm, và điều này cần được ghi rõ trong thiết kế). 3. Khi bố trí các bu lông theo kiểu so le, khoảng cách không nhỏ hơn quy định ở mục 3, mặt cắt ngang của phần tử An cần được xác định có tính đến sự giảm yếu của nó với các lỗ nằm trong cùng một mặt cắt ngang (không phải theo đường zích zắc). (tiết diện của thanh thép cơ bản (thép được liên kết) An kể đến sự giảm yếu do lỗ trên một mặt cắt theo phương vuông góc với phương của lực (không theo đường zích zắc).	

2.4. Khả năng chịu trượt của liên kết bu lông cường độ cao [4]

Liên kết bu lông cường độ cao được tính toán với giả thiết là lực ma sát giữa các bản thép tiếp nhận hoàn toàn lực

trượt do ngoại lực gây nên. Bu lông chỉ chịu kéo do lực xiết chặt êcu tạo nên.

Khả năng chịu trượt của một bu lông cường độ cao được xác định:

$$[N]_b = \frac{f_{hb} A_{bn} \mu}{\gamma_{b2}} \quad (6)$$

Trong đó:

f_{hb} - cường độ tính toán chịu kéo của bu lông cường độ cao, $f_{hb} = 0,7 f_{ub}$;

f_{ub} - cường độ tức thời tiêu chuẩn của vật liệu bu lông;

A_{bn} - diện tích tiết diện thực của bu lông (trừ phần giảm yếu do ren);

μ - hệ số ma sát (lấy theo Bảng 3);

γ_{b2} - hệ số độ tin cậy (lấy theo Bảng 3);

Bảng 3. Hệ số ma sát μ và hệ số độ tin cậy γ_{b2} [4]

Phương pháp làm sạch mặt phẳng của các cấu kiện được liên kết	Hệ số ma sát μ	Hệ số γ_{b2} khi tải trọng và độ dung sai giữa đường kính bu lông và lỗ ổ, mm	
		Động và $\delta=3+6$; Tĩnh và $\delta=5+6$	Động và $\delta=3+6$; Tĩnh và $\delta=5+6$
1. Phun cát thạch anh hoặc bột kim loại	0,58	1,35	1,12
2. Bằng ngọn lửa hơi đốt, không có lớp bảo vệ mặt kim loại	0,42	1,35	1,12
3. Bằng bàn chải sắt, không có lớp sơn bảo vệ	0,35	1,35	1,17
4. Không gia công bề mặt	0,25	1,70	1,30
Ghi chú: Khi kiểm tra độ căng của bu lông bằng góc quay của đai ốc, các giá trị γ_{b2} nên được nhân với 0,9.			

Nhận xét: Trong [3] ở Bảng 39 mục 8.3.3 thì hệ số ma sát μ và hệ số độ tin cậy γ_{b2} cho cụ thể theo phương pháp điều chỉnh theo M tức là theo mô men xoắn; theo α tức là theo góc quay của đai ốc.

Số lượng bu lông cường độ cao n cần thiết để chịu lực trượt N được tính theo công thức:

$$n \geq \frac{N}{[N]_b n_f \gamma_{b1} \gamma_c} \quad (7)$$

γ_{b1} - hệ số điều kiện làm việc của liên kết, phụ thuộc số lượng bu lông chịu lực n trong liên kết, giá trị của γ_{b1} lấy như sau:

$$\gamma_{b1} = 0,8 \text{ nếu } n < 5;$$

$$\gamma_{b1} = 0,9 \text{ nếu } 5 \leq n < 10;$$

$$\gamma_{b1} = 1,0 \text{ nếu } n \geq 10.$$

n_f - số lượng mặt phẳng ma sát tính toán.

Khi tác dụng lên liên kết ma sát ngoại lực gây kéo cho bu lông, lực kéo này làm giảm khả năng chịu trượt của liên kết vì nó làm giảm lực ma sát giữa các bản thép, hệ số γ_{b1} được nhân với hệ số $(1 - N_t / P_b)$, trong đó N_t là lực kéo lên mỗi bu lông, P_b là lực căng của bu lông $P_b = f_{hb} A_{bn}$. Phần bu lông cường độ cao chịu thêm lực kéo ngoài này theo [3] chưa có,

đây là phần bổ sung rất kịp thời cho người thiết kế khi thực hành tính toán.

Đường kính của bu lông trong liên kết ma sát được lấy theo điều kiện $\sum t \leq 4d_b$, trong đó $\sum t$ là tổng chiều dày của các bản thép được liên kết dịch chuyển theo một hướng, d_b là đường kính của bu lông.

Trong các liên kết ma sát có số lượng bu lông nhiều, đường kính của bu lông được lấy càng lớn càng tốt.

3. Ví dụ tính toán

Ví dụ 1:

Kiểm tra khả năng chịu lực của liên kết bu lông cho nút của một giàn đỡ kéo tại vị trí cạnh cột như hình vẽ bên. Dùng bu lông thường cấp độ bền 6.6 có cường độ tính toán chịu cắt $f_{vb} = 230 \text{ N/mm}^2$, chịu kéo $f_{tb} = 250 \text{ N/mm}^2$,

đường kính $d_b = 20 \text{ mm}$ ($A = 3,14 \text{ cm}^2$, $A_{bn} = 2,45 \text{ cm}^2$), đường kính lỗ $d = 22 \text{ mm}$.

Thép cơ bản CCT34 có $f_y = 220 \text{ N/mm}^2$ ($f_{cb} = 395 \text{ N/mm}^2$). Chịu lực kéo $N = 240 \text{ kN}$, chịu lực cắt $V = 40 \text{ kN}$, $\gamma_c = 1,0$.

Lực cắt tác dụng lên một bu lông:

$$N_v = 40/4 = 10 \text{ kN}$$

Lực kéo tác dụng lên một bu lông:

$$N_t = 240/4 = 60 \text{ kN}$$

Khả năng chịu cắt của một bu lông:

$$[N]_{vb} = f_{vb} \gamma_b A n_v \gamma_c = 230 \times 0,9 \times 3,14 \times 1 \times 1 = 64998 \text{ N} = 65 \text{ kN}$$

Khả năng chịu ép mặt của một bu lông:

$$[N]_{cb} = f_{cb} \gamma_b d_b (\sum t)_{\min} \gamma_c = 395 \times 0,9 \times 20 \times 10 \times 1 = 71100 \text{ N} = 71,1 \text{ kN}$$

Vì thép cơ bản CCT34 có $f_y = 220 \text{ N/mm}^2 < 285 \text{ N/mm}^2$, theo hình vẽ trên thì $a = 50 \text{ mm}$, $s = 80 \text{ mm}$, $d = 22 \text{ mm}$. $a/d = 50/22 = 2,27 > 2$, $s/d = 80/22 = 3,64 > 2,5$ tra Bảng 1 có $\gamma_b = 0,9$.

$$[N]_b = \min\{[N]_{vb}; [N]_{cb}\} = 65 \text{ kN} > N_v = 10 \text{ kN}$$

Khả năng chịu kéo của một bu lông được xác định:

Tại tiết diện thực, phần có ren

$$[N]_{tb} = f_{tb} A_{bn} \gamma_c = 250 \times 2,45 \times 1 = 61250 \text{ N} = 61,25 \text{ kN} > N_t = 60 \text{ kN}$$

Kiểm tra khả năng chịu lực của bu lông chịu cắt và kéo đồng thời:

$$\sqrt{\left(\frac{N_t}{[N]_{tb}}\right)^2 + \left(\frac{N_v}{[N]_{vb}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{60}{61,25}\right)^2 + \left(\frac{10}{65}\right)^2} = 0,99 < 1$$

Bu lông đảm bảo khả năng chịu lực.

Ví dụ 2:

Số liệu như ví dụ 1 nhưng dùng liên kết bu lông cường độ cao $d_b = 20 \text{ mm}$, đường kính lỗ $d = 23 \text{ mm}$ (dung sai giữa đường kính thân bu lông và lỗ $\delta = 3 \text{ mm}$) từ thép 40Cr. Mặt các bản thép được gia công bằng bàn chải sắt, không có lớp bảo vệ. Bu lông được xiết bằng cờ lê đo lực (theo M).

Do mặt các bản thép được gia công bằng bàn chải sắt, không có lớp bảo vệ nên hệ số ma sát $\mu = 0,35$; dung sai giữa đường kính thân bu lông và lỗ $\delta = 3 \text{ mm}$ có hệ số độ tin cậy $\gamma_{b2} = 1,17$. Với thép 40Cr có $f_{ub} = 1100 \text{ N/mm}^2$, vậy $f_{hb} = 0,7 \cdot f_{ub} = 0,7 \times 1100 = 770 \text{ N/mm}^2$.

Số lượng bu lông $n = 4$ nên $\gamma_{b1} = 0,8$.

(xem tiếp trang 44)

Các phương pháp giải bài toán phân tích phi tuyến ổn định hệ thanh

Methods for solving nonlinear buckling analysis of frame system

Trịnh Tiến Khương

Tóm tắt

Bài báo trình bày các phương pháp lặp giải bài phân tích phi tuyến ổn định hệ kết cấu thanh. Bài toán phân tích phi tuyến ổn định được xây dựng trên tiêu chuẩn ổn định của Drucker-Hill để xác định đường cân bằng và các điểm tới hạn. Kết quả phân tích cho thấy việc lựa chọn phương pháp dây cung sử dụng hàm điều khiển cả tải trọng và chuyển vị phù hợp xác định đường cân bằng và các điểm tới hạn trong bài toán phân tích phi tuyến kết cấu.

Từ khóa: Phân tích phi tuyến ổn định, Phương pháp lặp, Biến điều khiển

Abstract

The paper is concerned with the iterative methods for solving the nonlinear buckling problem of the frame system. The stability nonlinear analysis problem is built on the Drucker-Hill stability criterion to determine the equilibrium curve and the critical points. The analysis results show that the selection of the chord method using the control functions for both the load and the appropriate displacement to determine the equilibrium line and the critical points in the structural nonlinear analysis problem.

Key words: Nonlinear buckling analysis, iterative method, regulator variable

1. Đặt vấn đề

Phân tích ổn định là một phần không thể thiếu trong trình tự tính toán thiết kế kết cấu công trình. Hiện tượng mất ổn định là nguyên nhân gây ra một trong hai loại phá hoại cơ bản (phá hoại vật liệu và phá hoại về hình dạng) của kết cấu. Hiện tượng mất ổn định và các lý thuyết phân tích ổn định của kết cấu đã được các nhà nghiên cứu quan tâm từ vài thế kỷ trước, trong giai đoạn đầu tiên trong lịch sử phát triển của lý thuyết phân tích kết cấu [3,4]. Với sự phát triển của công nghệ xây dựng, các công trình xây dựng hiện đại có kích thước lớn hơn, tiết diện của phần tử cũng giảm đi do sử dụng các loại vật liệu có cường độ cao và siêu cao đặt ra nhiều vấn đề trong phân tích ổn định. Từ lý thuyết tính ổn định đàn hồi của thanh chịu nén Euler có chuyển vị nhỏ đến nay, các nghiên cứu về ổn định đã phát triển sang các bài toán phân tích phi tuyến, ổn định động, phân tích ổn định và sau ổn định. Hiện nay việc nghiên cứu các bài toán phân tích phi tuyến ứng xử ổn định và sau ổn định là một vấn đề được nhiều nhà khoa học trên thế giới quan tâm. Để giải các bài toán phân tích phi tuyến cần sử dụng phương pháp lặp và lựa chọn hàm điều khiển đảm bảo có thể xác định chính xác đường cân bằng và các điểm tới hạn. Trong bài báo dưới đây tác giả sẽ trình bày các phương pháp giải bài toán phân tích phi tuyến ổn định theo tiêu chuẩn ổn định Drucker-Hill. Trên cơ sở phân tích các phương pháp, trong bài báo sẽ đưa ra các khuyến cáo lựa chọn phương pháp phù hợp xác định đường cân bằng và các điểm tới hạn trong phân tích phi tuyến ổn định hệ thanh.

2. Tiêu chuẩn ổn định Drucker – Hill trong bài toán phân tích phi tuyến ổn định

Tiêu chí ổn định của Drucker hay còn gọi là tiêu chuẩn ổn định của Hill [3,4] được sử dụng rộng rãi trong bài toán phân tích phi tuyến ổn định của kết cấu của nhiều nghiên cứu trên thế giới và được phát biểu như sau: “Tương ứng với tải trọng tác dụng, nếu hệ ở trạng thái cân bằng ổn định thì độ cứng của hệ dương, nếu hệ ở trạng thái cân bằng không ổn định thì độ cứng âm, nếu hệ ở trạng thái cân bằng phiếm định thì độ cứng bằng không”

Như vậy, theo tiêu chuẩn ổn định Drucker -Hill:

$$\begin{aligned} \frac{dP}{d\Delta} > 0 &: \text{hệ ở trạng thái cân bằng ổn định.} \\ \frac{dP}{d\Delta} < 0 &: \text{hệ ở trạng thái cân bằng ổn định không ổn định.} \\ \frac{dP}{d\Delta} = 0 &: \text{hệ ở trạng thái cân bằng phiếm định.} \end{aligned}$$

Đường cân bằng và các điểm tới hạn của hệ phi tuyến theo tiêu chuẩn Drucker-Hill thể hiện ở Hình 1.

Có thể thấy dọc theo đường cân bằng OABCDE có thể phân ra thành: trạng thái cân bằng ổn định - OA và DE; trạng thái cân bằng không ổn định - AB, BC và CD. Các điểm tới hạn tải trọng: A, D. Các điểm tới hạn chuyển vị là các điểm: B, C.

3. Hệ phương trình giải bài toán phân tích phi tuyến ổn định

Xét hệ N phương trình phi tuyến với u và q là các biến chuyển vị và tải trọng [1,2]:

$$\begin{aligned} \vec{q}(\vec{u}) &= 0; \quad \vec{u} = (u_1, u_2, \dots, u_N); \quad \vec{q} = (q_1, q_2, \dots, q_N) \end{aligned} \quad (1)$$

Khai triển chuỗi Taylor cho hệ phương trình trên:

$$\vec{q}_i(\vec{u} + \delta \vec{u}) = \vec{q}_i(\vec{u}) + \sum_{j=1}^N \frac{\partial \vec{q}_i}{\partial u_j} \delta u_j + O(\delta \vec{u})^2 \quad (2)$$

Ma trận các đạo hàm riêng (ma trận Jacobi), ma trận độ cứng tiếp tuyến:

$$K_{ij} = \frac{\partial \vec{q}_i}{\partial u_j} \quad (i, j=1, 2, \dots, N) \quad (3)$$

ThS. Trịnh Tiến Khương

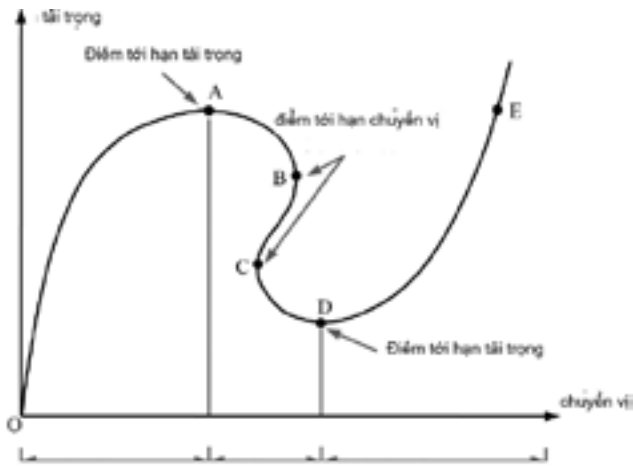
Giảng viên bộ môn Kết cấu bê tông, Khoa Xây dựng, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội
ĐT: 0913009120

Email: trintientienkhuong@gmail.com

Ngày nhận bài: 28/5/2020

Ngày sửa bài: 29/5/2020

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022



Hình 1. Minh họa đường cân bằng và các điểm tới hạn của hệ phi tuyến

Suy ra: $\vec{q}(u + \delta u) = \vec{q}(u) + K \cdot \delta u + O(\delta u^2)$

Bỏ qua vô cùng bé bậc cao $O(\delta u^2)$ và cho $\vec{q}(u + \delta u) = 0$ ta có:

$$K \cdot \delta u + u(x) = 0 \Rightarrow \delta u = -K^{-1} \cdot q(u) \Rightarrow u_{\text{new}} = u_{\text{old}} + \delta u$$

Hay nghiệm gần đúng ở lần lặp thứ j là:

$$u_j = u_{j-1} + \delta u_j \quad (4)$$

Biểu thức chuyển vị và tải trọng ngoài ở bước gia tải thứ i được viết dưới dạng truy hồi theo kết quả ở bước i-1 như sau:

$$u_j^i = u_{j-1}^{i-1} + \Delta u_j^i \quad (5)$$

$$p_j^i = p_{j-1}^{i-1} + \Delta p_j^i \quad (6)$$

$$\Delta u_j^i = \Delta u_{j-1}^i + \delta u_j^i \quad (7)$$

$$\Delta p_j^i = \Delta p_{j-1}^i + \delta p_j^i \quad (8)$$

Phương trình số gia ở bước lặp thứ j có dạng

$$K_{j-1} \cdot \delta u_j^i = p_j^i - q(u_{j-1}^i) \quad (9)$$

Gọi λ là thông số tải trọng được chỉ định ban đầu. Tải trọng p được viết qua thông số tải $p = \lambda \cdot \bar{p}$, số gia tải trọng ở bước lặp thứ j qua thông số tải xác định như sau

$$\delta p_j^i = \delta \lambda_j^i \cdot \bar{p} \quad (10)$$

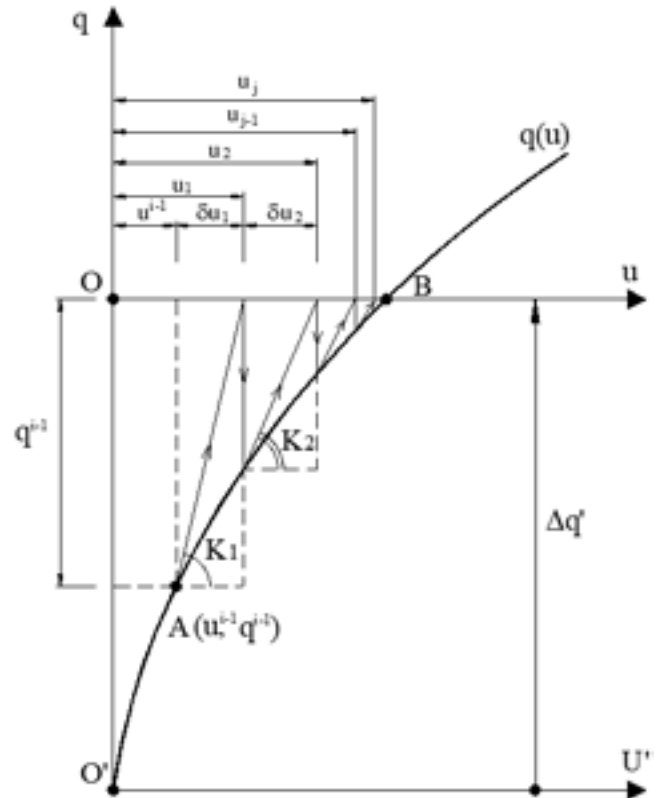
Từ (9) và (10) nhận được phương trình cân bằng số gia

$$K_{j-1} \cdot \delta u_j^i = r_{j-1}^i + \delta \lambda_j^i \cdot \bar{p} \quad (11)$$

Phương trình (11) có N+1 ẩn số gồm N ẩn số gia chuyển

vị δu_j^i và 1 ẩn số gia thông số tải trọng $\delta \lambda_j^i$

4. Các phương pháp lặp giải hệ phương trình cân bằng phi tuyến xác định đường cân bằng và tải trọng tới hạn



Hình 2. Phương pháp lặp Newton-Raphson

4.1. Phương pháp lặp Newton-Raphson cổ điển và ý tưởng về đường hỗ trợ

Trình tự giải bài toán phân tích phi tuyến bằng phương pháp lặp Newton-Raphson cổ điển [5] thể hiện trên hình 2. Nội dung của phương pháp lặp là tìm điểm B có hoành độ là nghiệm của phương trình $q(u) = 0$ nếu biết điểm $A(u^{i-1}, q^{i-1})$ trên đường $q(u)$ đến bước lặp có sai số nằm trong giới hạn theo yêu cầu. Điều kiện để quá trình lặp hội tụ là $\det(K) \neq 0$. Đây là nhược điểm của phương pháp khi tìm điểm tới hạn (Load limit point) vì điểm này có tiếp tuyến ngang.

Để xử lý nhược điểm này đã xuất hiện ý tưởng đưa ra đường hỗ trợ để tìm các điểm cân bằng do Risk [5] đề xuất. Trình tự giải bài toán lặp Newton-Risk với việc sử dụng đường hỗ trợ thể hiện trên hình 3.

Phương trình hỗ trợ của Risk có dạng tổng quát như sau

$$a_j^i \cdot \delta u_j^i + b_j^i \cdot \delta \lambda_j^i = c_j^i \quad (12)$$

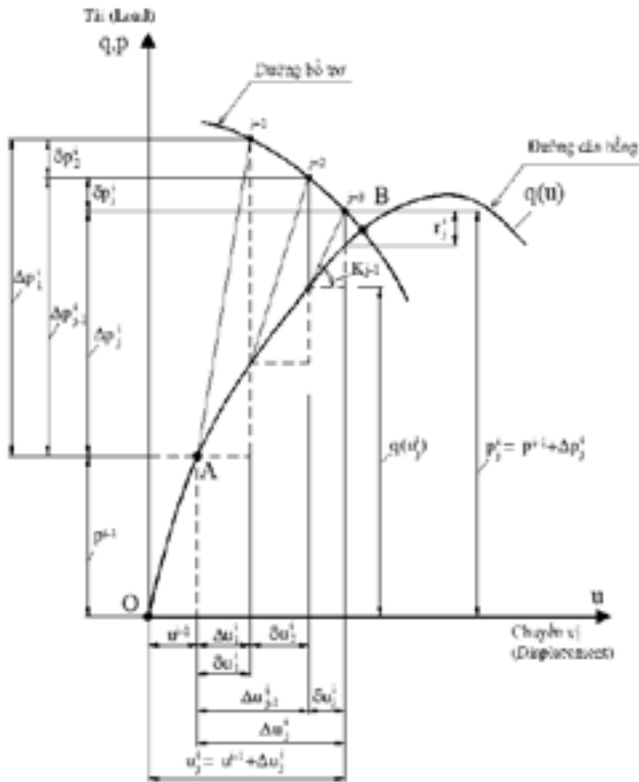
a_j^i, b_j^i, c_j^i là các hệ số được chọn tùy theo cách giải bài toán, phụ thuộc vào biến điều khiển được lựa chọn (tải trọng, chuyển vị hay cả hai)

Phương trình cân bằng số gia sử dụng đường hỗ trợ được viết dưới dạng sau

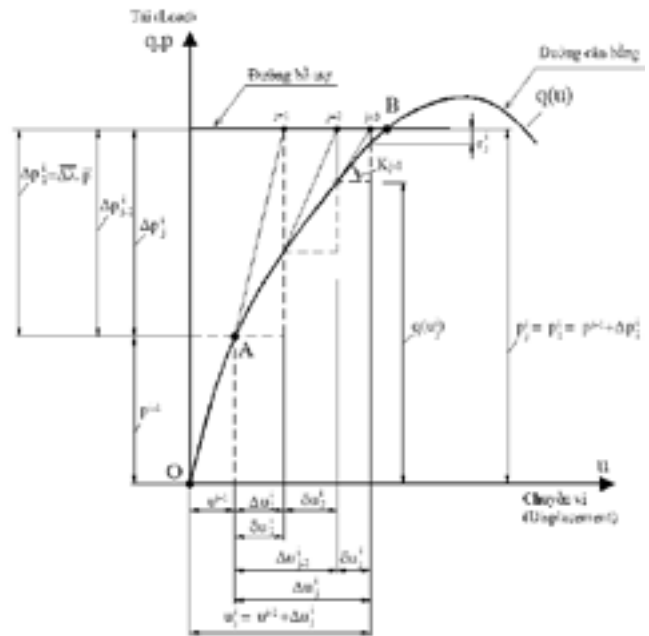
$$\begin{bmatrix} K_{j-1} & -\bar{p} \\ \{a_j^i\}^T & b_j^i \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \delta u_j^i \\ \delta \lambda_j^i \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} r_{j-1}^i \\ c_j^i \end{Bmatrix} \quad (13)$$

4.2. Phương pháp điều khiển tải trọng sử dụng đường hỗ trợ

Phương pháp điều khiển tải trọng có sử dụng đường hỗ trợ là phương pháp lặp Newton-Raphson cải tiến. Theo



Hình 3. Phương pháp lặp Newton-Risk



Hình 4. Phương pháp điều khiển tải trọng

phương pháp điều khiển tải trọng thì tải trọng ngoài được chỉ định tại lần lặp đầu tiên ($j=1$) trong bước gia tải thứ i và giữ không đổi trong những lần lặp tiếp theo ($j>1$) cho đến khi hội tụ ở bước gia tải i này, như minh họa trong hình 4.

Số gia thông số tải trọng và các hệ số:

$$\delta\lambda_j^i = \begin{cases} \overline{\Delta\lambda} & \text{for } j=1 \\ 0 & \text{for } j \geq 2 \end{cases}$$

$$a_j^i = 0; \quad b_j^i = 1$$

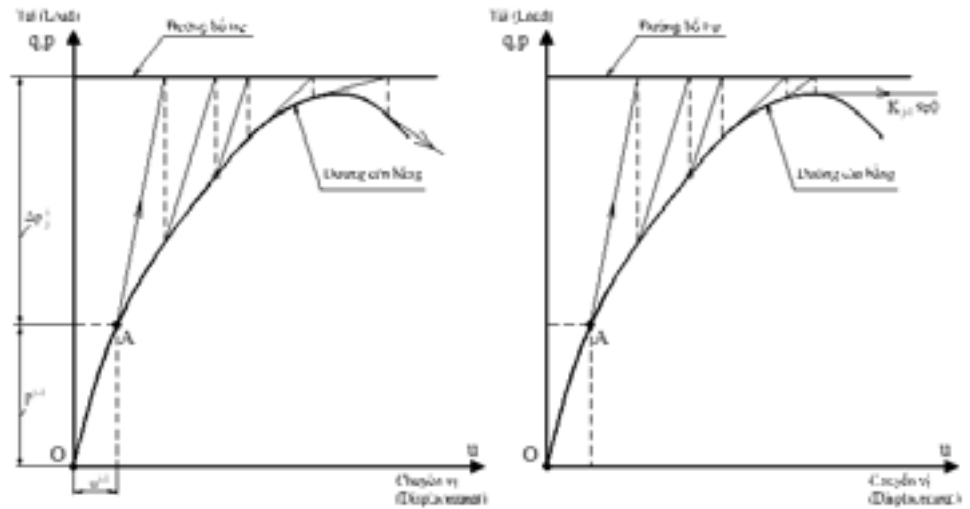
$$c_j^i = \begin{cases} \overline{\Delta\lambda} & \text{for } j=1 \\ 0 & \text{for } j \geq 2 \end{cases}$$

Phương trình cân bằng số gia với điều khiển tải trọng có dạng

$$\begin{cases} K_{j-1} \cdot \delta u_1^i = \overline{\Delta\lambda} \cdot \bar{p} & \text{for } j=1 \\ K_{j-1} \cdot \delta u_j^i = r_{j-1}^i & \text{for } j \geq 2 \end{cases} \quad (13)$$

Phương pháp điều khiển tải trọng được áp dụng rộng rãi và hiệu quả trong các bài toán phi tuyến tiếp xúc nhưng lại gặp khó khăn trong bài toán tìm tải trọng giới hạn. Phương pháp này sẽ không hội tụ khi định thức của ma trận tiếp tuyến có giá trị rất nhỏ hoặc khi số gia tải trọng làm cho đường hỗ trợ vượt ngoài đường cân bằng (hình 5).

4.3. Phương pháp điều khiển chuyển vị sử dụng đường hỗ trợ



Hình 5. Trường hợp phương pháp điều khiển tải trọng không hội tụ

Phương pháp điều khiển chuyển vị sử dụng một thành phần chuyển vị như là một thông số điều khiển để tìm các điểm trên đường cân bằng. Trong véc tơ chuyển vị u tổng quát, thành phần chuyển vị được chọn để điều khiển như sau

$$\delta u_{j,ctrl}^i = \begin{cases} \overline{\Delta u} & \text{for } j=1 \\ 0 & \text{for } j \geq 2 \end{cases} \quad (14)$$

Với $\overline{\Delta u}$ là giá trị số gia chuyển vị ban đầu.

Phương trình số gia chuyển vị có dạng như sau

$$\delta u_{j,ctrl}^i = \delta\lambda_j^i \cdot \delta u_{p,j,ctrl}^i + \delta u_{r,j,ctrl}^i \quad (15)$$

$$\text{Hay } \delta\lambda_j^i = \frac{\delta u_{j,\text{ctrl}}^i - \delta u_{r_j,\text{ctrl}}^i}{\delta u_{p_j,\text{ctrl}}^i}$$

Trong lần lặp đầu tiên ($j=1$) của bước gia tăng chuyển vị thứ i , biểu thức số gia tải trọng được viết như sau

$$\delta\lambda_j^i = \begin{cases} \frac{\delta u_{j,ctrl}^i}{p_{j,ctrl}^i} & \text{for } j=1 \\ \frac{-\delta u_{rj,ctrl}^i}{p_{i,ctrl}^i} & \text{for } j \geq 2 \end{cases} \quad (16)$$

Số gia thông số tải và các hệ số a, b, c xác định như sau

$$\delta \lambda_j^i = \begin{cases} \frac{\overline{\Delta u}}{\delta u_{p_j, \text{ctrl}}^i} & \text{for } j=1 \\ -\frac{\delta u_{r_j, \text{ctrl}}^i}{\delta u_{p_i, \text{ctrl}}^i} & \text{for } j \geq 2 \end{cases} \quad (17)$$

$$\mathbf{a}_j^i = \underbrace{\{0, 0, \dots, 1, \dots, 0\}}_{\text{control displacement}}$$

$$\mathbf{b}_i^i = 0$$

$$c_j^i = \begin{cases} \overline{\Delta u} & \text{for } j = 1 \\ 0 & \text{for } j \geq 2 \end{cases}$$

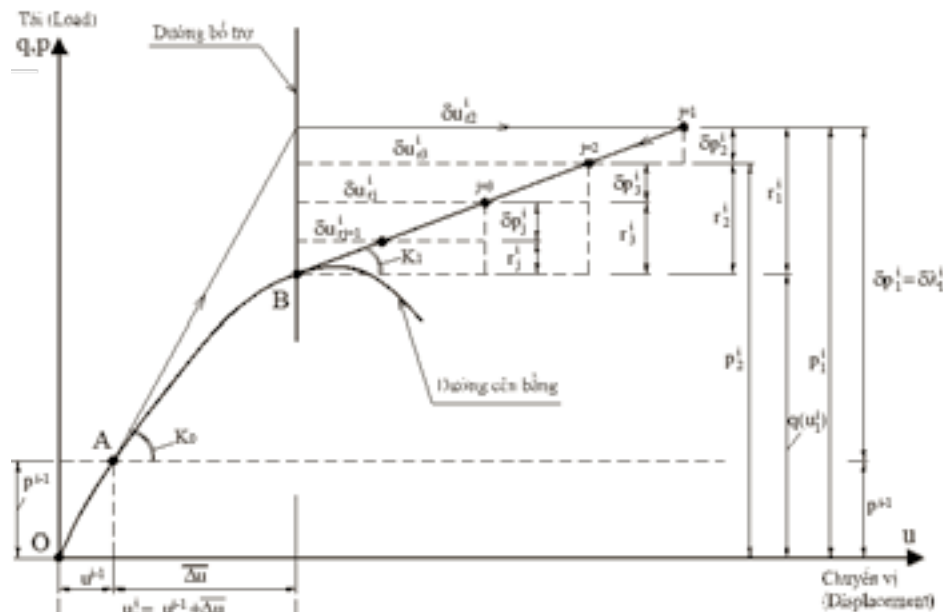
Phương pháp điều khiển chuyển vị có thể khắc phục trong việc tìm giới hạn tải trọng (Load Limit Point) tuy nhiên lại gặp khó khăn trong việc tìm giới hạn chuyển vị (Displacement Limit Point) như hình 7.

4.3. Phương pháp điều khiển đồng thời tải trọng và chuyển vị sử dụng đường hỗ trợ

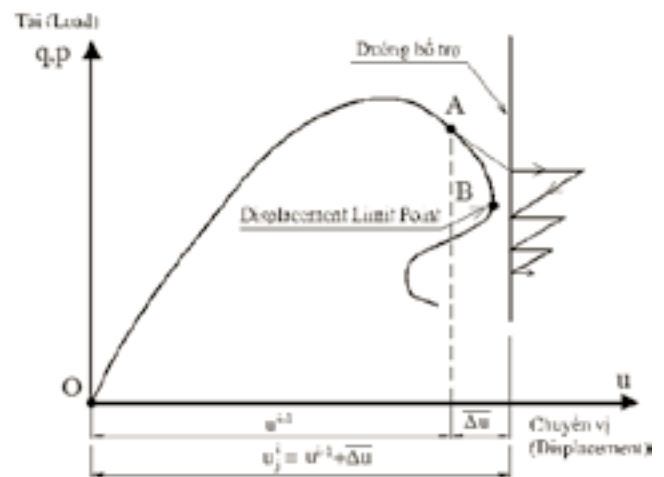
Để khắc phục khó khăn của hai phương pháp điều khiển tải trọng và điều khiển chuyển vị khi tìm điểm giới hạn tải và giới hạn chuyển vị, các nghiên cứu của nhiều tác giả trên thế giới đề xuất phương pháp chiều dài dây cung dùng phương trình hỗ trợ dưới dạng điều khiển đồng thời cả tải trọng và chuyển vị [6]. Các phương trình hỗ trợ có dạng mặt cầu, mặt elip hay mặt phẳng.

Phương trình đường (mặt) hỗ trợ được viết dưới dạng

$$\{\Delta \mathbf{u}_j^i\} \cdot \{\Delta \mathbf{u}_j^i\}^T + \eta \cdot (\delta \lambda_j^i)^2 = (\Delta s_j^i)^2 \quad (18)$$



Hình 6. Phương pháp điều khiển chuyển vị



Hình 7. Trường hợp phương pháp điều khiển chuyển vị không hô tu

Trong đó η là tham số luôn dương phụ thuộc vào dạng mặt hỗ trợ.

Số gia thông số tải và các hệ số a, b, c xác định như sau

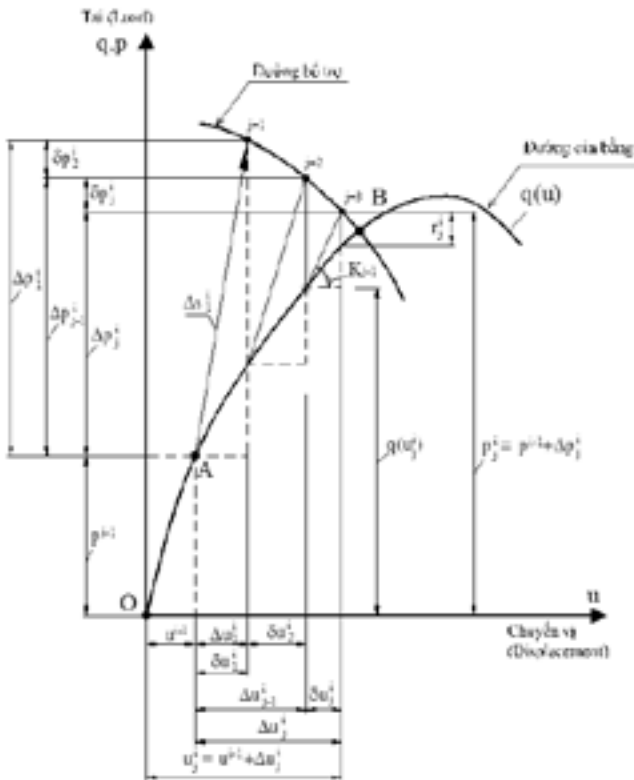
$$\delta\lambda_j^i = \begin{cases} \pm \frac{\overline{\Delta s}}{\sqrt{\delta u_{p1}^i \cdot \delta u_{p1}^i + \eta}} & \text{for } j=1 \\ -\frac{\delta u_l^i \cdot \delta u_{r_j}^i}{\delta u_l^i \cdot \delta u_{p_i}^i + \eta \cdot \delta \lambda_1^i} & \text{for } j \geq 2 \end{cases} \quad (19)$$

$$a_i^i = \delta u_i^i = \delta \lambda_i^i \cdot \delta u_{n_i}^i; \quad b_i^i = \eta \cdot \delta \lambda_i^i$$

$$c_j^i = \begin{cases} (\overline{\Delta s})^2 & \text{for } j=1 \\ 0 & \text{for } i \geq 2 \end{cases}$$

5. Kết luận

Bài toán phân tích phi tuyến ổn định kết cấu liên quan đến việc xác định điểm giới hạn cả tải trọng và chuyển vị trong



Hình 8. Phương pháp điều khiển chiều dài dây cung

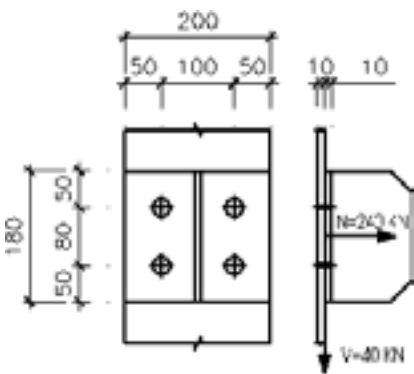
giai đoạn ổn định và mất ổn định. Phương pháp Newton-Raphson phù hợp với việc giải các bài toán phi tuyến phân tích tĩnh kết cấu nhưng không phù hợp với bài toán phân tích phi tuyến trong giai đoạn ổn định và mất ổn định của hệ kết cấu. Sự ra đời của lý thuyết sử dụng hàm hỗ trợ là một bước tiến trong nghiên cứu phương pháp tính phi tuyến ổn định. Việc lựa chọn phương pháp điều khiển phụ thuộc vào mục tiêu phân tích của bài toán. Phương pháp chiều dài dây cung với biến điều khiển đồng thời cả tải trọng và chuyển vị là phương pháp cho phép xác định điểm giới hạn tải trọng và chuyển vị trong phân tích phi tuyến giai đoạn ổn định và sau ổn định của kết cấu./.

Tài liệu tham khảo

1. M. A. Crisfield, *Non-Linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, Volume 1&2*, John Wiley & Sons Ltd. 1997.
2. Crisfield, M. A., *A Fast Incremental/Iterative Solution Procedure That Handles Snap-Through*, *Comput. Struct.*, 1981
3. Lê Thọ Trình, Đỗ Văn Bình, *Ổn định công trình*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2006.
4. Timosenko, *Ổn định đàn hồi*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 1976.
5. Riks, E., *The Application of Newton's Method to the Problem of Elastic Stability*, *ASME J. Appl. Mech.*, 1972.
6. Ritto-Correa, M., and Camotim, D., *On the Arc-Length and Other Quadratic Control Methods: Established, Less Known and New Implementation Procedures*, *Comput. Struct.*, 2008.

Các phương pháp giải bài toán phân tích phi tuyến...

(tiếp theo trang 39)



Hình 1. Ví dụ tính toán 1

Hệ số γ_{b1} được nhân với hệ số $(1 - N_t / P_b)$, trong đó N_t là lực kéo trên mỗi bu lông, P_b là lực căng của bu lông lấy bằng $P_b = f_{hb} A_{bn}$.

$$1 - N_t / P_b = 1 - 60000 / (770 \times 245) = 0,68$$

Thay vào công thức có khả năng chịu trượt của một bu lông:

$$[N]_b = f_{hb} A_{bn} \gamma_{b1} \left(\frac{\mu}{\gamma_{b2}} \right) n_f = 770 \times 245 \times (0,8 \times 0,68) \times \frac{0,35}{1,17} \times 1$$

$$= 30700 N = 30,7 kN$$

$$N_v = 10 kN < [N]_b = 30,7 kN.$$

$$[N]_b = \frac{f_{hb} A_{bn} \mu}{\gamma_{b2}} \quad n \geq \frac{N}{[N]_b n_f \gamma_{b1} \gamma_c} \quad (6) \quad (7)$$

$$n \geq \frac{N}{[N]_b n_f \gamma_{b1} \gamma_c} \rightarrow N \leq n [N]_b n_f \gamma_{b1} \gamma_c = n \frac{f_{hb} A_{bn} \mu}{\gamma_{b2}} n_f \gamma_{b1} \gamma_c$$

$$N \leq n \frac{f_{hb} A_{bn} \mu}{\gamma_{b2}} n_f \gamma_{b1} \gamma_c = 4 \times \frac{770 \times 245 \times 0,35}{1,17} \times 1 \times (0,8 \times 0,68) \times 1$$

$$= 122800 N = 122,8 kN$$

Mà $N = 40 kN < 122,8 kN$ thỏa mãn. Vậy bu lông đảm bảo khả năng chịu lực.

4. Kết luận và kiến nghị

Bài báo này đã chỉ ra một số điểm mới về liên kết bu lông giữa tiêu chuẩn Nga SP so với Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5575:2012.

Có thể áp dụng một số công thức tính toán cho liên kết bu lông thô, thường, tinh chịu kéo, cắt đồng thời; bu lông cường độ cao khi chịu lực kéo ngoài làm giảm khả năng chịu lực mà tiêu chuẩn Việt Nam không có./.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Văn Hội, Nguyễn Quang Viên và nnk (2010), "Kết cấu thép - Cấu kiện cơ bản", Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
2. Phạm Văn Hội, Nguyễn Quang Viên và nnk (2006) "Kết cấu thép - Công trình dân dụng và công nghiệp", Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
3. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5575:2012, "Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế", Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
4. SP 16.13330.2017.

Phân tích kết cấu cầu thang Ridolfi bằng phương pháp phần tử rời rạc

Structural analysis of Ridolfi stair using discrete element method

Phan Thanh Lượng

Tóm tắt

Cầu thang Ridolfi là một tác phẩm kiến trúc độc đáo. Tuy nhiên việc chế tạo và dựng lắp hoàn toàn dựa trên kinh nghiệm của nhóm tác giả và thợ thủ công. Vì vậy, việc đánh giá khả năng làm việc của kết cấu là cần thiết để có thể đưa công trình vào sử dụng trong thực tế. Bài báo trình bày các bước xây dựng mô hình số của kết cấu này và tiến hành phân tích ứng xử của các bộ phận cầu thang bằng phương pháp phần tử rời rạc. Kết quả thu được khẳng định sự an toàn của việc sử dụng cầu thang này trong điều kiện bình thường, đồng thời cho thấy ảnh hưởng một số thông số tới sự ổn định của kết cấu.

Từ khóa: Mô hình hóa, phương pháp Phần tử rời rạc, kết cấu gạch đá

Abstract

Ridolfi stair is an exceptional architectural work. However, its creation and installation are mostly based on the experiences of authors and craftsmen. Therefore, the evaluation of the workability of the structure is essential before using it in real constructions. The article presents the process of building a numerical model of the structure and studying the behaviors of stair members by using the Discrete Element Method. Simulation results confirm the safety of the exploitation of the stair in normal conditions of use, and also show the affection of some factors to its stability.

Key words: Modeling, Discrete Element Method, masonry structure

TS. Phan Thanh Lượng

Bộ môn Kết cấu Thép - Gỗ, Khoa Xây Dựng
ĐT: 0904197411

Email: luongpt@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 28/5/2020

Ngày sửa bài: 29/5/2020

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

1. Đặt vấn đề

Cầu thang kiểu Ridolfi là một tác phẩm kiến trúc của GS.TS.KTS. C. d'Amato và đồng nghiệp tại đại học Bari, Italy đã được giới thiệu tại triển lãm quốc tế về đá tại Verone năm 2005. Đây là một cầu thang tự đứng với các bậc được làm bằng đá nguyên khối và một hệ thống cáp ứng lực trước ở bên trong. Kết cấu được lắp dựng tại chỗ với liên kết khô không vữa và căng cáp trực tiếp. Tuy nhiên việc lựa chọn hình dạng, kích thước, lựa chọn vật liệu cũng như số lượng và đường kính cáp là hoàn toàn dựa vào kinh nghiệm của người thiết kế và đội ngũ thợ thủ công. Do đó, việc tính toán, phân tích sự làm việc của kết cấu này là cần thiết để đảm bảo điều kiện an toàn trong sử dụng và khả năng áp dụng vào thực tế.

Kết cấu này đã được phân tích, mô phỏng bằng phần mềm ANSYS dựa trên nguyên lý của phương pháp phần tử hữu hạn. Mặc dù đã thu được một số kết quả nhất định, mô hình còn có một số hạn chế và chưa thực sự phù hợp với sự làm việc không liên tục của kết cấu này. Trong những năm gần đây, phương pháp phần tử rời rạc [1] được sử dụng ngày càng rộng rãi trong các nghiên cứu ở nhiều lĩnh vực khác nhau, và cho thấy sự phù hợp trong việc mô phỏng tính toán kết cấu gạch đá trong xây dựng [2]. Do đó, tác giả đã sử dụng phần mềm LMGC90 [3], được phát triển bởi trường đại học Montpellier, Cộng hòa Pháp, dựa trên cơ sở của phương pháp tiếp xúc động không trơn [4], một trong các họ phương pháp rời rạc, để mô hình hóa và phân tích sự làm việc của kết cấu này. Kết quả nghiên cứu nhằm khẳng định sự an toàn cũng như chỉ ra các giới hạn cho phép của các thông số ảnh hưởng đến khả năng sử dụng của công trình.

2. Xây dựng mô hình

2.1. Mô hình hình học

Cầu thang Ridolfi là một kết cấu dạng xoắn ốc chiều cao 3 m, mỗi bậc rộng 1,2 m cao 15 cm được chế tạo từ đá nguyên khối với hình dạng khá phức tạp. Do đó, việc xây dựng trực tiếp mô hình hình học trong các phần mềm phân tích kết cấu là rất khó khăn. Trong nghiên cứu này sử dụng AutoCAD là một phần mềm đồ họa mạnh và phổ biến trong xây dựng. Nhờ đó, mô hình cầu thang được dựng lên với hình dạng và kích thước đúng với kết cấu thực.

Sau khi các bậc cầu thang được xây dựng chính xác dạng khối 3D trong AutoCAD, chúng được chuyển qua Gmsh, một phần mềm đồ họa trung gian, để chuyển thành các đối tượng dạng mặt và được chia lưới với độ mịn theo yêu cầu. Lưới chia này dùng để kiểm tra và thiết lập các tiếp xúc giữa các phần tử, một trong những nội dung cơ bản của phương pháp phần tử rời rạc. Cách chia lưới có thể sẽ ảnh hưởng đến khối lượng tính toán cũng như độ chính xác của các kết quả phân tích. Cuối cùng, các đối tượng này được đưa vào LMGC để xây dựng lên mô hình hình học của kết cấu (hình 2).

