

**NỘI DUNG****GÓC TRONG NƯỚC (2)**

Hội nghị quốc tế lần thứ 5, Geotec Hanoi 2023 (2)
Công tác cải cách cơ chế hội viên của VSSMGE (9)

GÓC NGHIÊN CỨU KHOA HỌC (10)

Thuật toán lập trình biểu hiện gen trong ĐKT (10)
Ảnh hưởng của điều kiện đầm nén tới ứng xử của khối đất có cốt (14)

Trụ ống thép nhồi bê tông cho công trình cầu trong đô thị (22)

Phân lớp quản lý và sử dụng không gian ngầm thủ đô Hà Nội (29)

PROJECTS IN FOCUS (36)

Ứng dụng lưới địa kỹ thuật đa trục gia cố kết cấu sàn công trình cầu trục siêu trọng (36)

Trụ đất xi măng đường kính lớn RAS (45)

Thi công cọc trong nền địa chất phức tạp (55)

Sử dụng bê tông ít phát thải carbon (59)

Phụ gia tăng độ ổn định cho đất H2BQ (66)

Hồ điều hòa kiểm soát lũ lụt (74)

Phân tích ngược và dự đoán lún công tác luân chuyển cát (78)

Cầu cạn trên cọc BTCT ly tâm dự ứng lực (87)

GÓC QUỐC TẾ (96)

Tưởng nhớ giáo sư BENGT BROMS (96)

Nhật ký ĐKT quốc tế (98)

VSSMGE tham gia tọa đàm ĐKT môi trường tại Ấn Độ (103)

Số đặc biệt Tạp chí quốc tế ĐKT môi trường (108)

CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU QUỐC TẾ (110)

Cuộc thi quốc tế dự đoán thí nghiệm cọc (110)

Ứng dụng cọc vít trong nền móng (112)

HỒI KÝ ĐỊA KỸ THUẬT (114)

Sử dụng cọc luồng làm móng nhà thấp tầng (114)

GÓC QUẢNG CÁO (117)**BIÊN TẬP CHÍNH**

Phùng Đức Long

BAN BIÊN TẬP

Phùng Đức Long

Trịnh Minh Thu

Hoàng Việt Hùng

Nguyễn Đức Mạnh

Đỗ Hữu Đạo

Nguyễn Anh Dũng

Vũ Anh Tuấn

KÊU GỌI VIẾT BÀI CHO BẢN TIN HỘI (VSSMGE BULLETIN)

Ban biên tập Bản tin hoạt động của Hội, *VSSMGE Bulletin*, kêu gọi các hội viên và những người yêu chuyên ngành ĐKT tham gia bài viết cho Bản tin số 7, dự kiến phát hành vào 15/12/2024 và các số tiếp theo.

Bài viết có thể cho các nội dung của Bản tin:

- GÓC TRONG NƯỚC, về hoạt động của Hội
- GÓC NGHIÊN CỨU KHOA HỌC, về công tác nghiên cứu và giảng dạy ĐKT tại Việt Nam
- PROJECTS IN FOCUS, về các công trình ĐKT trong nước
- GÓC QUỐC TẾ, về hoạt động quốc tế của VSSMGE, ISSMGE và các hội nước bạn
- HỒI KÝ ĐỊA KỸ THUẬT, về những câu chuyện đáng nhớ trong ngành ĐKT, v.v.
- CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU QUỐC TẾ, về những nghiên cứu mới trên thế giới

Chúng tôi mong nhận được sự cộng tác và đóng góp của các hội viên và đồng nghiệp trên toàn quốc. Thể lệ viết bài và các bài mẫu viết cho bản tin trong các số trước, xin xem tại đường link: <https://vssmge.org/tin-hoi-vssmge-bulletin/>

Thông tin và bài viết cho Bản tin Hội xin được gửi về địa chỉ mail phung.long@gmail.com.

Trân trọng.

Phùng Đức Long

Chủ tịch Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật Công trình Việt Nam





GÓC TRONG NƯỚC

Hội nghị quốc tế lần thứ 5, Geotec Hanoi 2023 (GH2023) “Địa kỹ thuật vì sự phát triển hạ tầng bền vững”

GEOTEC HANOI 2023 (GH2023), the 5th International Conference on Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development, Hanoi, 14-15 December 2023

Phùng Đức Long

Hội Cơ Học Đất và Địa Kỹ Thuật Công Trình Việt Nam. E-mail: phung.long@gmail.com

Hội nghị Geotec Hà Nội 2023 (GH2023) đã được tổ chức thành công rực rỡ tại Trung tâm Hội nghị Quốc gia (Hà Nội) vào 2 ngày 14-15 tháng 12 năm 2023. Với sự tham dự của hơn 1200 đại biểu (gần 400 khách quốc tế) đến từ 40 quốc gia, đây là một trong những hội nghị địa kỹ thuật lớn nhất tại Việt Nam và Châu Á từ trước đến nay. Ban tổ chức hội nghị đã nhận được hơn 350 báo cáo tóm tắt, trong số đó 205 bài được đăng tại Tuyển tập Hội nghị. 164 báo cáo đã được trình bày tại bốn phòng hội nghị tiến hành song song, cùng 16 poster được đặt tại sảnh Hội nghị.

Kể từ năm 2011 chuỗi các hội nghị Geotec Hà Nội được hai đơn vị sáng lập là FECON và Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình Việt Nam (VSSMGE) phối hợp tổ chức dưới sự bảo trợ của Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình thế giới (ISSMGE) và Tổ chức hợp tác quốc tế Nhật Bản (JICA). Hội nghị GH2023 lần này có thêm 3 nhà đồng tổ chức là Hội Địa kỹ thuật Nhật Bản (JGS), Đại học Thủy Lợi (TLU) và Viện Dầu khí Việt Nam (VPI). Geotec Hà Nội 2023 là hội nghị lần thứ 5, tiếp nối thành công bốn kỳ hội nghị trước là GH2011, GH2013, GH2016, và GH2019.

Cơ sở hạ tầng là xương sống của tăng trưởng kinh tế và phúc lợi xã hội. Nó cung cấp các dịch vụ thiết yếu như giao thông, năng lượng, nước và thông tin liên lạc, đồng thời hỗ trợ phát triển các lĩnh vực khác như công nghiệp, nông nghiệp, du lịch và giáo dục. Tuy nhiên, cơ sở hạ tầng luôn phải đối mặt với nhiều rủi ro, bất ổn như thiên tai, biến đổi khí hậu, đô thị hóa, số hóa và các mối đe dọa an ninh.

Tại Việt Nam, nhiều dự án cơ sở hạ tầng lớn đang được xây dựng. Các tuyến tàu điện ngầm đang được hình thành tại Hà Nội và TP.HCM, trong khi sân bay quốc tế Long Thành là điểm sáng của nền kinh tế đất nước. Tuyến đường tàu cao tốc dọc đất nước đang được nghiên cứu và các dự án năng lượng gió cũng như năng lượng tái xanh khác đang được phát triển. Phát triển cơ sở hạ tầng không chỉ là vấn đề quốc gia mà còn là vấn đề khu vực và toàn cầu. Đó là lý do tại sao chúng ta cần hợp tác cùng nhau để phát triển cơ sở hạ tầng mang lại lợi ích cho tất cả chúng ta. Để hợp tác giữa các quốc gia, chúng tôi tin rằng các kinh nghiệm và kiến thức có thể được chia sẻ và học hỏi trong hội nghị này tại sáu tiểu ban kỹ thuật:

- Kết cấu móng sâu,
- Xây dựng hầm và công trình ngầm,
- Gia cố nền đất yếu,
- Phương pháp số và quan trắc địa kỹ thuật,
- Trượt lở và xói mòn,
- Năng lượng gió ngoài khơi và Địa kỹ thuật ven biển.

Các bài giảng chuyên đề (keynote lectures) được trình bày bởi các chuyên gia hàng đầu thế giới luôn là cột mốc đánh dấu sự thành công của các hội nghị của chúng tôi. Năm nay, các bài giảng chính được trình bày bởi GS. Rainer Massarsch (Thụy Điển), GS. Alessandro Mandolini (Ý), GS. Giulia Viggiani (Anh), GS. Antonio Gens (Tây Ban Nha), GS. Mitsu Okamura (Nhật Bản), và GS. GS. Richard Jardine (Anh). Hội nghị cũng vinh dự được đón nhận các bài giảng chuyên sâu của Tiến sĩ Marc Ballouz, Chủ tịch ISSMGE và Giáo sư Keh-Jian Shou, Phó Chủ tịch ISSMGE khu vực Châu Á. Bài giảng Sven Hansbo đã được đưa vào chương trình Hội nghị kể từ GH2016 để vinh danh GS. Hansbo, một tượng đài trong lĩnh vực địa kỹ thuật, người đã có đóng góp to lớn cho sự phát triển địa kỹ thuật tại Việt Nam và đóng góp vào sự thành



công của chuỗi hội nghị Geotec Hà Nội. Tại hội nghị này, Bài giảng Sven Hansbo thứ ba do Giáo sư Rainer Massarsch trình bày.

Các bài giảng chuyên đề và chuyên sâu trong hội nghị lần này bao gồm:

- Sven Hansbo lecture: Applications of deep vertical vibratory compaction, Prof. Rainer Massarsch (Sweden);
- Keynote lecture: Pile Foundations: 80 years of research and practice (1943-2023), Prof. Alessandro Mandolini (Italia);
- Keynote lecture: Urban tunnelling - The challenges of creating underground space in historic cities, Prof. Giulia Viggiani (UK);
- Keynote lecture: Continuum and discrete modelling of penetration problems, Prof. Antonio Gens (Spain);
- Keynote lecture: Prediction and detection of backward erosion piping of river levees, Prof. Mitsu Okamura (Japan);
- Keynote lecture: The ageing behaviours of offshore piles driven in clays, sands and chalks, Prof. Richard Jardine (UK);
- Invited lecture: Geotechnical philosophy and cases of site reuse, Dr. Marc Ballouz, ISSMGE President;
- Invited lecture: On the landslide susceptibility and resilience with impact of climate change, Prof. Keh-Jian Shou, ISSMGE Vice-President for Asia.

Tuyển tập hội nghị

Tuyển tập Hội nghị được xuất bản điện tử bởi Nhà xuất bản Springer Singapore, và bán trực tuyến dưới dạng “Lecture Notes in Civil Engineering” với các thông tin sau:

- ISSN 2366-2557 E-ISSN 2366-2565
- ISBN 978-981-99-9721-3 and 4; 978-981-99-9722-0
- <https://link.springer.com/book/9789819997213>



Sách tóm tắt và bài giảng keynote

Sách tóm tắt và bài giảng cũng được Nhà xuất bản Xây dựng Việt Nam in (bản cứng và bìa cứng). Có thể đặt mua sách qua website hội nghị <http://www.geotechn.vn/> hoặc qua địa chỉ mail của Ban thư ký hội nghị secretariat@geotechn.vn.



Giải thưởng và bằng chứng nhận

Sáu giải thưởng “Trình bày xuất sắc nhất” đã được trao cho những người chiến thắng trong mỗi tiểu ban kỹ thuật, những người nhận được điểm cao nhất từ các chủ trì và đồng chủ trì theo tiêu chí chấm điểm bài trình bày. Ba giải thưởng “Trình bày Poster xuất sắc nhất” đã được trao cho những poster nhận được nhiều bình chọn nhất từ khách tham quan. Hai mươi giải thưởng “Nhà khoa học trẻ” được trao cho các tác giả dưới 35 tuổi nhận được điểm trình bày cao nhất. Ngoài ra, “Giấy chứng nhận tham dự Hội nghị” được trao cho tất cả những đại biểu tham dự GH2023.



Conference highlight video

Những khoảnh khắc nổi bật của hội nghị GH2023 có thể được xem trên YouTube tại đường link sau: <https://www.youtube.com/watch?v=xlw0ietq8FY>



MỘT SỐ HÌNH ẢNH TẠI HỘI NGHỊ GH2023



Phó Thủ tướng Trần Hồng Hà khai mạc hội nghị.



TS. Phùng Đức Long, Chủ tịch Hội Cơ Học Đất và Địa Kỹ Thuật Công Trình Việt Nam, đồng chủ tịch Hội nghị và Trưởng ban khoa học của Hội nghị, đọc diễn văn khai mạc Hội nghị.



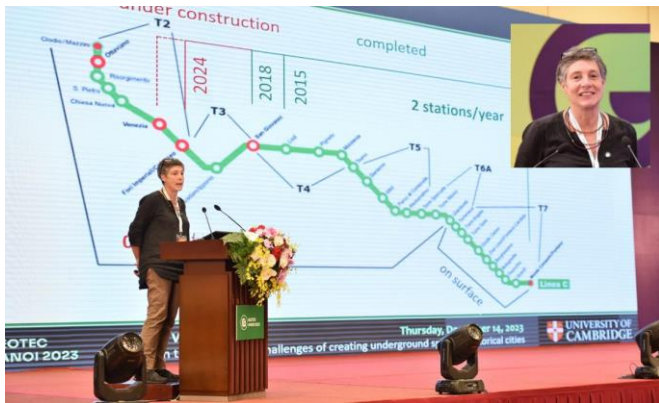
Đồng sáng lập hội nghị GEOTEC HANOI: ông Phạm Việt Khoa, Chủ tịch FECON (bên trái) và TS. Phùng Đức Long, Chủ tịch VSSMGE (bên phải).



Tiến sĩ Marc Ballouz, Chủ tịch Hội Cơ Học Đất và Địa Kỹ Thuật Công Trình Thế giới (ISSMGE), giới thiệu các hoạt động của ISSMGE và trình bày bài giảng đặc biệt.



GS. Rainer Massarsch (Thụy Điển) trình bày bài giảng Sven Hansbo lần thứ 3: “Applications Of Deep Vertical Vibratory Compaction”



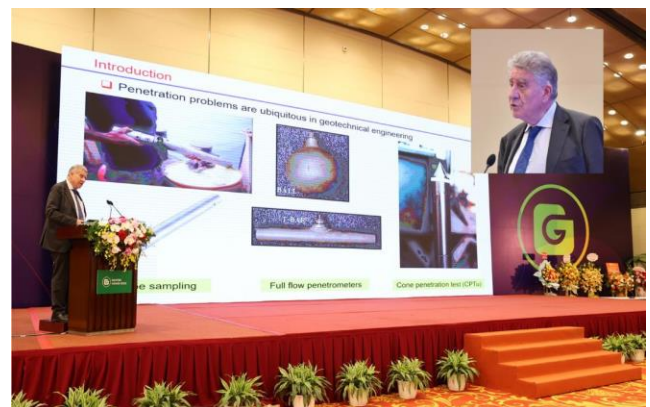
Bài giảng chuyên đề 1: “Urban Tunnelling - The challenges of creating underground space in historic cities,” được GS. Giulia Viggiani (Anh Quốc) trình bày.



Bài giảng chuyên đề 2: “Prediction and detection of backward erosion piping of river levees,” được GS. Mitsu Okamura (Nhật Bản) trình bày.



Bài giảng đặc biệt: “On the landslide susceptibility and resilience with the impact of climate change”, được GS. Keh-Jian Shou, Phó Chủ tịch phụ trách khu vực Châu Á, Hội ISSMGE, trình bày.



Bài giảng chuyên đề 3: “Continuum and discrete modelling of penetration problems,” được GS. Antonio Gens (Tây Ban Nha) trình bày.



Bài giảng chuyên đề 4: “The ageing behaviours of offshore piles driven in clays, sands, and chalks,” được GS. Richard Jardine (Anh Quốc) trình bày.

Bài giảng chuyên đề 5: “Pile Foundations: 80 years of research and practice (1943-2023),” được GS. Alessandro Mandolini (Italy) trình bày.



Toàn cảnh hội nghị GH2023



CHECK-IN HỘI NGHỊ (HƠN 1.200 NGƯỜI ĐĂNG KÝ THAM GIA TRONG HAI NGÀY)



164 BÀI THUYẾT TRÌNH, TẠI 6 TIỂU BAN KT, TIẾN HÀNH SONG SONG TẠI BỐN HỘI TRƯỜNG





THAM QUAN KỸ THUẬT TRƯỚC HỘI NGHỊ – HANOI METROLINE 3





Thông báo: Công tác cải cách cơ chế hội viên của VSSMGE

VSSMGE membership reform

Phạm Huy Giao

Đại học Dầu khí. E-mail: phuygiao@gmail.com

Phùng Đức Long

Hội Cơ Học Đất và Địa Kỹ Thuật Công Trình Việt Nam. E-mail: phung.long@gmail.com

Hội Cơ Học Đất và Địa Kỹ Thuật Công Trình Việt Nam (Hội CHĐ&ĐKTCTVN), có tên tiếng Anh viết tắt là VSSMGE, chính thức được thành lập vào năm 1984. Tiền thân của Hội là Tổ Cơ học đất và Nền móng, ra đời từ đầu những năm 1960.

Năm 2015, cơ sở dữ liệu mang tính hệ thống đầu tiên về các hội viên cá nhân được thiết lập. Sau Đại hội lần thứ 4, nhiệm kỳ 2016-2022, hệ thống được xây dựng và hoàn thiện. Phần quan trọng của hệ thống là chức năng tự cập nhật thông tin cá nhân online. Cơ chế hội viên doanh nghiệp được hình thành và Hội đã kết nạp 1 số hội viên doanh nghiệp đầu tiên. Tuy nhiên, cơ cấu hội viên hiện tại của VSSMGE vẫn còn nhiều vấn đề bất cập cần được cải cách.

Sau đại hội VSSMGE lần thứ 5 được tổ chức vào ngày 14/4/2023 tại Hà Nội, Ban chấp hành Hội đã quyết định cải cách cơ chế hội viên của Hội trong 2023-2027. Tiểu ban phát triển hội viên của Hội được cơ cấu lại do phó chủ tịch Hội Nguyễn Anh Dũng phụ trách. Ủy viên BCH Phạm Huy Giao là người trực tiếp điều hành và đề ra lộ trình cụ thể cho công tác cải cách cơ cấu hội viên của VSSMGE. Báo cáo chi tiết về kế hoạch này sẽ được TS. Phạm Huy Giao trình bày trên website của Hội.

Các hành động đã hoặc sẽ được thực hiện trong thời gian tới bao gồm:

1. Thành lập Tổ công tác cải cách hội viên VSSMGE;
2. Tham khảo cơ cấu thành viên của một số hiệp hội nghề nghiệp lớn trên thế giới;
3. Các vấn đề hiện tại mà tư cách thành viên VSSMGE phải đối mặt và kết quả phân tích POWER BI;
4. Cải cách cơ cấu thành viên VSSMGE;
5. Xác nhận số lượng và danh sách hội viên hiện có và hoàn thiện hệ thống online;
6. Mã số thành viên VSSMGE và thẻ thành viên kỹ thuật số;
7. Xây dựng lộ trình thực hiện sửa đổi cơ cấu thành viên VSSMGE;
8. Thực hiện và kết thúc lộ trình trong năm 2025.

Ngày 26/3/2024, tổ hành động được nhóm họp gồm: Phùng Đức Long, chủ tịch Hội; Nguyễn Anh Dũng, phó CT Hội kiêm trưởng TB “Phát triển hội viên”; và Phạm Huy Giao, ủy viên Ban chấp hành, người trực tiếp điều hành công tác cải cách cơ cấu hội viên của VSSMGE 2024-2025.



Cuộc họp thành lập Tổ công tác cải cách cơ cấu hội viên VSSMGE ngày 26/3/2024 (từ trái qua phải: TS. Phùng Đức Long, TS. Nguyễn Anh Dũng, và TS. Phạm Huy Giao)



GÓC NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

Ứng dụng thuật toán lập trình biểu hiện gen trong Địa kỹ thuật

Applications of Gene-expression programming algorithm in Geotechnical engineering

Phạm Văn Ngọc

Khoa Xây dựng Cầu đường, Trường đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng. Email: pvngoc@dut.udn.vn

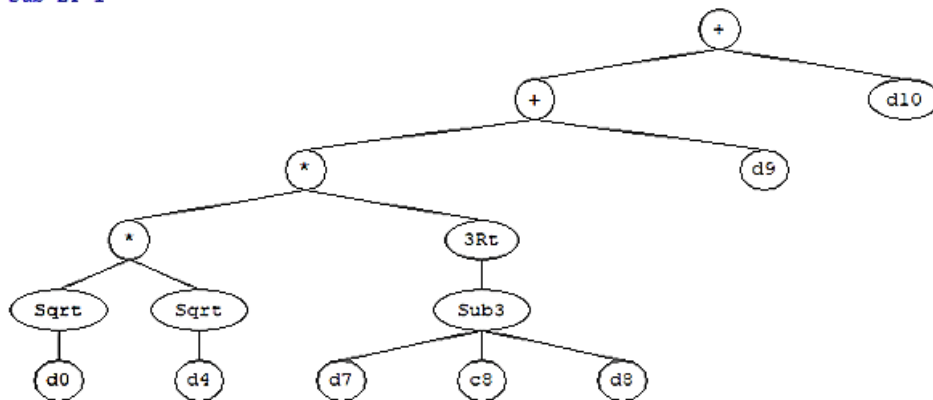
Giới thiệu chung

Trong bài viết này, tác giả xin giới thiệu về ứng dụng của một trong các kỹ thuật trí tuệ nhân tạo (AI) có thể ứng dụng trong lĩnh vực địa kỹ thuật.

Do đặc điểm quá trình hình thành tự nhiên phức tạp nên tính chất của nền đất có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng. Việc hiểu được ứng xử của những vật liệu như vậy là khó khăn, và đôi khi vượt qua khả năng của hầu hết các phương pháp kỹ thuật dựa trên vật lý truyền thống. Trong khi đó, trí tuệ nhân tạo (AI) cho thấy khả năng dự đoán vượt trội, vì vậy nó có thể mô hình hóa bài toán phức tạp của hầu hết các vật liệu địa kỹ thuật.

Lập trình biểu hiện gen (GEP) là một kỹ thuật học máy có giám sát áp dụng nguyên tắc của lý thuyết tiến hóa của Darwin (Alaskar et al., 2023). GEP có khả năng học từ các dữ liệu được cung cấp và mô hình hóa mối quan hệ giữa các biến đầu vào và biến đầu ra (tương quan phi tuyến). Trong GEP, các quần thể cũng được lựa chọn dựa trên hàm mục tiêu (fitness function) và được trình bày theo hình thức di truyền cấu trúc gen thông qua nhiều toán tử. Kết quả của GEP gồm hai phần: nhiễm sắc thể và các cây biểu thức (expression trees) có kích thước và hình dạng khác nhau, các thành phần này được kết nối với nhau bởi một hàm liên kết (Pham et al., 2022).

Sub-ET 1



Hình 1. Ví dụ minh họa cấu trúc của một cây biểu thức di truyền

Hình 1 trình bày một ví dụ minh họa về cấu trúc của một cây biểu thức trong kết quả của mô hình GEP. Kết quả dạng hình cây này có thể trình bày dưới dạng biểu thức toán học đơn giản là:

$$Y = (d_0 \cdot d_4)^{1/2} \cdot (d_7 - d_8 - c_{18})^{1/3} + d_9 + d_{10} \tag{1}$$

trong đó, Y là biến đầu ra (biến phụ thuộc), d_i là các biến đầu vào (biến độc lập), c_{ij} là các hằng số.

Mối quan hệ tương quan giữa biến phụ thuộc và biến độc lập được phát triển dựa vào thuật toán di truyền GEP qua các bước sau:

- Định nghĩa bộ hàm toán tử, các biến độc lập, các biến phụ thuộc, hàm mục tiêu, phân chia dữ liệu đầu vào và điều kiện kết thúc chương trình.
- GEP sau đó tạo ngẫu nhiên một quần thể ban đầu từ các toán tử và các biến.

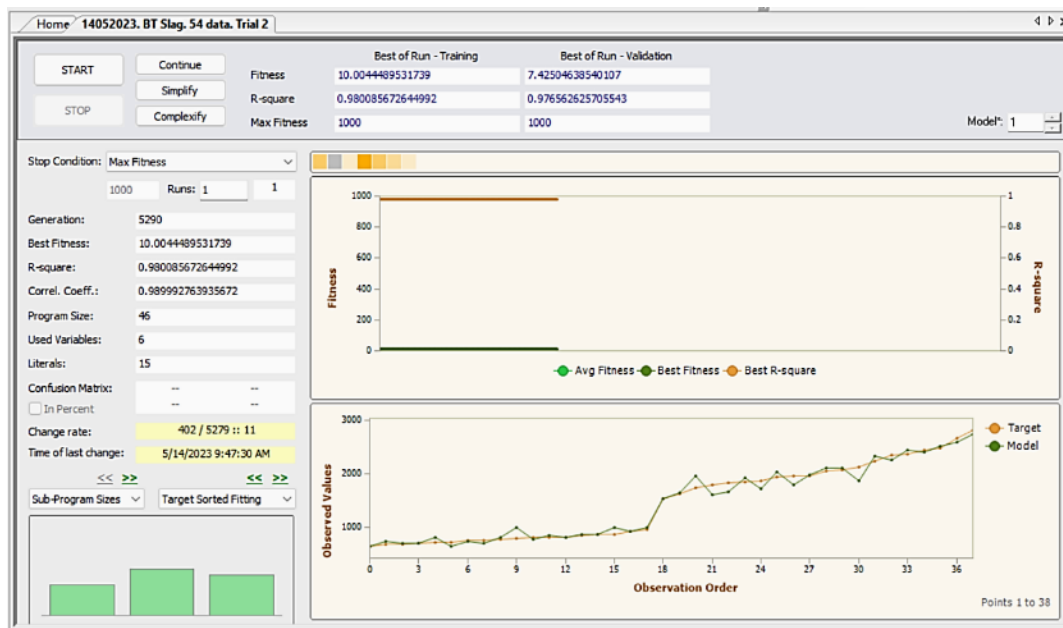


- Các nhiệm sắc thể trong quần thể đó được chuyển đổi thành cây biểu thức bằng cách kết hợp bộ biến độc lập và các toán tử.
- Hàm mục tiêu sẽ được áp dụng để đánh giá mỗi mô hình tương quan được dự đoán.
- Nếu giá trị đó không đạt được mục tiêu mong muốn, các nhiệm sắc thể hoặc các gen được tiến hóa thông qua các toán tử di truyền (lựa chọn, lai ghép và đột biến) để tạo ra các thế hệ đột biến mới.
- Quá trình đó được dừng lại khi mô hình tương quan được dự đoán đạt được chỉ số mong muốn.