2.2. Mô hình cơ học

Việc phân tích kết cấu trong một hệ rời rạc gồm hai nội dung chính: xác định tiếp xúc giữa các phần tử và mô phỏng ứng xử cơ học của tiếp xúc đó.

Bằng các công cụ và thuật toán mạnh mẽ, phong phú, LMGC90 cho phép xây dựng mô hình số của kết cấu này với mỗi bậc cầu thang là một phần tử có hình dạng phức tạp như nguyên dạng mà vẫn đảm bảo khả năng xác định tiếp xúc giữa các phần tử. Ở đây, thuật toán tô màu được áp dụng để giảm bớt khối lượng tính toán. Theo đó, mỗi phần tử sẽ được gán một màu nào đó, và trong quá trình phân tích sẽ chỉ tìm kiếm tiếp xúc giữa các phần tử có màu nhất định trong một phạm vi nhất định. Bằng cách đó sẽ giảm đáng kể thời gian xử lý.

Tiếp theo, tiếp xúc giữa các bậc đá là tiếp xúc trượt thuần túy và sẽ được mô phỏng bằng một tiếp xúc khô dạng Coulomb. Trong tiếp xúc này, lực tiếp tuyến sẽ tỉ lệ với lực pháp tuyến theo hệ số ma sát f . Cuối cùng, các cáp ứng lực trước được mô tả bằng liên kết dạng dây căng (chỉ chịu kéo không chịu nén) giữa các

điểm ảo được bổ sung bên trong phần tử, lực căng trước được biểu diễn bằng một biến dạng ban đầu của dây này.

2.3. Số liệu tính toán

Các số liệu ban đầu được lấy như sau:

- Vật liệu đá: khối lượng riêng $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$; hệ số ma sát bề mặt $f = 0,8$

- Cáp ứng lực trước: mô đun đàn hồi $E = 1,95.10^5 \text{ MPa}$; đường kính $d = 1,5 \text{ cm}$; diện tích tiết diện $A = 1,77 \text{ cm}^2$; độ cứng đơn vị $k = E.A = 3,4515.10^4 \text{ kN}$

- Lực căng trước: lực căng được mô tả bằng biến dạng ban đầu của dây cáp $e_0 = 10^{-3}$ tương đương với lực căng $F = 34,515 \text{ kN}$

- Tải trọng sử dụng: được lấy với giả thiết trên mỗi bậc có 1 người khối lượng 50 kg gây ra tải trọng $P = 490,5 \text{ N/bậc}$

- Gia tốc trọng trường: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Trong quá trình phân tích, hệ số ma sát f và lực căng F sẽ được thay đổi để khảo sát ảnh hưởng của các thông số này đến sự làm việc của kết cấu.

2.4. Phân tích kết quả

Kết quả phân tích cho phép xác định lực căng trong cáp, áp lực giữa bề mặt tiếp xúc của các bậc cũng như giữa bậc dưới cùng và đế, và một thông số quan trọng nữa là chuyển vị của các bậc, đặc biệt là bậc trên cùng. Từ đó, ta có thể kiểm tra khả năng chịu lực của cáp cũng của bậc đá. Ngoài ra, sự ảnh hưởng của một số yếu tố như hệ số ma sát giữa các bậc, sai số bề mặt, cách chắt tải cũng như lực căng cáp đến sự làm việc của kết cấu cũng được khảo sát.

3. Các kết quả nghiên cứu

3.1. Ảnh hưởng của quá trình gia tải và phương pháp chắt tải

Một đặc điểm của mô hình rời rạc là tính toán dựa trên phương trình cân bằng động của các phần tử theo thời gian. Do đó, thời điểm và tốc độ gia tải cũng là một yếu tố cần quan tâm.

a. Tốc độ gia tải

Hình 3 biểu diễn biến động chuyển vị theo phương ngang của bậc thang trên cùng trong quá trình chắt tải. Trong các phân tích tiếp theo, đại lượng này cũng được lựa chọn theo dõi để đánh giá sự làm việc của kết cấu dựa trên tính nhạy cảm với các ứng xử của kết cấu dưới tác động bên ngoài.

Ở đây, ứng lực trước của cáp và trọng lượng bản thân được đặt vào kết cấu ngay lập tức ở thời điểm bắt đầu tính toán, và sau 30s, toàn bộ hoạt tải được đặt vào một cách tức thời. Biểu đồ cho thấy rất rõ, khi đặt tải lên mô hình, luôn luôn xuất hiện một pha “sốc” làm kết cấu bị dao động, làm ảnh hưởng đến tính chính xác của kết quả tính toán. Mặc dù đến cuối cùng kết cấu có thể ổn định ở trạng thái cân bằng, nhưng tại thời điểm chắt tải, dao động quá lớn có thể dẫn tới chuyển vị vượt mức cho phép hoặc thậm chí gây sập đổ công trình. Để hạn chế hiện tượng này, cần quan tâm đến cách chắt tải và tốc độ gia tải lên mô hình làm sao phù hợp với thực tế và hạn chế ảnh hưởng đến tính toán.



Hình 1. Cầu thang kiểu Ridolfi tại triển lãm Verona 2005 [5]

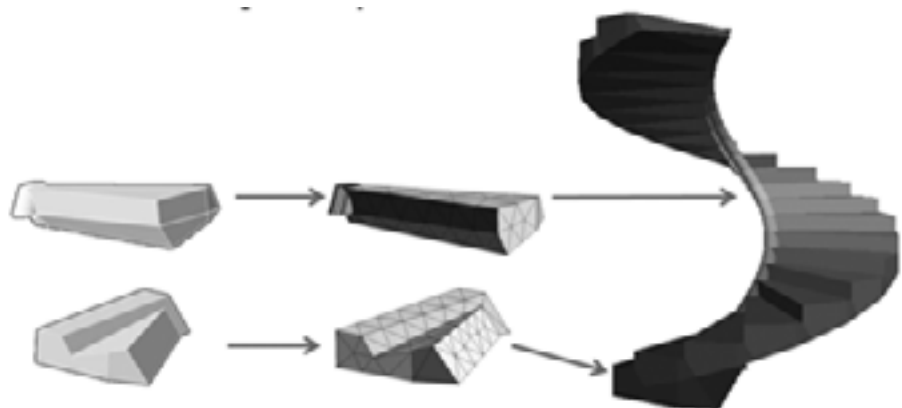
Sau khi so sánh, phân tích mức độ ảnh hưởng [5], tác giả lựa chọn phương án chắt tải như sau:

- + Trước hết, lực căng cáp sẽ được đưa vào ngay từ đầu.
- + Tiếp theo, trọng lượng bản thân kết cấu sẽ được đặt vào bằng cách tăng dần đều trong 10s.
- + Dừng lại 2s để dao động trong kết cấu tắt hẳn.
- + Cuối cùng, bắt đầu chắt hoạt tải lên kết cấu, lần lượt từng bậc từ dưới lên trên, mỗi bậc trong 1s thông qua một hàm tuyến tính, tổng cộng 20 bậc trong vòng 20s.

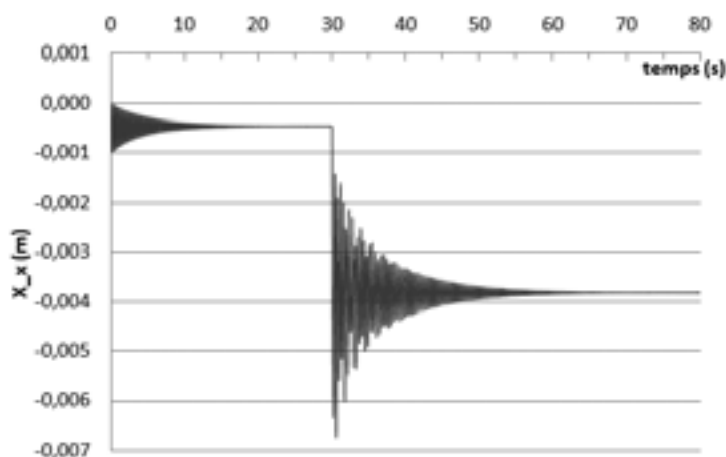
Trong các tính toán tiếp theo đều sử dụng mô hình chắt tải này. Kết quả cho thấy hiện tượng “sốc” giảm gần như hoàn toàn (hình 4, hình 5, hình 7).

b. Cường độ tải trọng

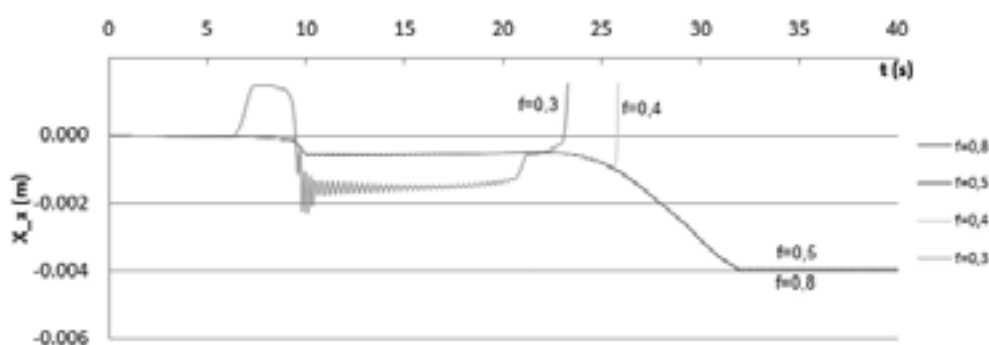
Một thử nghiệm cũng được tiến hành để đánh giá ảnh hưởng của cường độ tải trọng. Căn cứ vào hoạt tải ban đầu $P = 490,5 \text{ N/bậc}$, giá trị này được tăng gấp 2, 4 và 8 lần rồi tính toán chuyển vị của kết cấu dưới tác động của tải trọng



Hình 2. Xây dựng mô hình hình học (AutoCad – Gmsh – LMGC90)



Hình 3. Chuyển vị theo phương trục X của bậc thang trên cùng



Hình 4. Ảnh hưởng của hệ số ma sát đến chuyển vị của bậc đỉnh

(bỏ qua trọng lượng bản thân). Kết quả so sánh thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Tải trọng và chuyển vị lớn nhất tương ứng

Hệ số tải trọng	1	2	4	8
Chuyển vị lớn nhất (m)	-1,48E-05	-2,85E-05	-1,29E-03	-1,63E-02

Kết quả này cho thấy, khi tải trọng đủ lớn, chuyển vị tăng nhanh hơn rất nhiều so với độ tăng tải trọng. Điều đó chứng tỏ sự làm việc phi tuyến của kết cấu này. Như vậy, không thể áp dụng nguyên lý cộng tác dụng khi phân tích kết cấu này cũng như những kết cấu tương tự.

3.2. Ảnh hưởng của hệ số ma sát bề mặt

Để khảo sát ảnh hưởng của hệ số ma sát f đến sự làm việc của kết cấu, các thông số đầu vào được giữ nguyên, riêng giá trị hệ số này được thay đổi dần để đánh giá. Kết quả được thể hiện như trong hình 4. Nhiều số liệu đã được tính toán, trong bảng chỉ thể hiện những giá trị có tính chất điển hình.

Kết quả khảo sát cho thấy, với hệ số ma sát trên 0,5 kết cấu luôn ổn định và làm việc bình thường, chuyển vị lớn nhất ở bậc trên cùng khoảng 4 mm. Như vậy, với hệ số ma sát thực tế giữa đá với đá khoảng 0,8 thì kết cấu hoàn toàn đủ khả năng chịu lực. Với hệ số ma sát $f = 0,4$, kết cấu bị mất ổn định ở khoảng 26s, tức là trong khi đang chất hoạt tải. Với hệ số ma sát $f = 0,3$, kết cấu bị đổ sớm hơn, ở khoảng 23s, nhưng tại thời điểm khoảng 7s, trong khi chất tĩnh tải, thì có một chuyển vị nhỏ gây dao động trong kết cấu.

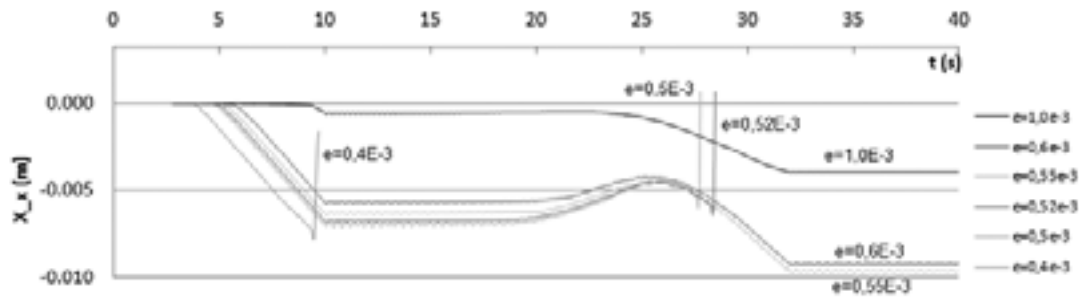
3.3. Ảnh hưởng của lực căng cáp

Trong phần này, các số liệu khác được giữ nguyên, riêng giá trị lực căng cáp được thay đổi thông qua điều chỉnh biến dạng căng ban đầu để đánh giá mức độ ảnh hưởng cũng như xác định lực căng giới hạn. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của lực căng cáp như trong hình 5.

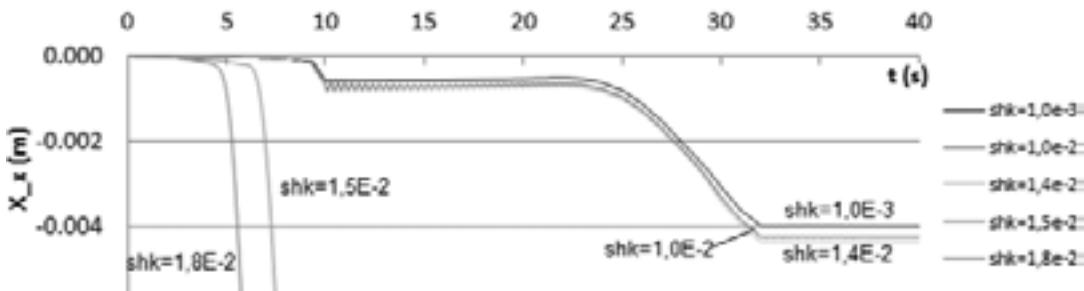
Với biến dạng ban đầu lớn hơn $0,55 \cdot 10^{-3}$ (tương đương lực căng khoảng 20kN), kết cấu đảm bảo làm việc ổn định với chuyển vị bậc đỉnh khoảng 4 đến dưới 10 mm. Với biến dạng ban đầu $e = 0,52 \cdot 10^{-3}$, công trình bị mất ổn định tại thời điểm khoảng 28s, trong quá trình chất hoạt tải. Điều đó có nghĩa kết cấu có thể chịu được tải trọng bản thân và một phần hoạt tải, nếu chất tải toàn bộ các bậc thì công trình sẽ sập đổ. Tương tự, với $e = 0,4 \cdot 10^{-3}$ cầu thang bị phá hoại sớm hơn, tại thời điểm 9,5s dưới tác dụng của trọng lượng bản thân, khi tĩnh tải được chất gần như toàn bộ.

3.4. Ảnh hưởng của sai số hình học

Một đặc điểm của kết cấu gạch đá là quá trình sản xuất, vận chuyển và lắp dựng sử dụng rất nhiều thao tác thủ công, đồng thời độ cứng vật liệu không lớn, do đó dễ dẫn tới những sai lệch, sụt mẻ cấu kiện. Điều này trong nhiều trường hợp làm ảnh hưởng tới độ chính xác của bề mặt tiếp xúc là bộ phận truyền lực chính trong hệ kết cấu này dẫn tới diện tích tiếp xúc thực tế không đảm bảo đủ như thiết kế ban đầu. Trong các trường hợp thông thường, các giai đoạn chế tạo được thực hiện và giám sát tốt, thì sai số này có thể nhỏ không đáng kể. Nhưng nếu điều kiện kỹ thuật không đảm bảo, gây sai số lớn thì có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến



Hình 5. Ảnh hưởng của lực căng cáp đến chuyển vị của bậc đỉnh



Hình 6. Ảnh hưởng của sai số hình học đến chuyển vị của bậc đỉnh

sự làm việc của kết cấu. Do đó nghiên cứu đồng thời tiến hành đánh giá mức độ ảnh hưởng của sai số này thông qua hệ số shk (shrinkage) thể hiện mức độ giảm diện tích bề mặt tiếp xúc giữa hai phần tử:

$$A_{tt} = (1 - shk) \cdot A_{lt}$$

Trong đó:

A_{lt} – diện tích tiếp xúc xác định theo lý thuyết

A_{tt} – diện tích tiếp xúc sử dụng trong tính toán

Hệ số này có tác động trực tiếp đến độ lớn của lực tiếp xúc cũng như cân bằng mômen xoay trong các tiếp xúc kiểu mặt-mặt. Kết quả phân tích ảnh hưởng của sai số hình học thể hiện trong hình 6.

Biểu đồ cho thấy cầu thang làm việc ổn định với sai số hình học nhỏ hơn 1,4%. Vượt quá giá trị này, công trình sẽ bị phá hủy rất nhanh. Kết quả này cho thấy sự nhạy cảm của kết cấu với thông số này.

4. Kết luận và kiến nghị

Kết quả phân tích cho thấy trong điều kiện sử dụng bình thường, với thông số thiết kế và chế tạo đã áp dụng, kết cấu cầu thang kiểu Ridolfi hoàn toàn có thể đảm bảo khả năng làm việc an toàn, đủ điều kiện để đưa vào ứng dụng trong thực tế.

Các tính toán này khẳng định khả năng làm việc và sự cần thiết của cấp ứng lực trước trong việc đảm bảo sự ổn định của công trình này.

Ma sát bề mặt cũng đóng vai trò quan trọng trong sự làm việc ổn định của kết cấu, do đó khi chế tạo những kết cấu tương tự sử dụng vật liệu khác cũng cần quan tâm đến yếu tố này.

Sai số hình học cũng là một yếu tố gây ảnh hưởng đáng kể, nên trong quá trình chế tạo, vận chuyển, dựng lắp cần kiểm soát kỹ để giảm thiểu những sai sót này.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy sự làm việc phi tuyến của công trình. Do đó khi tính toán các công trình tương tự cần xem xét kỹ các điều kiện để có thể áp dụng nguyên lý cộng tác dụng.

Bài báo này là một ví dụ minh họa trực quan cho ứng dụng của phương pháp phần tử rời rạc nói chung, và phương pháp tiếp xúc động không trơn nói riêng, trong việc mô hình hóa tính toán kết cấu gạch đá. Một quy trình tương tự có thể áp dụng với các công trình gạch đá khác, bằng cách điều chỉnh các thông số hình học, các quy luật tiếp xúc, các số liệu tải trọng từ đó cho phép phân tích đầy đủ, chính xác sự làm việc của kết cấu. Các kết quả này góp phần thúc đẩy các nghiên cứu cũng như ứng dụng trong lĩnh vực liên quan.

Các phân tích chi tiết hơn về cách thức phá hoại thông qua kiểm soát lực căng trong cáp và phản lực liên kết sẽ được trình bày trong một bài báo tiếp theo./.

Tài liệu tham khảo

1. P.A. Cundall, O.D.L. Strack (1979), A discrete numerical model for granular assemblies. *Geotechnique* 29, No. 1, 47-65.
2. Phan Thanh Lượng (2020), Ứng dụng phương pháp phần tử rời rạc trong xây dựng, *Tạp chí Kiến trúc & Xây dựng*, số 37, tháng 2.2020.
3. F. Dubois, M. Jean, M. Renouf, R. Mozul, A. Martin, M. Bagnieris (2011), LMGC90, CMSA 2011, 10e Colloque National en Calcul des Structure.
4. M. Jean (1999), The non-smooth contact dynamics method, *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, vol. 177, no. 3-4, pp. 235-257, Jul. 1999.
5. L. Phan (2015), Etude des structures en maçonnerie du génie civil par la méthode des éléments discrets: apports de la méthode « Non Smooth Contact Dynamics », University Montpellier

Đề xuất đồ thị mới tra tỉ số nhịp chia chiều dày sàn theo tải trọng tiêu chuẩn trong thiết kế sàn thép

Proposing a new graph to find the span divide divided by thickness by the standard load in steel floor design

Nguyễn Thanh Tùng

Tóm tắt

Bài báo trình bày cơ sở lý thuyết việc thiết lập công thức để xây dựng đồ thị mới tra tỉ số nhịp sàn chia chiều dày sàn theo tải trọng tiêu chuẩn cho bài toán thiết kế sàn thép và khảo sát sai số đồ thị mới và cũ trong trường hợp khác nhau nhằm khuyến cáo phạm vi áp dụng của trong thực hành.

Từ khóa: Thiết kế sàn thép, nhịp sàn, chiều dày sàn

Abstract

In this paper, we presented the theoretical foundation of finding a formula for building a new graph of span divided by thickness by the standard load in selecting span length and thickness of steel deck designing problem. We also investigated the error in the new graph and old graph in different cases to point out the warning in the application of this new graph in designing practice.

Key words: Steel deck design, deck span, deck thickness

ThS. Nguyễn Thanh Tùng

Bộ môn kết cấu Thép - GỐ

Khoa Xây dựng

ĐT: 0912634901

Email: nguyenthantungb@gmail.com

Ngày nhận bài: 18/5/2020

Ngày sửa bài: 29/5/2020

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

1. Giới thiệu

Sàn thép là một trong các cấu kiện cơ bản thường gặp trong kết cấu thép. Trong tính toán sàn thép, thường coi sàn thép làm việc theo 1 phương, do đó có thể cắt 1 dải bản ra để tính với sơ đồ như một dầm có liên kết khớp hai đầu với mô đun đàn hồi qui đổi, sàn thép cần phải kể đến ảnh hưởng của độ võng tới lực căng trong sàn để tiết kiệm và làm việc sát thực tế khi tính toán. Từ giả thiết này, có thể thiết lập được hệ công thức tính toán cho sàn thép như trong các giáo trình tính toán kết cấu thép hiện hành [2].

Vì sàn có chiều dày nhỏ nên thông thường trong thiết kế trạng thái giới hạn 1 (võng) xảy ra trước trạng thái giới hạn 2 (bền). Như vậy bài toán thiết kế là tìm tỉ số l/t sao cho độ võng của sàn bằng độ võng cho phép và được cho trong [1,2] (xem công thức 13). Tuy nhiên, giáo trình [2] không đưa ra cơ sở lý thuyết và phạm vi áp dụng công thức. Do đó, mục tiêu của bài viết là khảo sát cơ sở lý thuyết của công thức (13) và phạm vi áp dụng của công thức này phục vụ cho mục đích giảng dạy và ứng dụng thực hành. Bài viết sẽ trình bày cơ sở lý thuyết, các công thức chính xác và gần đúng để tìm tỉ số l/t thỏa mãn điều kiện về độ võng.

2. Nội dung

2.1. Thiết lập công thức tính toán l/t theo q , n_0

Trong bài toán thiết kế, cần phải chọn chiều dày sàn và nhịp sàn sao cho độ võng của sàn bằng độ võng giới hạn, từ đó ta có điều kiện sau

$$\Delta = [\Delta] = \frac{l}{n_0} \quad (1)$$

Trong đó n_0 là nghịch đảo của độ võng cho phép [2]

$$n_0 = \left[\frac{1}{\Delta} \right] \quad (2)$$

Thay công thức tính độ võng theo [2]

$$\Delta = \frac{\Delta_0}{1 + \alpha} \quad (3)$$

Vào (1)

$$\frac{\Delta_0}{1 + \alpha} = \frac{1}{n_0} \quad (4)$$

Từ đó thu được

$$\alpha = \frac{\Delta_0}{l} n_0 - 1 \quad (5)$$

Theo [2] có α là nghiệm của phương trình

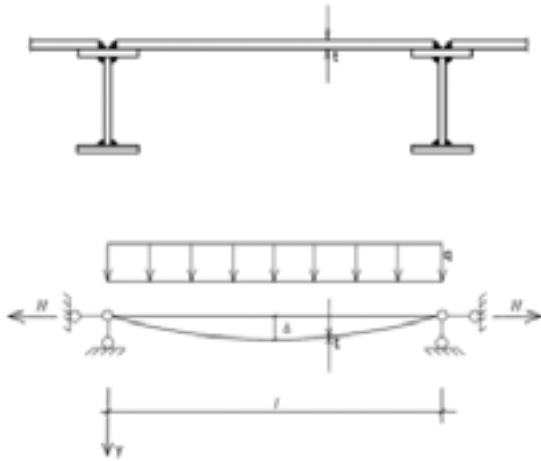
$$\alpha(1 + \alpha)^2 = 3 \left(\frac{\Delta_0}{t} \right)^2 \quad (6)$$

Thay α từ (5) vào (6) có

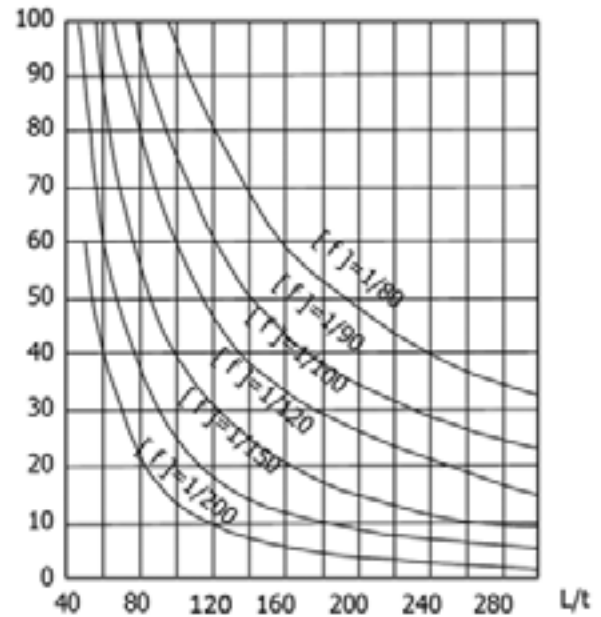
$$\left(\frac{\Delta_0}{l} n_0 - 1 \right) \left(\frac{\Delta_0}{l} n_0 \right)^2 = 3 \left(\frac{\Delta_0}{t} \right)^2 \quad (7)$$

Hay rút gọn lại là

$$\left(\frac{\Delta_0}{l} n_0 - 1 \right) \left(\frac{n_0}{l} \right)^2 = \frac{3}{t^2}$$



Hình 1. Sơ đồ tính toán của bài toán sàn mỏng có kể đến biến dạng



Hình 2. Đồ thị quan hệ giữa tải trọng và độ võng theo [1,2]

(8)

Theo [1,2] Δ_0 là độ võng của dầm đơn giản cho bởi

$$\Delta_0 = \frac{5}{384} \frac{q_c l^4}{E_1 I} = \frac{5}{384} \frac{q_c l^4}{E_1 \frac{t^3}{12}} = \frac{5}{32} \frac{q_c}{E_1} \left(\frac{l}{t}\right)^3 l \quad (9)$$

Trong đó q_c là tải trọng tiêu chuẩn tác dụng lên sàn, l – nhịp sàn, $E_1 = E/(1-\nu^2)$ – mô đun đàn hồi quy đổi khi tính toán sàn, ν – hệ số Poisson, E – mô đun đàn hồi của sàn.

Thay (9) vào (7) có

$$\left(\frac{5}{32} \frac{q_c}{E_1} \left(\frac{l}{t}\right)^3 n_0 - 1 \right) \left(\frac{n_0}{l} \right)^2 = \frac{3}{t^2} \quad (10)$$

Từ đó có phương trình để xác định tỉ số nhịp sàn / chiều dày sàn để độ võng bằng độ võng giới hạn:

$$\left(\frac{l}{t} \right)^3 - \frac{96}{5 n_0^3 q_c} E_1 \left(\frac{l}{t} \right)^2 - \frac{32}{5 n_0 q_c} E_1 = 0 \quad (11)$$

Nghiệm chính xác của phương trình

$$\frac{1}{t} = \frac{1}{5 n_0^3 q_c} \left[-2(-1)^{\frac{2}{3}} \left(-4096 E_1^3 - 50 E_1 n_0^8 q_c^2 + 10 \sqrt{E_1^2 n_0^8 q_c^2 (4096 E_1^2 + 25 n_0^8 q_c^2)} \right) + 32 E_1 \left(1 + \frac{8(-1)^{\frac{1}{3}} 2^{\frac{2}{3}} E_1}{\left(-2048 E_1^3 - 25 E_1 n_0^8 + 5 \sqrt{E_1^2 n_0^8 q_c^2 (4096 E_1^2 + 25 n_0^8 q_c^2)} \right)^{\frac{1}{3}}} \right) \right] \quad (12)$$

A. Л. Телоян [1] đã tìm được nghiệm gần đúng của phương trình (12) dưới dạng đơn giản hơn, dễ áp dụng trong thực hành

$$\left[\frac{1}{t} \right] = \frac{4 n_0}{15} \left(1 + \frac{72 E_1}{n_0^4 q_c} \right) \quad (13)$$

Từ đó có thể lập ra được đồ thị quan hệ (l/t) đối với các trường hợp khác nhau theo [1,2] như đồ thị Hình 2.

2.2. Thiết lập đồ thị và bảng tra mới tra cứu l/t theo q_c

Từ công thức (11)

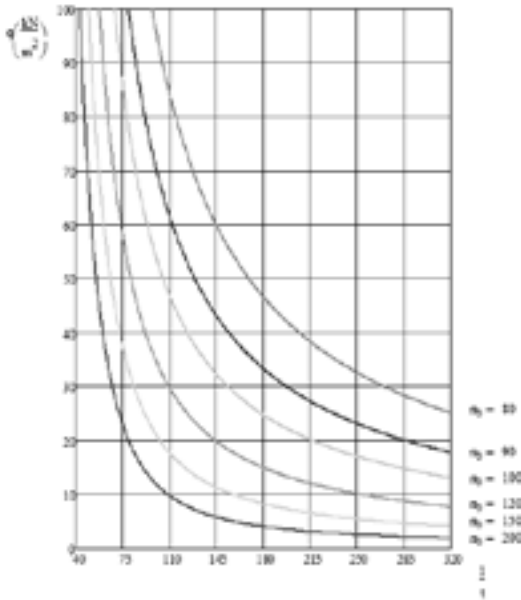
$$\left(\frac{l}{t} \right)^3 - \frac{96 E_1}{5 n_0^3 q_c} \left(\frac{l}{t} \right)^2 - \frac{32 E_1}{5 n_0 q_c} = 0$$

Bảng 1. Bảng tra giá trị $[I/t]$ theo q

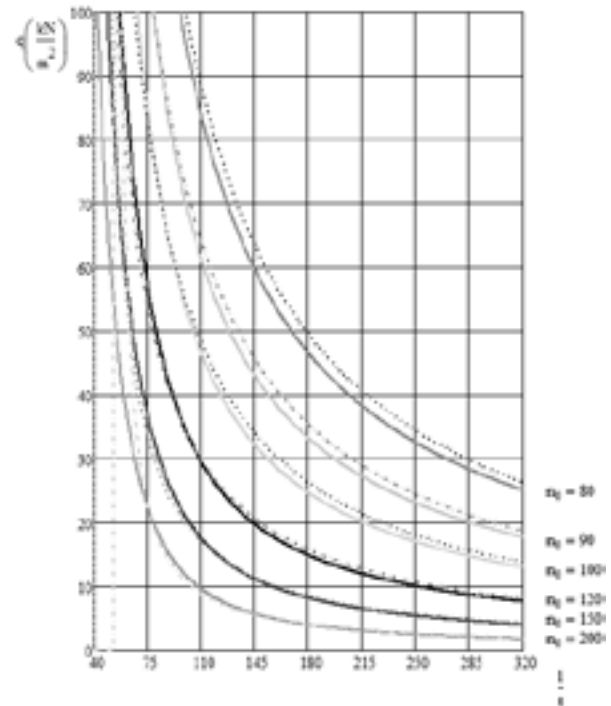
$q(kN/m^2)$	$[I/t]$ ($n_0=80$)	$[I/t]$ ($n_0=90$)	$[I/t]$ ($n_0=100$)	$[I/t]$ ($n_0=120$)	$[I/t]$ ($n_0=150$)	$[I/t]$ ($n_0=200$)
2	3938.042	2766.408	2017.651	1170.752	609.3969	291.5333
4	1969.832	1384.663	1011.285	591.3406	320.4766	178.6427
6	1314.121	924.7213	676.8889	400.525	227.8705	140.6311
8	986.5327	695.2201	510.4477	306.5633	182.8369	120.6789
10	790.1906	557.8845	411.1506	251.0971	156.1934	108.0064
12	659.4691	466.6208	345.3886	214.6933	138.4875	99.06364
14	566.2426	401.673	298.7557	189.0505	125.7842	92.31924
16	496.4478	353.1622	264.048	170.0426	116.1654	86.99538
18	442.2715	315.5996	237.2637	155.3966	108.5868	82.65113
20	399.0257	285.6913	216.0029	143.7622	102.4316	79.01588
22	363.7267	261.3413	198.7398	134.2903	97.31166	75.91333
24	334.3854	241.1522	184.4585	126.4212	92.97029	73.22306
26	309.6247	224.1565	172.4574	119.7721	89.23065	70.85971
28	288.4607	209.6634	162.2366	114.0728	85.96676	68.76084
30	270.172	197.1668	153.4307	109.1273	83.08632	66.87959
32	254.2174	186.287	145.7666	104.79	80.52004	65.18
34	240.183	176.7341	139.0367	100.9509	78.21481	63.63395
36	227.7471	168.283	133.08	97.52503	76.12922	62.21911
38	216.6554	160.7559	127.7702	94.44575	74.23041	60.91746
40	206.7049	154.0112	123.0066	91.66029	72.492	59.71429
42	197.7308	147.9341	118.7084	89.12612	70.89251	58.59747
44	189.5988	142.4313	114.8097	86.80869	69.41427	57.55685
46	182.1975	137.4257	111.2565	84.67957	68.04258	56.58391
48	175.4345	132.8531	108.0038	82.71519	66.76512	55.67141
50	169.2321	128.6599	105.0143	80.89581	65.57146	54.81316
52	163.5244	124.8009	102.2565	79.20479	64.45274	54.00384
54	158.2555	121.2377	99.7037	77.62801	63.40134	53.23882
56	153.3776	117.9374	97.33317	76.15337	62.41067	52.51408
58	148.8492	114.8718	95.1254	74.77047	61.47503	51.8261
60	144.6348	112.0165	93.06357	73.47032	60.58943	51.17177
62	140.7032	109.3505	91.13313	72.24507	59.7495	50.54835
64	137.0272	106.8552	89.32137	71.08788	58.95137	49.9534
66	133.5829	104.5147	87.6172	69.99275	58.19164	49.38475
68	130.3494	102.3146	86.01087	68.95435	57.46726	48.84045
70	127.3081	100.2426	84.49378	67.968	56.77553	48.31875
72	124.4424	98.28739	83.05831	67.02951	56.11402	47.81808
74	121.7378	96.43928	81.6977	66.13515	55.48055	47.33701
76	119.181	94.68945	80.40592	65.28159	54.87316	46.87426
78	116.7603	93.03006	79.17759	64.46582	54.29005	46.42864
80	114.4652	91.45408	78.00785	63.68515	53.72963	45.9991
82	112.2862	89.95517	76.89237	62.93712	53.19043	45.58465
84	110.2146	88.52763	75.82722	62.21953	52.67111	45.18439
86	108.2427	87.16631	74.80884	61.53037	52.17045	44.79751
88	106.3635	85.86654	73.83402	60.8678	51.68734	44.42325
90	104.5706	84.62407	72.89983	60.23015	51.22075	44.06092
92	102.858	83.43505	72.00361	59.6159	50.76973	43.70986
94	101.2205	82.29595	71.14293	59.02364	50.33342	43.3695
96	99.65325	81.20357	70.31556	58.45209	49.91102	43.03926
98	98.15171	80.15495	69.51946	57.90006	49.50178	42.71865
100	96.71181	79.14739	68.75276	57.36646	49.10501	42.40719

Bảng 2. Sai số lớn nhất của đồ thị xấp xỉ so với chính xác tương ứng với giá trị tải trọng

n_0	80	90	100	120	150	200
Sai số lớn nhất(%)	5.67815	5.67815	5.67815	5.67815	3.95769	34.164
Giá trị q_c để sai số lớn nhất (kN/m ²)	52,9724	33,0705	21,6975	10,4637	35,2294	100



Hình 3. Đề xuất đồ thị quan hệ mới giữa tải trọng và độ võng theo nghiệm chính xác theo các giá trị n_0 khác nhau



Hình 4. So sánh đồ thị quan hệ giữa tải trọng và độ võng theo đồ thị cũ của giáo trình kết cấu thép theo và đồ thị mới (giá trị nét liền là đồ thị mới, nét đứt là đồ thị cũ)

Giải được q_c chính xác như sau

$$q_c \left(\left[\frac{l}{t} \right], n_0 \right) = \frac{96E_1 \left[\frac{l}{t} \right]^2 + 32E_1 n_0}{5 \left[\frac{l}{t} \right]^3 n_0^3} \quad (14)$$

Từ công thức(13)

$$\left[\frac{l}{t} \right] = \frac{4n_0}{15} \left(1 + \frac{72E_1}{n_0^4 q_c} \right)$$

Giải được q'_c gần đúng như sau:

$$q'_c \left(\left[\frac{l}{t} \right], n_0 \right) = \frac{72E_1}{n_0^4 \left(\frac{15 \left[\frac{l}{t} \right]}{4n_0} - 1 \right)} \quad (15)$$

Thiết lập được đồ thị mới theo công thức (14) (Hình 3)

Vì việc tra cứu đồ thị có thể khó khăn trong thực hành, để thuận tiện cho việc tính toán có thể lập ra bảng tra số 1 (Bảng 1).

Từ việc so sánh hai đồ thị cũ và mới có được các sai số lớn nhất tương ứng với các giá trị n_0 được tập hợp trong bảng 2.

4. Kết luận

Khi chọn sàn thỏa mãn công thức (13) thì sẽ có độ võng xấp xỉ độ võng tới hạn, tuy nhiên có sai số so với nghiệm chính xác là công thức (12), sai số lớn nhất trong các trường hợp là khoảng 34.164% đối với trường hợp $n_0=200$, $q_c=100$ N/mm² nếu muốn sử dụng công thức (13) với sai số chấp nhận được (<5%) đối với trường hợp $n_0=200$, thì chỉ được phép áp dụng (13) với tải trọng nhỏ hơn 20 kN/m². Các trường hợp khác sai đều có số <6% là chấp nhận được trong thực hành.

Đồ thị cũ (hình 2) được thiết lập dựa trên công thức (13) không áp dụng được với $q > 55$ (kN/m²) do thiếu sót của công thức (13). Vì vậy, bài báo đã lập ra đồ thị và bảng tra mới nhằm chính xác hóa đồ thị cũ. Bảng tra 1 để vận dụng giúp người thiết kế nhanh chóng chọn được l và t của sàn rút ngắn quá trình thiết kế vì giảm bớt việc tính toán nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác mà không phải áp dụng công thức chính xác (12) khá dài.

Tài liệu tham khảo

1. *Металлические конструкции*, Е. И. беленья. Москва, 1986.
2. *Phạm Văn Hội (chủ biên). Kết cấu thép - Cấu kiện cơ bản*. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, 2006.

Hệ số chiều dài tính toán cột khung nhiều tầng trong một số tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép

The effective length factor of the column in multi-stories in some steel design codes

Nguyễn Thanh Tùng, Mai Trọng Nghĩa

Tóm tắt

Hệ số chiều dài tính toán có ảnh hưởng lớn đến tải trọng giới hạn của cột khung nhà nhiều tầng. Bài viết trình bày cơ sở lý thuyết và công thức để tính toán hệ số chiều dài tính toán trong một số tiêu chuẩn từ đó áp dụng vào ví dụ tính toán để đưa ra các nhận xét.

Từ khóa: chiều dài tính toán, ổn định cột khung

Abstract

The effective length factor has a large impact on the ultimate load of columns in multi-stories frames. In this paper, we present the theoretical foundation and formulae for the calculation of the effective length factor of columns in some design codes. We also present the calculation exams to induct some commentaries.

Key words: effective length factor, column stability in frame

1. Giới thiệu

Khi tính toán thiết kế cột khung nhà nhiều tầng, yếu tố hệ số chiều dài tính toán (K hoặc μ) ảnh hưởng rất lớn đến lực tới hạn mất ổn định (theo công thức ổn định của Euler là tỉ lệ nghịch với bình phương). Bài toán ổn định kinh điển của Euler chỉ xét những liên kết lý tưởng, không có thực trong công trình như bảng 1.

Trong thực tế, cột trong khung nhà nhiều tầng có thể không có liên kết lý tưởng mà ở hai đầu nút cột được liên kết với các cấu kiện khác (dầm hoặc cột khác). Vì vậy sơ đồ lý tưởng không còn đúng nữa và vì vậy cần phải thiết lập lại bài toán để tính toán chiều dài tính toán qui đổi về sơ đồ liên kết chuẩn (hai đầu khớp). Từ đó qui đổi được chiều dài tính toán của cột liên kết thực trong khung nhằm tăng độ chính xác của bài toán ổn định.

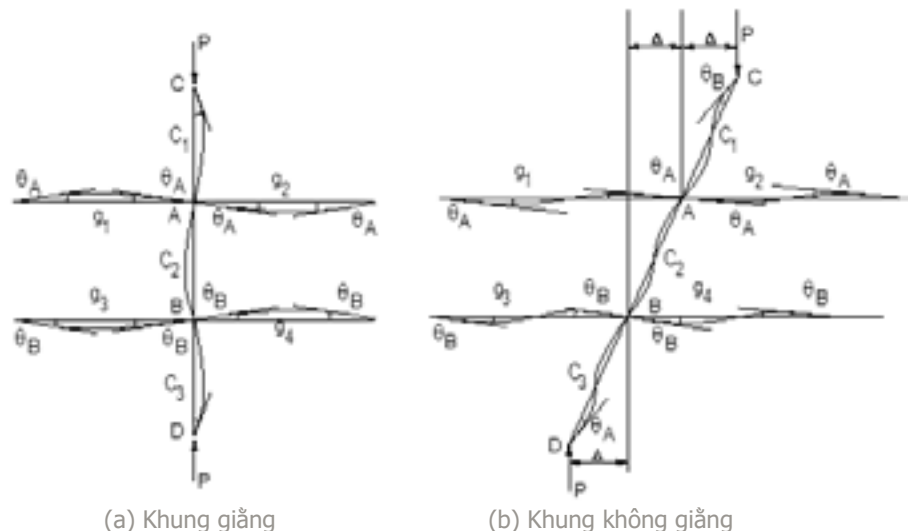
Trong các tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép, các khung có thể được phân chia thành các khung giằng hoặc các khung không giằng. Một cột có thể được xem là giằng theo một hướng nhất định khi tính ổn định của kết cấu nói chung được cho bởi các vách, thanh giằng hoặc các thanh chống được thiết kế để chịu tất cả các lực ngang theo hướng đó. Một cột không được giằng hoàn toàn theo một mặt phẳng nhất định khi sức chịu các tải trọng ngang xuất phát từ sự uốn các cột. Trong thực tế không có khung giằng hoàn toàn và không có ranh giới rõ ràng tồn tại giữa các khung giằng và không giằng. Bảng 2 mô tả khái niệm cột trong khung giằng và không giằng.

2. Hệ số chiều dài tính toán dựa trên lời giải lý thuyết ổn định

Trong các tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép, sự tác động qua lại giữa cấu kiện chịu nén với cấu kiện lân cận hoặc một bộ phận của kết cấu được mô hình như hình dưới

Phương pháp gần đúng này dựa vào những giả thiết sau:

1. Tất cả dầm và cột là hoàn toàn đàn hồi.



Hình 2. Các mô hình cho hệ số K của cột khung.

ThS. Nguyễn Thanh Tùng

ThS. Mai Trọng Nghĩa

Bộ môn kết cấu Thép – Gỗ

Khoa Xây dựng

ĐT: 0912634901

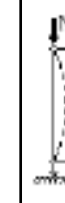
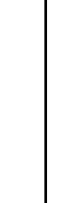
Email: nguyenthantungb@gmail.com

Ngày nhận bài: 25/5/2019

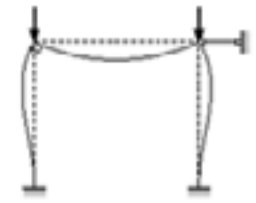
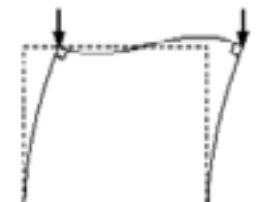
Ngày sửa bài: 23/5/2019

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

Bảng 1. Hệ số chiều dài tính toán của cột có liên kết lý tưởng

Cách liên kết và dạng tải trọng								
Hệ số K theo lý thuyết	1,0	0,7	0,5	2,0	1,0	2,0	0,725	1,12

Bảng 2. Giới hạn của chiều dài tính toán cột trong khung giằng và không giằng

	Ngàm tại chân	Khớp tại chân
Khung giằng	 $0.5 \leq K \leq 0.7$	 $0.7 \leq K \leq 1.0$
Khung không giằng	 $1.0 \leq K \leq 2$	 $2.0 \leq K \leq \infty$

2. Tất cả các cấu kiện có mặt cắt ngang không đổi.

3. Với khung giằng, góc xoay các điểm đối diện của liên kết dầm là bằng nhau về độ lớn, gây ra sự uốn cong 2 chiều. Kiểu biến dạng này chỉ xảy ra cho những khung chữ nhật tuần hoàn vô hạn với những cột, dầm và liên kết như nhau.

4. Với khung không giằng, góc xoay các điểm đối diện của liên kết dầm là bằng nhau về độ lớn, gây ra sự uốn cong 2 chiều.

5. Tham số độ cứng $L / \sqrt{P / EI}$ là như nhau cho tất cả các cột.

6. Mômen-góc xoay của tất cả các liên kết dầm-cột là như nhau.

7. Tất cả các cột đồng thời uốn dọc.

8. Lực dọc trong dầm là không đáng kể.

Độ cứng đàn hồi của các nút A và B được cho bởi

$$G_A = \frac{\sum (E_c I_c / L_c)_A}{\sum (E_g I_g / L_g)_A} \quad (1)$$

$$G_B = \frac{\sum (E_c I_c / L_c)_B}{\sum (E_g I_g / L_g)_B} \quad (2)$$

Trong đó, dấu tổng có nghĩa là độ cứng của tất cả các phần tử nối với điểm nằm trên mặt phẳng mất ổn định của cột đang được xét. I_c là mômen quán tính, L_c là chiều dài giữa gối tựa của cột. I_g là mômen quán tính, L_g là chiều dài giữa các gối tựa dầm hoặc các cấu kiện tựa khác. I_c và I_g được lấy quanh trục vuông góc với mặt phẳng bị mất ổn định đang xét.

Galambos, 1988 đã giải bài toán này và đưa ra phương trình dưới đây để xác định chiều dài tính toán của cột trong khung.