Một trong những ưu điểm của lập trình biểu hiện gen GEP là khả năng mô hình hóa các vấn đề địa kỹ thuật với độ chính xác cao. Đặc biệt, GEP biểu diễn kết quả dưới dạng phương trình trực quan và rõ ràng, trong khi đó các thuật toán AI khác như là mạng nơ ron nhân tạo (ANN) thường cho kết quả khá phức tạp và khó sử dụng kết quả một cách trực tiếp (Pham et al., 2022).

Thuật toán GEP đã được ứng dụng trong nhiều nghiên cứu về địa kỹ thuật và kỹ thuật xây dựng nói chung. Cụ thể, GEP được sử dụng để thiết lập mô hình dự đoán sức chịu tải dọc trục của cọc BTCT đúc sẵn trong đất dính (Alkroosh & Nikraz, 2012), sức chịu tải của cọc dựa trên dữ liệu kết quả thí nghiệm SPT (Alkroosh & Nikraz, 2014), và các nghiên cứu khác (Abdi et al., 2021; Abuhussain et al., 2024; Jalal et al., 2021; Johari et al., 2021; Li et al., 2023; Oulapour et al., 2021; Pham, 2024; Pham et al., 2022; Shahmansouri et al., 2020; Tenpe & Patel, 2020).

Phần mềm GeneXpro Tools 5.0 (GEP SOFT, 2014) được áp dụng để mô phỏng mô hình GEP. Đây là một công cụ mô hình hóa mạnh mẽ và linh hoạt với khả năng xử lý với một số lượng lớn các biến với độ chính xác cao. Hình 2 minh họa giao diện của phần mềm GeneXpro Tools.



Hình 2. Giao diện của phần mềm GeneXpro Tools

Ứng dụng của GEP trong phân tích ảnh hưởng của loại chất kết dính và các biến độc lập đến cường độ của đất sét gia cố bằng chất kết dính vô cơ (Pham et al., 2022).

Trong nghiên cứu này, các tác giả đã áp dụng kỹ thuật lập trình biểu hiện gen (GEP) thông qua phần mềm GeneXpro Tools 5.0 để phân tích và phát triển một mô hình dự đoán cường độ nén không nở hông (UCS) của đất sét gia cố bằng các chất kết dính vô cơ như vôi, xi măng, tro bay và xỉ lò cao. Một bộ dữ liệu với 1183 dữ liệu đã được chọn lọc và tập hợp kỹ lưỡng từ 13 bài báo được xuất bản trên các tạp chí uy tín. Mười một biến độc lập bao gồm các chỉ số cơ lý của đất sét, phương pháp trộn và thời gian bảo dưỡng, hàm lượng và tính chất của các chất kết dính đã được xem xét trong mô hình.

Kết quả cho thấy rằng mô hình GEP dự đoán cường độ UCS của đất gia cố bằng chất kết dính vô cơ được đề xuất có độ chính xác cao với hệ số tương quan $R = 0,951$ và sai số thấp ($RMSE = 228$ kPa và $MAE = 166$ kPa).



Phân tích so sánh cho thấy rằng mô hình dựa trên thuật toán GEP trong nghiên cứu này được phát triển dựa trên một lượng dữ liệu lớn với biên độ (range) rộng, trong khi các nghiên cứu khác chỉ sử dụng một tập dữ liệu nhỏ. Do đó, mô hình GEP được chọn có thể được sử dụng cho nhiều loại đất sét có tính chất khác nhau khi kết hợp với các chất kết dính vô cơ phổ biến. Kết quả nghiên cứu này cũng cho thấy độ chính xác và độ tin cậy vượt trội của mô hình được chọn trong nghiên cứu này so với các mô hình trước đây. Bên cạnh đó, mô hình dự đoán dựa trên thuật toán GEP có thể trình bày kết quả dưới dạng các phương trình toán học không quá phức tạp, rõ ràng và có thể dễ dàng sử dụng trong thực tế thông qua phần mềm Excel hay Python. Với những ưu điểm như vậy, mô hình được chọn dựa trên GEP có thể giúp các kỹ sư và các đơn vị tư vấn trong việc ước tính cường độ của sự đất sét gia cố với các chất kết dính khác nhau.

Ngoài ra, mô hình tương quan này có thể sử dụng để phân tích ảnh hưởng của các thông số (biến đầu vào) đối với cường độ của đất gia cố. Kết quả cho thấy rằng chỉ số dẻo IP, hàm lượng hạt sét và tổng lượng nước có ảnh hưởng nghịch biến đối với cường độ của đất sét gia cố. Ngược lại, hàm lượng bùn và cát, loại chất kết dính, hàm lượng chất kết dính và thời gian bảo dưỡng thể hiện ảnh hưởng thuận biến đối với cường độ của đất sét gia cố. Cường độ của đất sét gia cố có thể được cải thiện đáng kể bằng cách kết hợp xi măng với tro bay, hoặc vôi với tro bay với tỉ lệ hợp lý, hoặc bằng cách giảm lượng nước tự nhiên trong đất. Các kết quả nghiên cứu có thể giúp kỹ sư lựa chọn loại chất kết dính phù hợp và phương pháp trộn hiệu quả để tối ưu hóa cường độ của đất sét gia cố. Mô hình này có thể giúp các dự án xây dựng tiết kiệm đáng kể thời gian và chi phí cho việc chế tạo hàng nghìn mẫu thử nghiệm để lựa chọn tỷ lệ chất kết dính hợp lý.

Kết luận và kiến nghị

Từ các nghiên cứu gần đây về ứng dụng của thuật toán lập trình biểu hiện gen, tác giả nhận thấy phương pháp này có nhiều ưu điểm nổi bật như sau:

- GEP có thể xem xét ảnh hưởng của nhiều biến độc lập trong một mô hình;
- Phương pháp phân tích không quá phức tạp;
- Thời gian mô hình hóa và phân tích nhanh;
- Mối tương quan giữa các biến được thể hiện bằng các toán tử thông dụng;
- Kết quả có độ chính xác cao hơn so với các mô hình đã được đề xuất trước đây;
- Kết quả được biểu diễn trực quan và dễ áp dụng trong thực tế thông qua công thức hồi quy hoặc các dạng ngôn ngữ lập trình như Python, C++, v.v.;
- Có thể dễ dàng sử dụng mô hình từ GEP để đánh giá ảnh hưởng của từng biến độc lập đến biến phụ thuộc; từ đó có thể điều chỉnh các chỉ số, hàm lượng, tỷ lệ, hoặc các yếu tố quan trọng khác để cải thiện tính chất hoặc khả năng chịu tải của vật liệu hoặc kết cấu.

Tuy nhiên, để phát triển được mô hình GEP có độ chính xác cao và có mức độ phức tạp thấp thì người dùng cần chú ý các vấn đề sau:

- Bộ dữ liệu đầu vào cần đủ lớn và biên độ biến thiên đủ rộng để tăng độ chính xác và tăng tính ứng dụng của mô hình. Thông thường số lượng dữ liệu đầu vào tối thiểu phải gấp 5-10 số lượng biến độc lập, tùy thuộc loại dữ liệu;
- Tất cả dữ liệu phải đưa về cùng định dạng là số học (number);
- Có thể chia tỷ lệ dữ liệu thành 3 phần: training, testing, validation theo tỷ lệ tương ứng 70%, 15% và 15%;
- Các thông số khai báo ban đầu như số lượng nhiễm sắc thể, số gen, kích cỡ của gen, hàm mục tiêu, hàm liên kết các gen cần tham khảo nhiều nghiên cứu và thực hiện phân tích thử nhiều lần để lựa chọn giá trị phù hợp;
- Kết quả phân tích được xem là hợp lý khi mô hình đó có hệ số tương quan cao và sai số thấp, đồng thời các giá trị này ở cả 3 tập dữ liệu training, testing, validation cần tương đồng (gần xấp xỉ bằng nhau).



Tài liệu tham khảo

- Abdi, M. R., Nakhaei, P., & Gonbad, M. S. S. (2021). Prediction of enhanced soil–anchored geogrid interactions in direct shear mode using gene expression programming. *Geotechnical and Geological Engineering*, 39(2), 957-972. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10706-020-01537-6>
- Abuhussain, M. A., Ahmad, A., Amin, M. N., Althoey, F., Gamil, Y., & Najeh, T. (2024). Data-driven approaches for strength prediction of alkali-activated composites. *Case Studies in Construction Materials*, e02920. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e02920>
- Alaskar, A., Alfalah, G., Althoey, F., Abuhussain, M. A., Javed, M. F., Deifalla, A. F., & Ghamry, N. A. (2023). Comparative Study of Genetic Programming-Based Algorithms for Predicting the Compressive Strength of Concrete at Elevated Temperature. *Case Studies in Construction Materials*, e02199. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02199>
- Alkroosh, I., & Nikraz, H. (2012). Predicting the axial capacity of driven piles in cohesive soils using intelligent computing. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 25(3), 618-627. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.engappai.2011.08.009>
- Alkroosh, I., & Nikraz, H. (2014). Predicting pile dynamic capacity via application of an evolutionary algorithm. *Soils and Foundations*, 54(2), 233-242. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sandf.2014.02.013>
- GEP SOFT. (2014). *GeneXproTools Version 5.0*. <https://www.gepsoft.com/>
- Jalal, F. E., Xu, Y., Iqbal, M., Jamhiri, B., & Javed, M. F. (2021). Predicting the compaction characteristics of expansive soils using two genetic programming-based algorithms. *Transp. Geotech.*, 30, 100608. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2021.100608>
- Johari, A., Golkarfard, H., Davoudi, F., & Fazeli, A. (2021). Experimental investigation of collapsible soils treatment using nano-silica in the Sivand dam region, Iran. *Iranian Journal of Science and Technology Transactions of Civil Engineering*, 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40996-021-00675-y>
- Li, Y., Shen, J., Lin, H., & Li, Y. (2023). Optimization design for alkali-activated slag-fly ash geopolymer concrete based on artificial intelligence considering compressive strength, cost, and carbon emission. *Journal of Building Engineering*, 75, 106929. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.106929>
- Oulapour, M., Adib, A., & Gholamzadeh, S. (2021). GEP prediction of the cracking zones in earth-fill dams. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(7), 1-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12517-021-06933-7>
- Pham, V.-N. (2024). Optimization design of cement mixing columns supported height embankment using Plaxis remote scripting and Gene-expression programming technique. *Advances in Engineering Software*, 193, 103646. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2024.103646>
- Pham, V.-N., Oh, E., & Ong, D. E. (2022). Effects of binder types and other significant variables on the unconfined compressive strength of chemical-stabilized clayey soil using gene-expression programming. *Neural Computing and Applications*, 34(11), 9103-9121. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00521-022-06931-0>
- Shahmansouri, A. A., Bengar, H. A., & Ghanbari, S. (2020). Compressive strength prediction of eco-efficient GGBS-based geopolymer concrete using GEP method. *Journal of Building Engineering*, 101326. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101326>
- Tenpe, A. R., & Patel, A. (2020). Application of genetic expression programming and artificial neural network for prediction of CBR. *Road Mater. Pavement Des.*, 21(5), 1183-1200. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/14680629.2018.1544924>



Phân tích ảnh hưởng của tải trọng đầm nén tới ứng xử của khối đất có cốt có bước cốt nhỏ bằng phương pháp phần tử hữu hạn

Finite element analysis of compaction load to investigate the stress-deformation behavior of soil geosynthetic composite mass with small reinforcement spacing

Phan Trần Thanh Trúc

Bộ Môn Cầu Đường, Trường Đại Học Xây Dựng Miền Trung. E-mail: phantranthanhtruc@muce.edu.vn

Phạm Quyết Thắng

Khoa Xây Dựng, Trường Đại Học Texas Rio Grande Valley. E-mail: thang.pham@utrgv.edu

Nguyễn Giang

Khoa Xây Dựng, Trường Đại Học Zilina. E-mail: giang.nguyen@uniza.sk

Nguyễn Ngọc Thuyết

Viện Khoa Học Công Nghệ Xây Dựng (IBST). E-mail: thuyetibst@gmail.com

Lê Quang Sơn,

Ban Quản lý Khu kinh tế tỉnh Quảng Trị. E-mail: lequangson217@gmail

Tóm tắt

Bài báo này mục đích kiểm tra ảnh hưởng của điều kiện đầm nén tới ứng xử của khối đất có cốt có bước cốt nhỏ. Các kết quả số liệu từ mô hình thí nghiệm thực hiện bởi Pham (2009) được sử dụng để so sánh với các kết quả mô phỏng số. Một vài thông số ứng xử của khối đất có cốt có bước cốt nhỏ như hiệu ứng đầm nén, quan hệ ứng suất-biến dạng tổng quát của khối đất có cốt và biến dạng dọc trục của cốt sẽ được điều tra trong nghiên cứu này. Kết quả từ phân tích số cho thấy rằng kết quả giữa phương pháp số và thí nghiệm cho kết quả khá tương đồng và kêu gọi sự chú ý hơn nữa ảnh hưởng điều kiện đầm nén tới ứng xử ứng suất biến dạng của khối đất có cốt có bước cốt nhỏ.

Từ khóa: Khối đất có cốt có bước cốt nhỏ, hiệu ứng đầm nén, biến dạng dọc trục khối đất có cốt.

Tổng quan

Trong những năm gần đây giải pháp tường chắn có cốt được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam và trên thế giới và được thiết kế chủ yếu dựa vào các tiêu chuẩn như sau AASHTO Specifications (2014), FHWA Guidelines (Berg và cộng sự, 2009), and NCMA (2009). Quan điểm thiết kế của các tiêu chuẩn này là tường và cốt cùng làm việc cùng nhau với với khoảng cách giữa các cốt nằm trong khoảng 0.2 tới 0.9 m.

Ảnh hưởng của bước cốt có bước cốt nhỏ ($S_v \leq 0.3m$) sử dụng vật liệu địa kỹ thuật tới ứng xử của khối đất có cốt cũng được quan tâm với các nghiên cứu tiêu biểu như thí nghiệm mô hình vật lý của Adam và cộng sự (2007), Pham (2009), Pham (2009), Wu và Pham (2013), Phan và cộng sự (2021). Quan điểm thiết kế của phương pháp này là khối đất có cốt làm việc chủ yếu, còn tường chỉ có tác dụng bao che và không tham gia vào quá trình chịu tải.

Trong nghiên cứu này, mối quan hệ giữa ứng suất-biến dạng, biến dạng dọc trục của cốt dựa vào thí nghiệm của Pham (2009) sẽ được điều tra.

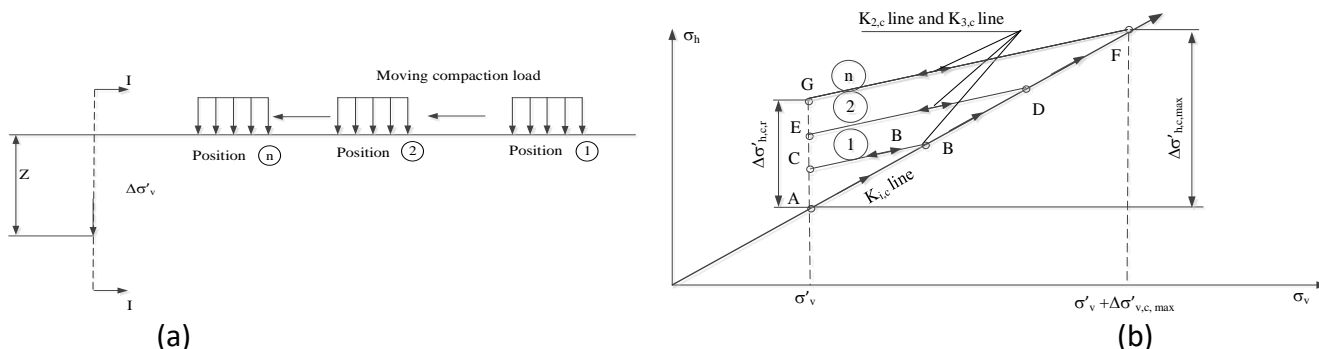
Cơ sở lý thuyết

Hiệu ứng đầm nén (CIS)

Duncan & Seed (1986), Ehrlich & Mitchell (1994), Pham (2009), và Wu & Pham (2013) nhận định rằng có tồn tại một ứng suất ngang thặng dư trong khối đất gây ra bởi quá trình đầm nén (Hình 1). Cơ sở lý thuyết cơ bản ở đây là chấp nhận xuất hiện ứng suất ngang thặng dư trong khối đất có cốt gây ra bởi thiết bị đầm nén. Ứng suất thẳng đứng và ứng suất ngang phụ thuộc vào thiết bị đầm nén. Khi một tải trọng đầm



nén dời đi. Ứng suất thẳng đứng sẽ trở về trạng thái ban đầu còn ứng suất ngang gây ra bởi tải đầm nén vẫn còn duy trì trong khối đất có cốt. Đó là kết quả của sự tương tác giữa đất và cốt gây ra áp lực nén hông phụ thêm.



Hình 1. (a) Vị trí tải đầm nén, (b) Lộ trình ứng suất tại độ sâu z dọc theo mặt cắt I-I trường hợp tải trọng đầm nén di chuyển gần mặt cắt I-I

Ứng suất và biến dạng trong khối đất có cốt

Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng ứng suất thực tế trong khối đất có cốt luôn nhỏ hơn khi so sánh với kết quả tiên đoán sử dụng phương pháp bởi Allen và cộng sự (2001), Wu (2001), Holtz và Lee (2002), Pham (2009), Wu and Pham (2013), và Wu và cộng sự (2018). Theo Pham (2009), dựa vào mô hình thí nghiệm mô hình vật lý khối đất có cốt có sử dụng vật liệu địa kỹ thuật, kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng mối quan hệ giữa bước cốt và cường độ chịu kéo không phải là quan hệ tuyến tính. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng bước cốt đóng vai trò lớn hơn cường độ chịu kéo của cốt trong ứng xử của khối đất có cốt.

Mô phỏng số từ mô hình thí nghiệm

Thí nghiệm của Pham (2009)

Pham (2009) đã tiến hành một chuỗi các thí nghiệm khối đất có cốt. Mô hình thí nghiệm được mô tả trong Hình 2. Mẫu thí nghiệm có chiều cao 2 m và rộng 1.4 m trong điều kiện bài toán biến dạng phẳng. Đất đắp có đường kính cỡ hạt lớn nhất là 33 mm. Thí nghiệm mẫu đất ba trục có đường kính mẫu 150 mm và chiều cao 300 mm cho góc nội ma sát $\phi' = 50^\circ$, lực dính $c' = 70$ kPa trong khoảng áp lực hông thí nghiệm tương ứng (Hình 3).

Đất đắp được gia cường với vải địa kỹ thuật dệt có cường độ chịu kéo lần lượt 70 và 170 kN/m ứng với bước cốt 0.2 và 0.4 m. Vải địa kỹ thuật với cường độ chịu kéo $T = 140$ kN/m được dính kết bởi hai lớp vải địa kỹ thuật cùng loại với cường độ chịu kéo $T = 70$ kN/m. Thí nghiệm kéo một trục được tiến hành để kiểm tra cường độ chịu kéo.

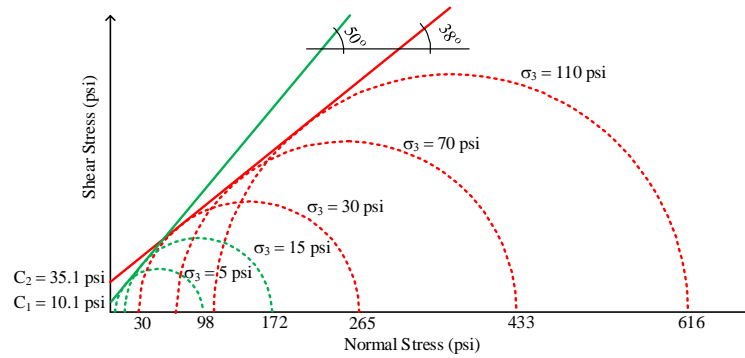


(a)



(b)

Hình 2. (a) Thí nghiệm Test 2, (b) Kết quả sau thí nghiệm Test 2



Hình 3. Kết quả thí nghiệm nén ba trục của mẫu đất đắp (Pham, 2009).

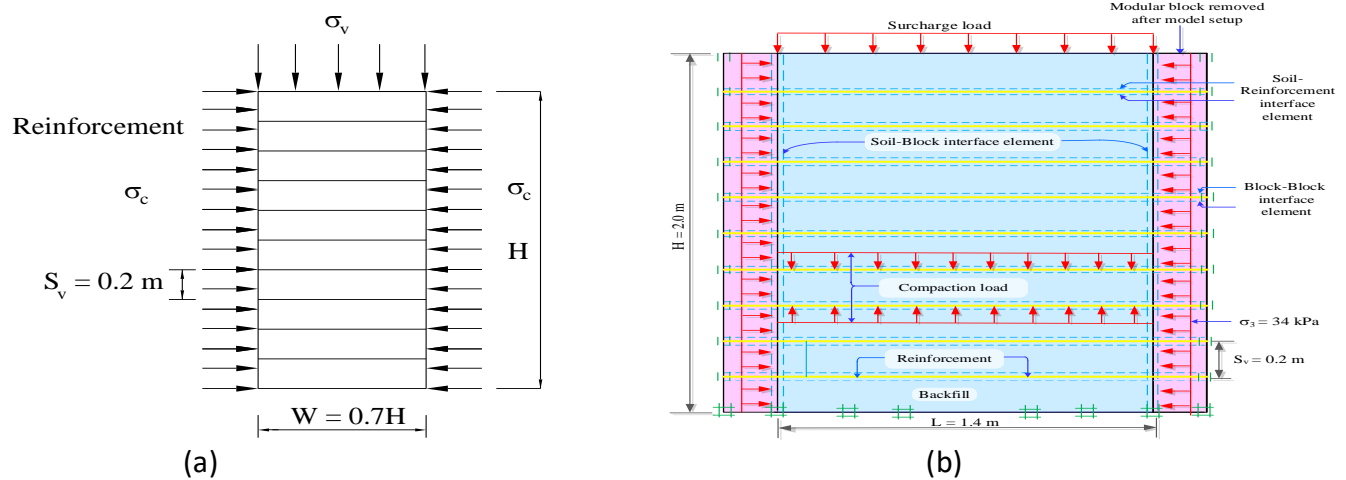
Bảng 1. Điều kiện thí nghiệm mẫu không có cốt (Test 1) và thí nghiệm khối đất có cốt (Test 2, 3, 4, 5)

Mẫu Test	Loại cốt	Áp lực hông	Cường độ chịu kéo	Bước cốt, Sv
Test 1	None	34 kPa	None	None
Test 2	Geotex 4x4	34 kPa	T = 140 kN/m	Sv = 0.2 m
Test 3	Double-Sheet, Geotex 4x4	34 kPa	T = 140 kN/m	Sv = 0.4 m
Test 4	Double-Sheet, Geotex 4x4	34 kPa	T = 70 kN/m	Sv = 0.4 m
Test 5	Geotex 4x4	0	T = 70 kN/m	Sv = 0.2 m

Mô hình số

Phương pháp phần tử hữu hạn được tiến hành để mô tả ứng xử của khối đất có cốt bằng sử dụng phần mềm phần tử hữu hạn Plaxis 2D. Thông số hình học mô hình và mô hình phần tử hữu hạn được thể hiện ở Hình 4.

Trong phân tích này, phần tử vải địa kỹ thuật được sử dụng phần tử phi tuyến với thông số thể hiện ở Bảng 2. Giá trị của phần tử tiếp xúc giữa đất và cốt ($R_i = 0.9$) được sử dụng trong nghiên cứu này. Thông số đầu vào mô hình được cho trong Bảng 2. Chú ý rằng giá trị $R_i = 0.9$ được sử dụng trong nghiên cứu này được so sánh với trường hợp nghiên cứu của Phạm (2009) với giả thiết phần tử đất và cốt tiếp xúc hoàn toàn ($R_i = 1.0$). Mô hình Hardening Soil được sử dụng cho cho vật liệu đắp của khối đất có cốt.



Hình 4. (a) Thông số hình học và điều kiện gia tải, (b) Mô hình phương pháp số trong Plaxis 2D

Trong nghiên cứu này mô hình đầm nén với tải trọng phân bố đều tại đỉnh và đáy của mỗi lớp đất được thể hiện ở Hình 5 (Phan và cộng sự, 2021).



Kết quả và thảo luận

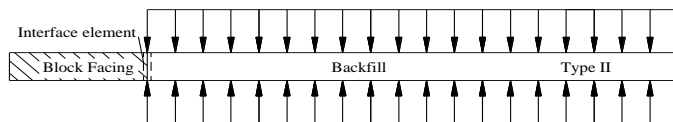
Hiệu ứng đầm nén (CIS)

Mối liên hệ ứng suất và biến dạng tổng quát đạt được từ phương pháp số và thí nghiệm số 1 và 2 được thể hiện ở Hình 6. Hình 6 thể hiện rằng các kết quả nghiên cứu từ phân tích số với trường hợp xem xét hiệu ứng đầm nén cho kết quả cao hơn so với trường hợp không xem xét hiệu ứng đầm nén. So sánh với các số liệu quan trắc bởi Phạm (2009), kết quả từ phân tích số cho kết quả khá tương thích. Ngoài ra biên độ của CIS khá nhỏ, điều này chứng tỏ ảnh hưởng của CIS trong mối liên hệ giữa ứng suất và biến dạng tổng quát không đáng kể trong nghiên cứu này.