Khung không giằng:

$$\frac{G_A G_B (\pi / K)^2 - 36}{6(G_A + G_B)} = \frac{\pi}{K} \cot\left(\frac{\pi}{K}\right) \quad (3)$$

Khung giằng:

$$\frac{G_A G_B}{4} \left(\frac{\pi}{K}\right)^2 + \left(\frac{G_A + G_B}{2}\right) \left[1 - \frac{\pi}{K} \cot\left(\frac{\pi}{K}\right)\right] + 2 \frac{\tan(\pi / 2K)}{\pi / K} - 1 = 0 \quad (4)$$

3. Hệ số chiều dài tính toán theo các tiêu chuẩn

Vì phương trình (3) và (4) là phương trình siêu việt, do đó tìm nghiệm của nó trong thực hành là khó khăn nên các tiêu chuẩn đưa ra hoặc là phương pháp đồ thị hoặc công thức xấp xỉ nghiệm gần đúng như được trình bày ở dưới đây.

3.1 Tiêu chuẩn AISC

Tiêu chuẩn AISC dựa vào (3) và (4) để đưa ra đồ thị giúp cho việc tra cứu thuận tiện trong thực hành. Tuy nhiên điều này dẫn tới khó khăn cho lập bảng tính tự động.

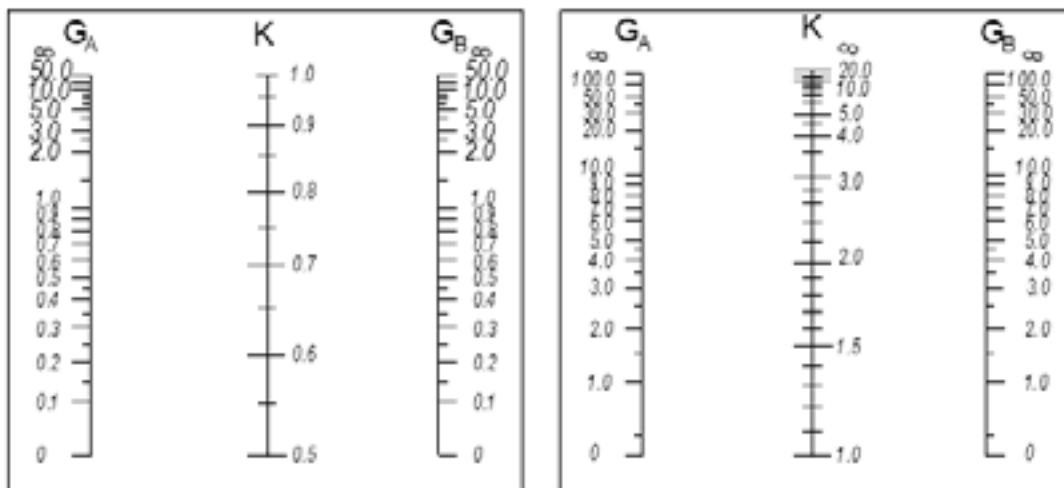
Trong đó G_A , G_B là tỉ số độ cứng tương đối giữa cột và dầm ở đầu A và B như hình 2 và được lấy theo (1) và (2).

3.2 Tiêu chuẩn EC 3

a) Khung không giằng

Khung không giằng được định nghĩa là khung có chuyển vị ngang đáng kể; hệ số chiều dài tính toán K, sẽ lớn hơn 1 và tiến tới vô cùng nếu như các dầm ngang rất mềm. Hệ số chiều dài tính toán của cột trong khung không giằng lấy theo

$$K = \sqrt{\frac{1 - 0.2(\eta_b + \eta_t) - 0.12\eta_b\eta_t}{1 - 0.8(\eta_b + \eta_t) + 0.6\eta_b\eta_t}} \quad (5)$$



(a) Khung giằng

(b) Khung không giằng

Hình 3. Biểu đồ xác định chiều dài tính toán của cột trong khung

b) Khung giằng

Khung giằng được định nghĩa là khung có chuyển vị ngang nhỏ. Hệ số chiều dài tính toán tính theo công thức sau

$$K = \frac{1 + 0.145(\eta_b + \eta_t) - 0.265\eta_b\eta_t}{2 - 0.364(\eta_b + \eta_t) - 0.247\eta_b\eta_t} \quad (6)$$

Trong đó

Hai hệ số đặc trưng cho liên kết hai đầu cột là η_t và η_b được tính bởi công thức

$$\eta_t = K_C / (K_C + \Sigma K_{b,t}) \quad (7)$$

$$\eta_b = K_C / (K_C + \Sigma K_{b,b}) \quad (8)$$

K_C là độ cứng của cột = I_C/L

ΣK_b là tổng độ cứng hữu hiệu của dầm tại nút khung phía dưới (b) và phía trên(t)

3.3 Tiêu chuẩn TCVN 5575:2012

a) Khung không giằng

Loại khung này trong tiêu chuẩn định nghĩa là loại khung có chuyển vị ngang khi chịu tải (tại các nút khung không có liên kết chống chuyển vị ngang).

Khi $n \leq 0,2$

$$\frac{(p + 0,68)\sqrt{n + 0,22}}{\sqrt{0,68p(p + 0,9)(n + 0,08) + 0,1n}} \quad (9)$$

Khi $n > 0,2$

$$\frac{(p + 0,63)\sqrt{n + 0,28}}{\sqrt{pn(p + 0,9) + 0,1n}} \quad (10)$$

Bảng 3. Các tham số của khung

Tầng trên cùng	
Một nhịp	Nhiều nhịp
$n = \frac{I_b l_c}{2I_c}$	$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$
$p = \frac{I_t l_c}{2I_c}$	$p = \frac{k(p_1 + p_2)}{k + 1}$

Các tầng giữa	
Một nhịp	Nhiều nhịp
$n = \frac{I_b l_c}{2I_c}$	$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$
$p = \frac{I_t l_c}{2I_c}$	$p = \frac{k(p_1 + p_2)}{k + 1}$
Tầng dưới cùng	
Một nhịp	Nhiều nhịp
$n = \frac{I_b l_c}{2I_c}$	$n = \frac{k(n_1 + n_2)}{k + 1}$
$p = \frac{I_t l_c}{I_c}$	$p = \frac{2k(p_1 + p_2)}{k + 1}$

b) Khung giằng

Với khung không có chuyển vị ngang khi chịu tải (các nút khung có liên kết chống chuyển vị ngang) và tải trọng tại các nút như nhau:

$$\mu = \sqrt{\frac{1 + 0,46(p + n) + 0,18pn}{1 + 0,93(p + n) + 0,71pn}} \quad (11)$$

Trong công thức p và n lấy như sau:

– Với khung 1 tầng: $p = I_t l_c / I_c$; $n = I_b l_c / I_c$;

– Với khung nhiều tầng: + Đối với tầng trên cùng:

$$p = 0,5(p_1 + p_2); n = n_1 + n_2; \quad (12)$$

+ Đối với các tầng giữa:

$$p = 0,5(p_1 + p_2); n = 0,5(n_1 + n_2); \quad (13)$$

+ Đối với tầng dưới cùng:

$$p = p_1 + p_2; n = 0,5(n_1 + n_2). \quad (14)$$

trong đó p_1, p_2, n_1, n_2 lấy như sau:

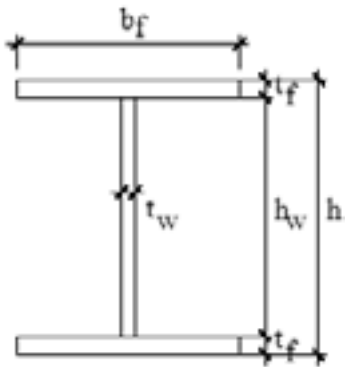
$$n_1 = I_{b1} l_c / I_1 l_c; n_2 = I_{b2} l_c / I_2 l_c; p_1 = I_{t1} l_c / I_1 l_c; p_2 = I_{t2} l_c / I_2 l_c;$$

k – số nhịp; l, l_1, l_2 – các nhịp khung;

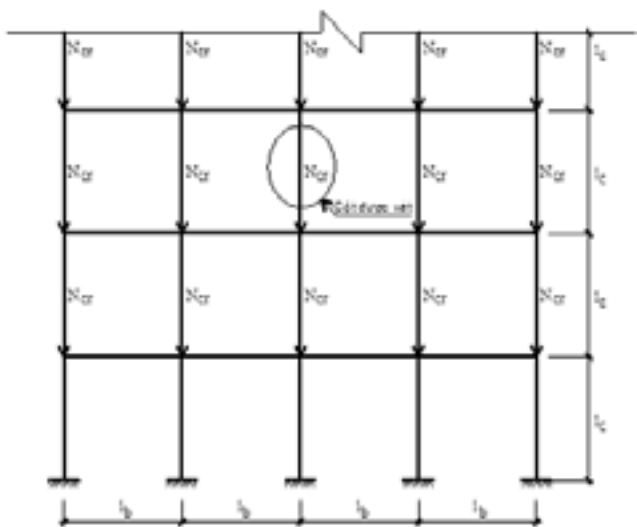
4. So sánh

Để có thể so sánh các công thức, xét bài toán tính toán

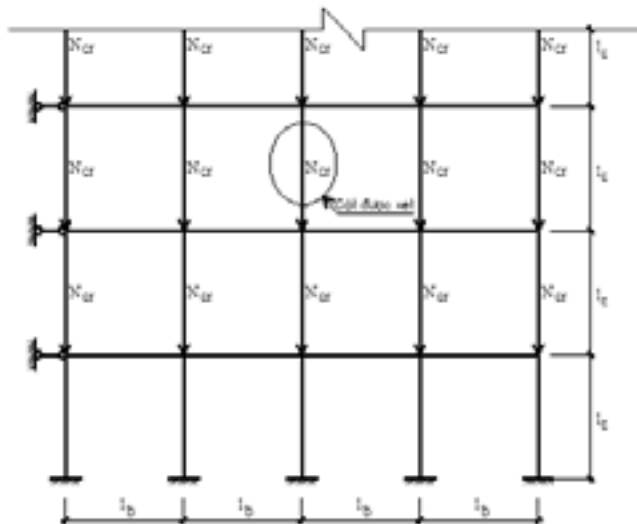
hệ số chiều dài tính toán của khung thép với các tham số như ở



Hình 4. Các kích thước tiết diện khung



Hình 5. Sơ đồ tính toán khung không giằng



Hình 6. Sơ đồ tính toán khung giằng

Bảng 4. Các tham số kích thước tiết diện khung

Loại	L(m)	bf	tf	h	tw	Ix-x
Dầm trên trái	7	20	1	60	0.8	47820.8
Dầm trên phải	7	20	1	60	0.8	47820.8
Dầm dưới trái	7	20	1	60	0.8	47820.8
Dầm dưới phải	7	20	1	60	0.8	47820.8
Cột trên	3.6	20	1	40	0.8	18871.5
Cột trung gian	3.6	20	1	40	0.8	18871.5
Cột dưới	3.6	20	1	40	0.8	18871.5

Kết quả tính toán hệ số chiều dài tính toán của khung cho ở bảng sau

Bảng 5. Chiều dài tính toán khung không giằng theo các tiêu chuẩn

Tiêu chuẩn	AISC (lý thuyết)	EC 3	TCVN
Hệ số chiều dài tính toán	1.247	1.270	1.150

Kết quả tính toán hệ số chiều dài tính toán của khung cho ở bảng sau

Bảng 6. Chiều dài tính toán khung giằng theo các tiêu chuẩn

Tiêu chuẩn	AISC (lý thuyết)	EC 3	TCVN
Hệ số chiều dài tính toán	0.740	0.657	0.736

5. Kết luận

Các tiêu chuẩn đều phân ra làm hai loại: khung giằng, khung không giằng để tính toán chiều dài tính toán mặc dù tên gọi có thể là khác nhau. Hệ số chiều dài tính toán trong các tiêu chuẩn có xét tới độ cứng của các liên kết dầm và cột xung quanh.

Chiều dài tính toán theo các tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép là tương đối sát nhau và có cùng một cơ sở lý thuyết thống nhất, tuy nhiên hình thức có khác nhau do dựa vào các phương trình xấp xỉ nghiệm chính xác khác nhau nghiệm của phương trình ổn định. Tiêu chuẩn Việt Nam đưa ra nhiều công thức nhưng các tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép khác chỉ đưa ra một công thức dùng được cho mọi trường hợp.

Tiêu chuẩn AISC cho dưới dạng đồ thị đưa ra kết quả sát với lý thuyết về ổn định nhất nhưng không thuận tiện cho việc lập công thức tự động tính toán cho bảng tính. Tiêu chuẩn TCVN 5575:2012 và EC 3 đưa ra công thức thuận tiện cho tính toán trong bảng tính./.

Tài liệu tham khảo

1. Kết cấu thép – Tiêu chuẩn thiết kế. TCVN 5575:2012. Nhà xuất bản Xây dựng, 2012.
2. Ổn định đàn hồi. S.P. Timoshenko, J.M. Gere. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1976.
3. AISC ASD Manual 9th Edition. American Institute of Steel Construction, 2003.
4. Steel Structure: Behaviour and LRFD. Vinnakota. The McGraw-Hill Company, 2005.
5. Manual for the design of steelwork building structures to EC3. The Institution of Structural Engineers The Institution of Civil Engineers. Published by SETO, 11 Upper Belgrave Street, London SW1X 8BH. 2000.

Phản xạ và khúc xạ của sóng P đối với biên phân chia nhám giữa hai bán không gian monoclinic

Reflection and refraction of p wave from a rough interface between two monoclinic half-spaces

Đỗ Xuân Tùng

Tóm tắt

Trong bài báo này tác giả xét sự phản xạ, khúc xạ của sóng phẳng P đối với biên phân chia có độ nhám cao giữa hai bán không gian đàn hồi monoclinic. Sử dụng các kỹ thuật của phương pháp thuần nhất hóa, tác giả thay miền với biên phân chia có độ nhám cao bằng một lớp vật liệu không thuần nhất với biên là các đường thẳng. Giả sử sóng tới là quasi P(qP) trong mặt phẳng x_1x_3 , hai sóng qP và qSV được sinh ra ở bán không gian trên và dưới. Các liên hệ giữa phương của dịch chuyển và lan truyền sóng được thiết lập. Biểu thức hệ số phản xạ, khúc xạ của các sóng qP và qSV cũng được tìm ra.

Từ khóa: phản xạ, khúc xạ, biên phân chia độ nhám cao

Abstract

In this paper, the reflection and refraction of a plane wave at a rough interface between two monoclinic half-spaces have been considered by the author. By standard techniques of the homogenized method, the author replaces the domain with the rough interface with a material layer with an interface are two straight lines. It has been assumed that due to the incidence of a plane quasi-P (qP) wave in the plane, two types of waves, namely, quasi-P (qP) and quasi-SV (CSV), will be generated in the lower half-space whereas qP and CSVCSV waves will be generated in the upper half-space. Some specific relations have been established between directions of motion and propagation, respectively. The expressions for reflection coefficients of qP, CSV, and refracted coefficients of qP and CSVCSV waves are obtained.

Key words: reflection, refraction, rough interface

TS. Đỗ Xuân Tùng

Bộ môn Cơ học lý thuyết,

Khoa Xây dựng

ĐT: 0984.468.136

Email: tungdx2783@gmail.com

Ngày nhận bài: 5/10/2019

Ngày sửa bài: 25/10/2019

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

1. Giới thiệu

Các bài toán với biên phân chia giữa hai miền đàn hồi xuất hiện nhiều trong thực tế như: sự tán xạ của sóng đàn hồi [10], sự phản xạ, khúc xạ với biên phân chia nhám[3,5]... Khi biên phân chia có độ nhám cao thì phương pháp thuần nhất hóa được sử dụng [2,8]. Quá trình lan truyền sóng khối và sóng mặt trong môi trường dị hướng phức tạp hơn nhiều so với môi trường đẳng hướng. Vận tốc pha của các sóng này phụ thuộc vào hướng lan truyền sóng [3]. Các bài toán lan truyền của các sóng đàn hồi được nhiều tác giả quan tâm, nếu môi trường có tính đến ứng suất trước phải kể đến các công trình của Norris [4]. Trong số các bài toán này thì bài toán phản xạ, khúc xạ của các sóng có nhiều ứng dụng trong thực tế. Tuy nhiên, các tác giả mới chỉ xét đối với biên phân chia phẳng [1],[3] hoặc biên phân chia có độ nhám thấp[5]. Khi biên phân chia có độ nhám cao, các kết quả còn khá hạn chế.

Gần đây, Vinh và các cộng sự [8] đã tìm ra phương trình thuần nhất hóa với biên phân chia có độ nhám cao dao động giữa hai đường thẳng song song. Miền với biên phân chia được thay bởi 1 lớp không thuần nhất với biên phân chia là phẳng. Do đó, bài toán phản xạ, khúc xạ của sóng đối với biên phân chia có độ nhám cao được đưa về bài toán phản xạ, khúc xạ đối với lớp kẹp giữa hai bán không gian. Mục tiêu chính trong bài báo này là nghiên cứu sự phản xạ, khúc xạ của sóng P đối với biên phân chia có độ nhám cao giữa 2 miền đàn hồi monoclinic. Mỗi liên hệ giữa phương dịch chuyển và phương lan truyền sóng được thiết lập. Các hệ số phản xạ, khúc xạ được tìm ra và chúng có nhiều ứng dụng trong các bài toán thực tế.

2. Hệ các phương trình cơ bản và mối liên hệ giữa phương dịch chuyển và phương lan truyền sóng

Xét vật thể đàn hồi thuần nhất dị hướng monoclinic với mặt phẳng đối xứng trùng với mặt phẳng x_1x_3 . Trạng thái biến dạng phẳng với các thành phần chuyển dịch có dạng như sau:

$$u_i = u_i(x_1, x_3, t); \frac{\partial u_i}{\partial x_2} \equiv 0; (i = 1, 3) \quad (1)$$

Mối liên hệ giữa ứng suất với các thành phần chuyển dịch có dạng [1]

$$\begin{aligned} \sigma_{11} &= c_{11}u_{1,1} + c_{13}u_{3,3} + c_{15}(u_{1,3} + u_{3,1}) \\ \sigma_{13} &= c_{15}u_{1,1} + c_{35}u_{3,3} + c_{55}(u_{1,3} + u_{3,1}) \\ \sigma_{33} &= c_{13}u_{1,1} + c_{35}u_{3,3} + c_{35}(u_{1,3} + u_{3,1}) \end{aligned} \quad (2)$$

Phương trình chuyển động bỏ qua lực khối:

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_j} = \rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} \quad (3)$$

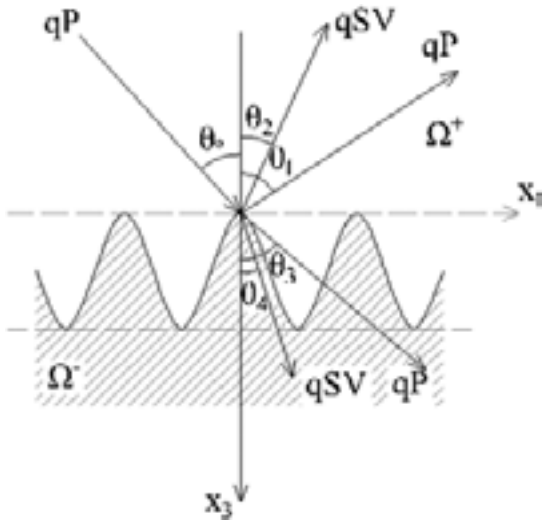
Thay (2) vào (3) ta được hệ phương trình đối với các thành phần chuyển dịch, cụ thể

$$\begin{aligned} c_{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1^2} + 2c_{15} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1 \partial x_3} + c_{55} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_3^2} + c_{15} \frac{\partial^2 u_3}{\partial x_1^2} + (c_{55} + c_{13}) \frac{\partial^2 u_3}{\partial x_1 \partial x_3} + c_{35} \frac{\partial^2 u_3}{\partial x_3^2} &= \rho \frac{\partial^2 u_1}{\partial t^2} \\ c_{15} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1^2} + (c_{13} + c_{55}) \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1 \partial x_3} + c_{35} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_3^2} + c_{55} \frac{\partial^2 u_3}{\partial x_1^2} + 2c_{35} \frac{\partial^2 u_3}{\partial x_1 \partial x_3} + c_{33} \frac{\partial^2 u_3}{\partial x_3^2} &= \rho \frac{\partial^2 u_3}{\partial t^2} \end{aligned} \quad (4)$$

Gọi p_1, p_3 là các thành phần của véc tơ lan truyền sóng, c là vận tốc pha, k là số sóng của các sóng lan truyền trong mặt phẳng x_1x_3 .

Nghiệm của (4) được tìm dưới dạng sau:

$$\begin{pmatrix} u_1 \\ u_3 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} d_1 \\ d_3 \end{pmatrix} \exp[ik(x_1 p_1 + x_3 p_3 - ct)] \quad (5)$$



Hình 1: Sự phản xạ, khúc xạ của sóng P đối với biên phân chia nhám

Ở đây d_1, d_3 là các thành phần của véc tơ dịch chuyển đơn vị. Thay (5) vào (4) dẫn đến

$$\begin{aligned} c_{11}d_1p_1^2 + 2c_{15}d_1p_1p_3 + c_{55}d_1p_3^2 + c_{15}d_3p_1^2 + \\ + (c_{55} + c_{13})d_3p_1p_3 + c_{35}d_3p_3^2 = \rho c^2 d_1 \\ c_{15}d_1p_1^2 + (c_{13} + c_{55})d_1p_1p_3 + c_{35}d_1p_3^2 + c_{55}d_3p_1^2 + \\ + 2c_{35}d_3p_1p_3 + c_{33}d_3p_3^2 = \rho c^2 d_3 \end{aligned} \quad (6)$$

Hệ phương trình (6) có thể viết lại dưới dạng sau

$$\begin{cases} (U - \rho c^2)d_1 + Vd_3 = 0 \\ Vd_1 + (Z - \rho c^2)d_3 = 0 \end{cases} \quad (7)$$

trong đó

$$\begin{aligned} U &= c_{11}p_1^2 + 2c_{15}p_1p_3 + c_{55}p_3^2; \\ V &= c_{15}p_1^2 + (c_{13} + c_{55})p_1p_3 + c_{35}p_3^2; \\ Z &= c_{55}p_1^2 + 2c_{35}p_1p_3 + c_{33}p_3^2 \end{aligned} \quad (8)$$

Điều kiện để hệ (7) có nghiệm không tầm thường dẫn đến phương trình xác định các vận tốc sóng, cụ thể [3,5]

$$\rho^2 c^4 - (U + Z)\rho c^2 + (UZ - V^2) = 0 \quad (9)$$

Nghiệm của (9) có dạng [3,5]

$$\begin{cases} 2\rho c^2(p_1, p_3) = (U + Z) + [(U - Z)^2 + 4V^2]^{1/2} (a) \\ 2\rho c^2(p_1, p_3) = (U + Z) - [(U - Z)^2 + 4V^2]^{1/2} (b) \end{cases} \quad (10)$$

Biểu thức vận tốc sóng (10a), (10b) tương ứng với vận tốc sóng của sóng P, SV. Hơn nữa chúng ta còn có mối liên hệ giữa 2 thành phần của véc tơ dịch chuyển sau

$$\frac{d_1}{d_3} = \frac{V}{\rho c^2 - U} = \frac{\rho c^2 - Z}{V} \quad (11)$$

3. Sự phản xạ, khúc xạ của sóng P đối với biên phân chia có độ nhám cao

Xét 2 bán không gian thuần nhất dị hướng monoclinic $\Omega^{(+)}$ và $\Omega^{(-)}$ được phân chia bởi biên phân chia nhám (như Hình 1) nằm trong mặt phẳng x_1x_3 . Cho sóng tới P đến biên phân chia. Sóng tới P khi tới biên phân chia sẽ sinh ra các sóng phản xạ, khúc xạ P và SV.

Các sóng tới, sóng phản xạ, khúc xạ có dạng sau [1,3,7]

$$\begin{pmatrix} u_1^i \\ u_3^i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{i1} \\ R_{i3} \end{pmatrix} \exp[ik_i(x_1p_1^i + x_3p_3^i - c_it)] \quad (12)$$

với $i=0,1,2,3,4$ lần lượt tương ứng là sóng tới P, phản xạ P, phản xạ SV, khúc xạ P và khúc xạ SV. R_{i1}, R_{i3} là các thành phần của biên độ sóng R_i tương ứng ($R_i = \sqrt{R_{i1}^2 + R_{i3}^2}$). Các vận tốc sóng c_i được xác định từ (10) với các giá trị U, V, Z trong (8) lấy giá trị (+), (-) tương ứng với miền $\Omega^{(+)}$ và $\Omega^{(-)}$. Theo quy luật Snell [1] ta có

$$k_0 \sin \theta_0 = k_1 \sin \theta_1 = k_2 \sin \theta_2 = k_3 \sin \theta_3 = k_4 \sin \theta_4 = \xi_1 \quad (13)$$

trong đó θ_i là các góc tạo bởi phương truyền sóng và trục x_3 của các sóng.

Theo Vinh và cộng sự [8], bài toán phản xạ, khúc xạ của sóng đối với biên phân chia có độ nhám cao dẫn đến bài toán phản xạ, khúc xạ đối với lớp không thuần nhất kẹp giữa 2 bán không gian (Hình 2). Các phương trình đối với chuyển dịch của lớp giữa có dạng [8]

$$\begin{cases} \bar{c}_{11}u_{1,11} + \bar{c}_{15}u_{1,13} + (\bar{c}_{15}u_{1,1})_{,3} + (\bar{c}_{55}u_{1,3})_{,3} + \bar{c}_{15}u_{3,11} + \\ + (\bar{c}_{55}u_{3,1})_{,3} + mu_{3,13} + (nu_{3,3})_{,3} = \langle \rho \rangle \ddot{u}_1 \\ \bar{c}_{15}u_{1,11} + \bar{c}_{55}u_{1,13} + (mu_{1,1})_{,3} + (nu_{1,3})_{,3} + \bar{c}_{55}u_{3,11} + \\ + (nu_{3,1})_{,3} + nu_{3,13} + (qu_{3,3})_{,3} = \langle \rho \rangle \ddot{u}_3 \end{cases} \quad (14)$$

trong đó

$$\bar{c}_{ij} = \left\langle \frac{c_{ij}}{d} \right\rangle / \bar{d}; d = c_{11}c_{55} - c_{15}^2;$$

$$\bar{d} = \langle c_{11} / d \rangle \langle c_{55} / d \rangle - \langle c_{15} / d \rangle^2;$$

$$a = (c_{55}c_{13} - c_{15}c_{35}) / d;$$

$$b = (c_{11}c_{35} - c_{15}c_{13}) / d;$$

$$q = \langle c_{33} \rangle - \langle (c_{11}c_{35}^2 + c_{55}c_{13}^2 - 2c_{13}c_{15}c_{35}) / d \rangle +$$

$$+ \langle a \rangle^2 \bar{c}_{11} + 2\langle a \rangle \langle b \rangle \bar{c}_{15} + \langle b \rangle^2 \bar{c}_{55};$$

$$m = \bar{c}_{11} \langle a \rangle + \bar{c}_{15} \langle b \rangle;$$

$$n = \bar{c}_{15} \langle a \rangle + \bar{c}_{55} \langle b \rangle$$

Nghiệm của (14) được tìm dưới dạng [7,9]

$$\begin{cases} u_1 = v_1(x_3) \exp[i(\xi_1 - \omega t)] \\ u_3 = v_3(x_3) \exp[i(\xi_1 - \omega t)] \end{cases} \quad (15)$$

Thay (15) vào (14) và dùng các hàm mới $Y=Y(y_1; y_2; y_3; y_4)$ với

$$\begin{cases} y_1 = \bar{c}_{15}v_1i\xi + \bar{c}_{55}v_{1,3} + \bar{c}_{55}v_3i\xi + nv_{3,3} \\ y_2 = qv_{3,3} + ni\xi v_3 + mi\xi v_1 + nv_{1,3} \\ y_3 = v_1 \\ y_4 = v_3 \end{cases} \quad (16)$$

dẫn đến phương trình vi phân

$$\frac{dY(x_3)}{dx_3} = D(x_3)Y(x_3)$$

Từ đó chúng ta có nghiệm là trường chuyển dịch, ứng suất của lớp giữa. Tiếp theo ta biểu diễn trường chuyển dịch, ứng suất của các bán không gian $\Omega^{(+)}$ và $\Omega^{(-)}$ kết hợp với điều kiện liên tục tại $x_3=0$; $x_3=h$ và ma trận chuyển T ta thu được hệ các phương trình xác định hệ số phản xạ, khúc xạ của các sóng [7]. Cụ thể là:

Đối với bán không gian trên $\Omega^{(+)}$:

$$u_1^+ = u_1^0 + u_1^2 + u_1^2; u_3^+ = u_3^0 + u_3^2 + u_3^2$$

Đối với bán không gian dưới $\Omega^{(-)}$:

$$u_1^- = u_1^3 + u_1^4; u_3^- = u_3^3 + u_3^4$$

Dựa vào biểu thức nghiệm (12) cho từng sóng, ta được

$$\begin{aligned} v_1(0) &= R_{01} + R_{11} + R_{21}; v_3(0) = R_{03} + R_{13} + R_{23}; \\ v_1(h) &= R_{31} \exp[ik_3 p_3^3 h] + R_{41} \exp[ik_4 p_3^4 h]; \\ v_3(h) &= R_{33} \exp[ik_3 p_3^3 h] + R_{43} \exp[ik_4 p_3^4 h]; \\ v_{1,3}(0) &= i(R_{01} k_0 p_3^0 + R_{11} k_1 p_3^1 + R_{21} k_2 p_3^2) \\ v_{3,3}(0) &= i(R_{03} k_0 p_3^0 + R_{13} k_1 p_3^1 + R_{23} k_2 p_3^2); \\ v_{1,3}(h) &= i(R_{31} k_3 p_3^3 \exp[ik_3 p_3^3 h] + R_{41} k_4 p_3^4 \exp[ik_4 p_3^4 h]); \\ v_{3,3}(h) &= i(R_{33} k_3 p_3^3 \exp[ik_3 p_3^3 h] + R_{43} k_4 p_3^4 \exp[ik_4 p_3^4 h]) \end{aligned} \quad (17)$$

Thay (17) vào (16) ta được

$$\begin{aligned} Y^+(0) &= \begin{pmatrix} y_1(0) \\ y_2(0) \\ y_3(0) \\ y_3(0) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 R_{13} + a_2 R_{23} + a_3 \\ a_4 R_{13} + a_5 R_{23} + a_6 \\ a_7 R_{13} + a_8 R_{23} + a_9 \\ a_{10} R_{13} + a_{11} R_{23} + a_{12} \end{pmatrix}; \\ Y^-(h) &= \begin{pmatrix} y_1(h) \\ y_2(h) \\ y_3(h) \\ y_3(h) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 R_{33} + b_2 R_{43} \\ b_3 R_{33} + b_4 R_{43} \\ b_5 R_{33} + b_6 R_{43} \\ b_7 R_{33} + b_8 R_{43} \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (18)$$

ở đây

$$\begin{aligned} a_1 &= c_{15}^+ i \xi F_1 + c_{55}^+ i k_1 p_3^1 + c_{55}^+ i \xi + i k_1 p_3^1; \\ a_2 &= c_{15}^+ i \xi F_2 + c_{55}^+ i k_2 p_3^2 + c_{55}^+ i \xi + i k_2 p_3^2; \\ a_3 &= (c_{15}^+ i \xi F_0 + c_{55}^+ i k_0 p_3^0 F_0 + c_{55}^+ i \xi + i k_0 p_3^0) R_{03}; \\ a_4 &= c_{33}^+ i k_1 p_3^1 + i \xi + c_{13}^+ i \xi F_2 + i k_1 p_3^1 F_2; \\ a_5 &= c_{33}^+ i k_2 p_3^2 + i \xi + c_{13}^+ i \xi F_2 + i k_2 p_3^2 F_2; \\ a_6 &= (i \xi + c_{33}^+ i k_0 p_3^0 + c_{13}^+ i \xi F_0 + i k_0 p_3^0 F_0) R_{03}; \\ a_7 &= F_1; a_8 = F_2; a_9 = F_0 R_{03}; a_{10} = a_{11} = a_{12} = 1; \\ b_1 &= (c_{15}^- i \xi F_3 + c_{55}^- i k_3 p_3^3 F_3 + c_{55}^- i \xi + i k_3 p_3^3) \exp[ik_3 p_3^3 h]; \\ b_2 &= (c_{15}^- i \xi F_4 + c_{55}^- i k_4 p_3^4 F_4 + c_{55}^- i \xi + i k_4 p_3^4) \exp[ik_4 p_3^4 h]; \\ b_3 &= (c_{33}^- i k_3 p_3^3 + i \xi + c_{13}^- i \xi F_3 + i k_3 p_3^3 F_3) \exp[ik_3 p_3^3 h]; \\ b_4 &= (c_{33}^- i k_4 p_3^4 + i \xi + c_{13}^- i \xi F_4 + i k_4 p_3^4 F_4) \exp[ik_4 p_3^4 h]; \\ b_5 &= F_3 \exp[ik_3 p_3^3 h]; b_6 = F_3 \exp[ik_4 p_3^4 h]; \\ b_7 &= \exp[ik_3 p_3^3 h]; b_8 = \exp[ik_4 p_3^4 h] \end{aligned}$$

Dùng điều kiện liên tục [7,9]

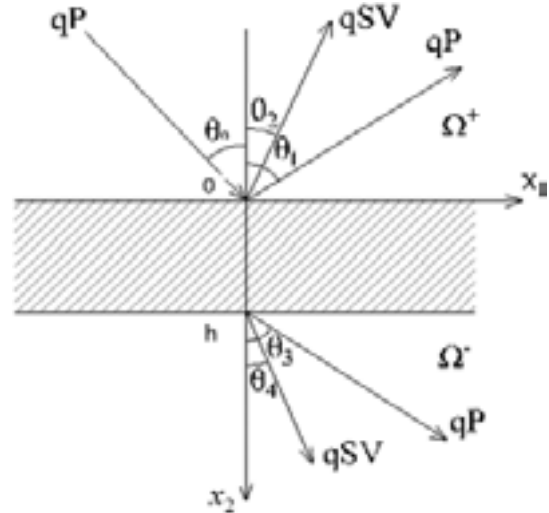
$$Y^-(h) = TY^+(0) \quad (19)$$

ở đây T là ma trận chuyển

$$T = \begin{pmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{pmatrix}$$

với các phần tử T_{ij} được xác định Vinh và các cộng sự [9].

Thay (18) vào (19) ta được hệ 4 phương trình với 4 ẩn số R_{13} ; R_{23} ; R_{33} ; R_{43}



Hình 2: Sự phản xạ, khúc xạ của sóng P đối với lớp không thuần nhất kẹp giữa 2 bán không gian đàn hồi monoclinic

$$\begin{pmatrix} c_1 & c_2 & b_1 & b_2 \\ c_4 & c_5 & b_3 & b_4 \\ c_7 & c_8 & b_5 & b_6 \\ c_{10} & c_{11} & b_7 & b_8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R_{13} \\ R_{23} \\ R_{33} \\ R_{43} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_3 \\ c_6 \\ c_9 \\ c_{12} \end{pmatrix} \quad (20)$$

trong đó

$$\begin{aligned} c_1 &= -(a_1 T_{11} + a_4 T_{12} + a_7 T_{13} + a_{10} T_{14}); \\ c_2 &= -(a_2 T_{11} + a_5 T_{12} + a_8 T_{13} + a_{11} T_{14}); \\ c_3 &= (a_3 T_{11} + a_6 T_{12} + a_9 T_{13} + a_{12} T_{14}); \\ c_4 &= -(a_1 T_{21} + a_4 T_{22} + a_7 T_{23} + a_{10} T_{24}); \\ c_5 &= -(a_2 T_{21} + a_5 T_{22} + a_8 T_{23} + a_{11} T_{24}); \\ c_6 &= (a_3 T_{21} + a_6 T_{22} + a_9 T_{23} + a_{12} T_{24}); \\ c_7 &= -(a_1 T_{31} + a_4 T_{32} + a_7 T_{33} + a_{10} T_{34}); \\ c_8 &= -(a_2 T_{31} + a_5 T_{32} + a_8 T_{33} + a_{11} T_{34}); \\ c_9 &= (a_3 T_{31} + a_6 T_{32} + a_9 T_{33} + a_{12} T_{34}); \\ c_{10} &= -(a_1 T_{41} + a_4 T_{42} + a_7 T_{43} + a_{10} T_{44}); \\ c_{11} &= -(a_2 T_{41} + a_5 T_{42} + a_8 T_{43} + a_{11} T_{44}); \\ c_{12} &= (a_3 T_{41} + a_6 T_{42} + a_9 T_{43} + a_{12} T_{44}); \end{aligned}$$

Do đó các hệ số R_{13} ; R_{23} ; R_{33} ; R_{43} được xác định bởi

$$\begin{pmatrix} R_{13} \\ R_{23} \\ R_{33} \\ R_{43} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_1 & c_2 & b_1 & b_2 \\ c_4 & c_5 & b_3 & b_4 \\ c_7 & c_8 & b_5 & b_6 \\ c_{10} & c_{11} & b_7 & b_8 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} c_3 \\ c_6 \\ c_9 \\ c_{12} \end{pmatrix} \quad (21)$$

Cuối cùng, các hệ số phản xạ, khúc xạ của các sóng P, SV tương ứng là

$$\begin{aligned} R_1 &= \sqrt{R_{11}^2 + R_{13}^2}; F_1 = \frac{R_{11}}{R_{13}} = \frac{V_1}{\rho^+ c_1^2 - U_1}; \\ R_2 &= \sqrt{R_{21}^2 + R_{23}^2}; F_2 = \frac{R_{21}}{R_{23}} = \frac{V_2}{\rho^+ c_2^2 - U_2}; \\ R_3 &= \sqrt{R_{31}^2 + R_{33}^2}; F_3 = \frac{R_{31}}{R_{33}} = \frac{V_3}{\rho^+ c_3^2 - U_3}; \\ R_4 &= \sqrt{R_{41}^2 + R_{43}^2}; F_4 = \frac{R_{41}}{R_{43}} = \frac{V_4}{\rho^+ c_4^2 - U_4} \end{aligned} \quad (22)$$

(xem tiếp trang 63)

Thuần nhất hóa biên phân chia độ nhám cao giữa hai miền nhiệt đàn hồi đẳng hướng

Homogenization of very rough interfaces separating two isotropic thermoelastic solids

Nguyễn Thị Kiều

Tóm tắt

Trong bài báo này, tác giả nghiên cứu sự thuần nhất hóa biên phân chia độ nhám cao của lý thuyết nhiệt đàn hồi đẳng hướng trong miền hai chiều. Sử dụng phương pháp thuần nhất hóa cùng với các phương trình cơ bản dạng ma trận của lý thuyết nhiệt đàn hồi đẳng hướng, tác giả thu được các phương trình thuần nhất hóa dạng hiện. Do các phương trình thuần nhất hóa thu được là dạng hiện nên rất hữu ích trong việc giải các bài toán thực tế.

Từ khóa: sự thuần nhất hóa, phương trình thuần nhất hóa, nhiệt đàn hồi, đẳng hướng

Abstract

In this paper, the homogenization of very rough two-dimensional interfaces separating two isotropic thermoelasticity solids is investigated. By employing the homogenization method along with the matrix formulation of the isotropic thermoelasticity theory, the explicit homogenized equations have been derived. Since obtained equations are, in practical problems.

Key words: homogenization, homogenized equation, thermoelasticity, isotropic

1. Giới thiệu

Các bài toán biên trong miền với biên hay biên phân chia nhám xuất hiện nhiều trong thực tế như sự tán xạ của sóng trên biên nhám [1], sự phản xạ, khúc xạ của sóng với biên phân chia nhám [2]...

Năm 1997, Nevard và Keller [3] nghiên cứu thuần nhất hóa biên phân chia có độ nhám cao trong miền ba chiều dao động giữa hai mặt phẳng song song của hai vật thể đàn hồi dị hướng tuyến tính. Sử dụng phương pháp thuần nhất hóa, các tác giả đã rút ra hệ phương trình thuần nhất hóa. Tuy nhiên, các phương trình này được viết dưới dạng ẩn. Năm 2010, Vinh và Tung đã cải tiến phương pháp thuần nhất hóa [4] và tìm ra các phương trình thuần nhất hóa dạng hiện của các lý thuyết đàn hồi, đàn điện, đàn nhiệt, đàn hồi xoắn, đàn hồi micropolar [5].

Gần đây, nhiều tác giả nghiên cứu sự truyền sóng trong môi trường nhiệt đàn hồi. Chakraborty và Singh [6] đã khảo sát sự phản xạ, khúc xạ của sóng nhiệt đàn hồi phẳng đối với hai bán không gian nhiệt đàn hồi đẳng hướng. Baljeet Singh [7] nghiên cứu sự phản xạ của sóng phẳng trên bề mặt tự do của bán không gian nhiệt đàn hồi monoclinic. Tuy nhiên, theo hiểu biết của tác giả, đến nay chưa có kết quả nào về sự thuần nhất hóa biên phân chia độ nhám cao giữa hai vật thể nhiệt đàn hồi đẳng hướng. Do đó, mục tiêu chính trong bài báo này là tìm các phương trình thuần nhất hóa dạng hiện của lý thuyết nhiệt đàn hồi đẳng hướng. Để đạt được mục đích này, tác giả sử dụng phương pháp thuần nhất hóa [4] cùng các phương trình cơ bản dạng ma trận của lý thuyết nhiệt đàn hồi đẳng hướng. Các phương trình thuần nhất hóa dạng thành phần được trình bày trong bài báo này.

2. Các phương trình cơ bản và điều kiện liên tục dạng ma trận

Giả sử biên phân chia độ nhám cao L phân chia hai vật thể nhiệt đàn hồi đẳng hướng. Khi đó biên phân chia được biểu diễn bởi $x_3 = h(x_1 / \varepsilon)$, $\varepsilon > 0$, trong đó, $h(y)$, $(y = x_1 / \varepsilon)$ là hàm tuần hoàn chu kỳ 1.

Xét bài toán tĩnh với trạng thái biến dạng phẳng, các thành phần chuyển dịch và sự thay đổi nhiệt độ có dạng như sau [8]:

$$u_1 = u_1(x_1, x_3), \quad u_3 = u_3(x_1, x_3), \quad T = T(x_1, x_3) \quad (1)$$

Các thành phần biến dạng là [8]:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i}), \quad i, j = 1, 3 \quad (2)$$

ở đây dấu phẩy chỉ đạo hàm theo biến không gian x_i .

Các thành phần ứng suất có dạng [8]:

$$\sigma_{ij} = 2\mu\varepsilon_{ij} + [\lambda\theta_e - (3\lambda + 2\mu)\alpha T]\delta_{ij} \quad (3)$$

trong đó, $\theta_e = \varepsilon_{11} + \varepsilon_{33}$, α là hệ số của biểu thức nhiệt tuyến tính, λ , μ là các hệ số Lamé được xác định như sau:

$$\lambda, \mu = \begin{cases} \lambda_+, \mu_+, & x_3 > h(x_1 / \varepsilon) \\ \lambda_-, \mu_-, & x_3 < h(x_1 / \varepsilon) \end{cases} \quad (4)$$

trong đó, λ_+ , μ_+ , λ_- , μ_- là các hằng số.

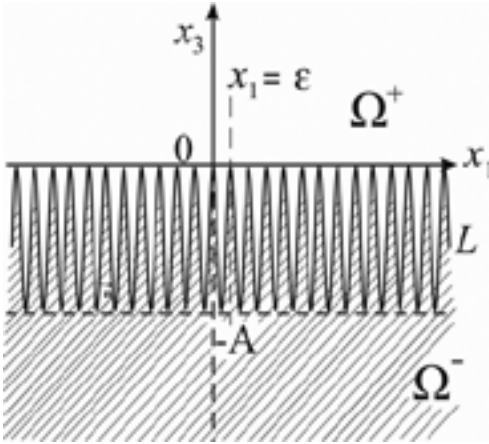
Bỏ qua lực khối và nguồn nhiệt, các phương trình cân bằng và phương trình truyền nhiệt Fourier có dạng [8]:

$$\begin{aligned} \sigma_{11,1} + \sigma_{13,3} &= 0, \\ \sigma_{13,1} + \sigma_{33,3} &= 0, \\ T_{,11} + T_{,33} &= 0. \end{aligned} \quad (5)$$

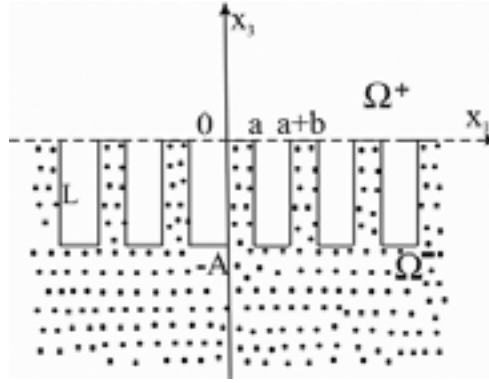
Thay (1), (2), (3) vào (5), ta được:

ThS. Nguyễn Thị Kiều
Bộ môn Cơ học lý thuyết
Khoa Xây dựng
ĐT: 0363 441 889
Email: kieumt@gmail.com

Ngày nhận bài: 10/12/2019
Ngày sửa bài: 30/12/2019
Ngày duyệt đăng: 9/3/2022



Hình 1. Biên phân chia độ nhám cao



Hình 2. Biên phân chia độ nhám cao dạng hình lược

$$\begin{aligned} \{(\lambda + 2\mu)u_{1,1} + \lambda u_{3,3} - (3\lambda + 2\mu)\alpha T\}_{,1} + \{\mu(u_{1,3} + u_{3,1})\}_{,3} &= 0, \\ \{\mu(u_{1,3} + u_{3,1})\}_{,1} + \{(\lambda + 2\mu)u_{3,3} + \lambda u_{1,1} - (3\lambda + 2\mu)\alpha T\}_{,3} &= 0, \\ T_{,11} + T_{,33} &= 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Phương trình (6) có thể viết dưới dạng ma trận như sau:

$$\begin{aligned} (\mathbf{A}_{11}\mathbf{U}_{,1})_{,1} + (\mathbf{A}_{13}\mathbf{U}_{,3})_{,1} + (\mathbf{A}_{31}\mathbf{U}_{,1})_{,3} + \\ + (\mathbf{A}_{33}\mathbf{U}_{,3})_{,3} + \mathbf{B}\mathbf{U}_{,1} + \mathbf{C}\mathbf{U}_{,3} &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$

trong đó, $\mathbf{U} = [u_1 \ u_3 \ T]^T$ và

$$\begin{aligned} \mathbf{A}_{11} &= \begin{bmatrix} \lambda + 2\mu & 0 & 0 \\ 0 & \mu & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad \mathbf{A}_{13} = \begin{bmatrix} 0 & \lambda & 0 \\ \mu & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}; \\ \mathbf{A}_{31} &= \begin{bmatrix} 0 & \mu & 0 \\ \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}; \quad \mathbf{A}_{33} = \begin{bmatrix} \mu & 0 & 0 \\ 0 & \lambda + 2\mu & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \\ \mathbf{B} &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & -(3\lambda + 2\mu)\alpha \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}; \quad \mathbf{C} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -(3\lambda + 2\mu)\alpha \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (8)$$

Chú ý rằng các ma trận

$$\mathbf{A}_{hk}, \mathbf{B}, \mathbf{C} = \begin{cases} \mathbf{A}_{hk+}, \mathbf{B}_+, \mathbf{C}_+, & x_3 > h(x_1 / \varepsilon) \\ \mathbf{A}_{hk-}, \mathbf{B}_-, \mathbf{C}_-, & x_3 < h(x_1 / \varepsilon) \end{cases} \quad (9)$$

Trong đó, $\mathbf{A}_{hk+}, \mathbf{B}_+, \mathbf{C}_+$ ($\mathbf{A}_{hk-}, \mathbf{B}_-, \mathbf{C}_-$) được cho trong (8) với các thành phần λ, μ được thay tương ứng bằng λ_+, μ_+ (λ_-, μ_-).