Chuyển vị ngang của khối đất có cốt

Hình 7 thể hiện chuyển vị ngang tại bề mặt của mẫu ứng với các áp lực nén khác nhau 400 kPa, 1,000 kPa, 2,000 kPa và 2,500 kPa. Tổng quan, có thể nhận thấy rằng kết quả từ phân tích số và số liệu quan trắc khá tương đồng. Và giá trị của phần tử tiếp xúc giữa đất và cốt ảnh hưởng không đáng kể tới tới chuyển vị ngang của khối đất có cốt.

Kết quả so sánh giữa sự phân bố biến dạng dọc trục trong mỗi lớp cốt giữa phân tích số và số liệu quan trắc được thể hiện trong Hình 8. Kết quả từ phân tích số và dữ liệu quan trắc khá tương thích cho cả hai trường hợp với lớp cốt lần lượt là 1.6 m và 0.8 m từ đáy của mẫu nén ba trục.



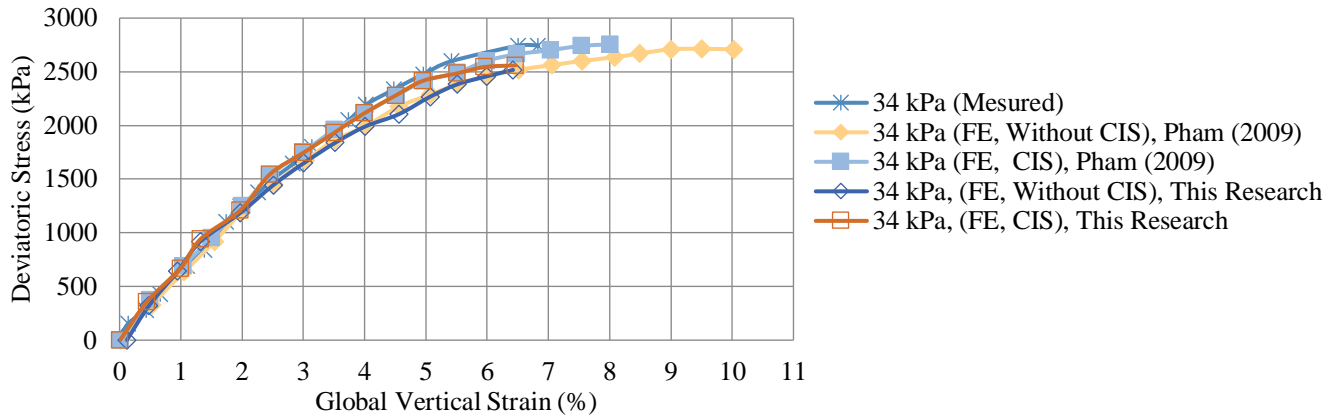
Hình 5. Mô hình đầm nén được sử dụng trong nghiên cứu



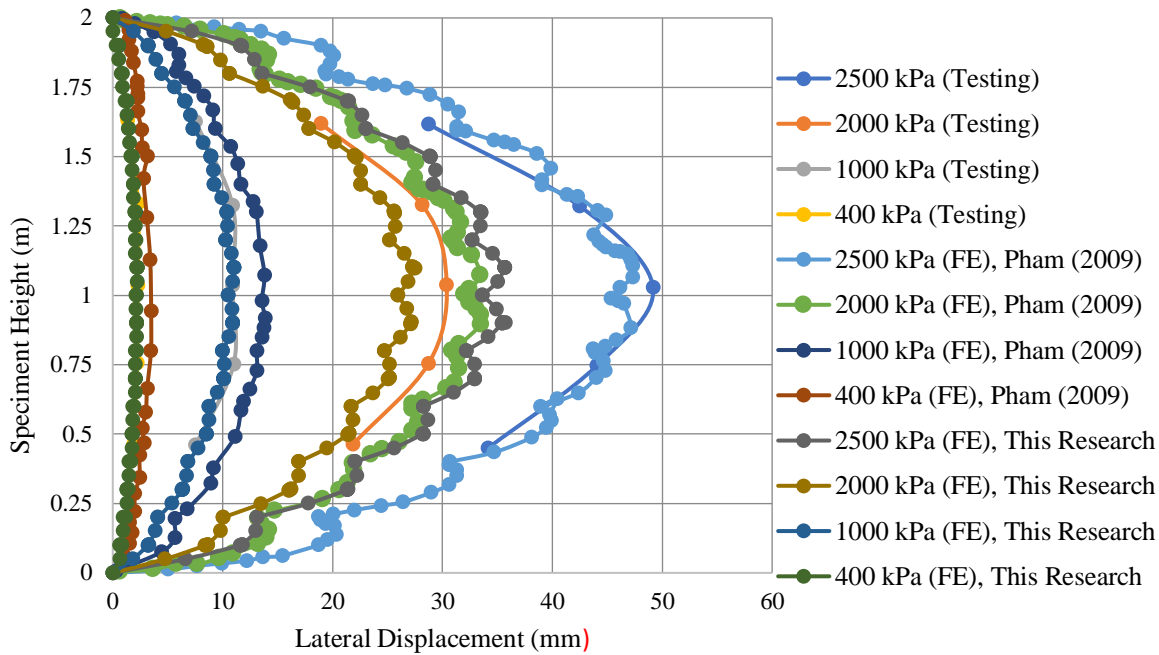
Bảng 2. Thông số đầu vào trong mô hình số

Material	Value
Đất đắp	
Model	Hardening Soil
Peak plane strain friction angle, φ (°)	50
Cohesion, c (kN/m ²)	70
Dilation angle ^a , Ψ (°)	19
Unit weight, γ (kN/m ³)	16.8
$E_{ref}^{50 a}$, (kN/m ³)	62374
$E_{ur}^{50} = 3 * E_{ref}^{50}$, (kN/m ³)	187122
Stress dependence exponent, m	0.5
Failure ratio, R	0.9
Poisson's ratio, ν	0.2
P_{ref} (kN/m ²)	100
Cốt (Single- sheet Geotex 4x4)	
Elastic axial stiffness (kN/m)	1000
Reinforcement spacing (m)	0.2
Modular block	
Model	Model Linear elastic
Stiffness modulus ((kN/m ²)	$3 * 10^6$
Unit weight, γ (kN/m ³)	12.5
Poisson's ratio, ν	0
Block-Block interface^b	
Model	Mohr-Coulomb
Stiffness modulus ((kN/m ²)	$3 * 10^6$
Unit weight, γ (kN/m ³)	0
Poisson's ratio, ν	0.45
Angle of internal friction , φ (°)	33
Cohesion, c (kN/m ²)	2
Soil -Block interface^b	
Model	Mohr-Coulomb
Unit weight, γ (kN/m ³)	0
Poisson's ratio, ν	0.45
Angle of internal friction , φ (°)	33.33
Cohesion, c (kN/m ²)	46.67
Soil -Soil interface^b	
Model	Mohr-Coulomb
Unit weight, γ (kN/m ³)	0
Poisson's ratio, ν	0.45
Angle of internal friction , φ (°)	45
Cohesion, c (kN/m ²)	63

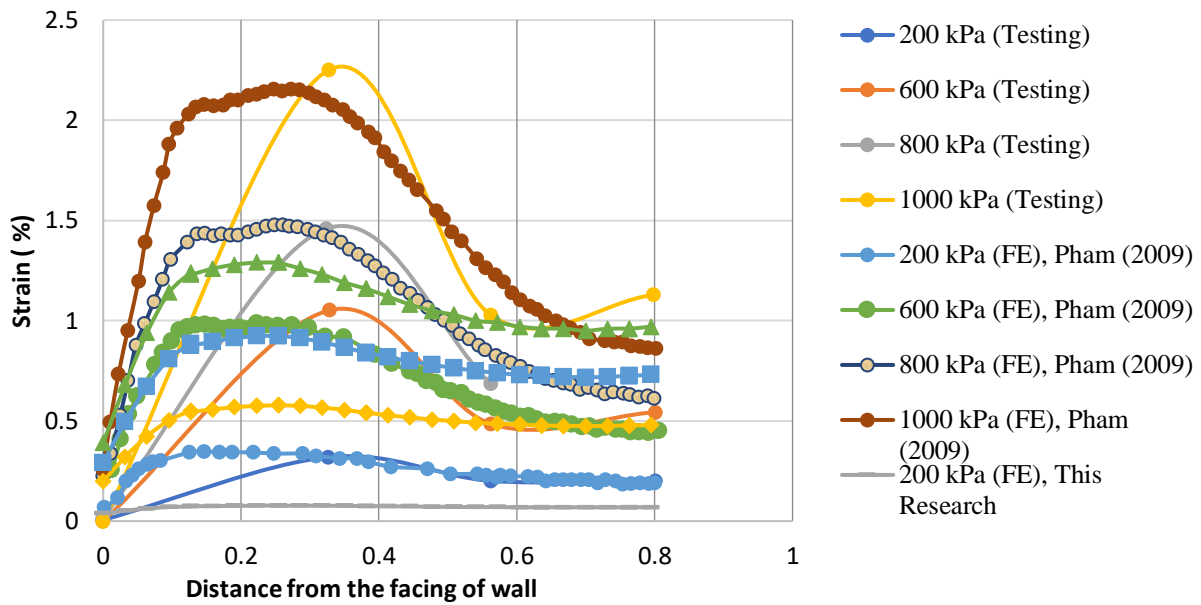
^a Dựa vào thí nghiệm mẫu ba trục trong điều kiện thoát nước, ^b Định nghĩa phần tử interface bằng phần tử zero thickness trong Plaxis 2D



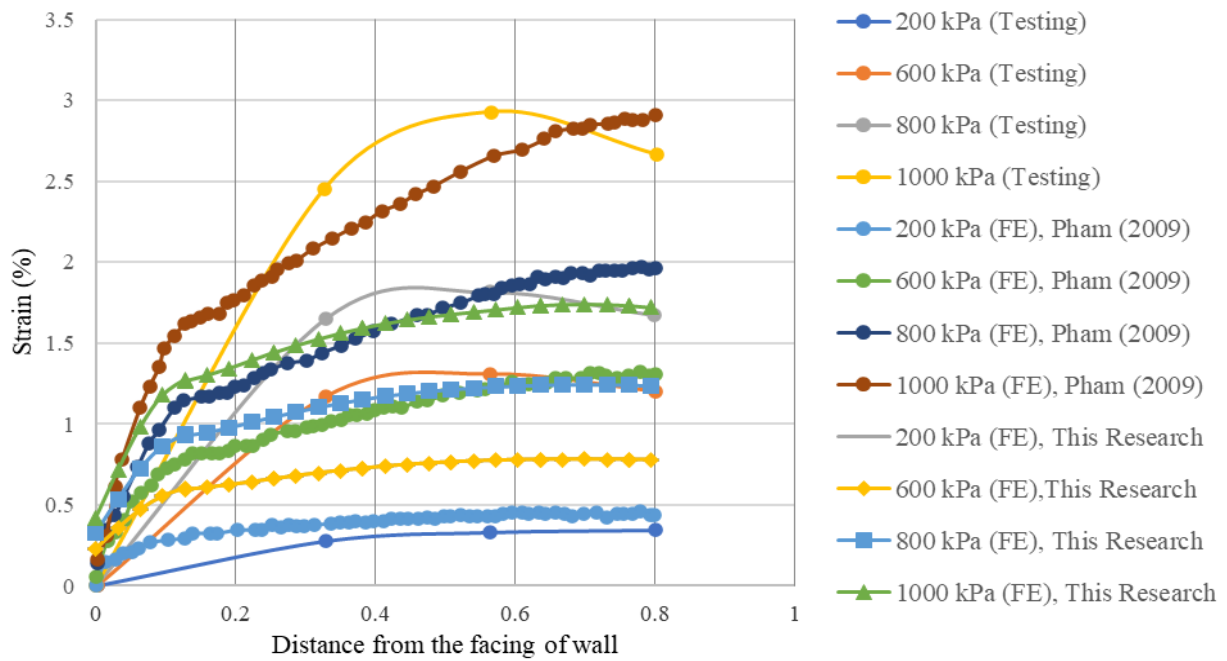
Hình 6. Đồ thị mối liên hệ giữa ứng suất và biến dạng của khối đất có cốt Test 1 and Test 2



Hình 7. Chuyển vị ngang của khối đất có cốt tại bề mặt hở của Test 2



(a)



(b)

Hình 8. So sánh biến dạng dọc trục trong mỗi lớp cốt trong Test 2 tại các vị trí: (a) Tại lớp cốt 1.6 m từ đáy (b) Tại lớp cốt 0.8 m từ đáy.

Kết luận

Kết quả từ phương pháp số và số liệu thí nghiệm cho kết quả khá tương đồng. Ảnh hưởng tải đầm nén không đáng kể trong ứng xử của khối đất có cốt trong trường hợp nghiên cứu này. Mô hình đàn dẻo Hardening soil cho kết quả tốt khi mô phỏng số cho khối đất có cốt trong trường hợp nghiên cứu này. Phần tử tiếp xúc giữa đất và cốt có ảnh hưởng không đáng kể tới ứng xử của khối đất có cốt trong trường hợp này.



Lời cảm ơn

Các tác giả xin cảm ơn tới Trường Đại Học Xây Dựng Miền Trung đã hỗ trợ Nhóm nghiên cứu hạ tầng Bền Vững và Giảm Nhẹ Thiên Tai thực hiện bài báo khoa học này.

Tài liệu tham khảo

- AASHTO. 2014. American Association of State Highway and Transportation Officials: LRFD Bridge Design Specifications, 7th Edition.
- Adams, M. T., Schlatter, W. and Stabile, T. 2007. Geosynthetic-Reinforced Soil Integrated Abutments at the Bowman Road Bridge in Defiance County, Ohio. *Geotechnical Special Publication No. 172: Proc. Geo-Denver 2007*, ASCE, Denver, Colorado.
- Allen, T. M. & Bathurst, R. J. 2001. Application of K₀-stiffness Method to Reinforced Soil Wall Limit State Design. Final Research Report to Washington State *Department of Transportation, Seattle, Washington State*.
- Berg, R. R. Christopher, B. R. & Samtani, N. C. 2009. Design of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes, Publication No. FHWA-NHI-10-024, Volume 1, *Federal Highway Administration*, McLean. Pp.332.
- Duncan, J. M. & Seed, R. B. 1986. Compaction-induced earth pressure under K₀ conditions, *J of the Geotechnical Engineering Division, ASCE*, 112(1), 1–22.
- Elton, D. J. & Patawaran, M.A.B. 2005. Mechanically Stabilized Earth (MSE) Reinforcement Tensile Strength from Tests of Geotextile Reinforced Soil. Technical Report, *Alabama Highway Research Center*, Auburn University.
- Ehrlich, M. & Mitchell, J. K. 1994. Working stress design method for reinforced soil walls. *J. Geotech. Eng., ASCE*, 120(4), 625-645.
- Kim, Y. J., Kotwal, A. R., Cho, B. Y. Wilde, J. & You, B. H. 2019. Geosynthetic Reinforced Steep Slopes: Current Technology in the United States, *Applied Science*, 9(10): 2008.
- Holtz, R. D. 2010. Reinforced Soil Technology: from Experimental to the Familiar. Terzaghi Lecture, *Geo-Florida*, Palm Beach.
- Holtz, R. D. & Lee, W. F. 2002. Internal Stability Analyses of Geosynthetic Reinforced Retaining Walls. Report No. WA-RD 532.1, *Washington State Department of Transportation*, Washington.
- NCMA. 2009. Design Manual for Segmental Retaining Walls, 3rd Edition, TR 127B, *National Concrete Masonry Association*, Herndon, VA, pp.302.
- Pham, T. Q. 2009. Investigating Composite behavior of Geosynthetic-Reinforced Soil (GRS) Mass. Ph.D. Dissertation, *University of Colorado Denver*.
- Plaxis B.V. 2002. Plaxis 2D - Version 8 Manual. Balkema, Rotterdam.
- Wu, J. T. H. 2001. Revising the AASHTO Guidelines for Design and Construction of GRS Walls. Report CDOT-DTD-R-2001-6, *Colorado Department of Transportation*, University of Colorado Denver, pp.148.
- Wu, J. T. H. & Pham, T. Q. 2013. Load carrying capacity and required reinforcement strength of closely spaced soil-geosynthetic composites. *J. Geotech. Geoenviron., ASCE*. 139(9), 1468–1476.
- Wu, J. T. H., Tung, C. Y., Adams, M. T. & Nicks, J. E. 2018. Analysis of Stress-Deformation Behavior of Soil-Geosynthetic Composites in Plane Strain Condition, *Transportation Infrastructure Geotechnology*, 5(3), 210-230.
- Phan, T.T.T, Gui, M.W. and Pham, Q.T. 2021 .“Numerical Simulation of Compaction Load on Stress-Deformation Behavior of Soil Geosynthetic Composite Mass”, 4th International Conference on Transportation Geotechnics, ICTG 2021, Chicago City, USA, Lecture Notes in Civil Engineering, Volume 165, Pages 945 – 956.



Nghiên cứu ứng dụng trụ ống thép nhồi bê tông cho công trình cầu trong đô thị

Studying on the application of CFT pier structures for urban bridges

Nguyễn Thị Tuyết Trinh

Trường Đại học Giao thông vận tải. E-mail: tuyettrinh@utc.edu.vn

Đào Duy Lâm

Trường Đại học Giao thông vận tải. E-mail: daoduylam@utc.edu.vn

Tóm tắt: Trong xây dựng công trình, tính năng của vật liệu xây dựng thường được đánh giá dựa trên những lợi ích mang lại như cường độ kết cấu, độ bền và khả năng khai thác thuận tiện. Ngoài ra, người thiết kế còn quan tâm lựa chọn kết hợp tối ưu các loại vật liệu với nhau cùng với phương pháp thi công tổ hợp để đưa ra một kết cấu tối ưu. Bài báo phân tích những ưu việt của kết cấu dạng cột CFT và chứng minh sự phù hợp khi ứng dụng cho kết cấu trụ cầu. Kết quả thiết kế thử nghiệm trụ CFT trong bài báo góp phần xây dựng phương pháp tính trụ CFT theo Tiêu chuẩn TCVN 11823:2017, minh chứng tính khả thi của việc ứng dụng kết cấu trụ CFT cho công trình cầu trong đô thị, vừa đảm bảo khả năng chịu lực, tính thẩm mỹ của kết cấu thanh mảnh và đặc biệt là thi công nhanh.

Summary: In construction works, the performance of construction materials is often evaluated based on benefits such as structural strength, durability and convenient exploitation. In addition, the designer is also interested in choosing the optimal combination of materials together with the combined construction method to give an optimal structure. This paper analyses the advantages of the CFT column structure and proves its suitability when applied to the bridge pier structure. The results of the experimental design of CFT pier in the article contribute to the development of a method for calculating CFT piers according to TCVN 11823:2017, and at the same time confirm the feasibility of applying CFT pier structures for urban bridges, both ensuring the bearing capacity, increasing the aesthetics of the slender structure and especially rapid construction.

Mở đầu

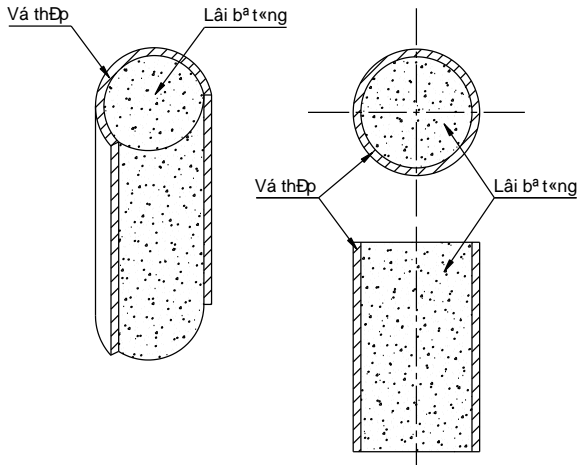
Việc ứng dụng các kết cấu liên hợp thép - bê tông là một xu hướng tất yếu và ngày càng được cải tiến trong kỹ thuật xây dựng, đặc biệt trong xây dựng công nghiệp, nhà cửa và cầu đường. Việc sử dụng kết cấu liên hợp ống thép nhồi bê tông (Concrete Filled Steel Tube - viết tắt tiếng Anh là CFT) đã được Sewell công bố từ năm 1901 [1, 6]. Sewell đã kết luận rằng, bê tông để chống lại rỉ bên trong của cột ống thép và độ cứng đã được tăng ít nhất là 25%. Bên cạnh đó, do trạng thái kiềm chế bê tông trong ống thép của kết cấu CFT nên khả năng chịu nén của kết cấu liên hợp tăng lên đáng kể [5, 8, 9]. Những ưu việt của kết cấu dạng cột CFT cho thấy, kết cấu CFT rất phù hợp cho kết cấu trụ cầu chịu nén uốn và chịu lực va chạm của phương tiện, giảm mặt cắt tiết diện tạo ra kết cấu thanh mảnh. Ngoài ra, khi ứng dụng kết cấu CFT cho trụ cầu còn có thêm một ưu điểm nữa, đó là ống thép có thể thay thế ván khuôn khi đổ bê tông trụ. Do đó, việc sử dụng kết cấu trụ CFT có thể làm giảm chi phí kết cấu phụ tạm, giảm thời gian thi công nhờ giảm thời bảo dưỡng và chờ bê tông đông cứng. Ở các nước tiên tiến, kết cấu trụ CFT đã được ứng dụng cho cầu vượt nhiều tầng trong khu vực đô thị, để giảm thời gian xây dựng và thời gian cấm phương tiện lưu thông dưới cầu [1, 5, 9].

Kết cấu trụ CFT hiện còn mới và chưa áp dụng nhiều tại Việt Nam, bài báo trình bày nghiên cứu ứng dụng loại kết cấu CFT cho thiết kế kết cấu trụ cầu trong đô thị, thúc đẩy ứng dụng một kết cấu liên hợp vừa đảm bảo tính an toàn chịu lực, vừa tăng tính mỹ quan của kết cấu thanh mảnh và đặc biệt là tiến độ thi công nhanh khi so sánh với các phương án trụ bê tông đang ứng dụng hiện nay.



Đặc điểm và cấu tạo trụ ống thép nhồi bê tông

Kết cấu liên hợp CFT là một kết cấu bao gồm ống thép và bê tông cường độ cao hoặc cường độ trung bình nhồi bên trong. Thông thường dùng ống tròn, nhưng các ống vuông cũng có thể được ứng dụng, nhưng chủ yếu là loại dùng ống tròn (Hình 1). Hệ thống kết cấu CFT có nhiều ưu điểm về độ cứng, cường độ, khả năng chống biến dạng, và khả năng chống cháy. Nói chung, loại kết cấu này có thể nghiên cứu ứng dụng cho rất nhiều loại công trình xây dựng nhà xưởng và công trình cầu.



Hình 1. Cầu tạo CFT và các loại cột liên hợp [4]

Kết cấu CFT nói chung là một kết cấu liên hợp bao gồm ống thép vỏ và bê tông lõi cùng làm việc chung, có những ưu điểm sau:

- Độ bền của lõi bê tông tăng khoảng hai lần so với độ bền của bê tông thông thường nhờ có lớp vỏ thép với chức năng như lớp áo bọc chặt bên ngoài.
- Bê tông trong ống thép có sự co ngót nhưng cũng có sự trương nở. Trị số biến dạng co ngót theo chiều dọc kết cấu ϵ là rất nhỏ, khoảng 2.10^{-5} đến 3.10^{-5} . Đây là ưu điểm của kết cấu ống thép nhồi bê tông so với kết cấu bê tông cốt thép thông thường. Sự trương nở là do không có sự trao đổi độ ẩm giữa bê tông và môi trường bên ngoài, sự trương nở này được duy trì trong nhiều năm tạo thuận lợi cho sự làm việc của bê tông.
- Sự cách ly của bê tông với môi trường xung quanh tạo ra những điều kiện tốt hơn cho sự làm việc của bê tông khi chịu tải trọng. Ngoài ra, việc nhồi bê tông vào ống thép đã nâng cao độ bền chống ăn mòn mặt trong của ống thép, làm giảm độ mảnh của cấu kiện, làm tăng độ ổn định cục bộ của thành ống và làm tăng khả năng chống móp, méo (biến dạng) của vỏ ống thép khi bị va đập.

Các cột liên hợp CFT ngày càng được ứng dụng nhiều trên thế giới, trước đây là trong xây dựng dân dụng và gần đây là trong xây dựng công trình giao thông. Trụ cầu không chỉ chịu nén mà còn chịu uốn do lực nén lệch tâm. Do đó vật liệu CFT rất phù hợp ứng dụng cho kết cấu trụ, thành phần thép có tác động liên hợp với thành phần bê tông, vì vậy cả hai thành phần thép và bê tông đều tham gia kháng lại cả lực nén và mô men uốn. Kết cấu trụ CFT cũng đã được ứng dụng tại một số nước phát triển trên thế giới và đem lại hiệu quả tích cực ban đầu (Hình 2).