Giả sử Ω^+, Ω^- gắn chặt với nhau. Khi đó các điều kiện liên tục trên biên phân chia L phải thỏa mãn:

$$\begin{aligned} [\mathbf{U}]_L &= 0; \\ [(\mathbf{A}_{11}\mathbf{U}_{,1} + \mathbf{A}_{13}\mathbf{U}_{,3})n_1 + (\mathbf{A}_{31}\mathbf{U}_{,1} + \mathbf{A}_{33}\mathbf{U}_{,3})n_3]_L &= 0. \end{aligned} \quad (10)$$

với n_k là thành phần theo phương x_k của vectơ pháp tuyến đơn vị của đường cong L và $[\varphi]_L$ là bước nhảy của φ qua L .

Theo Vinh và Tung, $\mathbf{U}$ được biểu diễn như sau [4]:

$$\begin{aligned} \mathbf{U} &= \mathbf{V} + \epsilon(\mathbf{N}^1\mathbf{V} + \mathbf{N}^{11}\mathbf{V}_{,1} + \mathbf{N}^{13}\mathbf{V}_{,3}) \\ &+ \epsilon^2(\mathbf{N}^2\mathbf{V} + \mathbf{N}^{21}\mathbf{V}_{,1} + \mathbf{N}^{23}\mathbf{V}_{,3} + \mathbf{N}^{211}\mathbf{V}_{,11} + \\ &+ \mathbf{N}^{213}\mathbf{V}_{,13} + \mathbf{N}^{233}\mathbf{V}_{,33}) + O(\epsilon^3) \end{aligned} \quad (11)$$

trong đó $\mathbf{V} = \mathbf{V}(x_1, x_3, t)$ (không phụ thuộc vào y) và $\mathbf{N}^1; \mathbf{N}^{11}; \mathbf{N}^{13}; \mathbf{N}^2; \mathbf{N}^{21}; \mathbf{N}^{23}; \mathbf{N}^{211}; \mathbf{N}^{213}; \mathbf{N}^{233}$ là ma trận 2×2 của các hàm y và x_3 (không phụ thuộc vào x_1), và chúng là các hàm tuần hoàn với chu kỳ 1. Các ma trận $\mathbf{N}^1, \dots, \mathbf{N}^{233}$ cần được xác định sao cho phương trình (7) và điều kiện liên tục (10) được thỏa mãn. Cách biểu diễn nghiệm (11) có tính đến đặc trưng vi mô (tính địa phương) thông qua các hàm $\mathbf{N}^i, \mathbf{N}^{ij}$ và đặc trưng vĩ mô (tính toàn cục) qua các hàm $\mathbf{V}$.

Sử dụng phương pháp thuần nhất hóa [4], ta thu được các phương trình thuần nhất hóa dạng hiện dạng ma trận như sau:

Với $x_3 > 0$:

$$\mathbf{A}_{hk}^{(+)}\mathbf{V}_{,kh} + \mathbf{B}^{(+)}\mathbf{V}_{,1} + \mathbf{C}^{(+)}\mathbf{V}_{,3} = \mathbf{0} \quad (12)$$

Với $-A < x_3 < 0$:

$$\begin{aligned} \langle \mathbf{A}_{11}^{-1} \rangle^{-1} \mathbf{V}_{,11} + \langle \mathbf{A}_{11}^{-1} \rangle^{-1} \langle \mathbf{A}_{11}^{-1} \mathbf{A}_{13} \rangle \mathbf{V}_{,13} + [\langle \mathbf{A}_{31} \mathbf{A}_{11}^{-1} \rangle \langle \mathbf{A}_{11}^{-1} \rangle^{-1} \mathbf{V}_{,1}]_{,3} \\ + [(\langle \mathbf{A}_{33} \rangle + \langle \mathbf{A}_{31} \mathbf{A}_{11}^{-1} \rangle \langle \mathbf{A}_{11}^{-1} \rangle^{-1} \langle \mathbf{A}_{11}^{-1} \mathbf{A}_{13} \rangle - \langle \mathbf{A}_{31} \mathbf{A}_{11}^{-1} \mathbf{A}_{13} \rangle) \mathbf{V}_{,3}]_{,3} \\ + \langle \mathbf{B} \mathbf{A}_{11}^{-1} \rangle \langle \mathbf{A}_{11}^{-1} \rangle^{-1} \mathbf{V}_{,1} + [\langle \mathbf{C} \rangle + \langle \mathbf{B} \mathbf{A}_{11}^{-1} \rangle \langle \mathbf{A}_{11}^{-1} \rangle^{-1} \langle \mathbf{A}_{11}^{-1} \mathbf{A}_{13} \rangle - \langle \mathbf{B} \mathbf{A}_{11}^{-1} \mathbf{A}_{13} \rangle] \mathbf{V}_{,3} \\ = 0 \end{aligned} \quad (13)$$

Với $x_3 < -A$:

$$\mathbf{A}_{hk}^{(-)}\mathbf{V}_{,kh} + \mathbf{B}^{(-)}\mathbf{V}_{,1} + \mathbf{C}^{(-)}\mathbf{V}_{,3} = \mathbf{0} \quad (14)$$

Chú ý rằng

$$\langle \phi \rangle = \int_0^1 \langle \phi \rangle dy = (y_2 - y_1) \phi^{(+)} + (1 - y_2 + y_1) \phi^{(-)} \quad (15)$$

Trên các đường thẳng $x_3 = 0, x_3 = -A$, điều kiện liên tục được thỏa mãn:

$$\begin{aligned} [\langle \mathbf{A}_{31} \mathbf{A}_{11}^{-1} \rangle \langle \mathbf{A}_{11}^{-1} \rangle^{-1} \mathbf{V}_{,1}]_+ \\ + [(\langle \mathbf{A}_{33} \rangle + \langle \mathbf{A}_{31} \mathbf{A}_{11}^{-1} \rangle \langle \mathbf{A}_{11}^{-1} \rangle^{-1} \langle \mathbf{A}_{11}^{-1} \mathbf{A}_{13} \rangle - \langle \mathbf{A}_{31} \mathbf{A}_{11}^{-1} \mathbf{A}_{13} \rangle) \mathbf{V}_{,3}]_L \\ = 0 \end{aligned} \quad (16)$$

3. Các phương trình thuần nhất hóa dạng hiện dạng thành phần

Thay các ma trận $\mathbf{A}_{hk+}, \mathbf{B}_+, \mathbf{C}_+$ ($\mathbf{A}_{hk-}, \mathbf{B}_-, \mathbf{C}_-$) trong (8) vào các phương trình thuần nhất hóa dạng ma trận (12), (13), (14), ta thu được các phương trình thuần nhất hóa dạng hiện dạng thành phần như sau:

Với $x_3 > 0$:

$$\begin{cases} (\lambda_+ + 2\mu_+)V_{1,11} + \mu_+V_{1,33} + (\lambda_+ + \mu_+)V_{3,13} - (3\lambda_+ + 2\mu_+)\alpha T_{1,1} = 0, \\ \mu_+V_{3,11} + (\lambda_+ + \mu_+)V_{1,13} + (\lambda_+ + 2\mu_+)V_{3,33} - (3\lambda_+ + 2\mu_+)\alpha T_{3,3} = 0, \\ T_{1,1} + T_{3,3} = 0. \end{cases} \quad (17)$$

Với $-A < x_3 < 0$:

$$\begin{cases} \langle (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle^{-1} V_{1,11} + \langle (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle^{-1} \langle \lambda (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle V_{3,13} \\ + \left[\langle \mu^{-1} \rangle^{-1} (V_{1,3} + V_{3,1}) \right]_{,3} - \langle 3\lambda + 2\mu \rangle \alpha T_{1,1} = 0, \\ \langle \mu^{-1} \rangle^{-1} (V_{1,13} + V_{3,11}) + \left[\langle (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle^{-1} \langle \lambda (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle V_{1,1} \right]_{,3} \\ + \left\{ \left[\langle (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle^{-1} \langle \lambda (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle^2 + 4 \langle \mu (\lambda + \mu) (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle \right] V_{3,3} \right\}_{,3} \\ - \langle 3\lambda + 2\mu \rangle \alpha T_{3,3} = 0, \\ T_{1,1} + T_{3,3} = 0. \end{cases} \quad (18)$$

Với $x_3 < -A$:

$$\begin{cases} (\lambda_- + 2\mu_-)V_{1,11} + \mu_-V_{1,33} + (\lambda_- + \mu_-)V_{3,13} - (3\lambda_- + 2\mu_-)\alpha T_{1,1} = 0, \\ \mu_-V_{3,11} + (\lambda_- + \mu_-)V_{1,13} + (\lambda_- + 2\mu_-)V_{3,33} - (3\lambda_- + 2\mu_-)\alpha T_{3,3} = 0, \\ T_{1,1} + T_{3,3} = 0. \end{cases} \quad (19)$$

trong đó V_1, V_3 và T là các thành phần của vectơ $\mathbf{V}$.

Điều kiện liên tục:

Các đại lượng $V_1, V_3, T, \sigma_{13}^0, \sigma_{33}^0, q_3^0$ liên tục trên các đường $x_3 = -A, x_3 = 0$, trong đó:

$$\begin{aligned} \sigma_{13}^0 &= \langle \mu^{-1} \rangle^{-1} (V_{1,3} + V_{3,1}), \\ \sigma_{33}^0 &= \langle \lambda^{-1} \rangle^{-1} \langle \lambda (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle V_{1,1} + \\ &+ \left[\langle (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle^{-1} \langle \lambda (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle^2 + 4 \langle \mu (\lambda + \mu) (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle \right] V_{3,3}, \\ q_3^0 &= T_{3,3}. \end{aligned} \quad (20)$$

Nhận xét:

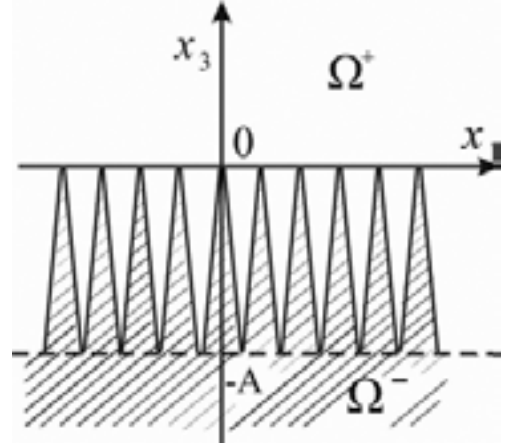
1) Nếu hai miền Ω^+, Ω^- giống nhau $\langle \phi \rangle = \phi_+ = \phi_-$, thì các phương trình (17), (18), (19) trùng nhau.

2) Khi biên phân chia độ nhám cao có dạng hình lược (xem Hình 2), ta có:

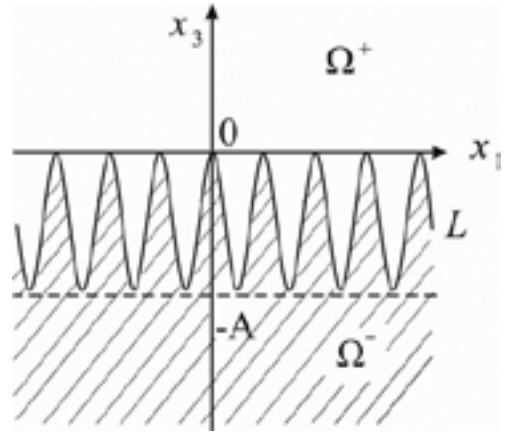
$$\langle \phi \rangle = \frac{1}{a+b} (b\phi_+ + a\phi_-) \quad (21)$$

Khi đó các hệ số của phương trình (18) là các hằng số. Phương trình thuần nhất hóa (18) sẽ trở thành:

$$\begin{cases} \langle (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle^{-1} V_{1,11} + \langle (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle^{-1} \langle \lambda (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle V_{3,13} \\ + \langle \mu^{-1} \rangle^{-1} (V_{1,33} + V_{3,13}) - \langle 3\lambda + 2\mu \rangle \alpha T_{1,1} = 0, \\ \langle \mu^{-1} \rangle^{-1} (V_{1,13} + V_{3,11}) + \langle (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle^{-1} \langle \lambda (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle V_{1,13} \\ + \left[\langle (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle^{-1} \langle \lambda (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle^2 + 4 \langle \mu (\lambda + \mu) (\lambda + 2\mu)^{-1} \rangle \right] V_{3,33} \\ - \langle 3\lambda + 2\mu \rangle \alpha T_{3,3} = 0, \\ T_{1,1} + T_{3,3} = 0. \end{cases} \quad (22)$$



Hình 3. Biên phân chia độ nhám cao hình răng cưa



Hình 4. Biên phân chia độ nhám cao dạng hình sin

3) Khi biên phân chia độ nhám cao có dạng hình răng cưa (Hình 3):

Các hệ số của phương trình (18) không phải là các hằng số mà là hàm của x_3 và có dạng như sau:

$$\langle \varphi \rangle = \left(1 + \frac{x_3}{A}\right) \varphi_+ - \frac{x_3}{A} \varphi_- \quad (23)$$

4) Khi biên phân chia độ nhám cao có dạng hình sin (Hình 4):

Các hệ số của phương trình (18) có dạng sau:

$$\langle \varphi \rangle = \left[1 - \frac{1}{\pi} \arccos\left(1 + \frac{2}{A} x_3\right)\right] \varphi_+ + \frac{1}{\pi} \arccos\left(1 + \frac{2}{A} x_3\right) \varphi_- \quad (24)$$

4. Kết luận

Sử dụng phương pháp thuần nhất hóa, tác giả đã thu được các phương trình thuần nhất hóa dạng hiện đối với biên phân chia độ nhám cao giữa hai miền nhiệt đàn hồi đẳng hướng. Các phương trình thuần nhất hóa dạng hiện và các điều kiện liên tục tương ứng được viết cụ thể dưới dạng thành phần. Ý nghĩa của phương pháp thuần nhất hóa là thay miền chứa biên phân chia độ nhám cao bằng một lớp không thuần nhất với biên là phẳng. Như vậy các kết quả thu được rất thuận lợi để xét bài toán phản xạ, khúc xạ của sóng đối với biên phân chia độ nhám cao trong môi trường nhiệt đàn hồi đẳng. Các nghiên cứu tiếp theo có thể mở rộng sang các môi trường phức tạp hơn như monoclinic hoặc dị hướng tổng quát./.

Tài liệu tham khảo

1. Abubakar, I., Scattering of plane elastic waves at rough surfaces-I. *Proc. Camb. Phil. Soc.* 58, (1962), 136–157.
2. Singh, S. S., Tomar, S. K., qP-wave at a corrugated interface between two dissimilar pre-stressed elastic half-spaces, *J Sound Vibr.* 317, (2008), 687-708.
3. Nevard J., and Keller J. B., Homogenization of Rough Boundaries and Interfaces, *SIAM J. Appl. Math.*, 57, (1997), 1660-1686.
4. Vinh, P. C., Tung, D. X., Homogenized equations of the linear elasticity in two-dimensional domains with very rough interfaces, *Mech. Res. Comm.* 37, (2010), 285-288.
5. P.C. Vinh, VTN Anh, DX Tung, NT Kieu., Homogenization of very rough interfaces for the micropolar elasticity theory. *Applied Mathematical Modelling*, 54, (2018), 467-482.
6. N. R. Chakraborty, M. C. Singh, Reflection and refraction of a plane thermoelastic wave at a solid-solid interface under perfect boundary condition, in presence of normal initial stress. *Applied Mathematical Modelling*, 35, (2011), 5286-5301.
7. Baljeet Singh, Reflection of plane waves at the free surface of a monoclinic thermoelastic solid half-space, *European Journal of Mechanics – A/Solids*, 29 (5), (2010), 911-916.
8. Baljeet Singh, On the theory of generalized thermoelasticity for piezoelectric materials, *Applied Mathematics and Computation*, 171, (2005), 398-405.

Phản xạ và khúc xạ của sóng P đối với biên phân chia nhám...

(tiếp theo trang 59)

4. Kết luận

Trong bài báo này, dựa trên phương trình thuần nhất hóa thu được trong [8] khi thuần nhất hóa biên phân chia có độ nhám cao trong miền 2 chiều của 2 bán không gian đàn hồi monoclinic, bài toán phản xạ, khúc xạ của sóng P tới biên phân chia có độ nhám cao dẫn đến bài toán phản xạ, khúc

xạ với lớp không thuần nhất kẹp giữa 2 bán không gian với biên phân chia là phẳng. Kết hợp giữa ma trận chuyển của lớp giữa và điều kiện liên tục tại các mặt biên dẫn đến biểu thức xác định hệ số phản xạ, khúc xạ của các sóng khi biết các đặc trưng của sóng tới P. Kết quả đạt được có nhiều ý nghĩa trong tính toán thực tế./.

Tài liệu tham khảo

1. Achenbach, J.D., *Wave propagation in Elastic Solids*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam-New York-Oxford, 1973.
2. Bensoussan, A., Lions, J. B., Papanicolaou, J., 1978. *Asymptotic analysis for periodic structures*, North-Holland, Amsterdam.
3. Chattopadhyay A, Rik Venkateswarlu and S Saha., Reflection of quasi-P and quasi-SV waves at the free and rigid boundaries of a fibre-reinforced medium, *Sadhana Vol. 27, Part 6, December 2002*, pp. 613–630. © Printed in India
4. Norris, A.N., 1983, Propagation of plane waves in a pre-stressed elastic media, *J. Acoust. Soc. Am.* 74, 1642-1643.
5. Singh, S. S., Tomar, S. K., 2008. qP-wave at a corrugated interface between two dissimilar pre-stressed elastic half-spaces, *J Sound Vibr.* 317, 687-708.
6. Thomson, Transmission of elastic waves through a stratified solid medium, *J. Appl. Phys.*, 21 (1950), 89-93.
7. Tung, D.X., Kieu, N.T., Thang, L.T., Reflection and transmission of qP waves through an orthotropic layer sandwiched between two half-spaces, *Vietnam Journal of Mechanics, VAST, Vol. 40, No. 2 (2018)*, pp. 171 – 180
8. Vinh, P. C., Tung, D. X., 2010, Homogenized equations of the linear elasticity in two-dimensional domains with very rough interfaces, *Mech. Res. Comm.* 37, 285-288.
9. Pham Chi Vinh, Tran Thanh Tuan, Marcos A. Capistran, 2015, "Explicit formulas for the reflection and transmission coefficients of one-component waves through a stack of an arbitrary number of layers", *Wave Motion, Volume 54, Pages 134–144*.
10. Zaki K. A., Neureuther, A. R., 1971. Scattering from a perfectly conducting surface with a sinusoidal height profile: TE polarization, *IEEE Trans. Antenn. Propag.* 19(2), 208-214.

Xác định khả năng chịu lực của tiết diện thép tạo hình nguội chữ C có khoét lỗ chịu nén, uốn

Determination of sectional capacities of cold-formed steel channel sections with holes under compression or bending

Phạm Ngọc Hiếu

Tóm tắt

Cấu kiện thép tạo hình nguội thường được khoét lỗ để bố trí các hệ thống kỹ thuật trong công trình. Sự có mặt của các lỗ khoét này làm giảm khả năng chịu lực của loại tiết diện này. Bài báo do đó sẽ trình bày cách xác định khả năng chịu lực của tiết diện thép chữ C tạo hình nguội có khoét lỗ chịu nén hoặc uốn sử dụng Phương pháp Cường độ trực tiếp (DSM) theo Tiêu chuẩn Mỹ AISI S100-2016. Một phần mềm phân tích mất ổn định tuyến tính phát triển bởi Viện thép và kim loại Mỹ được sử dụng để phân tích mất ổn định tuyến tính cho tiết diện chữ C khoét lỗ. Các ví dụ tính toán được đưa ra để xác định khả năng chịu lực của tiết diện khoét lỗ và sau đó so sánh với khả năng chịu lực của tiết diện nguyên.

Từ khóa: Khả năng chịu lực; Tiết diện thép tạo hình nguội; Khoét lỗ; Chịu nén, uốn

Abstract

Cold-formed steel members with holes are commonly used to accommodate the technical systems in the walls or ceilings. The presence of holes can lead to the reduction of their sectional capacities. This paper, therefore, presents the determination of sectional capacities of cold-formed steel channel sections under compression or bending using the Direct Strength Method (DSM) according to the Specification AISI S100-2016. An elastic buckling analysis software developed by the American Iron and Steel Institute is used to analyze elastic buckling for channel sections with holes. Examples are given for the determination of sectional capacities of channel sections with holes, which are then compared to those of gross sections.

Key words: Sectional capacities; Cold-formed steel sections; Holes; Under compression & bending

TS. Phạm Ngọc Hiếu

Bộ môn Kết cấu thép gỗ, Khoa Xây dựng

Email: hieupn@hau.edu.vn

ĐT: 0862120185

Ngày nhận bài: 19/7/2021

Ngày sửa bài: 28/8/2021

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

1. Giới thiệu

Các lỗ khoét có thể được thấy trong nhiều cấu kiện thép tạo hình nguội. Các lỗ khoét này thường được bố trí tại bản bụng các tiết diện chữ C hay chữ Z nhằm cho phép các đường ống kỹ thuật điện, nước, điều hòa đi xuyên qua tường hay sàn. Sự có mặt của các lỗ khoét đã làm ảnh hưởng đến tính ổn định và khả năng chịu lực của cấu kiện thép tạo hình nguội [1], và đã được xem xét đến thông qua việc quy định riêng cho thiết kế các cấu kiện có khoét lỗ trong tiêu chuẩn AISI S100-2016 [2] bằng cách sử dụng phương pháp Cường độ trực tiếp (DSM). Phương pháp này có thể áp dụng cho các lỗ dạng hình tròn, bầu dục, chữ nhật hoặc lỗ dạng rãnh dài.

Phân tích mất ổn định tuyến tính là một yêu cầu bắt buộc khi sử dụng phương pháp Cường độ trực tiếp trong thiết kế. Với tiết diện nguyên, phân tích mất ổn định được thực hiện bằng cách sử dụng các phần mềm CUFSM [3] hay THIN-WALL-2 [4], chi tiết xem thêm trong Phạm [5]. Các phần mềm trên được phát triển dựa trên nguyên lý phương pháp dải bán hữu hạn, mà không mô tả được sự không liên tục do các lỗ khoét. Do đó, một phương pháp gần đúng đã được phát triển dựa trên các nghiên cứu của Moen và Schafer ([6],[7],[8]) để xác định các thành phần tải mất ổn định tuyến tính của tiết diện và cấu kiện. Để hỗ trợ cho các phân tích này trong thiết kế, một mô đun phần mềm đã được phát triển bởi Viện kim loại và thép của Mỹ cho phép xác định các thông tin mất ổn định tiết diện một cách nhanh chóng và đơn giản. Chi tiết về mô đun phần mềm này được trình bày chi tiết trong ([9], [10]), và phần mềm này được dùng trong bài báo này để hỗ trợ cho các phân tích mất ổn định tuyến tính của tiết diện.

Báo cáo sẽ đi trình bày cách xác định khả năng chịu lực tiết diện của thép tạo hình nguội chữ C có khoét lỗ. Theo đó làm cơ sở đưa ra các ví dụ tính toán khả năng chịu lực của tiết diện khoét lỗ và có sự so sánh với khả năng chịu lực của các tiết diện nguyên.

2. Xác định khả năng chịu lực của tiết diện thép tạo hình nguội có khoét lỗ chịu nén hoặc uốn theo Tiêu chuẩn AISI S100-16

Thiết kế cấu kiện có khoét lỗ được đưa ra tại Chương E và F tương ứng cho các cấu kiện chịu nén và uốn của tiêu chuẩn AISI S100-2016 [2] bằng cách sử dụng phương pháp Cường độ trực tiếp (DSM). Khả năng chịu lực của tiết diện thép tạo hình nguội có khoét lỗ chịu nén hay uốn được xác định theo trình bày dưới đây.

2.1. Khả năng chịu nén của tiết diện tạo hình nguội có khoét lỗ

Khả năng chịu nén danh nghĩa của tiết diện thép tạo hình nguội có khoét lỗ được xác định là giá trị nhỏ nhất trong ba thành phần sau: 1) Lực gây chảy dẻo của tiết diện giảm yếu P_{ynet} ; 2) Lực gây mất ổn định cục bộ của tiết diện P_{nl} ; 3) Lực gây mất ổn định méo của tiết diện P_{nd} . Các thành phần này được xác định như sau:

- Lực gây chảy dẻo của tiết diện giảm yếu:

$$P_{ynet} = A_{net} F_y \quad (1)$$

Trong đó A_{net} là diện tích tiết diện giảm yếu; F_y là ứng suất chảy của vật liệu thép.

- Lực gây mất ổn định cục bộ của tiết diện:

$$\text{Với } \lambda_1 \leq 0,776: P_{nl} = P_y \quad (2)$$

Với $\lambda_1 > 0,776$:

$$P_{nl} = \left[1 - 0,15 \left(\frac{P_{cr1}}{P_y} \right)^{0,4} \right] \left(\frac{P_{cr1}}{P_y} \right)^{0,4} P_y \quad (3)$$

Trong đó:

λ_1 là độ mảnh danh nghĩa do mất ổn định cục bộ,
 $\lambda_1 = \sqrt{P_y / P_{cr1}}$;

P_y là lực gây chảy dẻo của tiết diện nguyên;

P_{cr1} là lực gây mất ổn định tuyến tính cục bộ khi chịu nén của tiết diện có khoét lỗ, được xác định bằng cách sử dụng các phân tích mất ổn định.

- Lực gây mất ổn định méo tiết diện:

Lực gây mất ổn định méo tiết diện được xác định căn cứ theo độ mảnh danh nghĩa λ_d , cụ thể như sau:

Nếu $\lambda_d \leq \lambda_{d2}$ với λ_{d2} được xác định như công thức (9):

Với $\lambda_d \leq \lambda_{d1}$: $P_{nd} = P_{ynet}$ (4)

Với $\lambda_{d1} < \lambda_d \leq \lambda_{d2}$:

$$P_{nd} = P_{ynet} - \left(\frac{P_{ynet} - P_{d2}}{\lambda_{d2} - \lambda_{d1}} \right) (\lambda_d - \lambda_{d1}) \quad (5)$$

Nếu $\lambda_d > \lambda_{d2}$:

Với $\lambda_d \leq 0,561$: $P_{nd} = P_y$ (6)

Với $\lambda_d > 0,561$:

$$P_{nd} = \left[1 - 0,25 \left(\frac{P_{crd}}{P_y} \right)^{0,6} \right] \left(\frac{P_{crd}}{P_y} \right)^{0,6} P_y \quad (7)$$

Trong đó:

λ_d là độ mảnh danh nghĩa mất ổn định méo tiết diện,
 $\lambda_d = \sqrt{P_y / P_{crd}}$;

P_y là lực gây chảy dẻo của tiết diện nguyên;

P_{ynet} là lực gây chảy dẻo của tiết diện giảm yếu;

$$\lambda_{d1} = 0,561 \left(\frac{P_{ynet}}{P_y} \right); \quad (8)$$

$$\lambda_{d2} = 0,561 \left[14 \left(\frac{P_y}{P_{ynet}} \right)^{0,4} - 13 \right]; \quad (9)$$

$$P_{d2} = \left[1 - 0,25 \left(\frac{1}{\lambda_{d2}} \right)^{1,2} \right] \left(\frac{1}{\lambda_{d2}} \right)^{1,2} P_y; \quad (10)$$

P_{crd} là lực gây mất ổn định tuyến tính méo tiết diện khi chịu nén của tiết diện có khoét lỗ, được xác định bằng cách sử dụng các phân tích mất ổn định.

2.2. Khả năng chịu uốn của tiết diện tạo hình nguội có khoét lỗ

Mô men uốn danh nghĩa của tiết diện thép tạo hình nguội có khoét lỗ được xác định là giá trị nhỏ nhất trong ba thành phần sau: 1) Mô men chảy dẻo của tiết diện giảm yếu M_{ynet} ; 2) Mô men mất ổn định cục bộ của tiết diện M_{nl} ; 3) Mô men mất ổn định méo của tiết diện M_{nd} . Các thành phần mô men này được xác định như sau:

- Mô men chảy dẻo của tiết diện giảm yếu:

$$M_{ynet} = S_{fnet} F_y \quad (11)$$

Trong đó S_{fnet} là mô đun chống uốn tiết diện giảm yếu; F_y là ứng suất chảy của vật liệu thép.

- Mô men mất ổn định cục bộ của tiết diện:

$$\text{Với } \lambda_1 \leq 0,776: M_{nl} = M_y \quad (12)$$

$$\text{Với } \lambda_1 > 0,776: \quad (13)$$

Trong đó

λ_1 là độ mảnh danh nghĩa mất ổn định cục bộ,
 $\lambda_1 = \sqrt{M_y / M_{cr1}}$;

M_y là mô men chảy dẻo của tiết diện nguyên;

M_{cr1} là mô men mất ổn định tuyến tính cục bộ khi chịu uốn của tiết diện có khoét lỗ, được xác định bằng cách sử dụng các phân tích mất ổn định.

- Mô men mất ổn định méo của tiết diện:

Mô men mất ổn định méo tiết diện được xác định căn cứ theo độ mảnh danh nghĩa λ_d , cụ thể như sau:

Nếu $\lambda_d \leq \lambda_{d2}$ với λ_{d2} được xác định như công thức (19):

Với $\lambda_d \leq \lambda_{d1}$: $M_{nd} = M_{ynet}$ (14)

Với $\lambda_{d1} < \lambda_d \leq \lambda_{d2}$:

$$M_{nd} = M_{ynet} - \left(\frac{M_{ynet} - M_{d2}}{\lambda_{d2} - \lambda_{d1}} \right) (\lambda_d - \lambda_{d1}) \quad (15)$$

Nếu $\lambda_d > \lambda_{d2}$:

Với $\lambda_d \leq 0,673$: $M_{nd} = M_y$ (16)

Với $\lambda_d > 0,673$:

$$M_{nd} = \left[1 - 0,22 \left(\frac{M_{crd}}{M_y} \right)^{0,5} \right] \left(\frac{M_{crd}}{M_y} \right)^{0,5} M_y \quad (17)$$

Trong đó:

λ_d là độ mảnh danh nghĩa mất ổn định méo tiết diện,
 $\lambda_d = \sqrt{M_y / M_{crd}}$;

M_y là mô men chảy dẻo của tiết diện nguyên;

M_{ynet} là mô men chảy dẻo của tiết diện giảm yếu;

$$\lambda_{d1} = 0,673 \left(\frac{M_{ynet}}{M_y} \right)^3 \quad (18)$$

$$\lambda_{d2} = 0,673 \left[1,7 \left(\frac{M_y}{M_{ynet}} \right)^{2,7} - 0,7 \right] \quad (19)$$

$$M_{d2} = \left[1 - 0,22 \left(\frac{1}{\lambda_{d2}} \right) \right] \left(\frac{1}{\lambda_{d2}} \right) M_y \quad (20)$$

M_{crd} là mô men mất ổn định tuyến tính méo tiết diện khi chịu uốn của tiết diện có khoét lỗ, được xác định bằng cách sử dụng các phân tích mất ổn định.

3. Ví dụ tính toán

3.1. Khả năng chịu nén của tiết diện C20015 có khoét lỗ

Tiết diện C20015 dùng trong tính toán với các số liệu cụ thể như sau: chiều cao $D = 203\text{mm}$; chiều rộng $B = 76\text{mm}$; sườn biên $L = 19,5\text{mm}$; chiều dày $t = 1,5\text{mm}$; chiều cao lỗ khoét $h_{\text{hole}} = 40\text{mm}$; chiều dài lỗ khoét bằng 200mm . Các kích thước tiết diện được biểu diễn trên Hình 1. Sử dụng các hệ giằng chống chuyển vị ngang và chống xoắn để ngăn cản mất ổn định tổng thể. Khi đó khả năng chịu lực của cấu kiện sẽ tiến tới là khả năng chịu lực của tiết diện. Vật liệu thép có các thông số: Ứng suất chảy $F_y = 345\text{MPa}$; Mô đun đàn hồi $E = 203400\text{MPa}$;

Sử dụng các phần mềm phân tích mất ổn định như đã đề cập trong mục 1, xác định được các giá trị sau: Lực gây chảy

dẻo của tiết diện nguyên $P_y = 195,47$ (kN); Lực gây chảy dẻo của tiết diện giảm yếu $P_{ynet} = 174,77$ (kN); Các giá trị lực gây mất ổn định tiết diện: $P_{crl} = 31,22$ (kN); $P_{crd} = 66,285$ (kN).

- Lực gây mất ổn định cục bộ:

Độ mảnh danh nghĩa cục bộ:

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{P_y}{P_{crl}}} = \sqrt{\frac{195,47}{31,22}} = 2,502$$

Vì $\lambda_1 > 0,776$, nên P_{nl} được xác định như sau:

$$\begin{aligned} P_{nl} &= \left[1 - 0,15 \left(\frac{P_{crl}}{P_y} \right)^{0,4} \right] \left(\frac{P_{crl}}{P_y} \right)^{0,4} P_y \\ &= \left[1 - 0,15 \left(\frac{31,22}{195,47} \right)^{0,4} \right] \left(\frac{31,22}{195,47} \right)^{0,4} \times 195,47 \\ &= 87,089 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

- Lực gây mất ổn định méo tiết diện:

Độ mảnh danh nghĩa méo tiết diện:

$$\begin{aligned} \lambda_d &= \sqrt{\frac{P_y}{P_{crd}}} = \sqrt{\frac{195,47}{66,285}} = 1,717 \\ \lambda_{d1} &= 0,561 \left(\frac{P_{ynet}}{P_y} \right) = 0,561 \times \left(\frac{174,77}{195,47} \right) = 0,502 \\ \lambda_{d2} &= 0,561 \left[14 \left(\frac{P_y}{P_{ynet}} \right)^{0,4} - 13 \right] \\ &= 0,561 \times \left[14 \left(\frac{195,47}{174,77} \right)^{0,4} - 13 \right] = 0,921 \end{aligned}$$

Vì $\lambda_d > \lambda_{d2} = 0,921$ nên P_{nd} được xác định như sau:

$$\begin{aligned} P_{nd} &= \left[1 - 0,25 \left(\frac{P_{crd}}{P_y} \right)^{0,6} \right] \left(\frac{P_{crd}}{P_y} \right)^{0,6} P_y \\ &= \left[1 - 0,25 \left(\frac{66,285}{195,47} \right)^{0,6} \right] \left(\frac{66,285}{195,47} \right)^{0,6} \times 195,47 \\ &= 88,812 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

Khả năng chịu nén danh nghĩa của tiết diện C20015 có khoét lỗ:

$$\begin{aligned} P_n &= \min(P_{ynet}, P_{nl}, P_{nd}) \\ &= \min(174,77 \text{ kN}; 87,089 \text{ kN}; 88,812 \text{ kN}) = 87,089 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

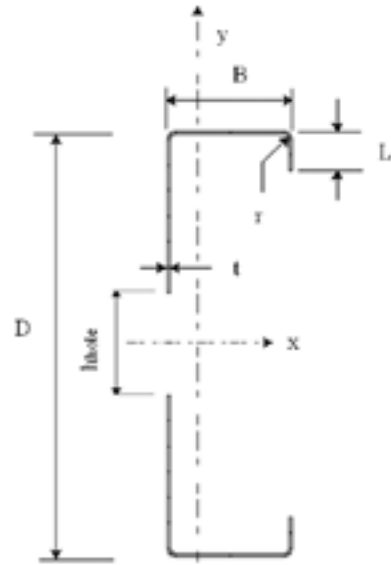
Tiết diện C22015 có khoét lỗ bị phá hoại do mất ổn định cục bộ.

Với tiết diện nguyên, khả năng chịu lực của tiết diện được xác định dựa theo bài báo của Phạm [5] có giá trị như sau:

$$\begin{aligned} P_n &= \min(P_y, P_{nl}, P_{nd}) \\ &= \min(195,47 \text{ kN}; 88,87 \text{ kN}; 95,10 \text{ kN}) = 88,87 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

Tiết diện nguyên C20015 bị phá hoại do mất ổn định cục bộ.

Nhận xét: Khi có lỗ khoét, khả năng chịu nén cục bộ giảm từ 88,87kN xuống 87,089kN, còn khả năng chịu nén do mất ổn định méo tiết diện giảm từ 95,10kN xuống 88,812kN. Cả hai loại tiết diện đều bị phá hoại do mất ổn định cục bộ.



Hình 1. Các kích thước chính của tiết diện chữ C

3.2. Khả năng chịu uốn của tiết diện C20015 có khoét lỗ

Tiết diện C20015 cũng được khảo sát cho chịu uốn với các số liệu về tiết diện và lỗ khoét giống như tiết diện chịu nén, cụ thể: chiều cao $D = 203 \text{ mm}$; chiều rộng $B = 76 \text{ mm}$; sườn biên $L = 19,5 \text{ mm}$; chiều dày $t = 1,5 \text{ mm}$; chiều cao lỗ khoét $h_{hole} = 40 \text{ mm}$; chiều dài lỗ khoét bằng 200mm. Các kích thước tiết diện được biểu diễn trên Hình 1. Sử dụng các hệ giằng chống chuyển vị ngang và chống xoắn để ngăn cản mất ổn định tổng thể. Khi đó khả năng chịu lực của cấu kiện sẽ tiến tới là khả năng chịu lực của tiết diện. Vật liệu thép có các thông số: Ứng suất chảy $F_y = 345 \text{ MPa}$; Mô đun đàn hồi $E = 203400 \text{ MPa}$;

Sử dụng các phần mềm phân tích mất ổn định như đã đề cập trong mục 1, xác định được các giá trị sau: Mô men chảy dẻo của tiết diện nguyên $M_y = 12,245$ (kNm); Mô men chảy dẻo của tiết diện giảm yếu $M_{ynet} = 12,218$ (kNm); Các giá trị mô men mất ổn định tiết diện: $M_{crl} = 5,630$ (kNm); $M_{crd} = 9,037$ (kNm).

- Mô men mất ổn định cục bộ:

Độ mảnh danh nghĩa cục bộ:

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{M_y}{M_{crl}}} = \sqrt{\frac{12,245}{5,630}} = 1,475$$

Vì $\lambda_1 > 0,776$, nên M_{nl} được xác định như sau:

$$\begin{aligned} M_{nl} &= \left[1 - 0,15 \left(\frac{M_{crl}}{M_y} \right)^{0,4} \right] \left(\frac{M_{crl}}{M_y} \right)^{0,4} M_y \\ &= \left[1 - 0,15 \left(\frac{5,630}{12,245} \right)^{0,4} \right] \left(\frac{5,630}{12,245} \right)^{0,4} \times 12,245 \\ &= 7,987 \text{ (kNm)} \end{aligned}$$

- Mô men mất ổn định méo tiết diện:

Độ mảnh danh nghĩa méo tiết diện:

$$\lambda_d = \sqrt{\frac{M_y}{M_{crd}}} = \sqrt{\frac{12,245}{9,037}} = 1,164$$

(xem tiếp trang 70)

Lựa chọn giải pháp xử lý nước thải chi phí thấp cho các đô thị nhỏ ở Việt Nam

Selection of low-cost wastewater treatment solutions for small urban areas in Vietnam

Phạm văn Doanh

Tóm tắt

Hiện nay, tại Việt Nam đã có một số dự án đầu tư xây dựng các công trình thoát nước và xử lý nước thải, nhưng các dự án chủ yếu được thực hiện tại các đô thị lớn. Tại các đô thị nhỏ, và các đô thị miền núi vấn đề xử lý nước thải (XLNT) vẫn chưa được quan tâm đúng mức. Hầu hết nước thải đều chưa được xử lý trước khi xả vào các nguồn tiếp nhận[1]. Tại những nơi này cơ sở hạ tầng còn yếu kém, nguồn vốn đầu tư còn hạn chế, trình độ nguồn nhân lực chưa cao. Do đó việc lựa chọn một giải pháp công nghệ xử lý nước thải phù hợp với những nơi này là một điều rất quan trọng.

Từ những vấn đề thực tế đó, yêu cầu có một mô hình xử lý nước thải phù hợp với điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội của các đô thị nhỏ, đô thị miền núi nước ta là một vấn đề cần phải làm ngay. Trong khuôn khổ bài viết này, tác giả sẽ trình bày một số cách tiếp cận để giải quyết vấn đề xử lý nước thải (XLNT) với chi phí thấp tại các đô thị nhỏ ở Việt Nam.

Từ khóa: Công nghệ XLNT, Nước thải đô thị

Abstract

Currently, in Vietnam, there are several investment projects to build drainage and wastewater treatment facilities, but projects are mainly built-in big cities.

In small urban areas and mountainous urban areas, the problem of wastewater treatment is still not paid attention to. Most wastewater is untreated before being discharged into receiving sources. In these areas, the infrastructure is still poor, the amount of money for construction is still low, and the level of human resources is not high.

Therefore, the selection of a suitable wastewater treatment technology solution is very important.

From these practical issues, it is important to request a model of wastewater treatment suitable to the natural, economic, and social conditions of our small cities and mountainous cities. In this article, I will present some approaches to solving the problem of low-cost wastewater treatment in small urban areas in Vietnam.

Key words: Wastewater treatment technology, Municipal wastewater

ThS. Phạm Văn Doanh

Bộ môn Thoát nước, Khoa Kỹ thuật hạ tầng và môi trường đô thị
ĐT: 0989335098

Email: doanhdhkt@gmail.com

Ngày nhận bài: 22/5/2020

Ngày sửa bài: 12/5/2020

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

Chữ viết tắt: Xử lý nước thải(XLNT), Nhu cầu oxy sinh học(BOD₅), Tổng nitơ(TN), công nghệ bể xử lý theo mẻ(SBR), công nghệ mương oxy hóa tuần hoàn (OD), công nghệ lọc sinh học nhỏ giọt (TF).

1. Đặt vấn đề

Tại Việt Nam, nhiều đô thị nhỏ chưa có hệ thống thoát nước riêng. Tất cả nước thải đều được thu gom chung cùng với nước mưa rồi xả ra các sông, hồ hay lưu vực nước gần nhất, hoặc tự thấm. Những hệ thống này đã được xây dựng cách đây khá lâu, rất ít được sửa chữa, duy tu, bảo dưỡng nên đã xuống cấp nhiều; việc xây dựng bổ sung được thực hiện một cách chắp vá, không theo quy hoạch lâu dài, không đáp ứng được yêu cầu phát triển đô thị.

Nguồn nhân lực làm việc trong lĩnh vực thu gom và XLNT còn thiếu về số lượng và yếu về chuyên môn. Ngay tại các thành phố lớn thì nguồn nhân lực cũng chưa được đảm bảo. Phần lớn nhân viên làm việc tại các nhà máy XLNT hoặc các công ty quản lý vận hành hệ thống thoát nước đều làm trái ngành hoặc không được đào tạo bài bản.

Nước thải đô thị tại Việt Nam nhìn chung có BOD₅ thấp, tỷ lệ BOD₅: TN thấp nên hầu hết các công nghệ xử lý nước thải(XLNT) đang áp dụng tại Việt Nam làm việc không đạt được hiệu quả như mong đợi[2].

Chính vì vậy việc xây dựng mạng lưới thoát nước và XLNT cho các loại đô thị nhỏ ở Việt Nam là rất cần thiết. Để lựa chọn công nghệ XLNT phù hợp cho các đô thị nhỏ với chi phí phù hợp, cần dựa vào các cơ sở sau: Điều kiện tự nhiên của đô thị, điều kiện kinh tế, điều kiện xã hội, hiện trạng thoát nước tại đô thị đó...

2. Một số phương pháp xử lý nước thải có thể áp dụng.

a) Xử lý nước thải bằng phương pháp cơ học

Xử lý cơ học là dùng các công trình như: song chắn rác, bể lắng cát, bể tách dầu mỡ, bể lọc, bể tuyển nổi, lọc màng... để loại bỏ các tạp chất không tan trong nước thải.

b) Xử lý nước thải bằng phương pháp hóa học

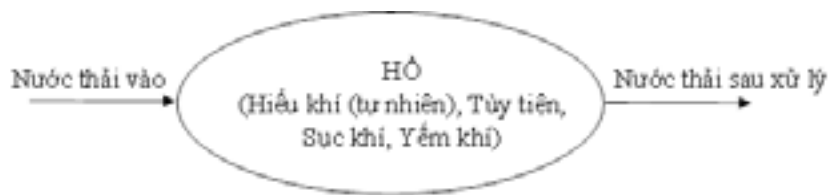
Xử lý hóa học là dùng các hóa chất: oxy hóa khử, chất keo tụ, chất ozon hóa... để loại bỏ các tạp chất có trong nước thải.

c) Xử lý nước thải bằng phương pháp vật lý

Xử lý vật lý là dùng các phương pháp như: bay hơi, hấp phụ, trích ly, trao đổi ion... để loại bỏ các tạp chất có trong nước thải.

d) Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học trong điều kiện nhân tạo

Xử lý sinh học nước thải thực chất là lợi dụng sự sống và hoạt động của các vi sinh vật để thực hiện các dạng phân hủy khác nhau. Sự phân hủy chất hữu cơ thường kèm theo sự thoát khí dưới tác dụng của các enzyme do vi khuẩn tiết ra. Có các phương pháp cơ bản khi xử lý sinh học nước thải là: Xử lý sinh học trong điều kiện tự nhiên (cánh đồng tưới,



Hình 1. Sơ đồ mô tả công nghệ hồ



Hình 2. Hình ảnh hồ sinh học và bãi lọc trồng cây



Hình 3. Hình ảnh bãi lọc ngập nước

bãi lọc, hồ sinh học...), xử lý sinh học hiếu khí trong điều kiện nhân tạo (bể aeroten, bể biophin...), xử lý sinh học kỵ khí trong điều kiện nhân tạo (bể tự hoại, bể UASB...).