Khi trụ cầu sử dụng kết cấu CFT, nó sẽ mang lại những lợi ích sau:

- Trụ CFT có khả năng ứng dụng được với nhiều trạng thái kết cấu, tùy theo cách bố trí thép và bê tông trong mặt cắt ngang sẽ tạo ra được độ cứng cần thiết của mặt cắt. Vỏ ống thép có tác dụng chịu kéo và chịu mômen uốn của cột. Độ cứng của trụ CFT rất lớn nhờ vật liệu thép được bố trí ở xa trục trung hoà nhất, ở vị trí đó nó cũng góp phần làm tăng mômen quán tính của mặt cắt. Các dạng lõi bê tông lý tưởng có tác dụng chống lại tải trọng nén và cản trở trạng thái oằn cục bộ của ống thép. Nhờ đó, trụ CFT có khả năng chịu tải trọng nén lớn.
- Sự giãn nở bị động ở thành bên đã được kiểm chế bởi ống thép, làm cải thiện cường độ, tăng tính mềm dẻo và biến dạng của bê tông. Khác với cột bê tông cốt thép và cột liên hợp có bê tông bọc bên ngoài thép với cốt thép ngang, trong kết cấu CFT vỏ ống thép ngăn cản nứt vỡ của lõi bê tông và sự tập trung

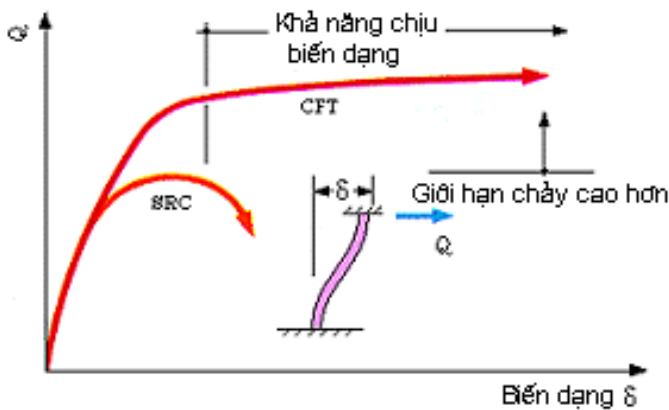


cốt thép nhỏ trong các vùng liên kết. Do bê tông bị kiểm chế bởi vỏ ống thép, hệ thống cột làm bằng kết cấu CFT có cường độ cao hơn và khả năng biến dạng dọc nhỏ cho đến khi phạm vi biến dạng ngang lớn. Có thể gọi hiệu ứng liên kết này của tác động tương hỗ giữa ống thép và bê tông là “hiệu ứng tổ hợp”. Các trạng thái làm việc của kết cấu cột CFT tùy thuộc vào các tác động khác nhau. Để rõ hơn nhiều nhà nghiên cứu đã kiểm tra khả năng chịu nén dọc trục và chịu uốn dưới các tải trọng dọc trục của hai loại kết cấu CFT và SRC (Hình 3).

- Kết cấu trụ bê tông thông thường là cần phải có bộ ván khuôn trong quá trình thi công. Khắc phục nhược điểm này, kết cấu trụ CFT có lớp vỏ ống thép bọc bê tông, do đó không cần có ván khuôn vì chính chính bản thân ống thép đã làm nhiệm vụ ván khuôn trong suốt quá trình đổ bê tông.



Hình 2. Kết cấu cầu vượt trong đô thị sử dụng trụ CFT ở Nhật Bản [1]



Hình 3. Quan hệ tải trọng – biến dạng của kết cấu CFT và SRC [4]

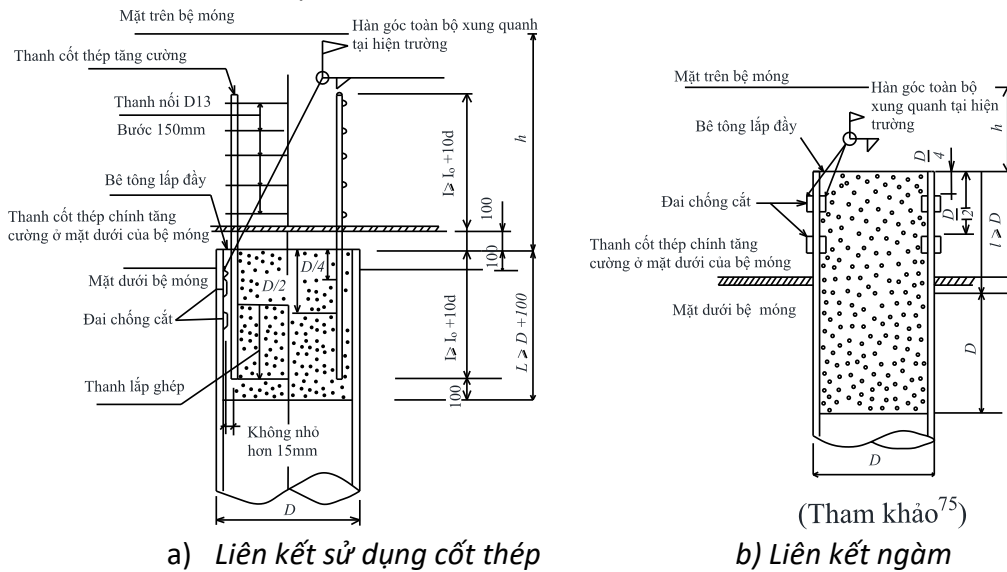
Từ những phân tích trên có thể thấy, trụ CFT có nhiều lợi thế như cường độ cao, tính mềm dẻo, giảm thời gian thi công, tăng độ an toàn, và có thể sử dụng các kiểu liên kết đơn giản được tiêu chuẩn hoá. Ngày nay, công nghệ chế tạo bê tông cường độ cao ra đời, nhờ đó có thể thiết kế trụ thanh mảnh hơn, cho các nhịp lớn hơn. Các kết quả nghiên cứu kết hợp các thí nghiệm và phân tích theo phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) đối với các cột CFT cho thấy, có thể sử dụng bê tông cường độ cao và vẫn đạt được một trạng thái kết cấu mềm dẻo. Tuy nhiên, cần có ống thép dày hơn cho bê tông cường độ cao nếu mục đích là đảm bảo tính mềm dẻo.

Hiệu ứng tăng cường độ bê tông do sự trương nở là rõ ràng nhất đối với trụ ngắn chịu tải trọng lệch tâm. Để đảm bảo hiệu quả liên hợp giữa thép với bê tông, ngoài việc lợi dụng cường độ dính bám tự nhiên khi tải trọng được tác dụng chỉ với ống thép hoặc chỉ với lõi bê tông, cần phải thiết kế bổ sung các neo liên kết. Điều này cần lưu ý đặc biệt khi sử dụng bê tông cường độ cao được nhồi vào trong ống thép.

Một chi tiết quan trọng cần xem xét nghiên cứu là liên kết trụ và xà mũ trụ hoặc hệ dầm cầu, Hình 4 là hai loại liên kết giữa cọc ống thép và bộ BTCT được khuyến nghị trong Tiêu chuẩn TCVN 10834:2015 đó là loại liên kết sử dụng thanh thép và loại liên kết ngàm. Hai loại này cũng được đưa ra trong Tiêu chuẩn kỹ



thuật cho Cầu đường bộ Nhật Bản JRA 2012. Liên kết này có thể nghiên cứu ứng dụng cho kết cấu trụ CFT dạng cọc ống khi liên kết với xà mũ trụ.



Hình 4. Các loại liên kết giữa kết cấu CFT và dầm bê tông trong TCVN 10834: 2015 [3]

Để hoàn thiện thiết kế kết cấu trụ CFT, một số nghiên cứu về kết cấu CFT cần được tiếp tục thực hiện như chống va xô, chịu động đất, cấu tạo liên kết và dính bám,...[1, 5, 6, 9].

Thiết kế thử nghiệm trụ CFT cho công trình cầu trong đô thị

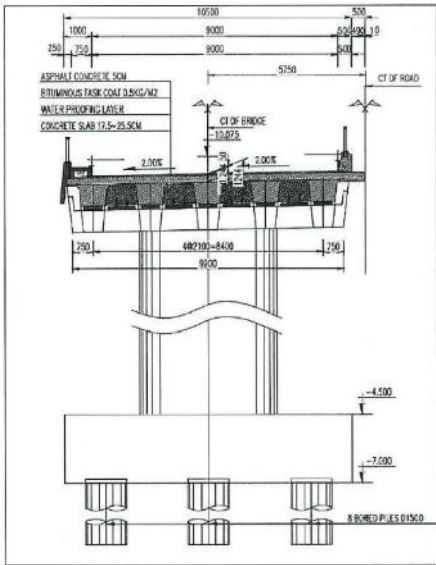
Phần này trình bày tóm tắt thiết kế thử nghiệm trụ CFT dựa trên thông số cụ thể của một công trình cầu trong đô thị, từ đó đưa ra các đề xuất cơ sở cho việc ứng dụng kết cấu CFT.

Thông số thiết kế và lựa chọn cấu tạo

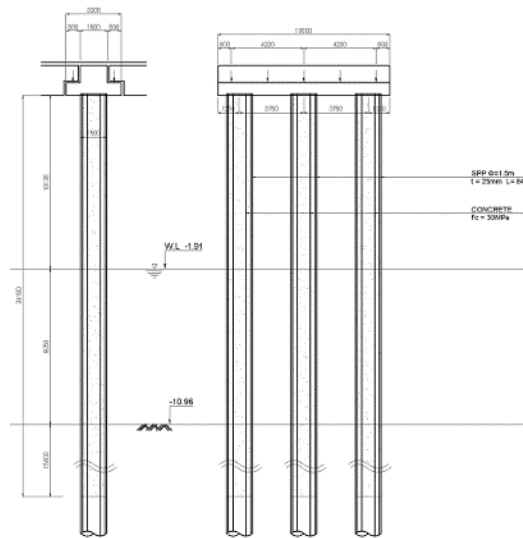
Cầu thiết kế thử nghiệm là cầu cạn đô thị, kết cấu phần trên là các dầm đơn giản Super T có chiều dài 40m, bề rộng cầu 10m. Kết cấu trụ ban đầu là trụ BTCT trên nền móng có 8 cọc khoan nhồi, đường kính 1,5m. Địa chất khu vực móng cầu là sét và cát chặt. Tải trọng thiết kế HL93 và người đi theo Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ TCVN 11823:2017. Đề xuất thiết kế thay thế trụ BTCT là trụ CFT với kết cấu trụ liền với cọc. Có nghĩa là, cả trụ và cọc sử dụng ống thép (SKK490), đường kính 1,5m, riêng phần trụ được nhồi bê tông bên trong (trụ CFT), chi tiết như Hình 5.

Trình tự thiết kế

Trình tự thiết kế kiểm tra trụ và các liên kết chủ yếu dựa trên Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ TCVN 11823:2017 và Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc ống thép dạng cọc đơn dùng cho công trình cầu TCVN 10834:2015. Các hạng mục thiết kế chính được mô tả trong Hình 6.

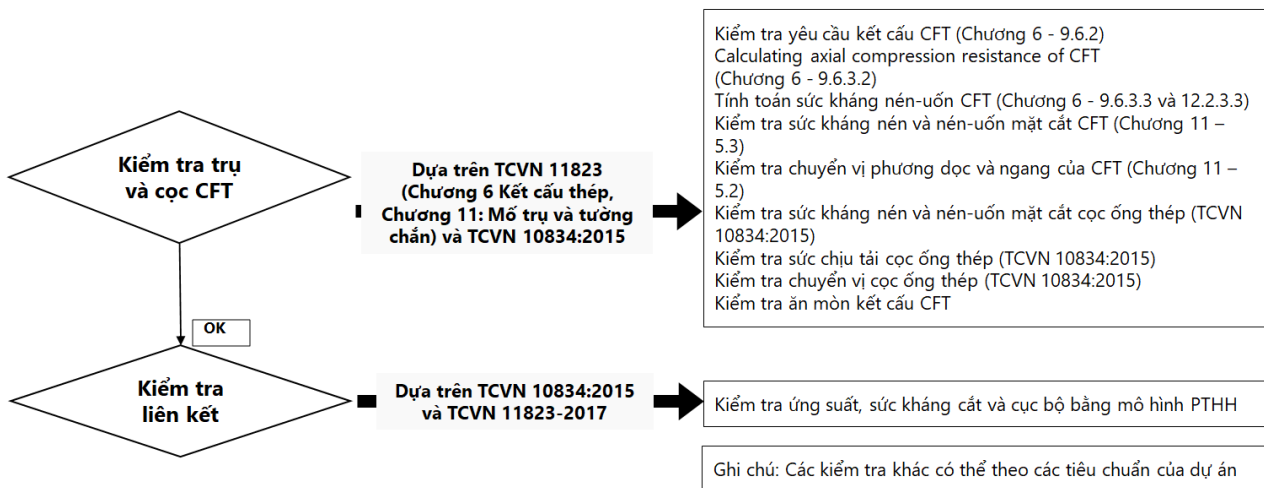


a. Thiết kế trụ BTCT ban đầu



b. Thiết kế trụ CFT

Hình 5. Thiết kế trụ CFT đề xuất



Hình 6. Nội dung thiết kế, kiểm tra cơ bản trụ CFT

Phân tích kết quả thiết kế

Mô hình hóa có thể thực hiện bằng phần mềm thông dụng FB – Multi Pier V5.9.0, có xét đến ảnh hưởng đất nền (Hình 7). Các thông số đầu vào đã trình bày ở mục 3.1.