3. Lựa chọn mô hình xử lý nước thải cho các đô thị nhỏ, đô thị miền núi Việt Nam

Khi lựa chọn công nghệ XLNT cho một khu đô thị, cơ sở để lựa chọn công nghệ XLNT gồm các yếu tố sau:

- Công suất nhà máy xử lý nước thải.
- Mức độ xử lý nước thải cần thiết.
- Đặc điểm của vùng và từng loại đô thị.
- Điều kiện kinh tế xã hội.
- Quỹ đất xây dựng.
- Vai trò và sự chấp nhận của cộng đồng.
- Hiệu quả xử lý nước thải.
- Trình độ tiên tiến của công nghệ.
- Các chỉ tiêu kinh tế.
- Sự an toàn và thân thiện với môi trường.

4. Các mô hình xử lý nước thải có thể áp dụng

Các đô thị loại nhỏ, đô thị miền núi nước ta đa phần là các đô thị mới, quy mô nhỏ, dân số phân bố không đều, xử lý nước thải phân tán hoặc bán tập trung. Do đó, công suất của các nhà máy XLNT đa phần là nhỏ và vừa. Dựa vào các tiêu chí và cơ sở lựa chọn đã nêu ở trên, có thể đưa ra một số mô hình xử lý nước thải phù hợp như sau:

a) Xử lý sinh học nước thải bằng hồ sinh học

Hồ ổn định sinh học nước thải với chi phí thấp, dễ vận hành quản lý, hiệu suất xử lý sinh học cao. Hiện nay ở Việt Nam có 11 nhà máy áp dụng công nghệ Hồ sinh học chiếm 10% công suất XLNT [1] [2]. Tuy nhiên, mô hình này chiếm nhiều diện tích sử dụng đất. Trong điều kiện đất đai không hạn chế và công suất không lớn (<20.000 m³/ngày) có thể sử dụng hệ thống các hồ sinh học ổn định nước thải. Để giảm diện tích đất sử dụng có thể dùng hồ sinh học làm thoáng

nhân tạo, xử lý sơ bộ kết hợp hồ làm thoáng nhân tạo...

Nước thải được xử lý trong hồ sinh học là nước thải có tải trọng hữu cơ thấp [5]. Nước thải được xử lý trong hồ dưới cơ chế hoạt động của các vi sinh vật hoàn toàn tự nhiên, không cần bổ sung nguồn năng lượng bên ngoài như sục khí, bổ sung các chất khác... Trong một số trường hợp để nhằm nâng cao hiệu suất của hồ sinh học người ta có thể bố trí thêm máy thổi khí để làm thoáng. Xử lý nước thải bằng hồ sinh học có ưu điểm là tốn ít chi phí vận hành, nhưng lại tốn diện tích sử dụng đất. Vì vậy hồ sinh học chỉ phù hợp với những nơi có quỹ đất lớn, nguồn nước thải có tải trọng hữu cơ thấp, chất lượng nước thải đầu ra không đòi hỏi cao.

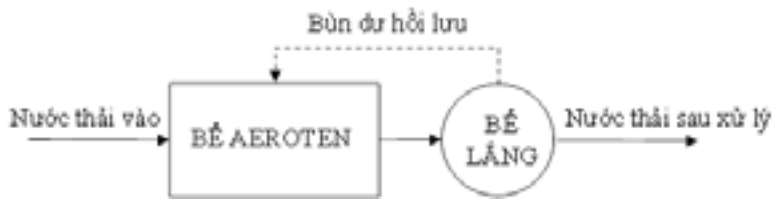
b) Xử lý sinh học nước thải với bãi lọc ngập nước

Bãi lọc ngập nước là hệ sinh thái ngập nước với mực nước nông hoặc xấp xỉ bề mặt đất và được cấy trồng các loại thực vật trong điều kiện đất ẩm. Có thể thiết kế kết hợp sử dụng các mục đích giải trí, kết hợp thành các công viên sinh thái. Bãi lọc ngập nước thường sử dụng để xử lý nước thải sinh hoạt cho các đô thị nhỏ, hoặc khu ngoại thành các thành phố lớn (công suất xử lý dưới 5.000 m³/ngày). Tại Việt Nam số nhà máy áp dụng công nghệ này chiếm 1% công suất XLNT.

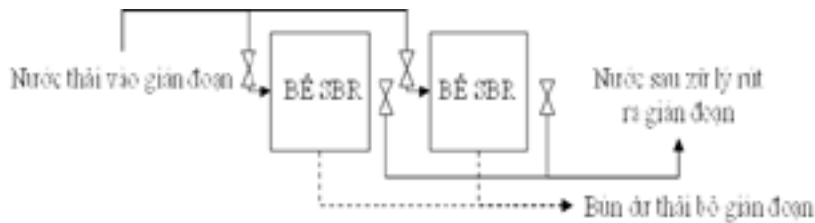
Bãi lọc ngập nước có chiều sâu lớp nước từ 1-2(m), phổ biến là 1,5(m) [6]. Nước thải được xử lý trong hồ sinh học là nước thải có tải trọng hữu cơ thấp. Nước thải được xử lý trong hồ dưới cơ chế hoạt động của các cây thủy sinh được lựa chọn. Cây thường có sinh khối thấp, tiêu thụ dinh dưỡng nhiều, phù hợp với cảnh quan thì càng tốt. Không cần bổ sung nguồn năng lượng bên ngoài như sục khí, bổ sung các chất khác. Xử lý nước thải bằng bãi lọc ngập nước có ưu điểm là tốn ít chi phí vận hành, nhưng lại tốn diện tích sử dụng đất. Vì vậy hồ sinh học chỉ phù hợp với những nơi có quỹ đất lớn, nguồn nước thải có tải trọng hữu cơ thấp.

c) Xử lý sinh học nước thải với bể Aeroten truyền thống

Hệ thống Aeroten truyền thống thường được áp dụng rộng rãi với các đô thị và nó được khuyến khích dùng cho



Hình 4. Sơ đồ mô tả công nghệ bể Aeroten truyền thống



Hình 5. Sơ đồ mô tả công nghệ SBR

hầu hết các nhà máy XLNT áp dụng xử lý sinh học. Vì đây là công nghệ XLNT có thể xử lý được hầu hết các loại nước thải đô thị, điều kiện vận hành đáp ứng được các yêu cầu tại Việt Nam. Trong bể aeroten sinh khối tồn tại ở dạng bông lơ lửng (bùn) bao gồm quần thể các vi sinh vật, đơn bào, các dạng nấm và nấm men cùng các vi sinh vật cao cấp hơn. Hệ vi sinh vật này tồn tại trong điều kiện hiếu khí (aerobic) được gọi là bùn hoạt tính nhờ năng lực tổng hợp (tiêu thụ) thức ăn là chất hữu cơ (BOD) trong nước cao [5].

Tuy nhiên công nghệ XLNT loại này có nhược điểm là tốn nhiều năng lượng cho quá trình duy trì hoạt động của các vi sinh vật, sinh ra bùn dư nhiều, nên quá trình xử lý bùn cũng rất tốn kém.

Tại Việt Nam số nhà máy áp dụng công nghệ này là 9 nhà máy chiếm 31% công suất XLNT.

d) Xử lý sinh học nước thải với công nghệ bể xử lý theo mẻ (SBR)

Khi lưu lượng dòng chảy nhỏ hoặc dòng chảy gián đoạn, thường lựa chọn Aeroten hoạt động gián đoạn theo mẻ (SBR). Công nghệ SBR có giá thành thấp, chiếm ít diện tích so với công nghệ bùn hoạt tính truyền thống. Công nghệ SBR có thể áp dụng xử lý hầu hết các loại nước thải. Nguyên lý hoạt động của bể là theo các chu kỳ, trung bình một chu kỳ có thời gian hoạt động 4-6 giờ. Một chu kỳ bao gồm các quá trình (nhập nước vào, sục khí, lắng, xả). Tất cả đều diễn ra trong 1 bể vì vậy so với công nghệ bùn hoạt tính truyền thống thì công nghệ SBR tiết kiệm được phần xây dựng các bể lắng.

Nếu tính các dự án xử lý nước thải đang vận hành, đang thi công, đã được phê duyệt tại Việt Nam thì tỷ lệ ứng dụng công nghệ tính theo công suất là: 16 nhà máy áp dụng công nghệ SBR chiếm 50% công suất

e) Xử lý sinh học nước thải bằng kênh ôxy hóa (OD)

Kênh ôxy hóa là cải tiến của bể Aeroten khuấy trộn hoàn chỉnh, làm thoáng kéo dài với bùn hoạt tính lơ lửng chuyển động tuần hoàn trong kênh. Kênh ôxy hóa có hiệu quả xử lý BOD₅, nitơ, photpho cao, quản lý đơn giản, ít bị ảnh hưởng khi có sự thay đổi về thành phần và lưu lượng nước thải đầu vào, nên thường được áp dụng để xử lý nước thải có biên độ dao động lớn về chất lượng và lưu lượng giữa các giờ trong ngày. Thường áp dụng cho các nhà máy XLNT công suất đến 1.000 m³/ngày.

Nếu tính các dự án xử lý nước thải đang vận hành, đang thi công, đã được phê duyệt tại Việt Nam

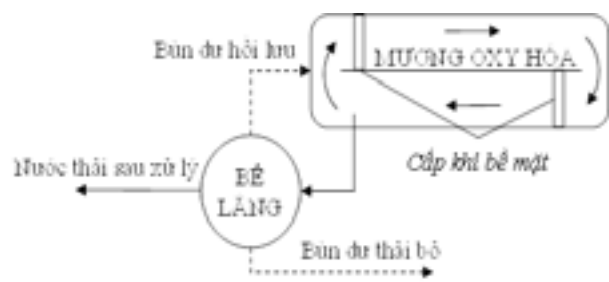
thì tỷ lệ sử dụng công nghệ này là: 10 nhà máy áp dụng công nghệ OD chiếm 7% công suất[1].

f) Xử lý sinh học nước thải với bể lọc sinh học (TF)

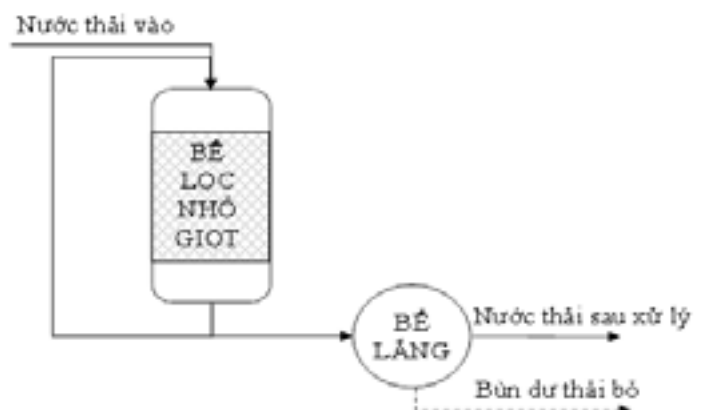
Hiện nay, tại Việt Nam số nhà máy áp dụng công nghệ TF chiếm 2% công suất[1]. Có 2 loại bể lọc sinh học: bể lọc sinh học nhỏ giọt và bể lọc sinh học cao tải. Công nghệ bể lọc sinh học có chi phí thấp, dễ vận hành, lượng bùn dư phát sinh không nhiều. Tuy nhiên công nghệ này kiểm soát mùi không được tốt nên cũng cần phải làm xa khu dân cư, vì vậy nó phù hợp với đô thị miền núi, hoặc các đô thị có quỹ đất đủ lớn để thực hiện việc cách ly.

5. Kết luận

Qua nội dung bài viết có thể thấy việc sử dụng công nghệ XLNT phù hợp với đô thị loại nhỏ tại Việt Nam là vấn đề cần được quan tâm. Hiện nay có rất nhiều công nghệ XLNT áp dụng tại Việt Nam, tuy nhiên lựa chọn công nghệ nào thì cũng cần quan tâm đến yếu tố giá thành, điều kiện xã hội phù hợp và quy trình vận hành đơn giản, đảm bảo chất lượng XLNT đạt yêu cầu. Đối với khu đô thị nhỏ hoặc các đô thị miền núi nếu có quỹ đất nhiều có thể áp dụng công nghệ Hồ sinh học hoặc bãi lọc sinh học ngập nước, công nghệ bể lọc sinh học nhỏ giọt (TF). Ngược lại các đô thị mà không còn nhiều quỹ đất có thể sử dụng công nghệ SBR hoặc công nghệ kênh mương Oxy hóa tuần hoàn./.



Hình 6. Sơ đồ mô tả công nghệ OD



Hình 7. Sơ đồ mô tả công nghệ TF

Tài liệu tham khảo

1. Đánh giá hoạt động quản lý nước thải đô thị tại Việt Nam 2013.
2. Gamuda Engineering, Báo cáo nghiên cứu Nhà máy XLNT, 2008, pp. 25-35, 100-150.
3. Nippon Koei Consultant - Japan, Thiết kế cơ sở Nhà máy XLNT Bấy Mẫu, 2011, pp. 30-39.
4. Thủ tướng Chính phủ / UBND thành phố Hà Nội, Quy hoạch thoát nước thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn 2050, Thủ tướng chính phủ phê duyệt tại quyết định số 725/TTg ngày 10/5/2013, Hà Nội, 2013, pp. 7.38-7.44.
5. De Kreuk MK, Pronk M, van Loosdrecht MCM. Formation of aerobic granules and conversion processes in an aerobic granular sludge reactor at moderate and low temperatures. *Water Res* 2005;39:4476-84.
6. EPA - Water Environmental Federation, Design of Municipal Wastewater Treatment Plant, vol. II, USA: Water Environmental Federation, 2009, pp. 11.38-11.39, 13.4-13.25, 15.4-15.104.
7. Gunnar Demoulin, "Largest SBR Facility for Full BNR in Malaysia," Sapienza Università Di Roma, 2008.

Xác định khả năng chịu lực của tiết diện thép tạo hình nguội...

(tiếp theo trang 66)

$$\lambda_{d1} = 0,673 \left(\frac{M_{ynet}}{M_y} \right)^3 = 0,673 \times \left(\frac{12,218}{12,245} \right)^3 = 0,669$$

$$\lambda_{d2} = 0,673 \left[1,7 \left(\frac{M_y}{M_{ynet}} \right)^{2,7} - 0,7 \right]$$

$$= 0,673 \times \left[1,7 \times \left(\frac{12,245}{12,218} \right)^{2,7} - 0,7 \right] = 0,679$$

Vì $\lambda_{d1} > \lambda_{d2} = 0,679$ nên M_{nd} được xác định như sau:

$$M_{nd} = \left[1 - 0,22 \left(\frac{M_{crd}}{M_y} \right)^{0,5} \right] \left(\frac{M_{crd}}{M_y} \right)^{0,5} P_y$$

$$= \left[1 - 0,22 \left(\frac{9,037}{12,245} \right)^{0,5} \right] \left(\frac{9,037}{12,245} \right)^{0,5} \times 12,245$$

$$= 8,531 (\text{kNm})$$

Mô men chịu uốn danh nghĩa của tiết diện C20015 có khoét lỗ:

$$M_n = \min (M_{ynet}, M_{nl}, M_{nd})$$

$$= \min (12,218 \text{kNm}; 7,987 \text{kNm}; 8,531 \text{kNm}) = 7,987 (\text{kNm})$$

Tiết diện C20015 có khoét lỗ bị phá hoại do mất ổn định cục bộ.

Với tiết diện nguyên, mô men chịu uốn danh nghĩa của

tiết diện được xác định dựa theo bài báo của Pham [5] có giá trị như sau:

$$M_n = \min (M_y, M_{nl}, M_{nd})$$

$$= \min (12,245 \text{kNm}; 9,874 \text{kNm}; 8,908 \text{kNm}) = 8,908 (\text{kNm})$$

Tiết diện nguyên C20015 bị phá hoại do mất ổn định méo tiết diện.

Nhận xét: Khi có lỗ khoét, khả năng chịu uốn cục bộ giảm từ 9,874kNm xuống 7,987kNm, còn khả năng chịu uốn do mất ổn định méo tiết diện giảm từ 8,908kNm xuống 8,531kNm. Trong khi tiết diện nguyên C20015 bị phá hoại do mất ổn định méo tiết diện, thì C20015 có khoét lỗ bị phá hoại do mất ổn định cục bộ.

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày cách xác định khả năng chịu lực của tiết diện thép tạo hình nguội có khoét lỗ sử dụng phương pháp Cường độ trực tiếp (DSM) theo Tiêu chuẩn AISI S100-16. Một mô đun phần mềm hỗ trợ cho phép phân tích mất ổn định tuyến tính của tiết diện thép tạo hình nguội có khoét lỗ phát triển Viện thép và kim loại Mỹ đã được giới thiệu và sử dụng trong báo cáo. Dựa trên các lý thuyết và phần mềm trình bày trên, các ví dụ tính toán cho tiết diện thép chữ C tạo hình nguội có lỗ khoét được đưa ra với trường hợp chịu nén hoặc chịu uốn, sau đó được so sánh với khả năng chịu lực của tiết diện nguyên. Các kết quả so sánh cho thấy khả năng chịu lực của tiết diện có lỗ khoét đã bị giảm đi so với tiết diện nguyên, đồng thời hai loại tiết diện có thể xảy ra cùng một dạng phá hoại như trong ví dụ chịu nén hoặc bị phá hoại bởi hai dạng khác nhau như trong ví dụ chịu uốn./.

Tài liệu tham khảo

1. R.A. Ortiz-Colberg, "The load carrying capacity of perforated cold-formed steel columns," Cornell University, Ithaca, NY, 1981.
2. American Iron and Steel Institute, North American Specification for the Design of Cold-formed Steel Structural Members. Washington DC: American Iron and Steel Institute, 2016.
3. Z. Li and B.W. Schafer, Buckling analysis of cold-formed steel members with general boundary conditions using CUFSM: Conventional and constrained finite strip methods. Saint Louis, Missouri, USA, 2010.
4. V.V. Nguyen, G.J. Hancock, and C.H. Pham, "Development of the Thin-Wall-2 for Buckling Analysis of Thin-Walled Sections Under Generalised Loading," in Proceeding of 8th International Conference on Advances in Steel Structures, 2015.
5. P.N. Hieu and V.Q. Anh, "Tính toán cấu kiện thép tạo hình nguội chịu nén và uốn bằng phương pháp DSM theo tiêu chuẩn AS/NZS 4600:2018," Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng, no. 4, p. 9, 2020.
6. C.D. Moen, "Direct Strength design for cold-formed steel members with perforations," Johns Hopkins University, Baltimore, 2008.
7. C.D. Moen and B.W. Schafer, "Experiments on cold-formed steel columns with holes," Thin-Walled Structures, vol. 46, no. 10, pp. 1164-1182, 2008.
8. C.D. Moen and B. W. Schafer, "Elastic buckling of cold-formed steel columns and beams with holes," Engineering Structures, vol. 31, no. 12, pp. 2812-2824, 2009.
9. AISI, "Development of CUFSM Hole Module and Design Tables for the Cold-formed Steel Cross-sections with Typical Web Holes in AISI D100," 2020.
10. AISI, "Development of CUFSM Hole Module and Design Tables for the Cold-formed Steel Cross-sections with Typical Web Holes in AISI D100," 2021.

Ứng dụng lý thuyết mờ lập tiến độ xây dựng

Application of full theory for construction progress

Bùi Mạnh Hùng, Đinh Doãn Tú

Tóm tắt

Hiện tại thời gian của các hoạt động xây dựng khi lập tiến độ xây dựng thường dựa trên kinh nghiệm chuyên môn và khả năng phán đoán của người có kinh nghiệm nên thiếu cơ sở khoa học và thường không chính xác. Trong khi, lý thuyết mờ và số mờ là một công cụ toán học hữu hiệu, rất phù hợp để tính toán, so sánh chính xác thời gian của hoạt động xây dựng.

Bài viết này giới thiệu việc ứng dụng lý thuyết mờ để xác định thời gian thực hiện các hoạt động trong một dự án khi lập tiến độ xây dựng cho một dự án.

Từ khóa: Lý thuyết mờ; tên hoạt động; kết thúc sớm; bắt đầu sớm; kết thúc muộn; bắt đầu muộn

Abstract

Currently, the time of construction activities tends to be determined by professional judgment and experience when making a construction schedule, so it lacks a scientific basis and is often inaccurate. Fuzzy theory and fuzzy numbers are effective mathematical tools, very suitable for calculating construction times accurately.

The article discusses how fuzzy theory can be applied to create construction schedules in a project that allow for determining how long activities will take to complete.

Key words: Fuzzy theory; Activity name; Early finish; Early start; Late finish; Late start

Đặt vấn đề:

Thực tế hiện hữu khi lập kế hoạch nói chung và lập tiến độ xây dựng nói riêng thường dựa trên kinh nghiệm và dự đoán của người lập, nên nhiều trường hợp thiếu cơ sở khoa học và mức độ tin cậy không cao, dẫn tới phải điều chỉnh kế hoạch. Do vậy, sử dụng một công cụ toán học về lý thuyết mờ và số mờ để xác định thời gian thực hiện các hoạt động trong một dự án khi lập tiến độ xây dựng cho một dự án là cần thiết. Việc làm này cho số liệu có độ tin cậy cao cả trên phương diện khoa học và thực tiễn.

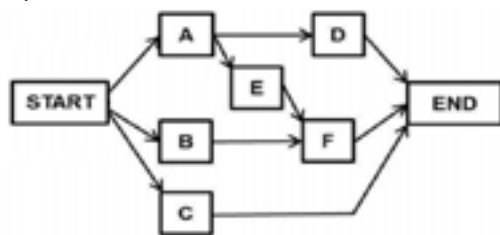
I. Dự án giả thiết

Giả sử thời gian thực hiện các hoạt động (các quá trình thi công xây dựng) của một dự án thu thập từ bốn nguồn khác nhau (các chuyên gia 1, 2, 3, 4) và giá trị của chúng được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Thời gian của các hoạt động do các chuyên gia thu được

Hoạt động	Chuyên gia			
	CG1	CG2	CG3	CG4
A	4	6	6	8
B	9	6	12	10
C	2	4	7	5
D	3	5	6	7
E	1	6	3	9
F	9	6	12	6

Ứng dụng của phương pháp đường găng mờ sẽ được minh họa bằng ví dụ Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ mạng dự án giả thiết

Do đó, các chú thích mờ của chúng như sau: A (4, 6, 6, 8), B (6, 9, 10, 12), C (2, 4, 5, 7), D (3, 5, 6, 7), E (1, 3, 6, 9) và F (6, 9, 9, 12).

Các hoạt động 'Bắt đầu - Start' và 'Kết thúc - End' được gọi là các 'hoạt động mốc', nghĩa là chúng chỉ đại diện cho các sự kiện quan trọng nên không có thời gian, tức là giá trị của chúng là Bắt đầu (0, 0, 0, 0) và Kết thúc (0, 0, 0, 0).

II. Phân tích đường Găng

Phương pháp đường găng (CPM - Critical Path Method) trong quản lý dự án sử dụng thời gian của các hoạt động và mối quan hệ giữa các hoạt động để tính toán tiến độ dự án. Tính toán này được thực hiện trong ba lần thông qua các hoạt động trong dự án:

- Tính toán theo chiều xuôi;
- Tính toán theo chiều ngược;
- Tổng thời gian dự trữ.

2.1. Tính toán theo chiều xuôi

PGS.TS. Bùi Mạnh Hùng

Khoa Quản lý đô thị

Đại học Kiến trúc Hà Nội

ĐT: 0903218152

Email: hungbm@hau.edu.vn

TS. Đinh Doãn Tú

Thanh tra Thành phố Hà Nội

ĐT: 0969888786

Email: dinhtu.ksxd.1102@gmail.com

Ngày nhận bài: 17/11/2021

Ngày sửa bài: 8/4/2022

Ngày duyệt đăng: 8/4/2022

Tính toán theo chiều xuôi là phần đầu tiên của quy trình tính toán CPM. Mục đích của việc tính toán theo chiều xuôi là xác định thời điểm sớm nhất mà các hoạt động có thể kết thúc hoặc bắt đầu mà không ảnh hưởng đến tổng thể dự án. [1], [2], [3]

Quy trình bắt đầu với hoạt động đầu tiên trong lịch trình và đặt ngày bắt đầu dự án vào ô thời gian bắt đầu sớm (ES) của hoạt động mốc “Bắt đầu”, trong đó thuật ngữ “hoạt động mốc” biểu thị hoạt động có thời gian bằng 0 đại diện cho một sự kiện quan trọng, thường là khởi đầu và/hoặc kết thúc dự án.

Nhiều dự án được lên lịch trình theo ngày làm việc và do đó, nếu tác động không được xem xét hoặc nếu không được chỉ dẫn khác, dự án có thể được giả định là bắt đầu vào một ngày 0.

Do đó, thời gian bắt đầu sớm của hoạt động “Bắt đầu” là $ES_{start} = (0, 0, 0, 0)$.

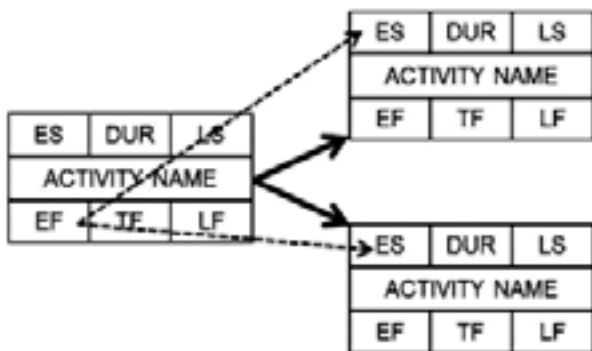
Nếu biểu thị thời gian của bất kỳ hoạt động nào là DUR, thì thời gian kết thúc sớm (EF) của hoạt động đó có thể được tính như sau:

$$EF = ES + DUR \quad (5)$$

Thời gian kết thúc sớm (EF) của hoạt động “Bắt đầu” sẽ là:

$$EF_{start} = ES_{start} + DUR_{start} = (0,0,0,0) + (0,0,0,0) \quad (6)$$

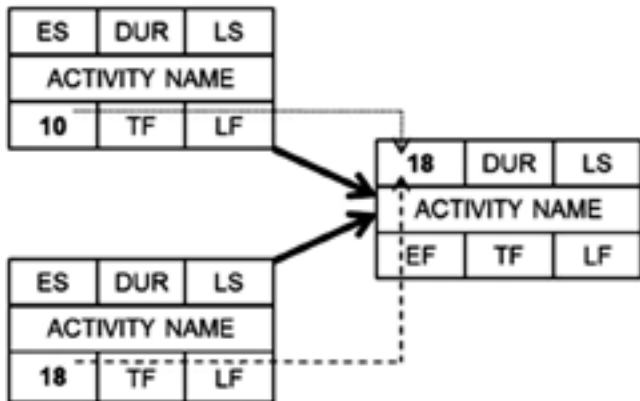
Thời gian kết thúc sớm của bất kỳ hoạt động nhất định nào sẽ trở thành thời gian bắt đầu sớm của các hoạt động tiếp theo nó.



Hình 2. Môi tương quan giữa kết thúc sớm và bắt đầu sớm của các hoạt động tiếp theo

(trong hình Activity name là Tên hoạt động)

$$\text{Do đó: } ESA = ESB = ESC = EF_{start} = (0, 0, 0, 0) \quad (7)$$



Hình 3. Bắt đầu sớm trong trường hợp có nhiều hoạt động trước đó

Đối với các hoạt động có nhiều hoạt động trước đó, ES cho bất kỳ hoạt động nào sẽ là EF lớn nhất (tức là mới nhất) trong tất cả các hoạt động trước đó, dựa trên logic mạng.

Theo đó, hoạt động F (hình 1) có hai hoạt động trước đó (E và B) nên:

$$\begin{aligned} ES_{(F)} &= \max [EF_{(B)}; EF_{(E)}] \\ &= \max [\langle ES_{(B)} + DUR_{(B)} \rangle; \langle ES_{(E)} + DUR_{(E)} \rangle] \\ &= \max [\langle (0, 0, 0, 0) + (6, 9, 10, 12) \rangle; \langle (4, 6, 6, 8) + (1, 3, 6, 9) \rangle] \\ &= \max [(6, 9, 10, 12); (5, 9, 12, 17)] \end{aligned}$$

Để xác định giá trị thu được nào lớn hơn, áp dụng công thức giải mờ để tính giá trị thực của các số mờ.

Các số mờ (6, 9, 10, 12) và (5, 9, 12, 17) được chuyển thành các số thực như sau:

$$D(6, 9, 10, 12) = \frac{(10^2 + 12^2 + 10 \times 12) - (6^2 + 9^2 + 6 \times 9)}{3 \times [(10 + 12) - (9 + 6)]}$$

$$D(6, 9, 10, 12) = 9.19$$

$$D(5, 9, 12, 17) = \frac{(12^2 + 17^2 + 12 \times 17) - (5^2 + 9^2 + 5 \times 9)}{3 \times [(12 + 17) - (9 + 5)]}$$

$$D(5, 9, 12, 17) = 10.08$$

Vì $10.08 > 9.19$ nên số (5, 9, 12, 17) > (6, 9, 10, 12), do đó: $ES(F) = (5, 9, 12, 17)$.

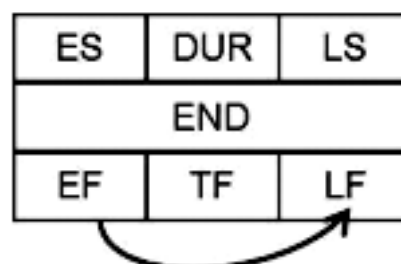
Tất cả các giá trị tính toán của ES và EF cho các hoạt động được đưa ra trong sơ đồ mạng được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Các giá trị của ES và EF cho các hoạt động trong sơ đồ mạng

Hoạt động	ES	DUR	EF
BẮT ĐẦU	(0,0,0,0)	(0,0,0,0)	(0,0,0,0)
A	(0,0,0,0)	(4,6,6,8)	(4,6,6,8)
B	(0,0,0,0)	(6,9,10,12)	(6,9,10,12)
C	(0,0,0,0)	(2,4,5,7)	(2,4,5,7)
D	(4,6,6,8)	(3,5,6,7)	(7,11,12,15)
E	(4,6,6,8)	(1,3,6,9)	(5,9,12,17)
F	(5,9,12,17)	(6,9,9,12)	(11,18,21,29)
KẾT THÚC	(11,18,21,29)	(0,0,0,0)	(11,18,21,29)

2.2. Tính toán theo chiều ngược

Tính toán theo chiều ngược là bước thứ hai của quy trình tính toán CPM và mục đích của nó là xác định thời điểm mới nhất mà một hoạt động có thể kết thúc hoặc bắt đầu mà không ảnh hưởng đến tổng thể dự án. [2]



Hình 4. Kết thúc sớm và muộn của hoạt động cuối cùng

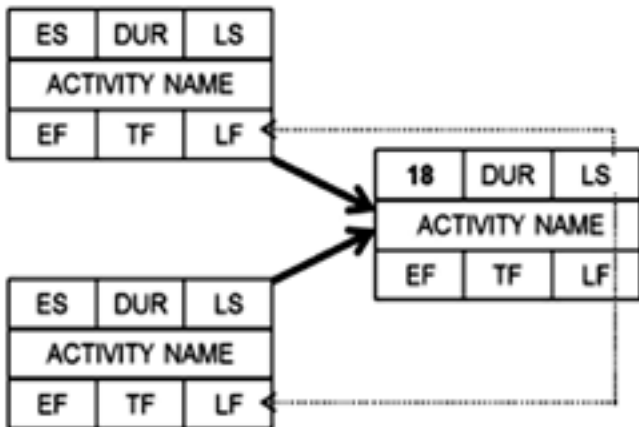
Việc tính toán theo chiều ngược phải được bắt đầu với hoạt động cuối cùng trong mạng và được thực hiện đối với hoạt động đầu tiên trong mạng.

Bước đầu tiên trong tính toán theo chiều ngược là lấy thời gian kết thúc sớm của hoạt động cuối cùng trong lịch trình làm thời gian kết thúc muộn (LF) của hoạt động đó, tức là $EFEND = LFEND$.

Khi thời gian kết thúc muộn của hoạt động cuối cùng đã được thiết lập, có thể tính thời gian bắt đầu muộn (LS) của hoạt động bằng cách trừ thời gian của hoạt động (DUR) cho thời gian kết thúc muộn:

$$LS = LF - DUR \quad (8)$$

Thời gian bắt đầu muộn của bất kỳ hoạt động nhất định nào sẽ trở thành thời gian kết thúc muộn cho hoạt động hoặc các hoạt động trước đó.

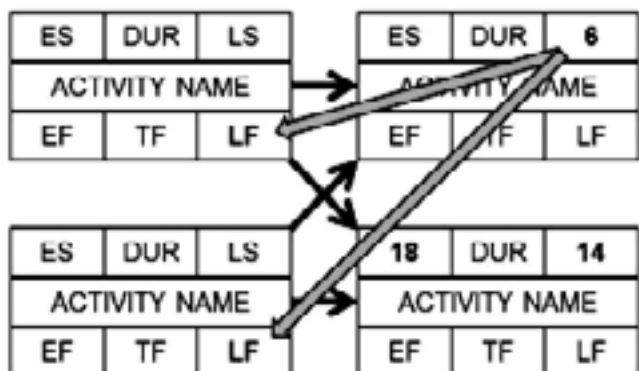


Hình 5. Môi tương quan giữa bắt đầu muộn và kết thúc muộn của các hoạt động trước đó

Khi đó:

$$LFC = LFD = LFF = LSEND = (11, 18, 21, 29) \quad (9)$$

Trong trường hợp các hoạt động có nhiều hoạt động kế tiếp, thời gian kết thúc muộn của một hoạt động nhất định sẽ là thời gian sớm nhất của các thời gian bắt đầu muộn của những hoạt động kế tiếp.



Hình 6. Kết thúc muộn trong trường hợp có nhiều hoạt động kế tiếp

Hoạt động A có hai hoạt động kế tiếp (D và E), vì vậy:

$$\begin{aligned} LF(A) &= \min[LS_{(D)}; LS_{(E)}] \\ &= \min[\langle LF_{(D)} - DUR_{(D)} \rangle; \langle LF_{(E)} - DUR_{(E)} \rangle] \\ &= \min[\langle (11, 18, 21, 29) - (3, 5, 6, 7) \rangle; \langle (-1, 9, 12, 23) - (1, 3, 6, 9) \rangle] \\ &= \min[(4, 12, 16, 26); (-10, 3, 9, 22)] \end{aligned}$$

So sánh các số mờ thu được sau khi giải mờ:

$$\begin{aligned} D(4, 12, 16, 26) \\ = \frac{(16^2 + 26^2 + 16 \times 26) - (4^2 + 12^2 + 4 \times 16)}{3 \times [(16 + 26) - (4 + 12)]} = 14.6 \end{aligned}$$

Như vậy, số mờ (4, 12, 16, 26) tương đương với số thực 14.6.

$$\begin{aligned} D(-10, 3, 9, 22) \\ = \frac{(9^2 + 22^2 + 9 \times 22) - [(-10)^2 + 3^2 + (-10) \times 3]}{3 \times [(9 + 22) - (-10 + 3)]} = 6 \end{aligned}$$

Số mờ (-10, 3, 9, 22) tương đương với số thực 6.

$$\text{Do đó: } LS(D) > LS(E) \quad (10)$$

$$\text{Kết quả: } LF(A) = \min[LS(D), LS(E)] = LS(E) \quad (11)$$

$$\text{Do đó: } LF(A) = (-10, 3, 9, 22) \quad (12)$$

Các giá trị được tính toán của LF và LS cho tất cả các hoạt động trong sơ đồ mạng được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Các giá trị của LF và LS cho các hoạt động

Hoạt động	LF	DUR	LS
BẮT ĐẦU	(0,0,0,0)	(0,0,0,0)	(-18,-3,3,18)
A	(-10,3,9,22)	(4,6,6,8)	(-18,-3,3,18)
B	(-1,9,12,23)	(6,9,10,12)	(-13,-1,3,17)
C	(11,18,21,29)	(2,4,5,7)	(4,13,17,27)
D	(11,18,21,29)	(3,5,6,7)	(4,12,16,26)
E	(-1,9,12,23)	(1,3,6,9)	(-10,3,9,22)
F	(11,18,21,29)	(6,9,9,12)	(-1,9,12,23)
KẾT THÚC	(11,18,21,29)	(0,0,0,0)	(11,18,21,29)

2.3. Tổng thời gian dự trữ

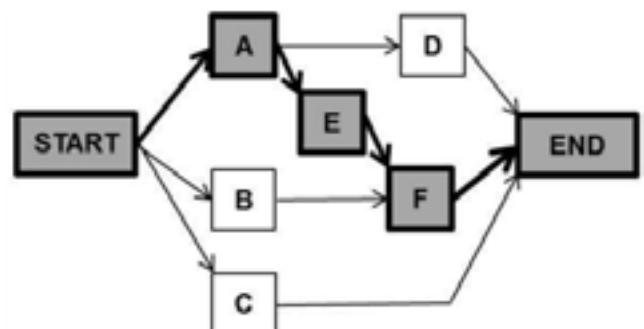
Phần thứ ba của tính toán lịch trình sử dụng CPM là tính toán tổng thời gian dự trữ hoặc thời gian trì hoãn. [2]

Tổng thời gian dự trữ (TF) là khoảng thời gian mà một hoạt động (hoặc toàn bộ chuỗi hoạt động) có thể được trì hoãn từ khi bắt đầu sớm mà không làm chậm ngày hoàn thành theo kế hoạch. Tổng thời gian dự trữ cho bất kỳ hoạt động nào có thể được tính như sau:

$$TF = LF - EF \quad (13)$$

Các giá trị tính toán của tổng thời gian dự trữ cho các hoạt động trong sơ đồ mạng ở Hình 3 sẽ được trình bày trong Bảng 3.

Mặc dù tổng thời gian dự trữ phải được tính toán và báo cáo cho mọi hoạt động trong mạng, nhưng nó là một thuộc tính của đường mạng và do đó không được liên kết với bất kỳ hoạt động cụ thể nào.



Hình 7. Đường găng mờ



Hình 8. Kết quả thu được khi giải quyết vấn đề bằng phương pháp đường găng tất định

Tổng thời gian dự trữ của hoạt động A, được xác định là $TFA = (-18, -3, 3, 18)$, sau khi giải mở sẽ là:

$$D(A) = \frac{(3^2 + 18^2 + 3 \times 18) - [(-18)^2 + (-3)^2 + (-18) \times (-3)]}{3 \times \{ (3+18) - [(-3) + (-18)] \}} = 0$$

Số mờ $(-18, -3, 3, 18)$ tương đương với số thực 0.

Bảng 4. Các giá trị tổng thời gian dự trữ (TF) của các hoạt động

Hoạt động	LF	EF	TF
BẮT ĐẦU	(0,0,0,0)	(0,0,0,0)	$(-18,-3,3,18)$
A	$(-10,3,9,22)$	$(4,6,6,8)$	$(-18,-3,3,18)$
B	$(-1,9,12,23)$	$(6,9,10,12)$	$(-13,-1,3,17)$
C	$(11,18,21,29)$	$(2,4,5,7)$	$(4,13,17,27)$
D	$(11,18,21,29)$	$(7,11,12,15)$	$(-4,6,10,22)$
E	$(-1,9,12,23)$	$(5,9,12,17)$	$(-18,-3,3,18)$
F	$(11,18,21,29)$	$(11,18,21,29)$	$(-18,-3,3,18)$
KẾT THÚC	$(11,18,21,29)$	$(11,18,21,29)$	$(-18,-3,3,18)$

Bảng 5. Các giá trị Tổng thời gian dự trữ (TF) của các hoạt động

Hoạt động	TF (số mờ)	TF (số thực)
BẮT ĐẦU	$(-18,-3,3,18)$	0
A	$(-18,-3,3,18)$	0
B	$(-13,-1,3,17)$	1.62
C	$(4,13,17,27)$	11.97
D	$(-4,6,10,22)$	8.08
E	$(-18,-3,3,18)$	0
F	$(-18,-3,3,18)$	0
KẾT THÚC	$(-18,-3,3,18)$	0

Trong sơ đồ mạng, có nhiều trường hợp có thể xảy ra, nhưng đường Găng là đường kéo dài từ khi bắt đầu dự án

đến khi kết thúc dự án mà trên đó tất cả các tổng thời gian dự trữ đều có giá trị bằng 0.

Điều này có nghĩa là đường găng cho vấn đề đã cho bao gồm các hoạt động Bắt đầu, A, E, F và Kết thúc (Hình 7).

III. Bàn luận

Nếu bài toán tương tự được giải quyết bằng cách sử dụng phiên bản CPM tất định, sẽ có bốn giải pháp, mỗi giải pháp dựa trên tập hợp dữ liệu khác nhau thu được từ một nguồn khác (Hình 8).

Các chuyên gia 1 và 2 dự đoán tổng thời gian của dự án nhất định như nhau (18 ngày), nhưng với các đường găng khác nhau đáng kể và dữ liệu quan trọng về bắt đầu và kết thúc các hoạt động.

Các chuyên gia 3 và 4 dự đoán thời gian dự án dài hơn nhiều (tương ứng là 24 và 23 ngày), và họ cũng đưa ra các đường găng khác nhau.

Giải pháp duy nhất phù hợp với giải pháp thu được bằng phương pháp đường Găng mờ đó là giải pháp dựa trên dữ liệu do Chuyên gia 2 cung cấp, tuy nhiên cũng sẽ có một số khác biệt khi xét đến thời điểm bắt đầu, kết thúc và tổng thời gian dự trữ của các hoạt động Găng.

Điều này không có nghĩa là các chuyên gia 1, 3 và 4 không đáng tin cậy, mà là ý kiến của họ dựa trên những kinh nghiệm và quan điểm khác nhau. Nếu cho rằng tất cả các dữ liệu được trình bày trong Bảng 5 đều đủ thích đáng, thì có thể kết luận rằng giải pháp thu được bằng phương pháp đường Găng mờ là giải pháp có thể xảy ra nhất vì nó bao gồm các thông tin khác nhau đáng kể từ bốn nguồn khác nhau nhưng đáng tin cậy và đưa ra các giới hạn thời gian không được xác định một cách tất định nhưng theo xác suất, tức là các khoảng thời gian.

Thời gian của các hoạt động trong ví dụ trình bày được có ý lấy khác nhau đáng kể nhằm sử dụng một nhóm nhỏ các hoạt động để minh họa cho việc các ý kiến và các nguồn khác nhau có thể dẫn đến các kết luận và quyết định khác nhau đáng kể. Trong trường hợp hoạt động E, có rất ít khả

(xem tiếp trang 80)

Ứng dụng công bơm trong việc chống ngập

Application of the Flood Buster in Flood Prevention

Nguyễn Thanh Phong

Tóm tắt

Khi hiện tượng ngập xảy ra người ta nghĩ đến rất nhiều phương án và giải pháp chống ngập, từ giải pháp tổng quan đến giải pháp cụ thể, giải pháp trước mắt cũng như giải pháp lâu dài và giải pháp dùng bơm cưỡng bức chống ngập được lựa chọn nếu phương án dùng cống tự chảy không còn khả thi, do ảnh hưởng bởi điều kiện thủy văn của nguồn tiếp nhận, hoặc khả năng tài chính không cho phép...

Khi lựa chọn biện pháp tiêu nước chống ngập bằng bơm cưỡng bức thì việc lựa chọn chủng loại bơm cũng hình thức kết cấu nhà trạm cũng như các công trình phụ trợ đều liên quan trực tiếp đến nhau và cần xem xét đến rất nhiều vấn đề về thông số dữ liệu phục vụ cho việc tính toán thiết kế cũng như thực trạng của khu vực. Công trình Công bơm đã được ứng dụng ở rất nhiều quốc gia trên Thế giới, ở Việt Nam chưa có nhiều nghiên cứu ứng dụng nên bài viết với mục đích cung cấp thông tin và chia sẻ kinh nghiệm về loại công trình này.

Từ khóa: Công bơm, chống ngập

Abstract

When inundation occurs, numerous general and specific as well as short-term and long-term flood prevention measures and solutions are studied. Which, the solution of using flood pumps will be chosen if gravity sewers are no longer feasible, due to the influence of the hydrological conditions of the receiving body, the financial capacity, etc. For the drainage by pumps, the selection of pump type, station structure as well as auxiliary facilities are directly related to each other and it is necessary to consider issues on data for design calculation and the current situation of the area. The work of flood butter has been applied in many countries in the world. However, there has not been various applied research in Vietnam, then, the paper would like to provide some information and share experience about this work.

Key words: Flood buster, flood prevention

I. Mở đầu

Sự phát triển không ngừng của khoa học công nghệ tạo ra những sản phẩm máy móc thiết bị với những tính năng ưu việt mới, đáp ứng được những vấn đề kỹ thuật phức tạp khi giải quyết các bài toán trong thực tiễn. Để một sản phẩm thiết bị mới được áp dụng vào thực tiễn là vấn đề không đơn giản đặc biệt là các máy móc thiết bị khi đưa vào sử dụng có sự ảnh hưởng lớn đến hoạt động sản xuất và sinh hoạt mang tính cộng đồng, khi đó các nhà sản xuất thường phải đưa ra thông tin sản phẩm thông qua các triển lãm và hội thảo khoa học để lấy ý kiến từ các nhà khoa học và quảng bá sản phẩm đến công chúng.

Máy bơm là một thiết bị được ứng dụng rất rộng rãi trong mọi mặt của hoạt động sản xuất và đời sống xã hội đặc biệt là trong lĩnh vực Cấp và Thoát nước. Công suất của các máy bơm hiện nay có thể lên tới hàng chục nghìn m³/giờ, các hãng sản xuất không ngừng nghiên cứu để liên tục sản xuất ra những sản phẩm đáp ứng những yêu cầu kỹ thuật đa dạng, phức tạp và mang tính cụ thể cho phạm vi áp dụng, thời gian gần đây trên thị trường xuất hiện loại bơm có kết cấu mới được gọi là Công bơm chống ngập hay máy phá lũ -Flood buster cũng đã được nhiều hãng sản xuất bơm giới thiệu, trong đó nổi bật là Công ty bơm Ishigaki Nhật Bản đã có bài đăng giới thiệu sản phẩm này trong nội dung tài liệu Hội thảo Việt - Nhật về Quản lý nước mưa và chống ngập Đô thị do Bộ Xây Dựng và Jica Việt Nam tổ chức.

Những năm gần đây Việt Nam là một trong những nước chịu ảnh hưởng rất lớn do biến đổi khí hậu, những hiện tượng thời tiết cực đoan liên tục xuất hiện, những cơn mưa có lưu lượng trên 50mm trong một giờ xuất hiện nhiều hơn và xuất hiện ở những thời điểm trái với quy luật thời tiết khí hậu. Yếu tố biến đổi khí hậu cùng với quá trình Đô thị hóa, bê tông hóa, giảm bề mặt thấm nước và thu hẹp diện tích hồ điều hòa kênh mương tiêu thoát nước; hiện tượng nước biển dâng, triều cường; hiện tượng cao độ mặt đất bị hạ thấp do khai thác quá mức nguồn nước dưới đất... làm cho hiện tượng ngập cục bộ và ngập trên diện rộng không ngừng gia tăng không chỉ đối với Đô thị mà còn xảy ra ở nhiều vùng nông thôn. Điều này ảnh hưởng rất lớn đến hoạt động sản xuất và sinh hoạt của người dân cũng như các cơ quan nhà máy xí nghiệp những nơi mà ở đó thường xuyên bị ngập.

Khi lựa chọn biện pháp tiêu nước chống ngập bằng bơm cưỡng bức thì việc lựa chọn chủng loại bơm cũng hình thức kết cấu nhà trạm cũng như các công trình phụ trợ đều liên quan trực tiếp đến nhau và cần xem xét đến rất nhiều vấn đề về thông số dữ liệu phục vụ cho việc tính toán thiết kế cũng như thực trạng của khu vực.



Hình 1. Đường Nguyễn Hữu Cánh sau trận mưa đêm 1/6 dù có siêu máy bơm [4]

TS. Nguyễn Thanh Phong

Bộ môn Thoát nước

Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường Đô thị

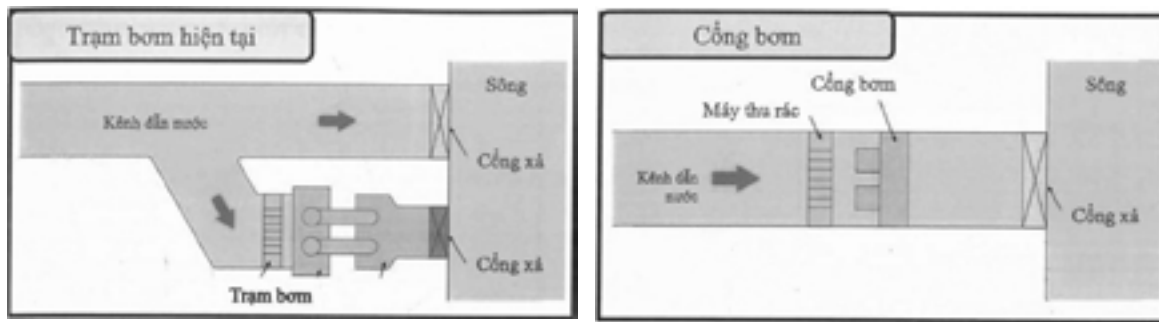
ĐT: 0913048448

Email: nguyenthanhphong73@gmail.com

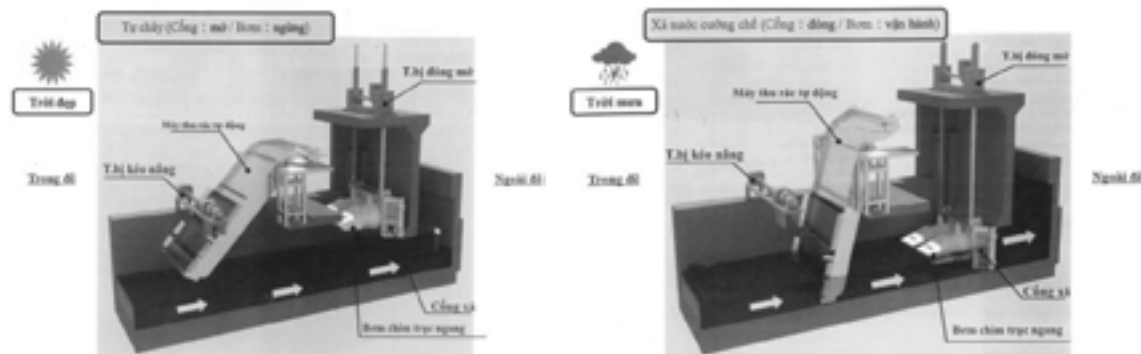
Ngày nhận bài: 25/5/2020

Ngày sửa bài: 17/6/2020

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022



Hình 2. Sơ đồ cấu tạo của trạm bơm hiện tại và Cổng bơm [1]



Hình 3. Nguyên lý vận hành cổng bơm [1]

Một kinh nghiệm cần được nhắc đến là việc năm 2017 Thành phố Hồ Chí Minh quyết định cho Tập đoàn Công nghiệp Quang Trung làm chủ đầu tư xây dựng siêu máy bơm chống ngập cho đường Nguyễn Hữu Cánh, sau rất nhiều lần vận hành thành công thì cũng xảy ra một vài lần vận hành mà đường phố vẫn ngập (hình 1) [4], đã có rất nhiều những tranh luận và ý kiến đưa ra về nguyên nhân gây ra sự việc này, các nguyên nhân được đưa ra có thể tổng hợp lại như sau:

1. Do lựa chọn sử dụng chủng loại bơm chưa phù hợp;
2. Không thiết kế ngăn thu, chỉ có một bơm duy nhất...;
3. Công suất bơm quá lớn, tốc độ chảy vượt quá quy định nên có thể vỡ ống;
4. Đường kính ống bơm nhỏ không đáp ứng lưu lượng;
5. Ống hút của máy bơm bị lọt khí nên không vận hành được;
6. Các cống nổi xả ra sông nên thông nhau do đó nước được bơm ra sẽ quay lại thành bơm vòng quanh;
7. Rác làm tắc cống dẫn nước về nên bơm không hoạt động được.

Nhìn chung các ý kiến đưa ra là đúng trong những trường hợp cụ thể còn trong trường hợp này thì phải thấy rằng rất nhiều lần bơm hoạt động tốt và đã bơm hết nước trong thời gian ngắn khi có ứng ngập sâu xảy ra nên có thể loại trừ một số nguyên nhân trong các nguyên nhân trên và những lần không bơm được là do cống bị tắc nên nước không về kịp vì vậy bơm không đủ nước để hoạt động dẫn đến vẫn ngập hoặc có thể trong trường hợp trận mưa quá cường độ tính toán lại gặp triều cường và thêm cả sự ảnh hưởng của những lưu vực lân cận ngoài lưu vực tính toán chảy vào nên bơm hoạt động mà vẫn không hết ngập.

Hiện nay Thành phố Hồ Chí Minh đang triển khai dự án nâng cấp đường Nguyễn Hữu Cánh trong đó có việc nâng

cốt đường có những chỗ tới 1,2 mét và lắp đặt thêm cống để tránh ngập đường, tuy nhiên việc này lại có thể làm cho việc ngập úng của khu vực dân cư hiện hữu ở lưu vực này khó được khắc phục, nhất là vào những thời điểm mưa lớn gặp triều cường do vậy cần cân nhắc không nên tốn quá cao cốt đường vì sẽ làm mất mỹ quan đô thị và ảnh hưởng rất lớn đến cuộc sống của người dân sống ở hai bên tuyến đường, do vậy sau khi dự án nâng cấp tuyến đường hoàn thành vẫn cần phải dùng bơm để chống ngập cho lưu vực này khi gặp những trường hợp bất lợi của điều kiện khí tượng thủy văn.

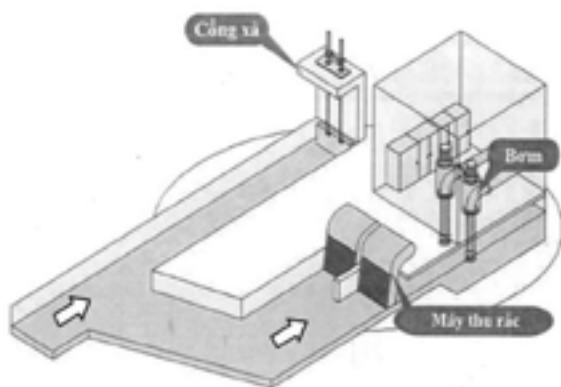
Có thể khẳng định việc dùng bơm để chống ngập cục bộ đối với những khu vực có cốt địa hình thấp khi hệ thống cống tự chảy không đáp ứng được hết tất cả các trận mưa tính toán là một giải pháp kỹ thuật phù hợp khi các giải pháp khác không còn khả thi và hiệu quả.

Như đã phân tích ở trên thì việc còn lại là khi áp dụng phương án xây dựng trạm bơm cần phải tính toán dựa trên các tiêu chuẩn quy phạm hiện hành, lựa chọn kiểu loại công nghệ bơm phù hợp, các thông số cần thiết liên quan đến lưu vực thiết kế và trong từng trường hợp cụ thể cần xem xét đến tất cả các yếu tố có thể sẽ là nguyên nhân gây ra sự hoạt động không ổn định của trạm bơm. Từ đây chúng tôi muốn đưa ra những thông tin sau khi nghiên cứu về chủng loại bơm mới “cổng bơm” với những ưu điểm có thể áp dụng tốt trong nhiều trường hợp để chống ngập ở Việt Nam.

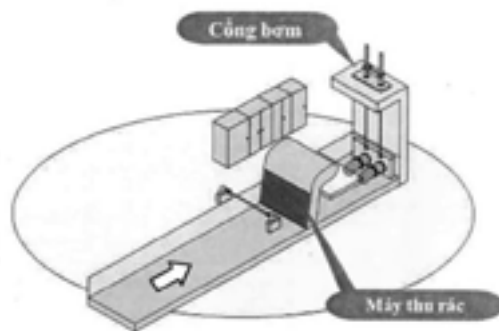
II. Những điểm mới về cấu tạo và nguyên lý hoạt động của cổng bơm

1. Cấu tạo

Phát triển dựa trên sơ đồ cấu tạo của loại bơm hướng trục, Cổng bơm được sử dụng để tiêu thoát nước với một lưu lượng lớn và cột áp nhỏ đặc biệt trong tiêu thoát nước mưa chống ngập cục bộ, hoặc khi có ảnh hưởng của triều cường làm giảm khả năng tiêu thoát nước từ cống, kênh mương ra nguồn tiếp nhận.



Trạm bơm hiện tại



Cổng bơm

Hình 4. So sánh trạm bơm hiện tại với cổng bơm [1]

Khác với các trạm bơm hiện tại, cổng bơm có cấu tạo đơn giản hơn do không cần tách dòng từ kênh dẫn vào trạm bơm, cổng bơm được đặt trực tiếp trên lòng kênh dẫn và bơm được gắn trên cánh phai cổng do vậy giảm thiểu được cả diện tích xây dựng công trình cũng như kết hợp gắn bơm trên cửa phai của cống xả sẽ giảm bớt được các công trình phụ trợ (hình 2).

2. Nguyên lý hoạt động

Cổng bơm có cấu tạo dễ thay thế cách phai ở cống xả của dòng chảy chính khi vận hành trạm bơm nên có thể mô tả nguyên lý hoạt động trong hai trường hợp khi trời nắng và trời mưa (hình 3).

+ Khi trời nắng thiết bị đóng mở sẽ nâng cổng xả cùng bơm gắn trên phai cổng lên (cổng mở), dòng nước chảy trong kênh dẫn (trong đê) ra nguồn tiếp nhận sông hồ (ngoài đê) theo nguyên lý tự chảy, bơm ngừng hoạt động.

+ Khi trời mưa nước trong kênh dẫn sẽ dâng lên và vẫn tự chảy cho đến thời điểm khả năng tiêu thoát không còn đáp ứng được lượng nước do dòng chảy nước mưa ngày càng tăng lên và khả năng của nguồn tiếp nhận cũng suy giảm do tăng mực nước, thiết bị đóng mở sẽ hạ cánh cổng có gắn bơm xuống (cổng đóng), ngăn cách hoàn toàn dòng nước tự chảy ra sông và lúc này bơm sẽ được khởi động để bơm nước từ trong kênh dẫn ra sông cho đến khi mực nước trở lại bình thường bơm sẽ ngừng hoạt động.

Phía trước cổng bơm được lắp song chắn rác và có thể được nâng lên hạ xuống tương ứng với trường hợp trời nắng

và trời mưa và thường có máy thu rác tự động làm tăng tính tự động hóa khi vận hành trạm bơm.

III. So sánh một số loại trạm bơm hiện tại với cổng bơm

1. Trạm bơm dùng bơm có động cơ kiểu khô và trạm bơm dùng bơm chìm

- Trạm bơm dùng bơm có động cơ kiểu khô

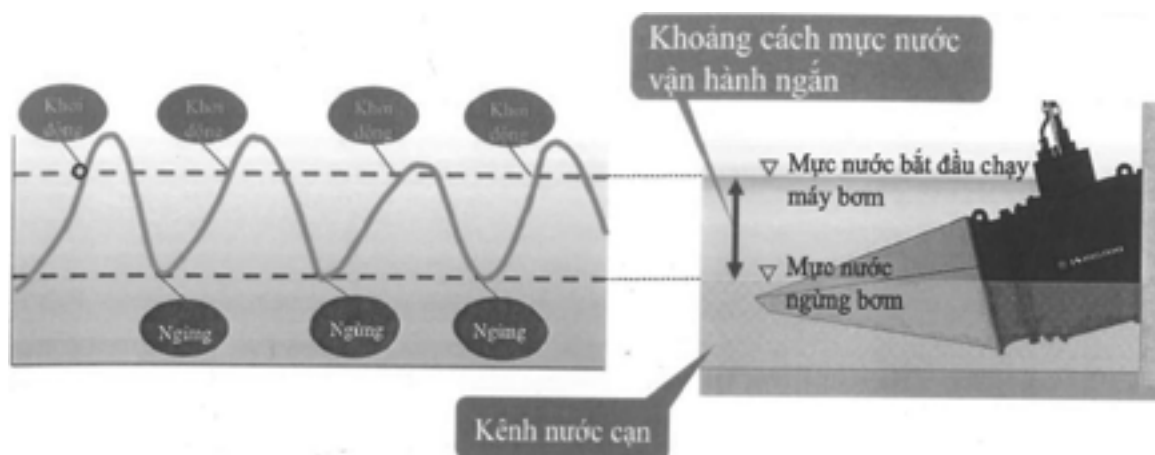
Trường hợp này cấu tạo trạm bơm có 2 phần gồm ngăn thu và gian đặt máy có thể bố trí kết hợp hoặc tách riêng. Gian máy đặt bơm có thể cùng cao độ với đáy bể thu hoặc cao hơn cao độ đáy bể thu trong trường hợp này cần bố trí thiết bị mỗi bơm.

Ngoài các công trình chính còn cần có các công trình phụ trợ và có thể liệt kê các công trình cơ bản cần có như sau:

- Bể thu và song chắn rác;
- Nhà trạm đặt bơm và hệ thống nâng đỡ;
- Thiết bị mỗi bơm;
- Bơm động cơ kiểu khô;
- Hệ thống ống hút, ống đẩy, van khóa...;
- Hồ tiêu năng sau ống đẩy;
- Hệ thống mương dẫn dòng vào bể thu và sau trạm bơm;
- Hệ thống cửa cống để chặn dòng kênh chính khi vận hành bơm nhằm ngăn nước quay trở lại.

- Trạm bơm dùng bơm chìm

Phương án này các bơm sẽ được lắp đặt ngay trong



Hình 5. Hiện tượng đóng mở nhiều lần của Cổng bơm [1]

	Xả hết công suất	Xả nước trộn k.khi	Chuẩn bị xả
			
Tình trạng	Xả nước bình thường	Xả nước có trộn không khí	Không xả nước
Lưu lượng bơm	100 %	100~0 %	0 %
Vận tốc quay	100 %	100 %	100 %
Công suất trục	100 %	100~30 %	30 %

Hình 6. Nguyên lý hoạt động hết tốc độ ở mọi mực nước [1]

ngăn thu nên không cần thiết bị mồi và ống hút và làm cho kết cấu nhà trạm đơn giản và gọn gàng hơn so với trạm bơm dùng bơm có động cơ kiểu khô có thể liệt kê các công trình cơ bản cần có như sau:

- Bể thu và song chắn rác;
- Bơm động cơ kiểu ướt;
- Hệ thống ống hút, ống đẩy, van khóa...;
- Hồ tiêu năng sau ống đẩy;
- Hệ thống mương dẫn dòng vào bể thu và sau trạm bơm;
- Hệ thống cửa cống để chặn dòng kênh chính khi vận hành bơm nhằm ngăn nước quay trở lại.

2. Cống bơm

Toàn bộ kết cấu công trình được hợp khối và có thể xây dựng trên kênh mương dẫn nước hiện có với hình dạng kiểu lòng dẫn hình chữ nhật, với cống bơm chỉ cần một công trình

đơn nhất kết hợp cả bể thu, song chắn rác, hệ thống phai cống nâng đỡ bơm và chặn dòng ngăn nước quay lại khi vận hành bơm, hệ thống kênh dẫn dòng vào bể thu và kênh dẫn sau trạm bơm.

3. Ưu nhược điểm của trạm bơm cánh cống

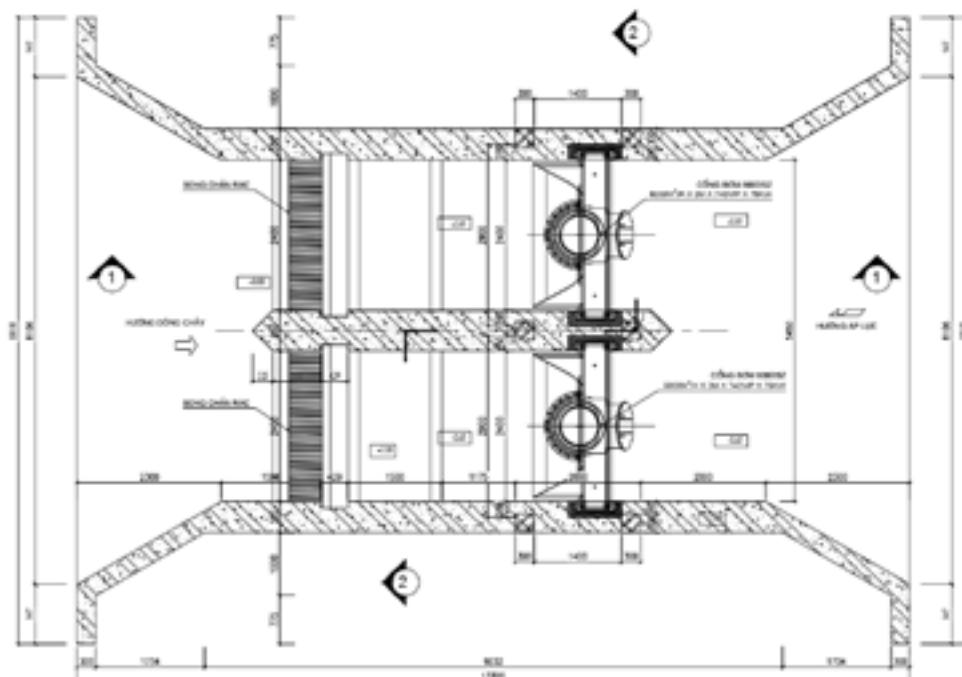
- Ưu điểm:

Cống bơm sử dụng bơm lắp trên phai cống có rất nhiều ưu điểm và khắc phục được những nhược điểm của các trạm bơm hiện có khác (hình 4):

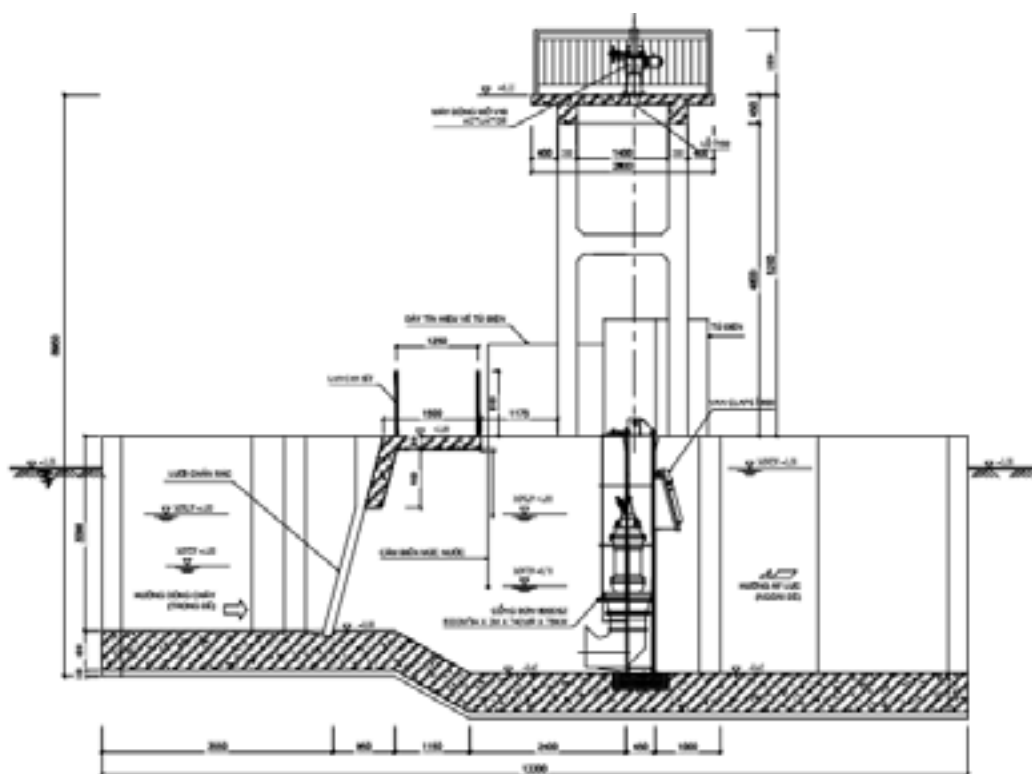
- Không cần phải xây nhà trạm;
- Không cần phải xây dựng riêng hệ thống phai cống để chặn dòng chảy ngược khi cần vận hành bơm;
- Không cần phải mồi bơm;
- Không cần có hệ thống ống hút, ống đẩy và van khóa;

- Cột áp máy bơm là nhỏ nhất đến tiêu thụ điện năng thấp;
- Diện tích chiếm chỗ là nhỏ nhất nên ít bị ảnh hưởng đến mặt bằng và cảnh quan;
- Giảm chi phí xây dựng vận hành, quản lý và duy tu bảo dưỡng;
- Giảm thời gian xây dựng;
- Rất đơn giản, gọn nhẹ nên dễ vận hành quản lý và bảo trì, dễ cho việc tự động hóa;
- Có độ bền cao.
- Nhược điểm:

- Khoảng cách mực nước vận hành ngắn khi đặt bơm tại kênh mương nước cạn. Khi lưu lượng mưa nhỏ dẫn đến tắt mở bơm liên tục sẽ dẫn đến tình trạng rung giật ảnh hưởng đến bơm và thiết bị điện (hình 5).



Hình 7. Mặt bằng Cống bơm công suất 10.000m³/h [2]



Hình 8. Mặt cắt công trình bơm công suất 10.000m³/h [2]

4. Biện pháp khắc phục

- Cải tiến cửa hút nước: cho đến nay sau các thế hệ bơm đã được cải tiến cửa hút và bơm có trục nằm ngang nên khả năng hút nước của bơm được tăng cường, đồng nghĩa với việc tăng khoảng mực nước từ lúc bắt đầu bơm đến lúc ngừng bơm, nên giảm số lần đóng mở bơm;

- Điều khiển tốc độ quay bằng thiết bị biến tần: Thiết bị biến tần làm thay đổi số vòng quay của bơm, làm tăng thời gian giữa các lần đóng mở bơm nhưng cũng vẫn chưa hoàn toàn đáp ứng điều kiện thực tế;

- Nguyên lý bơm hoạt động ở hết tốc độ, với mọi mực nước: Nguyên lý này thực hiện 3 chế độ vận hành và bơm tự động thay đổi chế độ vận hành đáp ứng với sự thay đổi của mọi mực nước ở ống hút máy bơm, và bơm vẫn có thể quay hết tốc độ khi mực nước đã hạ, việc vận hành liên tục dẫn đến giảm rung giập cho bơm (hình 6).

5. Phạm vi áp dụng

- Như đã nêu ở phần mở đầu việc chọn phương án bơm tiêu thoát nước mưa là một giải pháp kỹ thuật khi các giải pháp khác đã được xem xét hoặc đã có mà vẫn cần phải có bơm mới giải quyết được hiện tượng ngập, đặc biệt là ngập cục bộ do các điều kiện biên không như tính toán làm cho khả năng thoát nước tự chảy không còn đáp ứng được.

- Công bơm có thể được áp dụng rất hiệu quả đối với lưu vực thoát nước bị ảnh hưởng do mực nước thay đổi dâng lên vượt mức tính toán ở nguồn tiếp nhận (do nước đổ về từ thượng nguồn, hoặc triều cường dâng cao kể hơn với mưa lớn...) hoặc khi có những trận mưa lớn vượt chu kỳ tính toán. Về thông số kỹ thuật của công bơm

- + Lưu lượng bơm khoảng (1.0 – 3.0) m³/s.
- + Cột áp tổng (1.5 - 5.0) m.
- + Đường kính ống đẩy D (300 – 1200) mm.

IV. Giới thiệu sử dụng công bơm chống ngập Khu công nghiệp Đồng Văn II tỉnh Hà Nam

Phương án thiết kế chống ngập cho Khu công nghiệp Đồng Văn II Hà Nam với diện tích tính toán lên đến 350 ha. Hiện trạng mạng lưới thoát nước mưa trong khu vực gồm có mạng lưới cống tròn và cống hộp BTCT có đường kính từ D400 đến D2000 và xả trực tiếp vào hệ thống kênh mương có chiều rộng B=10m chia cắt trong khu công nghiệp và kết nối với hệ thống kênh mương tiêu bên ngoài tạo thành một mạng lưới kênh mương làm nhiệm vụ thu nước từ 17 cửa xả của khu công nghiệp Đồng Văn II và 12 cửa xả hiện có của khu công nghiệp Đồng Văn II mở rộng rồi dẫn đến các trạm bơm tiêu Hoàn Uyển, Bùi Xá 1 và Bùi Xá 2.

Như vậy đối với hệ thống kênh mương bên ngoài và bên trong khu công nghiệp Đồng Văn có đặc điểm là nối thông với nhau nên sự hoạt động của các trạm bơm Hoàn Uyển, Bùi Xá 1 và Bùi Xá 2 đều có sự tương hỗ và làm cho mực nước trên các kênh mương trong và ngoài khu công nghiệp được giảm dần và tăng khả năng tiêu thoát của các cống trên đường. Chính từ đặc điểm này nên quan điểm thiết kế là không xây dựng một trạm bơm để tiêu thoát nước cho toàn bộ lưu vực rộng lớn mà là chia thành các lưu vực nhỏ hơn để làm giảm quy mô công suất trạm bơm cũng như thiết kế chống ngập theo các kịch bản ngập khác nhau có kể đến sự làm việc đồng thời của các trạm bơm. Điều này sẽ tăng tính an toàn của toàn hệ thống khi có một bơm trong trạm của một lưu vực phải ngừng hoạt động và giảm thiểu số bơm dự phòng cần thiết nếu tính riêng từng trạm.

Thời điểm thiết kế công trình chống ngập này vào năm 2018 chúng tôi đã nghiên cứu và chọn phương án công bơm và dùng bơm hướng trục đứng gắn trên phai cống để thiết kế trạm bơm. Mỗi trạm bơm có hai bơm gắn trên hai phai cống có điều khiển biến tần để phù hợp với sự thay đổi của mực nước đầu vào tránh bơm phải đóng mở nhiều lần và khi

mức nước đầu vào giảm thì chỉ vận hành một bơm. Thông số bơm như sau:

- + Lưu lượng mỗi bơm 5000 m³/h;
- + Cột áp tổng 3 m cột nước;
- + Đường kính ống bơm D800 mm;
- + Công suất động cơ 75KW.

Kết cấu trạm bơm bằng BTCT (hình 7, 8) được thiết kế đơn giản tương tự như một cống xả có cửa phai ngăn nước vận hành bằng thiết bị điện, bơm được gắn vào cửa phai. Trước bơm có đặt một song chắn rác thủ công. Với kết cấu này chỉ tương đương như việc xây dựng một cống xả ở dòng chảy chính nên sẽ giảm rất nhiều kinh phí xây dựng.

Như vậy ở những dòng kênh mương hiện hữu mà đang có sẵn cống điều tiết nước, khi khả năng tiêu thoát bằng tự chảy không còn đảm bảo, có thể nghiên cứu cải tạo để tạo ra một cống bơm một cách nhanh chóng và dễ dàng.

V. Kết luận

Công nghệ chế tạo bơm luôn cải tiến cho ra những sản phẩm đa dạng với những ưu điểm vượt trội. Khi thiết kế trạm bơm chống ngập cần xem xét đến các thông số đặc thù chính của tiêu thoát nước mưa đó là: (1) Lưu lượng lớn và không ổn định; (2) Cột áp cần bơm nhỏ; (3) Trạm bơm hoạt động không liên tục (hoạt động theo mùa). Như vậy cần lựa

chọn được chủng loại bơm và kết cấu nhà trạm phù hợp có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình vận hành khai thác, đảm bảo tính bền vững ổn định, hiệu quả kinh tế.

Cống bơm là công trình mới có nhiều ưu điểm nổi bật rất phù hợp với việc chống ngập cục bộ khi hệ thống thoát nước tự chảy không còn đảm bảo khả năng tiêu thoát do gặp mưa lớn hoặc triều cường. Có thể thấy rằng nếu chọn phương án xây dựng công trình cống bơm cho trường hợp chống ngập đường Nguyễn Hữu Cảnh Thành phố Hồ Chí Minh sẽ là phương án phù hợp.

Tài liệu tham khảo

1. Tài liệu Hội thảo Việt - Nhật về Quản lý nước mưa và chống ngập Đô Thị- Bộ Xây Dựng & Cơ quan hợp tác Quốc tế Nhật Bản, Ngày 15 tháng 11 năm 2018.
2. Hồ sơ thiết kế chống ngập Khu công nghiệp Đồng Văn II Tỉnh Hà Nam, tháng 1 năm 2018. Chủ trì thiết kế TS. KS Nguyễn Thanh Phong.
3. Máy Bơm và trạm bơm Cấp Thoát nước. Lê Thị Dung- Nhà xuất bản KH & KT 2002.
4. <https://vnexpress.net/vi-sao-duong-nguyen-huu-canh-van-ngap-du-co-sieu-may-bom-3765150.html>

Ứng dụng lý thuyết mờ lập tiến độ xây dựng...

(tiếp theo trang 74)

năng đối với cùng một hoạt động, một chuyên gia sẽ dự đoán rằng nó sẽ kéo dài 1 ngày, trong khi chuyên gia còn lại nói rằng nó sẽ là 9 ngày. Mặt khác, dự án giả thiết được trình bày chỉ có 6 hoạt động, trong khi các dự án xây dựng thực tế bao gồm hàng chục hoặc thậm chí hàng trăm hoạt động và do đó, ngay cả những khác biệt nhỏ một hoặc hai ngày cũng có thể tạo nên sự khác biệt đáng kể trong tổng thời gian dự án hoặc cấu trúc đường Găng.

Trong hình 8, có thể thấy rằng các kết quả khác nhau đáng kể khi xét đến cả hai khía cạnh quan trọng nhất của vấn đề, tức là tổng thời gian của dự án và cấu trúc đường Găng.

IV. Đánh giá

Trên thực tế, thời gian của các hoạt động xây dựng trong các kế hoạch xây dựng động thường được đánh giá dựa trên kinh nghiệm chuyên môn và khả năng phán đoán của các cá nhân có kinh nghiệm. Do đó, lý thuyết mờ và số mờ có thể là một lựa chọn tốt và là một công cụ toán học phù

hợp để giải quyết vấn đề không chính xác và tránh mọi tính chủ quan khi xem xét thời gian của hoạt động xây dựng.

Dự án giả thiết được trình bày trên hy vọng là công cụ rất hữu hiệu để giải quyết các vấn đề của kế hoạch xây dựng động.

Tài liệu tham khảo

1. Awss Hatim Mahmoud (2019), Critical Paths in a fuzzy construction project network, *International Journal of Civil Engineering and Technology* 10(1):1313-1321.
2. Dronder, Ahmet Oztas (2014), A CPM-based scheduling method for construction projects with fuzzy sets and fuzzy operations, *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*, vol.56.
3. Phan Xuân Minh, Nguyễn Doãn Phước, Lý thuyết Điều khiển Mờ, NXB KHK, 2004.

Khảo sát độ chính xác nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh VNREDSat-1

Research accuracy of VNREDSat-1 satellite image correction

Nguyễn Mai Hạnh

Tóm tắt

Nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh là một khâu rất quan trọng trong một chuỗi các công việc phân tích xử lý ảnh phục vụ cho nhiều nhiệm vụ khác nhau như thành lập cơ sở dữ liệu nền địa lý, bản đồ địa hình, bản đồ chuyên đề và giải đoán các đối tượng trên bề mặt trái đất. Về bản chất nắn chỉnh hình học là quá trình xử lý nhằm đưa tấm ảnh về một hệ tọa độ tham chiếu xác định, hiệu chỉnh các sai số gây ra biến dạng hình ảnh như sai số vật lý trong quá trình thu nhận ảnh và sai số do chênh lệch địa hình. Bài báo trình bày cơ sở lý thuyết nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh VNREDSat-1 cùng với kết quả nghiên cứu thử nghiệm thành lập bình đồ ảnh vệ tinh VNREDSAT-1 tỷ lệ 1:25.000 tại khu vực phía nam Thành phố Hội An, Quảng Nam và kết luận về độ chính xác, kiến nghị về khả năng ứng dụng trong tương lai.

Từ khóa: ảnh vệ tinh VNREDSAT-1, nắn chỉnh hình học, bình đồ ảnh

Abstract

Geometry rectification of satellite imagery is a very important step in a series of image processing works to be applied to various tasks such as establishing a geographic database, topographic maps, thematic maps, and interpretation of military objectives. Geometric rectification is a process of geo-referencing images, correcting errors causing image distortions such as physical errors during image acquisition and errors due to terrain elevation. The paper presents the theoretical basis of VNREDSat-1 satellite image correction and the results of experimental research on the establishment of the VNREDSAT-1 satellite orthophoto scale at 1: 25,000 in the southern area of Hoi An City, Quang Nam province.

Key words: VNREDSat-1 satellite image; rectification; geometric correction; geo-referencing; orthophoto

ThS. Nguyễn Mai Hạnh,

Bộ môn Trắc địa

Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường đô thị

ĐT: 0983289997

Email: nguyennihamanh.td@gmail.com

Ngày nhận bài: 19/8/2019

Ngày sửa bài: 7/5/2020

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

1. Đặt vấn đề

Cùng với sự phát triển của công nghệ tin học, công nghệ viễn thám đã có những bước phát triển mạnh mẽ mang lại hiệu quả cao về chất lượng, thời gian trong lĩnh vực hiệu chỉnh, cập nhật và thành lập các loại bản đồ chuyên ngành khác nhau. Nghiên cứu tổng thể và toàn diện việc sử dụng ảnh vệ tinh VNREDSat-1 trong công tác giám sát, quản lý tài nguyên thiên nhiên, môi trường, quản lý quy hoạch ở nước ta là một yêu cầu cấp bách. Xuất phát từ thực tiễn đó, bài báo tập trung nghiên cứu độ chính xác và khả năng sử dụng ảnh vệ tinh VNREDSat-1 trong giám sát và quản lý tài nguyên thiên nhiên, môi trường; Thành lập bình đồ ảnh vệ tinh VNREDSat-1 phục vụ công tác giám sát, quản lý hiện trạng và biến động sử dụng đất, trong công tác giám sát, quản lý, hiện trạng và điều chỉnh qui hoạch cảnh quan kiến trúc đô thị...

Nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh là một khâu rất quan trọng trong một chuỗi các công việc phân tích xử lý ảnh. Về bản chất nắn chỉnh hình học là quá trình xử lý nhằm đưa tấm ảnh về một hệ tọa độ tham chiếu xác định, hiệu chỉnh các sai số gây ra biến dạng hình ảnh như sai số vật lý trong quá trình thu nhận ảnh và sai số do chênh lệch địa hình. Theo thiết kế ban đầu, ảnh vệ tinh VNREDSat-1 chỉ có thể được nắn chỉnh hình học thông qua module Imagen duy nhất đặt tại Cục Viễn thám Quốc gia, Bộ Tài nguyên và Môi trường. Điều này hạn chế rất nhiều khả năng khai thác ứng dụng ảnh vệ tinh VNREDSat-1 để giải quyết các bài toán chuyên ngành của nhiều cơ quan, tổ chức, cá nhân hoạt động trong lĩnh vực viễn thám. Nhóm tác giả thực hiện đề tài đã tập trung nghiên cứu, kết hợp cùng với chuyên gia của hãng Harris để phát triển module Rigorous Orthorectification trong phần mềm Envi version 5.2, đưa ra giải pháp thích hợp để áp dụng nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh VNREDSat-1 đảm bảo hai yếu tố nhanh và chính xác, thông qua thực nghiệm đã rút ra các kết luận và kiến nghị nhằm đạt được hiệu quả cao nhất về kinh tế và kỹ thuật.

2. Cơ sở lý thuyết nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh quang học

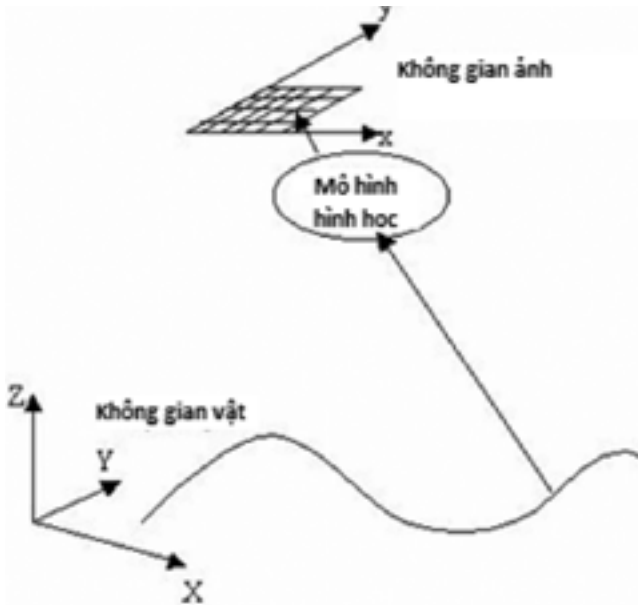
Đối với các ảnh vệ tinh quang học, các mô hình hình học được sử dụng để nắn chỉnh đều dựa trên nguyên lý điều kiện đồng phương giữa vec tơ điểm ảnh và vec tơ điểm địa vật tương ứng, xem hình 1. Hiểu một cách đơn giản rằng nắn chỉnh hình học là quá trình tính toán biến đổi ảnh thu nhận về ảnh nằm ngang bằng cách xác lập mối quan hệ chuyển đổi toán học giữa không gian ảnh và không gian vật.

Thông thường sẽ có 02 phương pháp cơ bản để nắn chỉnh hình học chính đó là [6]:

- Nắn chỉnh hình học ảnh bằng mô hình bộ cảm chính xác sensor vệ tinh (còn gọi là mô hình vật lý);
- Nắn chỉnh hình học ảnh bằng mô hình đa thức hữu tỉ RPC (Rational Polynomial Coefficients).

Ngoài ra, còn có các mô hình hình học khác cũng được sử dụng phổ biến trong hầu hết các phần mềm viễn thám thương mại (ENVI, ERDAS, Intergraph, RemoteView...). Các mô hình nắn chỉnh này là trường hợp rút gọn của mô hình đa thức hữu tỉ [5], bao gồm:

- Mô hình chuyển đổi tuyến tính trực tiếp DLT (Direct Linear Transformation);
- Mô hình Affine 3D;
- Mô hình phối cảnh song song PPM (Parallel Perspective Model);
- Mô hình Affine 2D;
- Mô hình chuyển đổi xuyên tâm;



Hình 1 Mô hình hình học ảnh vệ tinh

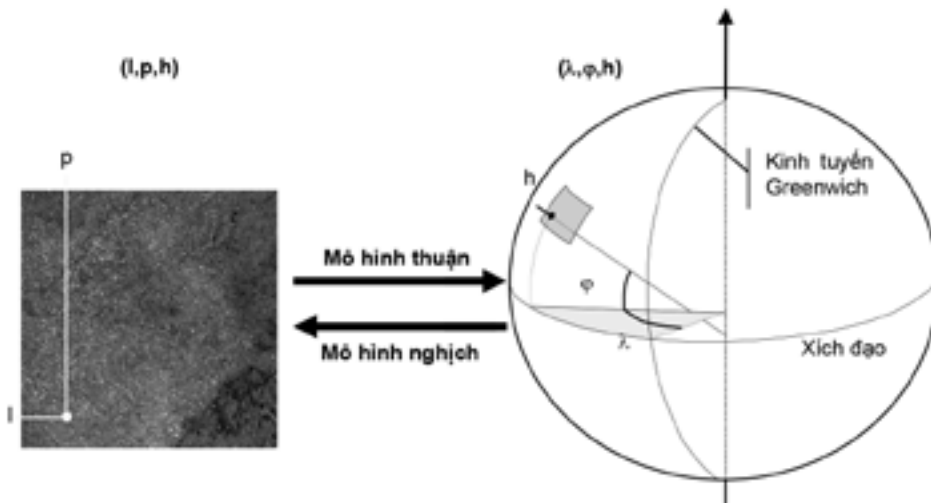
Theo nhóm các tác giả Yan Dongmei, Wang Fenfei, Kou Tianyou Chen Shirong của Viện khoa học Trung quốc đã chứng minh bằng thực nghiệm với nắn chỉnh ảnh SPOT5, phương pháp mô hình vật lý cho kết quả chính xác tốt hơn phương pháp sử dụng mô hình hình học RPC (2005).

2.1. Phương pháp nắn chỉnh sử dụng mô hình vật lý

Cơ sở lý thuyết xây dựng thuật toán cho nắn chỉnh hình ảnh vệ tinh VNREDSat-1 dựa trên mô hình hình học thuận.

Trên hình 2 mô tả mối quan hệ hình học giữa tọa độ của điểm ảnh (l, p) với tọa độ tương ứng của nó trên mặt đất (λ, ϕ, h) , trong đó giá trị độ cao h được coi như đã biết trước. Mô hình được thiết lập để tính toán ra các giá trị tọa độ mặt đất (λ, ϕ, h) từ các giá trị tọa độ pixel (l, p) được gọi là mô hình hình học thuận. Ngược lại từ các giá trị tọa độ (λ, ϕ, h) tính toán ngược ra các tọa độ (l, p) gọi là mô hình hình học nghịch. Mối quan hệ hình học giữa tọa độ ảnh và tọa độ mặt đất được biểu diễn theo công thức toán học sau [7, 8]:

$$(\lambda, \phi, h) = f(l, p, h) \Leftrightarrow \begin{cases} \lambda = f_{\lambda}(l, p, h) \\ \phi = f_{\phi}(l, p, h) \end{cases} \quad (2.1)$$



Hình 2. Mối quan hệ hình học giữa tọa độ ảnh và tọa độ mặt đất

Trong đó:

l : là số dòng quét trên ảnh VNREDSat-1 mức 1A (dòng đầu tiên là 1)

p : là số pixel trên dòng quét của ảnh VNREDSat-1 mức 1A (pixel đầu tiên là 1)

h : là độ cao của điểm trên ellipsoid ITRF

λ : là kinh độ của điểm tương ứng trong hệ tham chiếu trái đất

ϕ : là vĩ độ của điểm tương ứng trong hệ tham chiếu trái đất

Với nguyên lý chụp ảnh quét theo dải, quá trình tạo ảnh là được ghi lại bằng một hàm số của thời gian và vị trí vệ tinh trên quỹ đạo, vì vậy các thông số bổ trợ của ảnh vệ tinh là các yếu tố rất quan trọng để phục hồi quá trình chụp ảnh. Sự ổn định của vệ tinh khi bay trên quỹ đạo cho phép sử dụng số lượng điểm khống chế tối thiểu để khôi phục chính xác các thông số của mô hình vật lý trên một đoạn dài quỹ đạo vệ tinh.

Bản chất của mô hình thuận (Direct model) là việc sử dụng tọa độ ảnh (l, p) để tính toán ra tọa độ điểm tương ứng trên mặt đất (λ, ϕ, h) . Mô hình trái đất có thể ước tính bằng cách sử dụng mô hình số độ cao DEM trên bề mặt của Ellipsoid hoặc sử dụng hằng số độ cao trên bề mặt của Ellipsoid.

Đối với bộ cảm của vệ tinh VNREDSat-1, mô hình thuận được tính toán dựa trên các thông số chuyển đổi như sau:

- Ngày của mỗi dòng quét: xác lập mối quan hệ giữa một điểm ảnh bất kỳ (l, p) với thời điểm thu nhận t .
- Tham số nội suy quỹ đạo vệ tinh: xác định vị trí $P(t)$ và vận tốc vệ tinh $V(t)$ tại thời điểm thu nhận t .
- Vec tơ tia chiếu trong Hệ tọa độ tham chiếu dẫn đường.
- Vec tơ tia chiếu trong Hệ tọa độ quỹ đạo.
- Vec tơ tia chiếu trong Hệ tọa độ mặt đất ITRF.
- Tọa độ địa tâm của điểm xét: tính toán giao cắt của tia chiếu với mô hình Trái đất (ellipsoid + DEM).

2.2 Phương pháp nắn chỉnh sử dụng mô hình đa thức hữu tỉ RPC

Mô hình thường được sử dụng trong đa số các phần mềm thương mại là mô hình đa thức. Mô hình này yêu cầu đòi hỏi phải biết trước tọa độ các điểm khống chế ảnh.

Đây là phương pháp hiệu chỉnh biến dạng của ảnh liên quan đến mật độ của điểm khống chế. Tuy thuộc vào dạng đa thức mà xác định số lượng tối thiểu điểm khống chế ảnh, thông thường cần từ 10 tới 30 điểm khống chế ảnh cho mỗi cảnh ảnh. Phương pháp này hoàn toàn không phụ thuộc vào đặc tính hình học của máy chụp ảnh nên nó có thể sử dụng cho các loại bộ cảm ảnh vệ tinh khác nhau và khi không có thông số kỹ thuật về bộ cảm vệ tinh. Đây là phương pháp hay được sử dụng trong quá trình nắn chỉnh hình học, song không thể tránh khỏi những nhược điểm của nó. Chúng không hiệu chỉnh hợp lý dịch vị do độ nghiêng và

Bảng 3.1.

TT	Dữ liệu	Mô tả
1	Cặp ảnh vệ tinh VNREDSat-1: - 20130530_DaNang_4359_1A_Pan - 20130530_DaNang_4311_1A_MS	Chụp ngày 30/5/2013, WGS-84. Cục Viễn thám QG 1 kênh đen trắng Pan, Độ phân giải 2,5 m. 4 kênh phổ MS, Độ phân giải 10 m.
2	Ảnh vệ tinh QuickBird	Tải từ Google Map, WGS-84, độ phân giải 0,6 m, thời gian chụp khoảng 2013 – 2014.
3	Bản đồ địa hình 1:50.000 6640-I	Dạng raster, VN-2000, Cục Bản đồ/BTTM sản xuất 2012.
4	Bản đồ địa hình 1:25.000 6640-I-TN	Dạng raster, VN-2000, BTN&MT sản xuất trước 2005.
5	Mô hình số DTM phủ kín khu vực Đà Nẵng	Dạng GeoTiff, độ phân giải 50m do Cục Bản đồ tạo lập bằng phương pháp đo vẽ lập thể ảnh hàng không.
6	Bản đồ địa hình 1:25.000 bãi đổ bộ khu vực Đà Nẵng – Hội An (mảnh 8, 9)	Dạng raster, VN-2000, Cục Bản đồ/BTTM sản xuất năm 2014.
7	Số liệu đo đạc ngoại nghiệp các điểm KCA và tài liệu trích điểm ảnh kèm ảnh chụp phối cảnh tại thực địa	Tọa độ, độ cao của 15 điểm KCA đo bằng GPS trong hệ VN-2000 và WGS-84, kinh tuyến trực 105°, múi chiếu 6°, được Xí nghiệp Trắc địa/Công ty TNHH MTV TĐBĐ thực hiện 7/2015.

cũng không quan tâm tới đặc tính hình học đặc biệt của hệ thống chụp ảnh nên độ chính xác nắn chỉnh ảnh trong một số trường hợp thường không cao.

Phương trình đa thức hữu tỉ biểu diễn mối quan hệ giữa tọa độ ảnh và tọa độ không gian vật như sau [5, 6]:

$$r = \frac{P_{i1}(X, Y, Z)_j}{P_{i2}(X, Y, Z)_j} \quad c = \frac{P_{i3}(X, Y, Z)_j}{P_{i4}(X, Y, Z)_j} \quad (2.2)$$

Trong đó: c, r là tọa độ ảnh theo cột và hàng.

X, Y, Z là tọa độ trong không gian vật.

Tử số và mẫu số của các phương trình là đa thức bậc 3 khai triển với 20 số hạng:

$$P_{i1}(X, Y, Z)_j = a_1 + a_2Y + a_3X + a_4Z + a_5YX + a_6YZ + a_7XZ + a_8Y^2 + a_9X^2 + a_{10}Z^2 + a_{11}XYZ + a_{12}Y^3 + a_{13}YX^2 + a_{14}YZ^2 + a_{15}Y^2X + a_{16}X^3 + a_{17}XZ^2 + a_{18}Y^2Z + a_{20}Z^3 \quad (2.3)$$

Trong đó: a_i là hệ số của đa thức

X, Y, Z là kinh độ, vĩ độ và độ cao trắc địa

Các hệ số a_i của mẫu số trong phương trình (2.3) có giá trị bằng 1. Như vậy để xác định các hệ số trong hệ phương trình trên (có tổng số 78 hệ số) cần ít nhất 39 điểm khống chế. Các hãng cung cấp ảnh vệ tinh như Space Imaging và DigitalGlobe thường cung cấp ảnh vệ tinh gốc ở dạng TIFF kèm theo mô hình chuyển đổi đa thức với 80 hệ số này. Một số phần mềm viễn thám cho phép đọc trực tiếp các file RPC để xây dựng mô hình hình học nắn chỉnh hình học đối với ảnh IKONOS và QuickBird.

2.3. Phương pháp nắn chỉnh sử dụng mô hình đa thức rút gọn

2.3.1. Phương pháp chuyển đổi tuyến tính trực tiếp DLT

Phương pháp này được phát triển từ năm 1971 của tác giả Y.I.Abdel-Aziz và H.M.Karara áp dụng trong các ứng dụng trắc địa ảnh cự ly gần. Phương pháp DLT là trường hợp đặc biệt của phương pháp mô hình đa thức hữu tỉ RPC với hàm đa thức bậc 1 và cùng mẫu số. Phương trình DLT được biểu diễn như sau [10]:

$$r = \frac{L_1X + L_2Y + L_3Z + L_4}{L_9X + L_{10}Y + L_{11}Z + 1}, \quad c = \frac{L_5X + L_6Y + L_7Z + L_8}{L_9X + L_{10}Y + L_{11}Z + 1} \quad (2.4)$$

Trong đó: c, r là tọa độ ảnh

X, Y, Z là tọa độ địa vật tương ứng

$L_1 \dots L_{11}$ các tham số của hàm đa thức DLT

Như vậy để xác định được 11 tham số trong mô hình DLT cần tối thiểu 6 điểm khống chế.

2.3.2. Mô hình Affine 3D

Mô hình này biểu diễn mối quan hệ giữa tọa độ điểm ảnh và điểm địa vật đối với các thiết bị quét có trường nhìn góc hẹp AFOV (Angular Field Of View) và di chuyển với tốc độ, độ cao là hằng số. Phương trình của mô hình affine được biểu diễn như sau:

$$r = L_1X + L_2Y + L_3Z + L_4$$

$$c = L_5X + L_6Y + L_7Z + L_8 \quad (2.5)$$

Hệ phương trình trên có 8 tham số: 02 tham số chuyển đổi, 3 tham số góc xoay, 3 tham số tỷ lệ không đồng nhất và biến dạng góc nghiêng trong không gian ảnh.

2.3.3. Mô hình phối cảnh song song

Từ khi xuất hiện các thiết bị thu nhận ảnh quét theo dòng, một mô hình rút gọn của mô hình DLT được sử dụng dưới dạng phương trình sau:

$$r = \frac{L_5X + L_6Y + L_7Z + L_8}{L_9X + L_{10}Y + L_{11}Z + 1}$$

$$c = L_1X + L_2Y + L_3Z + L_4 \quad (2.6)$$

Phương trình trên biểu diễn mô hình phép chiếu phối cảnh đối với các dòng quét (theo hàng) và mô hình affine theo hướng đi chuyển vệ tinh (theo cột).

2.3.4. Mô hình Affine 2D

Đối với các khu vực tương đối bằng phẳng, nếu áp dụng mô hình đa thức bậc thấp thì sẽ cho ra kết quả tốt. Trong trường hợp đó, mô hình chuyển đổi affine 2D được sử dụng với giả thiết tọa độ $Z = 0$ và phương trình có dạng sau:

$$r = L_1X + L_2Y + L_3$$

$$c = L_4X + L_5Y + L_6 \quad (2.7)$$

2.3.5. Mô hình chuyển đổi chiếu xuyên tâm

Bảng 3.2.

STT	Tên điểm	Hệ tọa độ WGS84 (DGPS)			Độ lệch trên BDA VNREDSat-1	Độ lệch trên bản đồ 25K BTN&MT	Độ lệch trên bản đồ 25K Cục BĐ	Độ lệch trên BDA QuickBird
		X (m)	Y (m)	H (m)				
1	KT1	208424.096	1754195.104	4.803	1.105	12.961	12.305	7.280
2	KT2	207389.020	1752029.144	4.326	0.867			7.106
3	KT3	207847.021	1745143.370	22.393	1.393			27.415
4	KT3-2	207734.318	1744909.883	23.715	1.563			29.421
5	KT4	211416.018	1753302.361	4.446	0.904	22.140	13.876	7.463
6	KT4-2	211437.582	1753292.905	4.492	0.780	4.873	4.767	8.648
7	KT5	212415.234	1748000.193	2.942	0.657	4.585		7.077
8	KT6	211293.777	1743528.669	16.672	1.044	22.368		24.369
9	KT7	217322.247	1753583.150	4.613	1.343	4.071	8.279	9.305
10	KT8	216954.071	1750388.243	0.497	0.906	6.069		7.365
11	KT9	216743.565	1743210.519	6.766	0.974	10.932		10.015
12	KT9-2	216751.520	1743203.007	6.680	0.730	14.976		8.723
13	KT10	209421.745	1750252.004	5.179	0.892			7.961
14	KT11	218746.225	1748171.867	2.548	2.455	17.521		12.103

Bảng 3.3.

STT	Tên điểm	Hệ tọa độ WGS84 (DGPS)			Độ lệch trên BDA VNREDSat-1	Ghi chú
		X (m)	Y (m)	H (m)		
1	KT1	208424.096	1754195.104	4.803	8.896	Chích ngã 3 đường
2	KT2	207389.020	1752029.144	4.326	9.662	Góc nghĩa trang liệt sĩ
3	KT3	207847.021	1745143.370	22.393	4.980	Ngã 3 đường đất với đường nhựa
4	KT3-2	207734.318	1744909.883	23.715	4.278	Ngã 3 đường đất với đường nhựa
5	KT4	211416.018	1753302.361	4.446	8.145	Ngã ba đường bê tông
6	KT4-2	211437.582	1753292.905	4.492	7.868	Giữa cầu bê tông
7	KT5	212415.234	1748000.193	2.942	3.937	Ngã 3 đường bê tông
8	KT6	211293.777	1743528.669	16.672	2.704	Ngã 3 đường nhựa
9	KT7	217322.247	1753583.150	4.613	4.487	Ngã 3 đường đất với đường nhựa
10	KT8	216954.071	1750388.243	0.497	2.897	Mép cầu tre nửa
11	KT9	216743.565	1743210.519	6.766	2.883	Ngã 3 đường ruộng
12	KT9-2	216751.520	1743203.007	6.680	2.201	Ngã 3 đường ruộng
13	KT10	209421.745	1750252.004	5.179	5.738	Ngã 3 đường bê tông bờ ruộng
14	KT11	218746.225	1748171.867	2.548	7.040	Ngã 3 đường đê

Mô hình này được xây dựng dựa trên quan hệ phép chiếu xuyên tâm giữa hai mặt phẳng, phương trình biểu diễn như sau:

$$r = \frac{L_1 X + L_2 Y + L_3}{L_7 X + L_8 Y + 1}; c = \frac{L_4 X + L_5 Y + L_6}{L_7 X + L_8 Y + 1} \quad (2.8)$$

Mặt phẳng vật và mặt phẳng ảnh không song song với nhau. Phương pháp này thường được sử dụng trong nắn ảnh hàng không đơn.

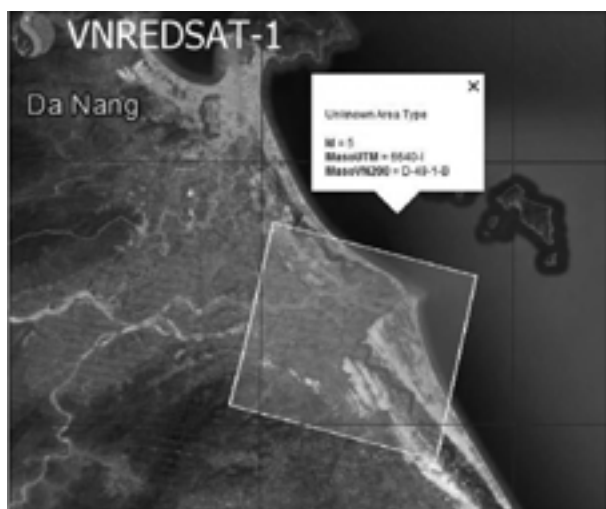
3. Kết quả thử nghiệm thành lập bình đồ ảnh vệ tinh VNREDSat-1 tỷ lệ 1:25.000

Trong nghiên cứu thử nghiệm này, chúng tôi (tác giả bài báo cùng TS. Lê Đại Ngọc, Cục Bản đồ Bộ Tổng Tham mưu) đã lựa chọn bộ phần mềm ENVI 5.2 vì chúng tôi đã có hợp tác với chuyên gia hãng Harris để bổ sung mô hình

vật lý bộ cảm vệ tinh VNREDSat-1 trong Mô-đun Rigorous Orthorectification cho phép nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh VNREDSat-1. Thuật toán được áp dụng theo công thức (2.1) để xây dựng mô hình bộ cảm chính xác, đó là mô hình biểu thị mối quan hệ toán học giữa tọa độ ảnh và tọa độ mặt đất, được thiết lập bằng cách khôi phục tia chiếu cho mỗi điểm ảnh dựa trên các tham số chính xác như độ cao, vị trí, vận tốc của vệ tinh và thời điểm thu nhận mỗi dòng quét. Các thông số về bộ cảm của VNREDSat-1 trong file metadata là dữ liệu đầu vào để tính toán mô hình bộ cảm chính xác, từ đó thực hiện nắn chỉnh ảnh vệ tinh.

3.1 Khu vực thử nghiệm và dữ liệu đầu vào

Khu vực thử nghiệm được lựa chọn nằm ở phía Nam của Thành phố Đà Nẵng, thuộc mảnh bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000 có phiên hiệu 6640-1. Khu vực này có đặc trưng



Hình 3. Khu vực nghiên cứu thử nghiệm (mảnh 6640-1)

địa hình đồng bằng ven biển, tương đối bằng phẳng, độ cao thấp nhất 2 m, phía Tây Nam có đồi núi thấp, đỉnh núi cao nhất 194 m. Ở gần trung tâm vùng nghiên cứu là Thành phố Hội An được bao quanh bởi hạ lưu ngã ba sông Thu Bồn, kéo dài đến Cửa Đại. Xem hình 3.

Tất cả dữ liệu đầu vào phục vụ cho nghiên cứu thử nghiệm được tổng hợp thống kê trong bảng 3.1.

3.2 Thử nghiệm nắn chỉnh ảnh theo mô hình vật lý trên phần mềm ENVI 5.2

a) Trường hợp 1 - Điểm KCA được đo bằng GPS

Sử dụng 15 điểm KCA được đo bằng GPS để thực hiện nắn chỉnh hình học ảnh vệ tinh VNREDSat-1. Các điểm này được bố trí tương đối đồng đều trên toàn cảnh ảnh 20130530_DaNang_4359_1A_Pan, xem hình 4.

Thực hiện nắn chỉnh cặp cảnh ảnh 20130530_DaNang_4359_1A_Pan, 20130530_DaNang_4311_1A_MS bằng module Rigorous Orthorectification trong phần mềm ENVI 5.2

b) Trường hợp 2 - Điểm KCA được trích từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:25.000

Trên 03 mảnh bản đồ địa hình 6640-I-TN, 6640-I-ĐN, 6640-I-ĐB tỷ lệ 1:25.000, tiến hành chọn 04 điểm địa vật rõ nét vào các ngã ba đường, góc bờ ao nuôi trồng thủy hải sản..., xem hình 5.

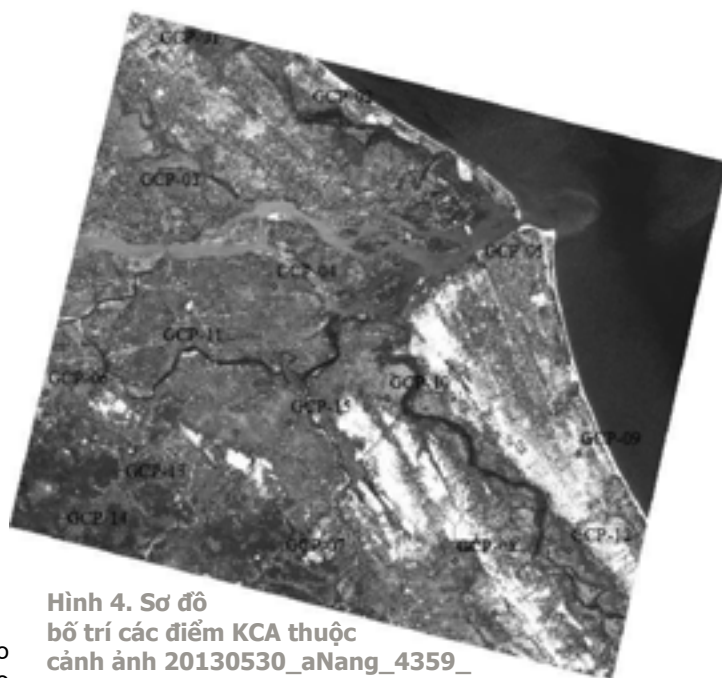
Thực hiện nắn chỉnh hình học cảnh ảnh 20130530_DaNang_4359_1A_Pan bằng phần mềm ENVI 5.2 với 04 điểm KCA trên, sai số trung phương của phép nắn đạt 6.934m.

3.3 Phân tích đánh giá kết quả

a) Trường hợp thứ nhất: Bình đồ trực ảnh VNREDSat-1 được nắn chỉnh theo mô hình vật lý với 15 điểm KCA đo bằng GPS

Sử dụng bộ số liệu đo kiểm tra bằng phương pháp DGPS với 14 điểm được bố trí rải đều trên toàn mảnh để đánh giá độ chính xác nắn chỉnh hình học bình đồ trực ảnh 1:25.000 xem hình 6.

Kết quả so sánh độ lệch vị trí mặt phẳng giữa bộ số liệu kiểm tra DGPS với bình đồ trực ảnh VNREDSat-1, bản đồ 1:25.000 của Bộ Tài nguyên và Môi trường, bản đồ 1:25.000 của Cục Bản đồ/BTTM và bình đồ ảnh QuickBird, được trình bày trong bảng 3.2.



Hình 4. Sơ đồ bố trí các điểm KCA thuộc cảnh ảnh 20130530_aNang_4359_1A_Pan

Các điểm DGPS kiểm tra trên đều không tham gia vào quá trình tính toán nắn chỉnh hình học. Sai lệch lớn nhất bằng 2.455m tại điểm kiểm tra KT11, sai lệch nhỏ nhất bằng 0.657m tại điểm KT5, sai số trung phương của phép đo kiểm tra bằng 1.202m đều nhỏ hơn rất nhiều hạn sai cho phép là 0.4mm x M (nghĩa là 10m đối với tỷ lệ 1:25.000). Như vậy bình đồ ảnh vệ tinh VNREDSat-1 đảm bảo độ chính xác theo yêu cầu để phục vụ thành lập CSDLNĐL và bản đồ địa hình ở tỷ lệ 1:25.000 [1, 2].

Ngoài ra, nhóm nghiên cứu đã tiến hành đánh giá thêm độ chính xác của mảnh bản đồ địa hình 1:25.000 có nguồn gốc từ Bộ Tài nguyên và Môi trường (BTN&MT), Cục Bản đồ Bộ Tổng Tham mưu (BTTM) và bình đồ trực ảnh vệ tinh QuickBird được tải từ trên trang mạng Google Map. Kết quả cho thấy các tư liệu này đều có độ chính xác kém hơn, nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác theo hạn sai yêu cầu của bản đồ tỷ lệ 1:25.000 là nhỏ hơn 25m.

b) Trường hợp thứ hai: Bình đồ trực ảnh VNREDSat-1 được nắn chỉnh theo mô hình vật lý với 04 điểm KCA trích từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:25.000

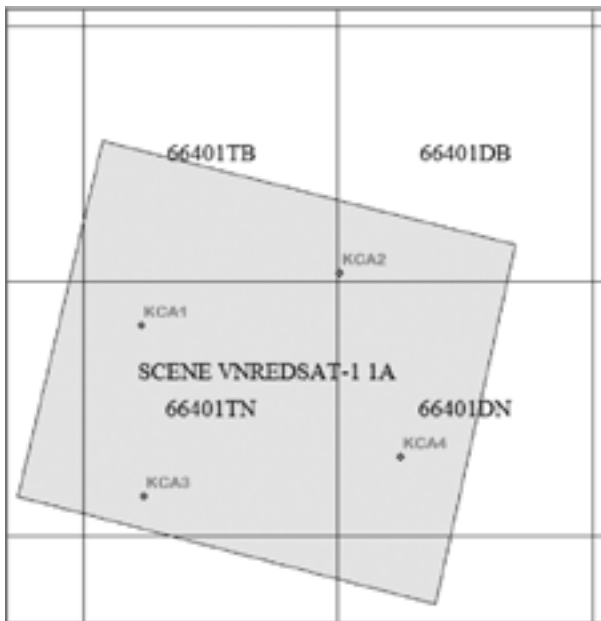
Kết quả đánh giá độ chính xác bình đồ trực ảnh VNREDSat-1 được thể hiện trong bảng 3.3.

Sai số lớn nhất là 9.962m tại điểm KT2;

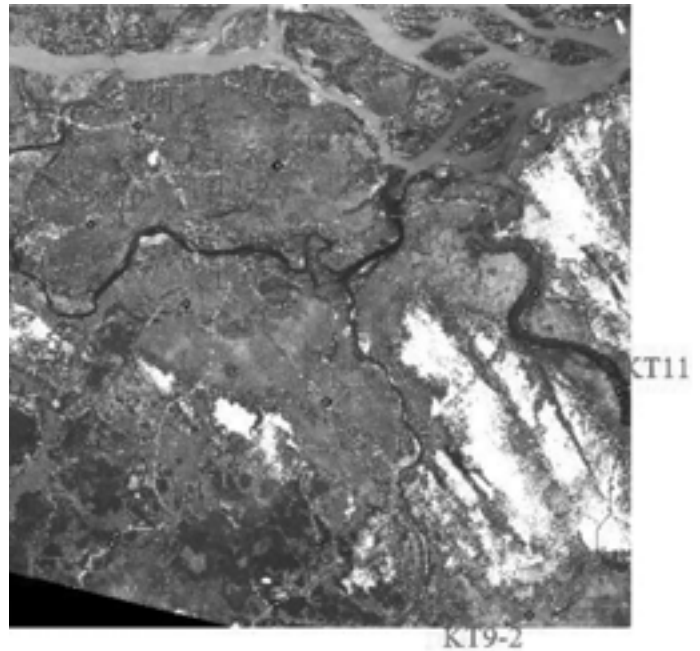
Sai số nhỏ nhất là 2.201m tại điểm KT9-2;

Sai số trung phương của cả phép đo với 14 điểm kiểm tra là 5.921m nhỏ hơn hạn sai cho phép là 10m [2].

Như vậy kết quả nắn chỉnh hình học mức 3A khu vực phía Nam Hội An có độ chính xác khá cao, đạt và vượt độ chính xác của Quy phạm. Kết quả thử nghiệm đã khẳng định, đối với khu vực đồng bằng, nếu nắn chỉnh theo mô hình vật lý chỉ cần sử dụng tối thiểu 4 điểm khống chế ảnh phân bố rải đều ở 4 góc của tờ ảnh, thậm chí có thể chọn chính các điểm KCA từ bản đồ địa hình cùng tỷ lệ. Nhưng trước khi chọn các điểm KCA trên bản đồ cần đánh giá sơ bộ về độ chính xác của bản đồ bằng nhiều nguồn tư liệu tham chiếu khác nhau, ví dụ như các bình đồ ảnh cũ, hoặc các bản đồ khác có cùng tỷ lệ...



Hình 3.3 Vị trí chích các điểm KCA từ các bản đồ 1:25.000



Hình 3.4 Vị trí các điểm kiểm tra DGPS

4. Kết luận

Trong 02 trường hợp nêu trên, trường hợp thứ nhất cho kết quả độ chính xác tốt nhất. Việc chọn chích điểm ảnh bằng phương pháp đo GPS sẽ cho kết quả nắn chỉnh hình học tốt nhất, nhưng tốn kém về chi phí. Do vậy, đối với khu vực có địa hình bằng phẳng, có thể và nên sử dụng phương pháp chọn chích các điểm KCA trên các bản đồ có sẵn ở cùng tỷ lệ để thực hiện nắn chỉnh hình học. Để đạt hiệu quả kinh tế, thực nghiệm đã chứng minh chỉ cần bố trí tối thiểu là 4 điểm KCA cho mỗi cảnh ảnh, phân bố rải đều ở 4 góc vẫn đảm bảo độ chính xác theo yêu cầu. Tuy nhiên chúng ta vẫn cần tuân thủ chặt chẽ các Quy phạm và Tiêu chuẩn hiện hành [1, 2].

Phần mềm ENVI 5.2 đã được tích hợp module nắn ảnh chính xác cao Rigorous Orthorectification có thể đọc trực tiếp các thông số chụp ảnh của vệ tinh VNREDSat-1 từ file siêu dữ liệu metadata.dim, cho phép nắn ảnh mức 3A bằng mô hình vật lý.

Nghiên cứu thành lập bình đồ ảnh vệ tinh VNREDSat-1 có ý nghĩa hết sức quan trọng đối với công tác trắc địa bản đồ và viễn thám. Nếu có được sản phẩm bình đồ trực ảnh vệ

tinh với chất lượng tốt, chúng ta dễ dàng phân tích giải đoán nhanh chóng các đối tượng địa lý phục vụ trực tiếp cho xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý, cũng như thành lập bản đồ nhằm ứng dụng cho công tác quản lý quy hoạch đô thị.

5. Kiến Nghị

Nghiên cứu tổng thể và toàn diện việc sử dụng ảnh vệ tinh VNREDSat-1 trong công tác giám sát, quản lý tài nguyên thiên nhiên, môi trường ở nước ta là một yêu cầu cấp bách nhằm đạt được hiệu quả kinh tế và kỹ thuật cao nhất. Trong thời gian tới, chúng ta cần tập trung nghiên cứu khả năng sử dụng ảnh vệ tinh VNREDSat-1 trong giám sát và quản lý tài nguyên thiên nhiên, môi trường; Thành lập bình đồ ảnh vệ tinh VNREDSat-1 phục vụ công tác giám sát, quản lý hiện trạng và biến động sử dụng đất; trong công tác giám sát, quản lý, hiện trạng và thay đổi trong quy hoạch đô thị; giám sát, quản lý hiện trạng và biến động về môi trường, ví dụ như nghiên cứu xói mòn; nghiên cứu sạt lở bờ sông và thay đổi dòng chảy; Xây dựng hệ thống thông tin về tài nguyên thiên nhiên, môi trường theo công nghệ WebGIS trợ giúp phát triển kinh tế - xã hội./.

Tài liệu tham khảo

1. Thông tư số 10/2015/TT-BTNMT ngày 25/03/2014 của Bộ Tài nguyên và Môi trường Quy định kỹ thuật về sản xuất ảnh viễn thám quang học độ phân giải cao và siêu cao để cung cấp đến người sử dụng.
2. Tiêu chuẩn TCVN/QS 1488:2011, Địa hình quân sự - Sản phẩm đo đạc bản đồ ban hành theo Thông tư số 63/2011/TT-BQP ngày 24/3/2011 của Bộ Quốc phòng.
3. C. Vincent Tao and Yong Hu (2001), Use of the rational function model for image rectification, Canadian Journal of Remote Sensing, 27(6), pp. 593602.
4. Guo Zhang, Rectification for High Resolution Remote Sensing Image Under Lack of GCP [M], Ph.D Dissertation, 2005.
5. I Boukerch, H Bounour 2006, Geometric modelling and orthorectification of SPOTs super mode images, Commission I, WGs 1/3, 1/5, 1/7.
6. K. Di, R. Ma and R. Li, (2002), Rational Functions and Potential for Rigorous Sensor Model Recovery, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Revised in April 2002.
7. YAN Qin, ZHANG Ji-xian, Analysis and Application of SPOT 5 DIMAP Metadata [J], Remote Sensing Information, 2015.
8. Spot Image (2002), Spot satellite geometry handbook, Edition 1 – Revision 0, CNES and IGN.
9. <https://www.harrisgeospatial.com/docs/Introduction.html>
10. Y.I.Abdel-Aziz and H.M Karara (1971), Direct linear transformation into object space coordinates in close-range photogrammetry, pp.1-18.
11. Tài liệu được cung cấp từ Xi nghiệp Dịch vụ Trắc địa Bản đồ - SAMCOM, Công ty TNHH MTV Trắc địa Bản đồ/ Cục Bản đồ/Bộ Tổng tham mưu.
12. Tài liệu được cung cấp từ Cục Viễn thám Quốc gia, Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Khả năng áp dụng bể Biofor cho xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp ở Việt Nam

The ability to applicate Biofor for municipal wastewater and industrial wastewater in Vietnam

Hà Xuân Ánh

Tóm tắt

Kết quả của các giải pháp tiên tiến được thực hiện trong nước và trên thế giới đã chỉ ra rằng việc sử dụng bể lọc sinh học trong xử lý nước thải công nghiệp (IWW-Industrial wastewater) nói riêng và nước thải đô thị (MWW-Municipal wastewater) nói chung đã trở thành một chu trình xử lý đặc biệt hiệu quả. Trong xử lý nước thải đô thị, tự nó có thể tiến hành lọc sinh học thứ cấp (loại bỏ cacbon và nitơ). Thêm vào đó, chu trình này đặc biệt phù hợp với việc nitrat hóa và khử nitrat trong xử lý nước uống. Mục tiêu của bài báo là đánh giá khả năng áp dụng bể Biofor – một trong những kỹ thuật oxy hóa lọc sinh học có dòng chảy lên cho xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp, để từ đó làm cơ sở cho việc xem xét ứng dụng một cách có hiệu quả trong quá trình xử lý nước thải hiện đại tại Việt Nam.

Từ khóa: Lọc sinh học, chu trình cấp khí, khả năng oxy hóa, sản phẩm bùn dư

Abstract

The result of progress made is that now, biofiltration has become a particularly advantageous treatment process in both Industrial wastewater (IWW) and Municipal wastewater (MWW). In MWW treatment, it makes it possible to carry out secondary biological purification (removal of carbon and nitrogen). Moreover, in the treatment of drinking water, these processes are particularly suited for nitrification and denitrification. The aim of the paper presents the treated application of Biofor – one of the biofilter oxidation techniques with an upflow, from which this research will provide a basis for the study of effective application of modern wastewater treatment process in Vietnam.

Key words: Biofiltration, process air, oxygenation capacity, excess sludge production.

1. Mở đầu

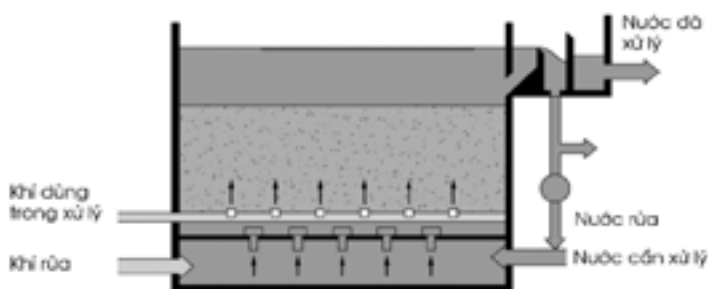
Thuật ngữ lọc sinh học, được sử dụng trong xử lý nước thải đô thị, thường bao gồm các quy trình dẫn đến việc sản xuất nước sau khi xử lý tuân thủ các tiêu chuẩn xả thải thông thường. Về mặt thực tế, bể lọc sinh học có thể hoạt động mà không cần bể lắng thứ cấp. Hàm lượng SS của nước thải được xử lý đạt dưới 50 mg/l. Tại đây, quá trình lọc chậm của nước uống, trên cát mịn (dưới 1 mm ES), là một dạng lọc sinh học khác được áp dụng rất hiệu quả đối với nước được xử lý có hàm lượng độ đục thấp (thí nghiệm của Degremont tại La-Barre-de-Monts, Pháp vào năm 1973). Thuật ngữ lọc sinh học, được sử dụng trong xử lý nước thải đô thị, thường bao gồm các quy trình dẫn đến việc sản xuất nước sau khi xử lý tuân thủ các tiêu chuẩn xả thải thông thường. Theo Degremont [2], kỹ thuật lọc sinh học này sử dụng sinh khối có nồng độ lớn hơn bùn hoạt tính và có những ưu điểm sau:

- Tiết kiệm trong không gian do loại bỏ giai đoạn làm sạch nước bằng bể lắng thứ cấp. Đồng thời, kiểm soát các tác động có hại (mùi và âm thanh) và tạo ra các công trình đơn vị có giá trị về mặt kinh tế.
- Ít có nguy cơ bị rò rỉ, dễ dàng xử lý các biến thể dòng chảy.
- Thích nghi dễ dàng với sự thay đổi lưu lượng và tải lượng ô nhiễm.
- Khởi động lại nhanh, ngay cả sau khi dừng hoạt động vài tháng.
- Xây dựng mô-đun và tự động hóa dễ dàng.

Oxy có thể được thực hiện bằng cách hòa tan hoặc sử dụng oxy tinh khiết, hoặc bằng cách chuyển trực tiếp không khí vào lò phản ứng. Trong trường hợp chuyển trực tiếp, hướng dòng chảy tương ứng của không khí và nước đặc biệt quan trọng. Việc thực hành lọc nước uống là minh chứng của thí nghiệm dòng chảy với luồng không khí ngược dòng trong lò phản ứng. Kỹ thuật này dẫn đến sự chậm lại và sự kết tụ của các hạt không khí được cấp vào, do đó hình thành các túi khí trong khối hạt. Đây là hiện tượng liên kết không khí bao gồm các nhược điểm sau:

- Tăng tổn thất ban đầu dẫn đến giảm lưu lượng nước cần thiết được xử lý.
- Việc cấp khí liên tục không hoàn toàn do nhu cầu sinh học mà là vì cơ học và chế độ thủy lực. Đôi lúc việc bơm không khí quá mức này sẽ gây ra nhiễu loạn trong quá trình xử lý.

Kỹ thuật sử dụng bộ lọc sinh học có dòng chảy lên (Biofor) được lựa chọn như là một trong những giải pháp nhằm khắc phục nhược điểm trên. Quá trình xử lý diễn ra cùng với tốc độ tăng trưởng thấp của vi khuẩn nitrat hóa, hạn chế đáng kể tắc nghẽn và do đó, giảm nguy cơ gây liên kết không khí.



Hình 1. Cấu tạo bể Biofor [3]

ThS. Hà Xuân Ánh

Bộ môn Thoát nước

Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường Đô thị,

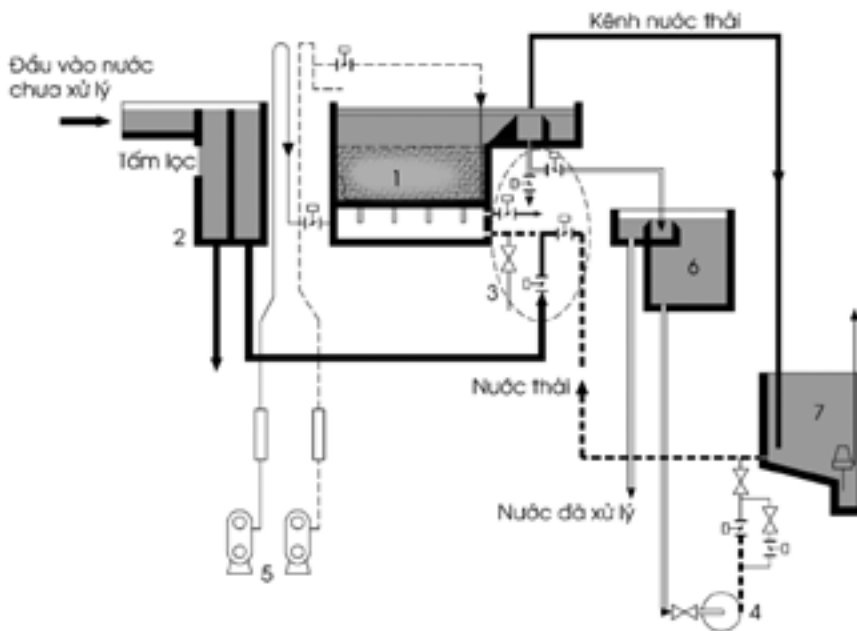
ĐT: 0904 88 79 88

Email: haxuananh.hau@gmail.com

Ngày nhận bài: 02/6/2020

Ngày sửa bài: 03/6/2020

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022



Hình 2. Sơ đồ dây chuyền công nghệ [2]

2. Giới thiệu về Biofor

a) Cấu tạo của Biofor

Biofor (Biological Filtration Oxygenated reactor) hay còn gọi là lò phản ứng oxy hóa lọc sinh học, là bộ lọc sinh học có dòng chảy lên, trong đó không khí và nước xử lý được bơm qua một mạng lưới các bộ khuếch tán bong bóng mịn, gọi là Oxazur. Biolite là môi trường lọc, các hạt và mật độ của chúng được chọn tùy từng ứng dụng. [1]

Đây là một hệ thống lọc sinh học hiếu khí với dòng nước và không khí (Hình 1). Việc cấp oxy được thực hiện bằng cách đưa không khí tiếp xúc đồng thời với nước.

Công nghệ xử lý được thiết lập như sau (hình 2):

- (1) Khoang phản ứng thường được làm bằng bê tông, hoạt động song song (hoặc có thể là hai khoang nối tiếp, trong trường hợp loại bỏ kết hợp ô nhiễm carbon với nitrat hóa).
- (2) Đơn vị phân phối nước cần xử lý.
- (3) Hệ điều khiển truy cập vào các van tự động và hệ thống đường ống, đáy bộ lọc, cống,...
- (4) Khu vực dành cho máy bơm rửa ngược.
- (5) Khu vực dành cho máy thổi khí và máy nén khí đa dạng.
- (6) Bể chứa nước được xử lý để phục vụ cho quá trình rửa sạch rửa.
- (7) Bể chứa để thu hồi nước rửa, có bơm thoát nước.

b) Vận hành

Nước thải cần xử lý vào liên tục dưới đáy bể lọc Biofor và được phân phối trên toàn bộ diện tích lọc bởi các đầu lọc đặt dưới đáy bể. Sau đó, nước đi qua lớp vật liệu lọc Biolite. Ở đây, các thành phần cặn lơ lửng có trong nước thải được giữ lại. Các chất ô nhiễm gốc carbon và nitơ được loại bỏ bởi nồng độ sinh khối bám dính cao mà nó giữ lại trên lớp vật liệu tiếp xúc trong suốt quá trình lọc.

Trong các kiểu của quá trình xáo trộn (để xử lý BOD và Nitrate hóa), không khí được đưa vào phía dưới thấp hơn các đầu phân phối khí của bể lọc Biofor. Việc thiết kế dòng

nước thải từ dưới lên giúp hạn chế phát sinh mùi vì nước thu được sau khi xử lý ở trên bề mặt bể lọc.

Quá trình Biofor được sử dụng chủ yếu để xử lý BOD, TSS và ô nhiễm ammonia trong xử lý bậc 2 và bậc cao. Nước thải đầu ra được xử lý bằng công trình Biofor thích hợp với tiêu chuẩn chất lượng cao cho với các chỉ tiêu nhờ quá trình lọc với vật liệu Biolite.

Do hệ thống Biofor được thiết kế để xử lý ở các tải trọng hữu cơ cao hơn các hệ thống thông thường, các hạng mục có thể thích ứng với vận tốc lọc cao hơn. Hệ thống Biofor cho phép xử lý các chất ô nhiễm hòa tan và tách cặn lơ lửng trong một bể phản ứng tích hợp, vì vậy bể lắng sinh học phía sau là không cần thiết. Hệ thống điều khiển bằng PLC sẽ tự động hóa công tác vận hành của quá trình lọc. [5].

Điểm nổi bật của quá trình:

- Thích nghi dễ dàng với sự thay đổi lưu lượng và tải trọng ô nhiễm.
- Giải pháp tốt cho những nơi không gian bị hạn chế.
- Không phát sinh mùi hôi.
- Các hạng mục xây dựng cho phép dễ dàng mở rộng nhà máy trong tương lai.
- Không cần bể lắng thứ cấp.

Biofor thường được sử dụng sau quá trình lắng hoặc tuyển nổi, các bước này có thể được bắt đầu bằng quá trình keo tụ. Kết quả đưa ra sau khi ứng dụng công nghệ Biofor tại La Bare de Monts (1973) và Nottre Dame de Gravenchon (1980). [2]

- Khử BOD₅ trong nước thải có nồng độ dưới 300mg/l.
- Khử hàm lượng SS trong nước thải có nồng độ dưới 150 mg/l.
- Loại bỏ amoniac bằng cách oxy hóa thành nitrat.
- Khử nitrat hóa nước mà không cần thêm chu trình cấp khí.

c) Sản phẩm bùn dư

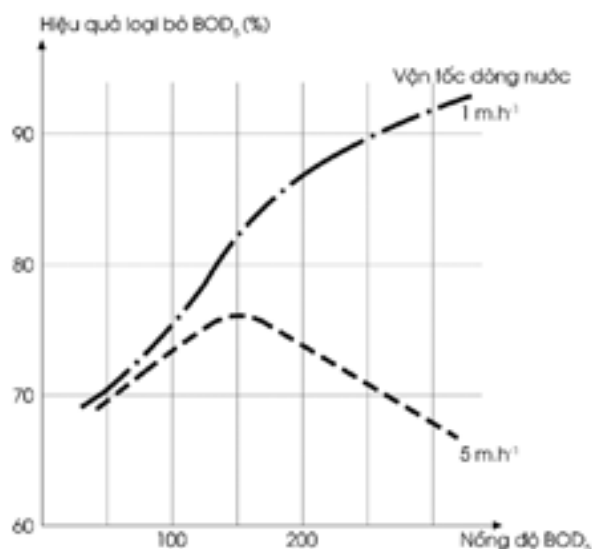
Sản phẩm bùn dư thấp hơn so với hàm lượng thấp của bùn hoạt tính. Thời gian lưu nước ngắn hơn.

Nước rửa, trong đó có nồng độ SS nằm trong khoảng từ 2-3 g/l, sẽ được đưa trở về giai đoạn tiền xử lý nếu trong nhà máy có thiết bị lắng hoặc tuyển nổi, hoặc sẽ được xử lý riêng bằng cách lắng hoặc tuyển nổi trước khi xả ra môi trường.

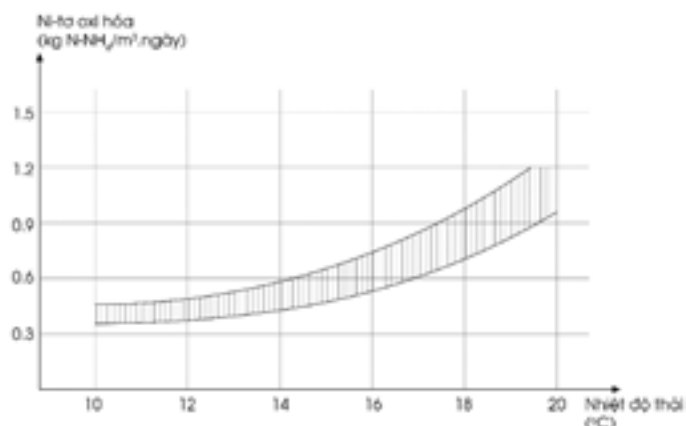
d) Kết quả

- Chu trình cấp khí – Khả năng oxy hóa – Năng lượng tiêu thụ

Lưu lượng cấp khí có thể thay đổi, phụ thuộc vào điều kiện xử lý, trong khoảng từ 4-15 Nm³/m² cho mỗi khu vực phản ứng trong mỗi giờ. Vì hiệu suất truyền oxy trong các điều kiện xử lý thực tế đạt khoảng 20%, khả năng oxy hóa có thể thay đổi từ 0.3 đến 0.9 kg O₂/m².h. Điện năng tiêu thụ của quá trình oxy hóa có thể xuống tới 0.75 kWh đối với mỗi kg BOD₅ bị khử (ở chế độ đủ tải). Năng lượng điện tiêu thụ cho việc thau rửa định kỳ (cấp không khí và nước) phải được thêm vào là khoảng 0.1 KWh cho mỗi kg BOD₅ được xử lý.



Hình 3. Khử BOD₅ [2]



Hình 4. Oxy hóa ammoniac thành nitrat [2]

- Khử SS

Quy trình xử lý của Biofor phụ thuộc vào 1 số các yếu tố: Tải trọng thủy lực và nồng độ SS có trong nước. Trong xử lý nước thải đô thị, hiệu quả khử SS với hàm lượng trong khoảng 100 mg/l, thay đổi trong khoảng từ 70-85% với vận tốc khử từ 2 đến 6 m/h.

- Khử BOD₅

Không giống như SS, việc loại bỏ BOD₅ ít bị ảnh hưởng bởi kích thước của vật liệu lọc. Đối với nồng độ nước thải trung bình của đô thị, thì tải trọng BOD₅ được sử dụng là từ 2 đến 6 kg BOD₅/m³.ngày, trong đó hiệu quả loại bỏ BOD₅ thay đổi trong khoảng từ 75% đến 85% (Hình 3).

- Oxy hóa amoniac thành nitrat

Trong nước thải đô thị, sau khi loại bỏ ô nhiễm carbon, có thể nitrat hóa 1 kg N-NH₄ /m³.ngày ở 20°C. Ở 12°C, con số này chỉ là 0,45 kg N-NH₄/m³.ngày (Hình 4).

3. Khả năng áp dụng hệ thống Biofor tại Việt Nam

Kỹ thuật lọc sinh học có dòng chảy lên cho thấy tốc độ các vật chất hữu cơ bị hao mòn không đổi khi độ dày màng sinh học làm giới hạn oxy ở cả những lớp màng sâu nhất. Đồng thời, trong màng hiếu khí, quá trình tăng trưởng vi sinh bám dính có mức độ hoạt động cụ thể cao hơn so với trong môi trường lơ lửng.

Do hệ thống Biofor được thiết kế để xử lý ở các tải trọng hữu cơ cao hơn các hệ thống thông thường, các hạng mục có thể thích ứng với vận tốc lọc cao hơn. Hệ thống Biofor cũng cho phép xử lý các chất ô nhiễm hòa tan và tách cặn lơ lửng trong một bể phản ứng tích hợp. Do đó không cần thiết phải xây dựng bể lắng sinh học phía sau, qua đó tiết kiệm được không gian và chi phí.

Việc xử lý nước thải (bao gồm cả nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp) đang là một trong những vấn đề được đặc biệt quan tâm và được xem là một trong những thách thức lớn đối với các đô thị tại các quốc gia đang phát triển, trong đó có Việt Nam.

Với các ưu điểm của mình cho các đặc thù của đô thị như tiết kiệm không gian, không phát sinh mùi hôi, dễ dàng mở rộng, hệ thống Biofor có nhiều lợi thế khi triển khai áp dụng tại Việt Nam. Hiện nay, đã có một số hệ thống xử lý nước thải theo công nghệ lọc sinh học được xây dựng tại Việt Nam như Nhà máy xử lý nước thải tại Khu công nghiệp VSIP Quảng Ngãi, nhà máy xử lý nước thải ở Đà Lạt... Bên cạnh đó, đã có nhiều hệ thống xử lý nước thải quy mô nhỏ (10-20m³ /ngày đêm) theo công nghệ Biofor được lắp đặt cho các doanh nghiệp.

4. Kết luận

Dựa trên các phân tích về lý thuyết và thực nghiệm, bài báo đã tổng hợp lại các kết quả chứng minh cho việc ứng dụng Biofor có thể đem lại hiệu quả cao trong quá trình xử lý nước thải đô thị và công nghiệp. Việc lựa chọn công trình xử lý lọc sinh học nói chung và bể Biofor nói riêng là một khâu quan trọng trong quá trình thiết kế trạm xử lý nước thải tại Việt Nam, có tác động trực tiếp đến hiệu quả kinh tế kỹ thuật cho công trình, chính vì vậy cần có những nghiên cứu thực nghiệm sâu hơn để giúp cho việc ứng dụng Biofor đạt được hiệu quả xử lý tối ưu. Đây cũng là nội dung mà tác giả sẽ nghiên cứu và trình bày trong những bài báo tiếp theo./.

Tài liệu tham khảo

1. Larry D. Benefield (1980). *Biological Process design for Wastewater treatment*, D. Benefield, Larry, W. Randall. Clifford. Prentice- Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ 07632.
2. Degremont (1991). *Water treatment handbook, Volume 1,2*. Degremont, Sixth edition.
3. Metcalf & Eddy (2013). *Wastewater engineering, Treatment and Resource Recovery*, Inc. McGraw-Hill Education, Thirteenth edition..
4. Lâm Minh Triết, Nguyễn Thanh Hùng, Nguyễn Phước Dân (2006). *Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp. Tính toán thiết kế công trình*. NXB Đại học Quốc Gia TP Hồ Chí Minh.

Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt bằng mô hình aeroten kết hợp lắng và xác định tốc độ ô-xi hóa riêng ở chế độ loại bỏ các chất hữu cơ

Evaluation of the efficiency of wastewater treatment by aero model. combination and determination of own-xi chemical speed in the removal of organic substances

Nguyễn Tiến Dũng

Tóm tắt

Bài báo đề cập đến kết quả nghiên cứu hiệu quả xử lý chất hữu cơ (COD) của nước thải loãng bằng bùn hoạt tính trong mô hình aeroten lắng và tìm ra thông số động học (tốc độ ô-xi hóa riêng) của quá trình xử lý. Thử nghiệm được tiến hành trên mô hình aeroten lắng có thể tích vùng phản ứng là $V_1 = 4,15$ (l), thể tích vùng lắng là $V_2 = 1,6$ (l). Nước thải dùng cho thử nghiệm là nước thải nhân tạo có nồng độ COD khác nhau 150mg/l và 441,3mg/l. Tốc độ ô-xi hóa riêng được tìm trên cơ sở phản ứng theo mẻ với COD giao động từ 188 đến 111,69 mgO₂/g. Lưu lượng đầu vào $q = 0.83$ lit/h, thời gian tiếp xúc là 5h, thời gian lắng là 2h, nồng độ oxy hòa tan DO = 2.0 mg/l. Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu quả xử lý theo COD là 150mg/l với khả năng duy trì nồng độ bùn là 1g/l. Tốc độ ô-xi hóa riêng được tìm ra là 188 mgO₂/g. Nghiên cứu chứng tỏ được khả năng loại bỏ chất hữu cơ cao của bể aeroten khi xử lý nước thải có nồng độ chất hữu cơ loãng đặc trưng cho nước thải đô thị Việt Nam.

Từ khóa: Nước thải, xử lý sinh học, Aeroten, Ôxi -hóa, chất hữu cơ

Abstract

The paper shows the results of organic matter treatment (COD) of activated sludge effluent in the settling aero model and finds kinetic parameters (specific oxidation rate) of the process. Experiments were carried out on the aeroten-deposited model with the volume of the reaction zone being $V_1 = 4.15$ (l), and the volume of the settling zone being $V_2 = 1.6$ (l). There are different COD concentrations of 150mg/l and 441.3 mg/l. The specific oxidation rate found based on batch reaction with COD ranges from 188 to 111.69 mgO₂/g. Input flow $q = 0.83$ lit/h, extension time is 5 hours, settling time is 2 hours, dissolved oxygen concentration DO = 2.0 mg/l. The research results show that the COD treatment efficiency is 150mg/l with the ability to maintain a sludge concentration of 1g/l. The specific oxidation rate was found to be 188 mgO₂/g. The study demonstrates the high organic matter removal capacity of the aeroten tank when treating wastewater with a specific concentration of dilute organic matter typical for Vietnamese urban wastewater.

Key words: Waste water, biological treatment, Aeroten, Oxidation, organic matter

ThS. Nguyễn Tiến Dũng

Bộ môn Thoát nước

Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường Đô Thị

E.mail: dungnt38@gmail.com

Mobile : 0912906075

Ngày nhận bài: 24/5/2019

Ngày sửa bài: 27/5/2019

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

Mở đầu

Xử lý nước thải sinh hoạt bằng mô hình Aeroten kết hợp lắng được tiến hành bằng hai thực nghiệm trên mô hình trong điều kiện phòng thí nghiệm với nước thải nhân tạo. Nước thải (chất thải lỏng) nhân tạo có thành phần giống như chất thải sinh hoạt tạo được pha chế bằng pepton và các hóa chất khác như K₂HPO₄.3H₂O, CH₃COONa.3H₂O, CaCl₂... với nước sạch theo một tỷ lệ nhất định.

I. Mô hình và phương pháp thí nghiệm

1.1. Mô hình

Mô hình aeroten - lắng bằng thủy tinh acrylic có thể tích vùng phản ứng là $V_1 = 4,15$ (l), thể tích vùng lắng là $V_2 = 1,6$ (l)

Thiết bị cấp khí nén cấp khí qua hệ thống phân phối khí vào bể aeroten có thiết bị điều chỉnh lưu lượng nhằm duy trì nồng độ oxy hòa tan trong bể không dưới 2.0 mg/l trong mọi trường hợp.

Bình đựng chất thải lỏng có thiết bị điều chỉnh lưu lượng.

1.2. Phương pháp thí nghiệm

Các thực nghiệm được tiến hành trên mô hình trong điều kiện phòng thí nghiệm với nước thải nhân tạo. Nước thải (chất thải lỏng) nhân tạo có thành phần giống như chất thải sinh hoạt tạo được pha chế bằng pepton và các hóa chất khác như K₂HPO₄.3H₂O, CH₃COONa.3H₂O, CaCl₂... với nước sạch theo một tỷ lệ nhất định. Thử nghiệm được thực hiện gồm 2 phần. Phần 1 được tiến hành trên mô hình với dòng liên tục nhằm xác định khả năng xử lý chất thải lỏng của bể phản ứng có sử dụng chế phẩm. Phần 2 thí nghiệm được thực hiện theo mẻ với nồng độ nước thải khác nhau nhằm xác định các hệ số thực nghiệm. Các chỉ số phân tích chính là COD (phương pháp Perman ganat) và DO (phương pháp chuẩn độ), SS đều được phân tích theo phương pháp chuẩn.

a) Thử nghiệm 1: Tiến hành trên bể aeroten kết hợp lắng với nước thải đầu vào chảy liên tục. Chế độ vận hành được thực hiện dưới sự thay đổi về nồng độ bùn khác nhau với thời gian tiếp xúc là 5h, thời gian lắng là 2h.

Nước thải nhân tạo được pha vào bình định lượng với $q = 0.83$ lit/h vào bể phản ứng aeroten-lắng có hệ thống sục khí. Chế phẩm sinh học (từ đề tài NCKH cấp bộ, Nghiên cứu chế tạo nhà vệ sinh di động thể hệ mới - 2009 BXD) được đưa vào với liều lượng là 10g nồng độ vi khuẩn là 107 CFU/g. Liều lượng được tính toán để cho số vi khuẩn trong 01 lít thể tích bể phản ứng tương đương với khoảng 2 - 2,5g bùn hoạt tính trong aeroten truyền thống. Sau khi xử lý với thời gian là 5h nước thải sẽ qua bể lắng. Tại đây bùn được tách ra lắng xuống và quay lại bể phản ứng. Nước sạch chảy ra ngoài theo hệ thống thoát nước.

b) Thử nghiệm 2: Thí nghiệm aeroten mẻ được tiến hành trong bể bùn hoạt tính sinh ra trên cơ sở chế phẩm sinh



Hình 1. Mô hình thực nghiệm aeroten-lắng dòng chảy liên tục



Hình 2. Thí nghiệm Aeroten theo mẻ



Hình 3. Hóa chất sử dụng

học nghiên cứu với nồng độ chất bẩn trong nước thải khác nhau, nước thải đầu vào được mô phỏng với 2 nồng độ COD khác nhau 150mg/l và 441,3 mg/l tương đương với mức độ ô nhiễm trung bình, đậm đặc của nước thải sinh hoạt. Đối với từng thí nghiệm, nước thải mô phỏng được cho vào bể aeroten chạy ở chế độ liên tục (continuos) trong vòng 1 tuần để sinh khối thích ứng với điều kiện nồng độ mới sau đó đưa vào thí nghiệm theo mẻ. Các chỉ số phân tích (COD và SS) được thực hiện sau 0,5h cho đến khi nồng độ nước xử lý ổn định. Kết quả phân tích sẽ cung cấp cho chúng ta qui luật động học xử lý chất hữu cơ.

Tại phòng thí nghiệm hoá nước vi sinh trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội:

Hóa chất, thiết bị phân tích thí nghiệm

Hóa chất pha chế: Hóa chất phân tích:

Pepton KMnO_4

$\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ Axit oxalic

$\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ H_2SO_4 đậm đặc

CaCl_2

Dụng cụ và thiết bị phân tích

Bếp điện, tủ sấy

Bình tam giác 100ml, 250ml

Buret

Pipette 1ml, 2ml, 5ml, 1000ml

Cân điện tử, cốc thủy tinh, thìa, lọ thủy tinh đựng hóa chất và giấy lọc.

III. Kết quả và bàn luận

Thời gian mô hình hoạt động ở chế độ liên tục gần 1 tháng. Kết quả phân tích được trình bày trong bảng 2.

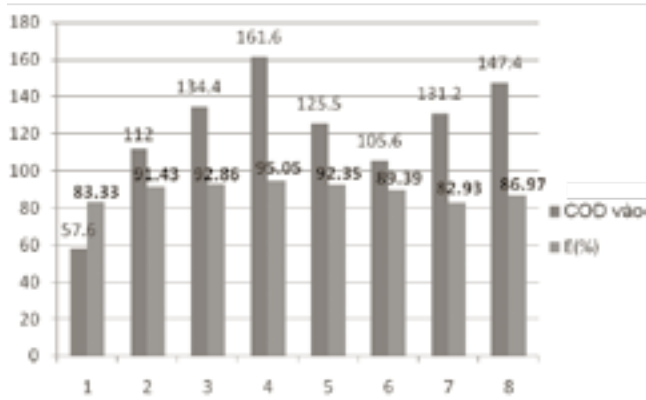
Bảng 1. Kết quả hoạt động bể aeroten theo mẻ

Thời gian phân tích	COD vào	COD ra	t(h)	a(g/l)	E(%)
1	2	3	4	5	6
10/10/2018	57.6	9.6	5	0.4	83.33
11/10/2018	112	9.6	5	0.4	91.43
12/10/2018	134.4	9.6	5	0.6	92.86
21/10/2018	161.6	8	5	0.7	95.05
24/10/2018	125.5	9.6	5	0.7	92.35
26/10/2018	105.6	11.2	5	0.7	89.39
27/10/2018	131.2	22.4	5	0.6	82.93
31/10/2018	147.4	19.2	5	0.6	86.97

Kết quả nghiên cứu cho thấy với thời gian xử lý là 5h hệ bùn hoạt tính trên cơ sở chế phẩm phân lập được cho hiệu quả xử lý cao. Hiệu suất xử lý giao động từ 82,93% đến 95,05%. Nước thải đầu vào có nồng độ COD dao động từ 57.6 đến 161.6. Nồng độ bùn dao động trong khoảng 0,4-0,6 g/l chứng tỏ năng lực ô xi hóa chất hữu cơ rất cao của sinh khối. Bùn có màu nâu nhạt, dễ lắng, chỉ số bùn giao động từ 60-90 ml/g bùn khô. Nước xử lý ra khỏi bể aeroten theo mẻ xử lý nồng độ chất lơ lửng nhỏ $\text{SS}=20\text{-}30\text{ mg/s}$, hàm lượng chất hữu cơ thấp $\text{COD}=9,6\text{-}19,2\text{ mg/l}$.

Thí nghiệm Aeroten mẻ với các nồng độ COD khác nhau:

Thực nghiệm với 2 loại nước thải có nồng độ chất hữu cơ trung bình và đậm đặc với chỉ số COD đầu vào lần lượt là 150mg/l, 441,3mg/l. Kết quả thực nghiệm với aeroten mẻ xử lý nước thải có nồng độ chất hữu cơ trung bình ($\text{COD}=150\text{ mg/l}$) được trình bày trong bảng 3, với nước thải có nồng độ chất hữu cơ đậm đặc 441,3 mg/l trong bảng 4. Quãng thời gian lấy mẫu phân tích là 0,5 h. Nồng độ bùn hoạt tính làm việc của bể được đo theo phương pháp chuẩn. Tốc độ



Hình 4. Biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa lượng BOD đầu vào và hiệu suất xử lý của bể Aeroten kết hợp lắng

xử lý riêng (ρ) của bùn hoạt tính được tính bằng lượng chất hữu cơ (g COD) trên một đơn vị khối lượng bùn hoạt tính (g) trong một đơn vị thời gian cũng được tính toán cho từng thí nghiệm để xác định các hệ số động học của quá trình xử lý sinh học.

Bảng 2. Kết quả xử lý nước thải nồng độ ô nhiễm trung bình COD=150mg/l

COD ₀ (mg)	COD _{ra} (mg)	t(h)	a(g/l)	$\rho = \frac{COD_0 - COD_{ra}}{t.a}$ (mg O ₂ /g.h)	E(%)
1	2	3	4	5	6
150	56	0.5	1	188.00	62.67
-	56	1	1	94.00	62.67
-	54.4	1.5	1	63.73	63.73
-	54.4	2	1	47.80	63.73
-	54.4	2.5	1	38.24	63.73
-	27.2	3	1	40.93	81.87
-	9.6	3.5	1	40.11	93.60
-	11.2	4	1	34.70	92.53
-	9.6	4.5	1	31.20	93.60
-	11.2	5	1	27.76	92.53
-	11.2	5.5	1	25.24	92.53
-	9.6	6	1	23.40	93.60

- Kết quả thực nghiệm cho thấy với nồng độ bùn hoạt tính $a=1g/l$, nồng độ COD đầu vào khoảng 150mg/l, thì sau 3,5h đã cho hiệu suất xử lý đạt trên 90%, nồng độ COD trong nước xử lý là 9,6 mg/l. Việc xử lý tiếp không làm tăng chất lượng nước xử lý, nồng độ COD trong nước thải qua xử lý giao động trong khoảng 9,6 và 11,2 mg/l được giải thích do sai số thí nghiệm. Sự thay đổi nồng độ COD trong bể aeroten mề theo thời gian được biểu diễn theo đồ thị tại hình 5. Tốc độ xử lý riêng (ρ) được tính toán theo thời gian xử lý và thể hiện trong bảng 3. Có thể thấy (ρ) thay đổi từ 188 mg O₂/g bùn hoạt tính tại thời điểm 0,5 h đến 40,11mg O₂/g bùn hoạt tính tại thời điểm 3,5h. Quan hệ giữa COD của nước sau xử lý và tốc độ xử lý riêng được biểu diễn bằng đồ thị hình 6

- Trong thực tế có thể lấy thông số $\rho = 40mg$ COD/g bùn hoạt tính làm giá trị trung bình để tính toán công trình xử lý sinh học hoặc có thể đơn giản hơn tính theo năng lực xử

lý theo thể tích tức là 1 m³ thể tích phản ứng trong một đơn vị thời gian (ngày) có khả năng xử lý được bao nhiêu khối lượng COD (kg). Gọi khả năng xử lý theo thể tích là OM, kết quả tính toán có được OM= 0,963kg COD/m³.ngđ.

Bảng 3. Kết quả xử lý nước thải nồng độ ô nhiễm đậm đặc COD=441,3mg/l

COD ₀ (mg)	COD _{ra} (mg)	t(h)	a (g/l)	$\rho = \frac{COD_0 - COD_{ra}}{t.a}$ (mgO ₂ /g.h)	E(%)
1	2	3	4	5	6
441.3	305.6	0.5	2.43	111.69	30.75
-	251.2	1	2.43	78.23	43.08
-	225.6	1.5	2.43	59.18	48.88
-	224	2	2.43	44.71	49.24
-	211.2	2.5	2.43	37.88	52.14
-	212.8	3	2.43	31.34	51.78
-	171.2	3.5	2.43	31.76	61.21
-	158.4	4	2.43	29.10	64.11
-	160	4.5	2.43	25.72	63.74
-	107.2	5	2.43	27.50	75.71
-	107.2	5.5	2.43	25.00	75.71
-	83.2	6	2.43	24.56	81.15
-	81.6	6.5	2.43	22.77	81.51
-	52.8	7	2.43	22.84	88.04
-	51.2	7.5	2.43	21.40	88.40

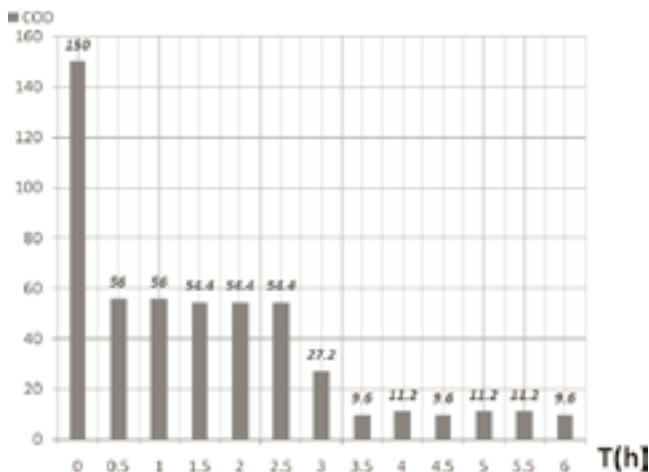
- Kết quả thực nghiệm cho thấy với nồng độ bùn hoạt tính $a=2,43g/l$, nồng độ COD đầu vào 441,3mg/l, thì sau 6h hiệu suất xử lý mới đạt trên 80%, nồng độ COD trong nước xử lý là 83,2mg/l. Kéo dài thời gian xử lý thêm 1,5 h hiệu suất xử lý chỉ đạt đến 88% với nồng độ COD đầu ra là 51mg/l. Sự thay đổi nồng độ COD trong bể aeroten mề theo thời gian được biểu diễn theo đồ thị tại hình 7. Tốc độ xử lý riêng (ρ) được tính toán theo thời gian xử lý và thể hiện trong bảng 5. Có thể thấy (ρ) thay đổi từ 111,69 mgO₂/g bùn hoạt tính tại thời điểm 0,5 h đến 24,56mg O₂/g bùn hoạt tính tại thời điểm 6h. Quan hệ giữa COD của nước sau xử lý và tốc độ xử lý riêng được biểu diễn bằng đồ thị hình 8.

- Trong thực tế có thể lấy thông số $\rho = 27,5mg$ COD/g bùn hoạt tính làm giá trị trung bình để tính toán công trình xử lý sinh học cho thời gian xử lý là 5h hoặc giá trị $\rho = 24,56mg$ COD/g bùn hoạt tính cho 6h xử lý đối với trường hợp nước thải đậm đặc. Việc gia tăng hiệu suất xử lý đối với nước thải sinh hoạt đậm đặc sẽ làm thể tích aeroten tăng đáng kể. Trong thực tế đối với việc thiết kế chế tạo bể phản ứng sinh học cho nhà vệ sinh di động thể hệ mới cho nước thải đậm đặc thì thời gian sục khí có thể lên đến 8-10 h để đảm bảo nồng độ COD giảm dưới 50mg/l. Kết quả tính toán có được năng lực xử lý theo thể tích đối với 7,5h xử lý là OM= 1,873kg COD/m³.ngđ để đạt được hiệu suất xử lý gần 90%.

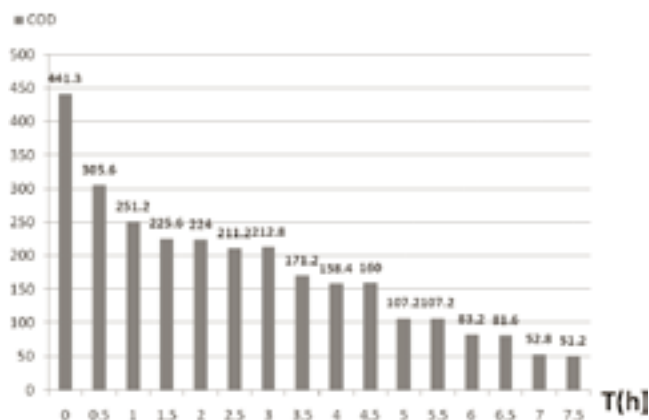
II. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy:

• Hiệu quả xử lý chất hữu cơ của hệ bùn hoạt tính trên cơ sở các chủng vi sinh lựa chọn là rất lớn. Hệ thống có khả năng thích nghi với nồng độ chất hữu cơ trong nguồn nước.



Hình 5. Sự thay đổi nồng độ COD trong bể aeroten theo thời gian



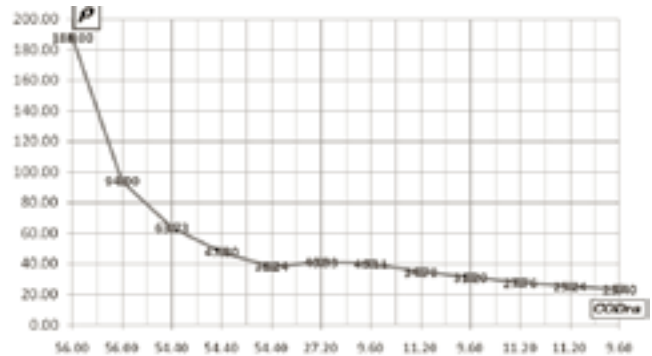
Hình 7. Sự thay đổi nồng độ COD trong bể aeroten theo thời gian

Nồng độ chất hữu cơ càng lớn thì nồng độ bùn cũng càng lớn.

- Hệ thống bùn hoạt tính trên có khả năng xử lý hiệu quả nước thải sinh hoạt có nồng độ nhiễm bẩn trung bình và đậm đặc với thời gian xử lý từ 3-5 tiếng đồng hồ. Hiệu quả xử lý đạt trên 90%.

- Thực nghiệm cho thấy với những sự cố đột ngột xảy ra đẩy nồng độ COD đầu và cao hơn gấp đôi, gấp ba lần nước thải sinh hoạt bình thường, với khoảng thời gian xử lý gấp 1,5 đến 2 lần thì hệ thống vẫn có thể xử lý đạt tiêu chuẩn nguồn loại 2 (có thể loại 1 theo TCVN 5945 - 2005) đổ ra sông ngòi đảm bảo vệ sinh môi trường.

- Tốc độ xử lý riêng (ρ) của hệ bùn hoạt tính giảm đi từ (ρ) = 188 mgO₂/g bùn Hoạt tính khi nồng độ chất hữu cơ từ 150 - 441,3 mgCOD/l xuống (ρ) = 111,69 mgO₂/g bùn hoạt tính, chứng tỏ sự kìm hãm tốc độ xử lý do nồng độ chất nền. Điều này phù hợp với lý thuyết lên men theo Mikhalic - Mentin./.



Hình 6. Quan hệ giữa tốc độ xử lý riêng (ρ) của sinh khối bùn hoạt tính với nồng độ chất hữu cơ đầu ra COD_{ra}



Hình 8. Quan hệ giữa tốc độ xử lý riêng (ρ) của sinh khối bùn hoạt tính với nồng độ chất hữu cơ đầu ra COD_{ra}

Tài liệu tham khảo

- Lương Đức Phẩm (1997), Công nghệ vi sinh vật NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
- Võ Thị Thứ, Trương Ba Hùng. 2005. Lên men chế phẩm sinh học BIOF và ứng dụng trong nuôi thủy sản. Tuyển tập nghiên cứu hội thảo toàn quốc về NC&UD KHKT trong nuôi trồng thủy sản. Nhà xuất bản nông nghiệp TP HCM-2005
- Hoàng Văn Huệ - Thoát nước tập 2 xử lý nước thải, nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật 2002
- Trịnh Xuân Lai - Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải, nhà xuất bản xây dựng 2000
- Trần Đức Hạ - Đỗ Văn Hải - Cơ sở hoá học quá trình xử lý nước cấp và nước thải, nhà xuất bản khoa học kỹ thuật 2002
- Nguyễn Tiến Dũng chủ nhiệm đề tài - Nghiên cứu chế tạo nhà vệ sinh di động thể hệ mới, Đề tài NCKH cấp bộ - BXD 2009

Lễ công bố quyết định công nhận Hội đồng trường và Chủ tịch Hội đồng trường Đại học Kiến trúc Hà Nội nhiệm kỳ 2022 - 2027

Ngày 26/4/2022 tại Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Bộ Xây dựng đã công bố Quyết định công nhận Hội đồng Trường và Quyết định công nhận Chủ tịch Hội đồng Trường nhiệm kỳ 2022- 2027. Đồng chí Nguyễn Văn Sinh - Ủy viên Ban Cán sự Đảng, Thứ trưởng Bộ Xây dựng đến dự và phát biểu tại buổi Lễ.

Tham dự buổi Lễ có bà Nguyễn Thị Thanh Hằng - Phó Vụ trưởng, Vụ Tổ chức cán bộ, Bộ Xây dựng; ông Đào Việt Dũng - Vụ trưởng Vụ Tài chính Kế hoạch, Bộ Xây dựng; đồng chí Nguyễn Quốc Hùng - Phó trưởng phòng An ninh chính trị nội bộ PA03 Công an Thành phố Hà Nội.

Về phía Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội có PGS.TS.KTS. Lê Quân - Bí thư Đảng ủy, Hiệu trưởng Nhà trường; PGS.TS.KTS. Phạm Trọng Thuật - Phó Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch Hội đồng Trường. Dự buổi Lễ còn có đại diện các thầy cô trong Đảng ủy, Ban Giám hiệu, Hội đồng Trường; đại diện lãnh đạo các Khoa, Phòng ban chức năng cùng đại diện cán bộ, viên chức, giảng viên, sinh viên trong toàn Trường.

Tại buổi Lễ, bà Nguyễn Thị Thanh Hằng - Phó Vụ trưởng, Vụ Tổ chức cán bộ, Bộ Xây dựng đã công bố các Quyết định:

- Quyết định số 285/QĐ-BXD ngày 06/4/2022 về việc công nhận Hội đồng Trường, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội nhiệm kỳ 2022 - 2027 (gồm 17 thành viên);

- Quyết định số 286/QĐ-BXD ngày 06/4/2022 về việc công nhận Chủ tịch Hội đồng Trường, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội nhiệm kỳ 2022 - 2027 đối với ông Phạm Trọng Thuật - PGS.TS.KTS, Phó Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch Hội đồng Trường nhiệm kỳ 2017 - 2022.

Việc thành lập Hội đồng trường này được thực hiện theo Luật 34/2018/QH14 và Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Giáo dục Đại học.

Hội đồng Trường, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội là tổ chức quản trị, đại diện quyền sở hữu của Nhà trường, có quyền quyết nghị các vấn đề mang tính chiến lược, quan trọng liên quan tới các hoạt động và sự phát triển của Trường. Việc thành lập Hội đồng Trường và phê chuẩn Chủ tịch Hội đồng Trường đánh dấu bước tiến của Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội trong việc đổi mới hệ thống cơ cấu tổ chức, bộ máy lãnh đạo nhằm nâng cao chất lượng, hiệu quả hoạt động.

Phát biểu tại buổi Lễ, đồng chí Nguyễn Văn Sinh - Ủy viên Ban Cán sự Đảng, Thứ trưởng Bộ Xây dựng hoan nghênh và biểu dương thành tích của tập thể lãnh đạo, cán bộ, viên chức, học viên, sinh viên, của Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội về những cố gắng và đóng góp của Nhà trường trong sự nghiệp đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao cho ngành Xây dựng và cho đất nước. Đạt được những thành tích đó, ngoài sự cố gắng nỗ lực của Thầy và trò Nhà trường, còn có sự hỗ trợ, giúp đỡ của Bộ Xây dựng, các cơ quan Trung ương và địa phương, sự hợp tác giữa Nhà trường với các cơ quan, đối tác; các cơ sở đào tạo trong nước, khu vực và thế giới.

Để làm tốt nhiệm vụ của Nhà trường, nhất là trong bối cảnh hội nhập Quốc tế, một trong những giải pháp quan trọng đó là phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao, phát triển khoa học công nghệ. Việc đào tạo nguồn nhân lực có chất lượng trong thời kỳ hội nhập Quốc tế, đòi hỏi đội ngũ

Thầy và trò Nhà trường phải thực sự cố gắng, vượt qua mọi khó khăn và thử thách trong thời gian tới.

Thứ trưởng Nguyễn Văn Sinh tin tưởng Nhà trường sẽ có những bước phát triển mới to lớn hơn trong thời gian tới, tập thể Nhà trường luôn đoàn kết, sáng tạo, chủ động đi đầu trong việc đổi mới và phát triển Nhà trường.

Phát biểu nhận trọng trách mới, PGS.TS.KTS. Phạm Trọng Thuật - Chủ tịch Hội đồng Trường nhiệm kỳ 2022 - 2027 bày tỏ lời cảm ơn đến lãnh đạo Bộ Xây dựng, Ban Giám hiệu Nhà trường, các cán bộ, giảng viên Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội đã tin tưởng tín nhiệm và ủng hộ. Thay mặt các thành viên Hội đồng Trường, PGS.TS.KTS. Phạm Trọng Thuật khẳng định sẽ nỗ lực thực hiện tốt trọng trách được giao, đồng thời phát huy cao độ tinh thần đoàn kết, nhất trí trong Trường để thực hiện thắng lợi các mục tiêu của Nhà trường đã đề ra, đóng góp tích cực hơn nữa vào sự nghiệp đào tạo nhân lực, bồi dưỡng cán bộ phục vụ cho ngành Xây dựng, đưa Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội trở thành một Trường uy tín sánh ngang tầm khu vực và trên Thế giới.

Thay mặt Đảng ủy, Ban Giám hiệu, PGS.TS.KTS. Lê Quân - Bí thư Đảng ủy, Hiệu trưởng Nhà trường gửi lời chúc mừng đến cá nhân Chủ tịch Hội đồng Trường Phạm Trọng Thuật cũng như tập thể Hội đồng Trường. Hiệu trưởng Lê Quân bày tỏ hy vọng trong thời gian tới, Hội đồng Trường sẽ phối hợp cùng tập thể Ban Giám Hiệu cùng các cán bộ, giảng viên Nhà trường quyết tâm đưa Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội ngày càng phát triển.

Khai mạc triển lãm Kiến trúc - Nội thất đương đại V.ICON

Ngày 26/3/2022, tại Tầng 1 Tòa nhà Interior, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội đã diễn ra lễ khai mạc Triển lãm Kiến trúc - Nội thất đương đại V.ICON do Khoa Nội thất Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội phối hợp cùng Chi hội Kiến trúc - Nội thất trực thuộc Hội Kiến trúc sư Việt Nam tổ chức. Triển lãm hướng tới kỷ niệm ngày Kiến trúc Việt Nam 27/4 và kỷ niệm ngày thành lập Khoa Nội thất Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

Tới dự lễ khai mạc có sự hiện diện của đại diện các ban ngành, tổ chức: Bộ xây dựng; Vụ Khoa học công nghệ - Bộ xây dựng; Hội Kiến trúc sư Việt Nam; Ban Giám hiệu Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội; Lãnh đạo các Khoa: Kiến trúc, Khoa Thiết kế Mỹ thuật, Viện hợp tác quốc tế. Đại diện các đoàn thể đơn vị trực thuộc Trường: Đoàn thanh niên, Viện Kiến trúc nhiệt đới; Đại diện các doanh nghiệp, nhà tài trợ, các Kiến trúc sư, Nhà thiết kế, các thầy cô, các em sinh viên và đông đảo khách mời quan tâm tới sự kiện.

Triển lãm quy tụ những tác phẩm kiến trúc nội thất của những Kiến trúc sư, Nhà thiết kế hàng đầu của Chi hội Kiến trúc Nội thất và Khoa Nội thất, được ban tổ chức tuyển chọn kỹ lưỡng, mang đến những triết lý thiết kế mới mẻ, sáng tạo xứng đáng là đại diện "Icon" của kiến trúc nội thất đương đại. Bên cạnh đó các gian triển lãm giới thiệu sản phẩm từ các doanh nghiệp, nhãn hàng nội thất uy tín giúp cho khách tham quan triển lãm và đặc biệt là sinh viên có cái nhìn thực tiễn về hoạt động nghề nghiệp nội thất. Triển lãm là động lực để các nhà thiết kế cùng chung tay xây dựng một phong cách Kiến trúc, Nội thất Việt Nam đương đại.

Phát biểu khai mạc triển lãm, PGS.TS.KTS Lê Quân - Hiệu trưởng Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội bày tỏ: "Trong khí đầu xuân, Trường Đại học Kiến trúc rất vui mừng khi tổ

chức Triển lãm Kiến trúc - Nội thất đương đại. Đây là một trong những hoạt động mở đầu, khởi động cho chuỗi các hoạt động trong năm 2022 của Nhà trường - Một năm đánh dấu sự bước qua, phục hồi sau dịch bệnh. Triển lãm thể hiện một sức sống bật lên qua những khó khăn. Hy vọng trong năm tới, ngành nội thất nói riêng và sinh viên nói chung cũng sẽ có 1 sức sống mới trong bối cảnh phát triển của ngành nội thất như hiện nay."

Chia sẻ về triển lãm, PGS.TS.KTS Vũ Hồng Cường, Trưởng Khoa Nội thất Đại học Kiến trúc Hà Nội, Chủ tịch Chi hội Kiến trúc Nội thất cho biết: "Triển lãm Triển lãm Kiến trúc - Nội thất đương đại (V.ICON) giới thiệu các tác phẩm của chính các thành viên trong Chi hội Nội thất và giảng viên trường Đại học Kiến trúc Hà Nội đã thực hiện trong suốt 2 năm dịch bệnh khó khăn vừa qua. Triển lãm không chỉ mang tới cái nhìn thực tiễn cho khách tham quan và sinh viên trường Đại học Kiến trúc Hà Nội mà còn là một sự kiện giao lưu kết nối giữa các hoạt đào tạo với thực tiễn nghề nghiệp; Giữa giảng viên với người làm nghề; Giữa các nhà cung ứng với nhà thiết kế; Giữa chuyên gia và các em sinh viên."

Thông tin bên lề Triển lãm:

- Chuỗi sự kiện Talk show:

1. Talkshow "Học gì từ truyền thống?" - Diễn giả KTS. Lê Thành Vinh

2. Talkshow "Sống!" - Diễn giả HS. Lê Thiết Cương & NDK. Đinh Công Đạt

3. Talkshow "Chuyện nghề nội thất" - Diễn giả KTS. Đồng Minh Hậu & KTS. Nguyễn Văn Sinh

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội hưởng ứng Kỷ niệm 72 năm ngày Kiến trúc Việt Nam

Sáng 27/04/2022, tại Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội đã diễn ra chuỗi sự kiện chào mừng Kỷ niệm 74 năm Ngày Kiến trúc Việt Nam (27/4/1948 - 27/4/2022).

Chương trình có sự tham dự của: Ông Vi Quốc Phương - Phó Chủ tịch Huyện Tiên Yên - Bắc Giang; ông Nguyễn Đức Dương - Phó Tổng Giám đốc Công ty Joton, Giám đốc Chi nhánh Hà Nội; ông Lưu Minh Soi - Tổng Giám đốc Công ty CP Blue Crystals; đại diện Công ty TNHH Friendship, Công ty Khóa Huy Hoàng, Công ty Sàn SPC, Công ty MB Windows cùng đại diện các doanh nghiệp hợp tác khác với Khoa Kiến trúc và Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

Phía đại diện của Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội có sự tham dự của PGS.TS.KTS Lê Quân - Hiệu trưởng Nhà trường; PGS.TS.KTS. Phạm Trọng Thuật - Chủ tịch Hội đồng Trường; các Phó Hiệu trưởng Nhà trường; PGS.TS.KTS. Nguyễn Tuấn Anh, TS.KTS. Ngô Thị Kim Dung, PGS.TS. Lê Anh Dũng cùng đại diện lãnh đạo Khoa Kiến trúc, đại diện một số Khoa, Phòng ban trong Trường; các Kiến trúc sư cùng các em sinh viên...

Mở đầu chương trình là Lễ trao giải Cuộc thi Thiết kế ý tưởng phổ đi bộ Tiên Yên (Bắc Giang).

Cũng tại sự kiện này, chương trình đã công bố danh sách và trao chứng nhận cho 3 Kiến trúc sư Asean: TS.KTS Vương Hải Long; ThS.KTS Lê Minh Hoàng và KTS Lê Quốc Anh.

Phát biểu tại lễ kỷ niệm, PGS.TS.KTS. Lê Quân - Hiệu trưởng Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội đã ôn lại truyền thống 74 năm ngày thành lập Hội Kiến trúc sư Việt Nam.

Ngày 27/4/1948, Chủ tịch Hồ Chí Minh đã gửi thư cho các kiến trúc sư ở Đại hội lần thứ I, chính thức thành lập Đoàn Kiến trúc sư Việt Nam (nay là Hội Kiến trúc sư Việt Nam) tại làng Thản Sơn, xã Chiến Thắng, huyện Lập Thạch, tỉnh Vĩnh Yên. Năm 2011, Thủ tướng Chính phủ đã quyết định lấy ngày 27/4 hàng năm là Ngày Kiến trúc Việt Nam.

Trải qua 74 năm hình thành và phát triển, Hội Kiến trúc sư Việt Nam nói riêng và ngành Kiến trúc nói chung đang không ngừng trưởng thành lớn mạnh, có nhiều đóng góp quan trọng vào sự nghiệp xây dựng và bảo vệ Tổ quốc. Những công trình kiến trúc quan trọng, những tác phẩm kiến trúc có giá trị về nghệ thuật tạo nên những dấu ấn đặc sắc và làm giàu thêm cho nền kiến trúc thế giới đều có những đóng góp của giới kiến trúc sư, Hội Kiến trúc sư và ngành Xây dựng Việt Nam...

Cũng trong khuôn khổ chương trình đã diễn ra Lễ ký kết tài trợ giải thưởng AA giữa Khoa Kiến trúc, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội với Công ty cổ phần L.Q Joton và Tọa đàm với chủ đề "Thiết kế đặc thù và hợp tác trong Kiến trúc".

Tọa đàm là hoạt động được tổ chức thường xuyên tại Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội nhằm lấy ý kiến của các chuyên gia, các kiến trúc sư và các Hội cơ sở... từ đó tiếp thu các đóng góp để đổi mới ngày càng chất lượng hơn, tạo được tiếng vang trong xã hội. Tọa đàm lần này nhận được nhiều các ý kiến đóng góp từ các kiến trúc sư giàu kinh nghiệm, uy tín trong giới nghề nhằm nâng cao chất lượng.

NCS Hoàng Huệ Quân bảo vệ thành công luận án tiến sĩ chuyên ngành kỹ thuật cơ sở hạ tầng

Ngày 22/4/2022, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội tổ chức đánh giá Luận án Tiến sĩ cấp trường cho nghiên cứu sinh Hoàng Huệ Quân với đề tài: "Nghiên cứu công trình lọc ODM-2F để loại bỏ cặn lơ lửng trong xử lý nâng cao nước thải đô thị nhằm mục đích tái sử dụng", chuyên ngành Kỹ thuật Cơ sở Hạ tầng, mã số 62.58.02.10. Người hướng dẫn khoa học là GS.TSKH. Trần Hữu Uyển và PGS.TS. Nghiêm Văn Khanh.

Với những kết quả đạt được trong luận án, Nghiên cứu sinh Hoàng Huệ Quân đã hoàn thành mục đích và nhiệm vụ nghiên cứu. Luận án có những đóng góp thiết thực vào việc: Nghiên cứu đánh giá thực trạng về tái sử dụng nước thải, xây dựng cơ sở lý thuyết và lựa chọn công nghệ xử lý nâng cao nước thải; Nghiên cứu thực nghiệm xác định các thông số/chỉ tiêu để xây dựng phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F; Nghiên cứu ứng dụng phương pháp tính toán vào thiết kế công trình lọc ODM2F trong xử lý nâng cao nước thải sinh hoạt để tái sử dụng cho mục đích cấp nước chữa cháy, tưới cây, rửa đường cho khu đô thị điển hình.

Hội đồng đánh giá đây là một công trình nghiên cứu khoa học độc lập, nghiêm túc, bám sát và đáp ứng được những yêu cầu của luận án Tiến sĩ. Nghiên cứu sinh đã vận dụng lý thuyết để phân tích, đánh giá thực trạng giải quyết vấn đề nghiên cứu. Kết quả phân tích và một số nhận định có chất lượng khoa học. Đề tài nghiên cứu có ý nghĩa sâu sắc cả về lý luận và thực tiễn.

Với kết quả 07/07 phiếu tán thành, Hội đồng đã thông qua Nghị quyết và đề nghị Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội cấp văn bằng học vị Tiến sĩ cho Nghiên cứu sinh Hoàng Huệ Quân.

Lễ khánh thành xưởng đồ án I.902 và trao giải thưởng cuộc thi Tổ kén - Xưởng sáng tạo

Sáng 16/3/2022 tại Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội đã diễn ra lễ khánh thành Xưởng đồ án I902 và trao giải thưởng cho các sinh viên đạt giải tại cuộc thi Tổ kén - Xưởng sáng tạo. Lễ khánh thành cũng là sự kiện chào mừng Ngày Hội Pháp ngữ 2022.

Dự buổi lễ, về phía Tổ chức Đại học Pháp ngữ AUF có ngài Cyril Michelet - Phó Giám đốc phụ trách Hành chính của AUF.

Về phía Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội có PGS.TS.KTS. Lê Quân - Hiệu trưởng Nhà trường; TS.KTS.Nguyễn Thái Huyền - Phó Viện trưởng Viện Đào tạo và Hợp tác quốc tế cùng đại diện lãnh đạo các Khoa có sinh viên tham dự cuộc thi Tổ Kén - Xưởng sáng tạo.

Cuộc thi Tổ Kén - Xưởng sáng tạo là một cuộc thi thiết kế không gian học tập dưới hình thức một xưởng học mùa hè (Workshop d'été/Summer workshop) do Tổ chức Đại học Pháp ngữ AUF tài trợ. Mục tiêu của cuộc thi là tạo ra một không gian đặc biệt dành cho các sinh viên Kiến trúc, nơi diễn ra không chỉ các hoạt động học tập chuyên ngành mà còn có những chương trình mang tính kết nối cộng đồng sinh viên như hội họp, văn nghệ, diễn đàn. Đây là cơ hội để đẩy mạnh mối liên hệ giữa các sinh viên Việt Nam và sinh viên nước ngoài của Viện Đào tạo và Hợp tác quốc tế, từ đó xây dựng một mạng lưới sinh viên bền chặt, không chỉ trong học tập mà còn trong cuộc sống hàng ngày. Cuộc thi không chỉ dừng lại ở việc xây dựng ý tưởng, mà ý tưởng xuất sắc nhất sẽ được chọn lựa để đưa vào thi công thực tế.

Phát biểu khai mạc buổi lễ, PGS.TS.KTS. Lê Quân - Hiệu trưởng Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội cho rằng: Với một không gian nhỏ nhưng sinh viên đã cố gắng xây dựng được

các ý tưởng sáng tạo, tổ chức một không gian cho chính mình để tổ chức các sự kiện, lớp học cũng như không gian tổ chức các triển lãm, sinh hoạt của sinh viên... Sự hợp tác, chia sẻ của Tổ chức AUF cũng là một động lực tốt giúp cho sinh viên phát huy được sức sáng tạo, đặc biệt sinh viên Pháp ngữ của Nhà trường trong chương trình liên kết đào tạo giữa Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Trường Đại học Kiến trúc Toulouse, Trường Đại học Kiến trúc cảnh quan Bordeaux và Trường Đại học Kiến trúc Normandie. Hiệu trưởng Lê Quân cũng bày tỏ sự vui mừng được đứng trong một không gian có sự thay đổi, một không khí rất trẻ trung, tươi trẻ và đầy sáng tạo của các em sinh viên.

GS. Cyril Michelet - Phó Giám đốc Tổ chức Đại học pháp ngữ AUF bày tỏ sự vui mừng khi đến tham dự buổi lễ khánh thành xưởng đồ án I 902 và cho biết đây là một phần của cuộc thi Le Cocoon.

Theo GS. Cyril Michelet, từ năm 2009, một khóa đào tạo kiến trúc và cảnh quan nổi tiếng Pháp đã được thành lập trong Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội. Khóa học này là kết quả của sự hợp tác giữa Nhà trường và 4 Trường Đại học Quốc gia Pháp về kiến trúc và cảnh quan (Trường Đại học Kiến trúc Toulouse, Trường Đại học Kiến trúc cảnh quan Bordeaux, Trường Đại học Kiến trúc Normandie và Trường Đại học Kiến trúc Grenoble). Đây là các Trường đã nhận được sự hỗ trợ lâu dài từ AUF.

Đại diện AUF cho biết AUF cũng muốn đóng góp vào việc đào tạo ra các Thạc sĩ Kiến trúc. Đây là một liên kết thiết yếu trong lĩnh vực nghiên cứu kiến trúc bằng tiếng Pháp. Kể từ năm 2021, AUF đã thực hiện chiến lược 5 năm 2021-2025. Nhiều cơ hội kêu gọi các dự án đang xuất hiện, và AUF hy vọng có thể liên kết Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội với các đối tác hàng đầu của AUF...

Cũng tại lễ khánh thành xưởng đồ án, ban tổ chức cuộc thi đã trao giải thưởng cho các sinh viên đạt giải tại cuộc thi Tổ kén - Xưởng sáng tạo.

THẺ LỆ VIẾT VÀ GỬI BÀI CHO TẠP CHÍ KHOA HỌC KIẾN TRÚC – XÂY DỰNG

1. Bài gửi đăng tạp chí phải là công trình nghiên cứu của tác giả, chưa đăng và chưa gửi đăng ở bất kỳ tạp chí nào khác.
2. Bài gửi đăng bằng tiếng Việt hoặc tiếng Anh, được đánh máy tính, in trên 1 mặt giấy khổ A4 thành 2 bản (phông chữ Arial (Unicode), cỡ chữ 11; lề trên và lề dưới 3cm; lề phải và lề trái 3cm).
3. Các hình vẽ phải rõ ràng, chuẩn xác. Nếu bài có ảnh thì phải gửi kèm ảnh gốc độ phân giải 200dpi. Hình vẽ và ảnh phải được chú thích đầy đủ.
4. Các công thức và các thông số có liên quan phải được chế bản bằng phần mềm Mathtype (kể cả công thức hoặc các thành phần của công thức có trên các dòng văn bản).
5. Tài liệu tham khảo chính, trích dẫn phải có đủ các thông tin theo trình tự sau: Họ tên tác giả (hoặc chủ biên), tên sách (tên bài báo/tạp chí, tên báo cáo khoa học), nơi xuất bản, nhà xuất bản, năm xuất bản, trang trích dẫn (tối đa 10 tài liệu tham khảo chính).
6. Ghi rõ họ, tên, học hàm, học vị, nơi làm việc, số điện thoại, e-mail của tác giả kèm theo một file chứa nội dung bài báo.
7. Bài viết phải có tên bằng tiếng Việt và tiếng Anh, các từ khóa tìm kiếm. Mỗi bài cần kèm theo phần tóm tắt bằng tiếng Việt và tiếng Anh (cỡ chữ 10, tối đa là 150 từ) cung cấp những nội dung chính của bài viết.
8. Cấu trúc bài báo gồm các phần: dẫn nhập, nội dung khoa học và kết luận (viết thành mục riêng). Bài báo phải đưa ra được các kết quả nghiên cứu mới hoặc các ứng dụng mới hay phải nêu được hiện trạng, những hướng phát triển cơ bản của vấn đề được đề cập, khả năng nghiên cứu, phát triển và ứng dụng tại Việt Nam. Bài giới thiệu tổng quan không quá 10 trang; công trình nghiên cứu và triển khai ứng dụng không quá 8 trang.
9. Với bài thông tin khoa học, tin ngắn: Là các bài dịch tổng thuật, tổng quan về các vấn đề khoa học công nghệ xây dựng kiến trúc có tính thời sự.
10. Không trả lại bản thảo cho những bài không đăng./.