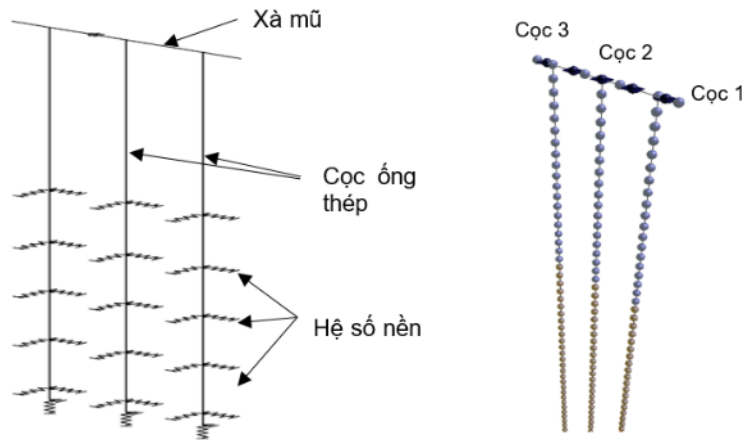
Trong mô hình trụ CFT này, kết cấu được mô hình hóa toàn khối với phần móng cọc ống thép kéo dài lên đến trụ, thân trụ là cọc ống thép kéo dài và được nhồi bê tông (kết cấu CFT), sau đó thân trụ liên kết với xà mũ trụ BTCT.

Các hệ số nền xét đến biến dạng của đất, ảnh hưởng của cọc được tính cho móng cọc ống thép theo qui định ở mục 8 của Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc ống thép dạng cọc đơn dùng cho công trình cầu TCVN 10834:2015. Mô hình này cũng có thể xây dựng trên các phần mềm khác có tính năng tương tự.

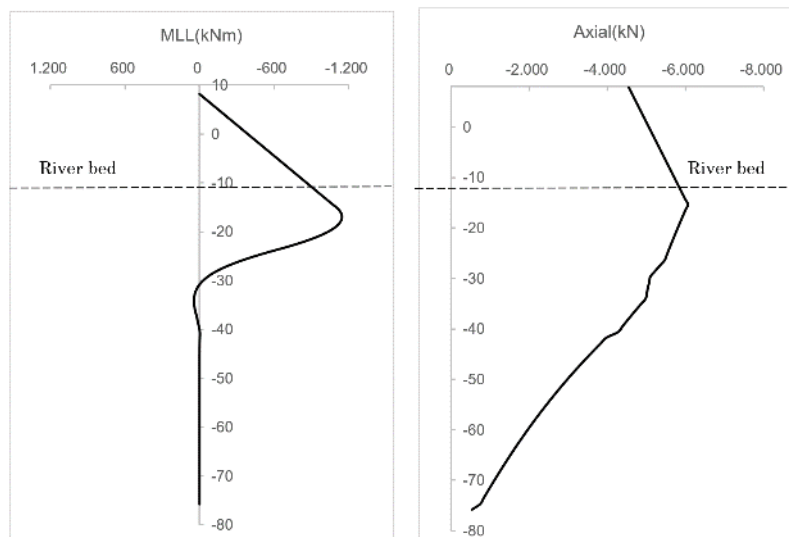
Kết quả mô phỏng thể hiện ở Hình 8. Lực dọc trục tính toán theo Trạng thái giới hạn (TTGH) Cường độ I thu được là 6.061,5 kN nhỏ hơn sức chịu tải dọc trục của cọc là 9.883 kN. Các trường hợp kiểm tra chịu lực kết hợp mô men và lực dọc trục, ứng suất, lực cắt của trụ và bộ điều nằm trong giới hạn cho phép theo TTGH Cường độ và TTGH Sử dụng. Các giá trị chuyển vị theo TTGH Sử dụng và Đặc biệt như trong Hình 8. Như vậy, kết cấu CFT đáp ứng các yêu cầu của Tiêu chuẩn thiết kế cầu TCVN 11823-2017 và Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc ống thép TCVN 10834:2015 [2, 3].



Trong trường hợp tổ hợp tải trọng cực hạn có xét đến lực va xô, chuyển vị tính toán là khá lớn, cần có các biện pháp chống va xô và các thiết kế bổ sung. Vấn đề này sẽ trao đổi trong các nghiên cứu tiếp theo.



Hình 7. Mô hình PTHH trụ CFT



Hình 8. Kết quả nội lực và chuyển vị theo TTGH

Kết luận

Trong thiết kế công trình cầu cũng như các công trình xây dựng nói chung, cần hướng tới mục đích thiết kế không chỉ đảm bảo khả năng chịu lực mà còn đảm bảo tính mỹ quan, thi công nhanh chóng và tiết kiệm. Trụ CFT là dạng kết cấu đáng quan tâm nghiên cứu với nhiều ưu điểm về khả năng chịu lực, tận dụng hiệu quả hai vật liệu khác nhau, kết cấu thanh mảnh, có khả năng chống va đập tốt hơn nhiều so với trụ sử dụng ống thép rỗng hay bê tông thông thường, ngoài ra ống thép có thể thay thế khung tạm và ván khuôn khi đổ bê tông trụ hoàn toàn có thể ứng dụng cho cầu vượt nhiều tầng trong khu vực đô thị, để giảm thời gian xây dựng và thời gian cấm phương tiện lưu thông dưới cầu đồng thời đảm bảo sự thanh mảnh tạo vẻ đẹp kiến trúc.

Nhằm mục tiêu giải quyết các vấn đề của kết cấu CFT khi ứng dụng trong xây dựng công trình cầu ở Việt Nam, đề xuất các liên kết đơn giản, tiêu chuẩn hóa các cấu tạo, xây dựng phương pháp thiết kế và các công thức thiết kế tổng quát, các tác giả đã tiến hành các bước nghiên cứu ứng dụng kết cấu CFT. Dựa trên các phân tích tính ưu việt của kết cấu dạng cột CFT, kết quả thiết kế thử nghiệm cho thấy sự phù hợp khi ứng



dụng kết cấu CFT cho kết cấu trụ cầu, đáp ứng được các yêu cầu của Tiêu chuẩn thiết kế cầu TCVN 11823-2017 và Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc ống thép TCVN 10834:2015. Kết quả nghiên cứu này góp phần xây dựng phương pháp tính toán, thiết kế trụ CFT theo Tiêu chuẩn thiết kế cầu TCVN 11823:2017, thể hiện tính khả thi của việc ứng dụng kết cấu trụ CFT cho công trình cầu trong đô thị, vừa đảm bảo tính an toàn chịu lực, vừa tăng tính mỹ quan của kết cấu thanh mảnh và đặc biệt là đẩy nhanh tiến độ thi công.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Giao thông vận tải trong Đề tài mã số T2022-KDN-001.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Thị Tuyết Trinh và các cộng sự, Nghiên cứu kết cấu móng cọc ống thép liên trụ thi công nhanh cho công trình cầu trong đô thị ở Việt Nam. Đề tài NCKH cấp Bộ GTVT; Mã số: DT194047
- [2] TCVN 11823: 2017. Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ
- [3] TCVN 10834:2015 về Móng cọc ống thép dạng cọc đơn dùng cho công trình cầu - Tiêu chuẩn thiết kế
- [4] Nguyễn Việt Trung, Trần Việt Hùng, Kết cấu ống thép nhồi bê tông, Nhà xuất bản Xây dựng, 2005
- [5] S. Morino and K. Tsuda. Design and Construction of Concrete-Filled Steel Tube Column System in Japan. *Earthquake Engineering and Engineering Seismology*. 2003, Vol. 4, No. 1, 51-73
- [6] L. Han, W. Li and R. Bjorhovde. Developments and advanced applications of concrete-filled steel tubular (CFT) structures: Members. *Journal of Construction Steel Research*, 2014(100), 211-228
- [7] L. A. Montejo, L. A. Gonzalez-Roman, M. J. Kowalsky. Seismic Performance Evaluation of Reinforced Concrete-Filled Steel Tube Pile/Column Bridge Bents. *Journal of Earthquake Engineering*, 2012(16), 401-424
- [8] AIJ. Recommendations for Design and Construction of Concrete Filled Steel Tubular Structures. Tokyo, Japan: Architectural Institute of Japan (AIJ), 2008
- [9] Eurocode 4. Design of Composite Steel and Concrete Structures. Brussels: European Committee for Standardization; 2005
- [10] Z. Tao, T. Song, B. Uy and L. Han. Bond behaviour in concrete-filled steel tubes. *Journal of Constructional Steel Research*, 2016(120), 81-93
- [11] Charles W. Roeder, Max Stephens. Concrete Filled Steel Tubes for Bridge Pier and Foundation Construction. *International Journal of Steel Structures*; 2018



Cơ sở khoa học phân lớp quản lý và sử dụng không gian ngầm để phát triển bền vững thủ đô Hà Nội

The scientific basis for layering of management and using of urban underground space in Hanoi city

Nguyễn Công Giang

Trường đại học Kiến trúc Hà Nội, Email: gianglientca@gmail.com

Nguyễn Xuân Phúc

Công ty TNHH Công nghệ địa kỹ thuật môi trường. E-mail: phucnguyen.hau.17xn@gmail.com

Tóm tắt

Bài viết đề cập cơ sở khoa học để phân loại và quản lý không gian ngầm đô thị tại Hà Nội, nhằm hướng tới việc khai thác, sử dụng hiệu quả không gian này trong cho tương lai. Trên cơ sở phân tích các yếu tố kỹ thuật, địa chất và môi trường để phân loại không gian ngầm, từ đó xác định chiến lược quản lý phù hợp. Cùng với đó, đánh giá tiềm năng và lợi ích của không gian ngầm đô thị, so sánh với các thành phố khác để đề xuất giải pháp sử dụng chúng được hiệu quả, bền vững. Góp phần nâng cao chất lượng quản lý đô thị và mở ra cơ hội phát triển mới cho Hà Nội.

Summary

The article provides a scientific basis for layering and managing urban underground space in Hanoi and effectively utilizing this space in urban development. We analyzed technical, geological, and environmental factors contributing to layering underground spaces and determining appropriate management strategies. At the same time, evaluate the potential and benefits of underground space, compare with other cities and propose practical and sustainable solutions. This result improves the quality of urban management and opens up new development opportunities for Hanoi.

Keywords: Urban underground space, underground space management, underground space use, underground space classification.

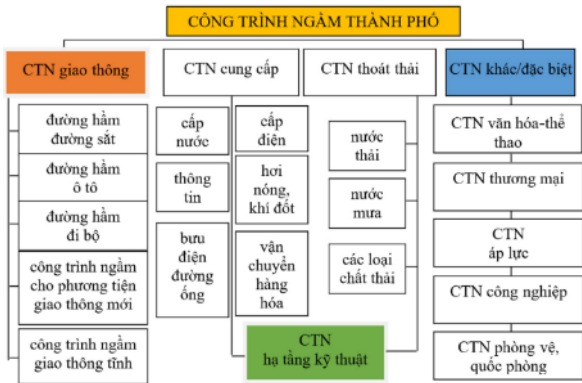
Cơ sở khoa học và phương pháp phân lớp không gian ngầm gắn với phát triển đô thị bền vững của Hà Nội

Để tận dụng không gian ngầm (KGN) cho các mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội, các đô thị lớn của các nước phát triển trên thế giới đã triển khai xây dựng nhiều loại công trình ngầm khác nhau trong khu vực thành phố. Tại Việt Nam, KGN đô thị lớn được quan tâm nhiều hơn khoảng 20 năm trở lại đây, với việc xây dựng các công trình giao thông, hạ tầng kỹ thuật ngầm, tầng hầm ... Một số dạng công trình bố trí dưới mặt đất phổ biến được tổng hợp sơ bộ theo các nhóm như trong Hình 1.

Hệ thống hạ tầng kỹ thuật ngầm là một phần quan trọng trong việc phát triển đô thị và nông thôn hiện đại, đặc biệt là các công trình giao thông và công trình ngầm chuyên biệt. Sự phát triển của chúng thường gắn liền quá trình phát triển của mỗi thành phố, và tùy thuộc vào nhu cầu, mật độ dân số cũng như khả năng kinh tế mỗi quốc gia. Tại Việt Nam, việc quy hoạch và thiết kế các công trình hạ tầng kỹ thuật ngầm thường đi đôi với các công trình trên mặt đất như đường hầm và hệ thống tàu điện trong thành phố. Trong bối cảnh phát triển kinh tế - xã hội hiện nay, dường như các công trình ngầm khác cũng sẽ nhận được sự chú ý trong quy hoạch và xây dựng tại Việt Nam. Ngoài ra, không gian ngầm là một nguồn tài nguyên quan trọng, là không gian dự trữ dự phòng cho xã hội. Hình 2 minh họa các dạng sử dụng không gian ngầm phổ biến hiện nay trên thế giới, diễn ra ở các độ sâu khác nhau, tùy thuộc vào sự xuất hiện hay có mặt của các loại "tài nguyên" và vị trí thích hợp cho việc xây dựng và sử dụng dưới lòng đất cho nhu cầu cụ thể. Nên,



việc quy hoạch sử dụng không gian ngầm thành phố, đặc biệt với các đô thị lớn cần được quan tâm để sử dụng hiệu quả cho tương lai.



Hình 1: Một số loại công trình ngầm đô thị

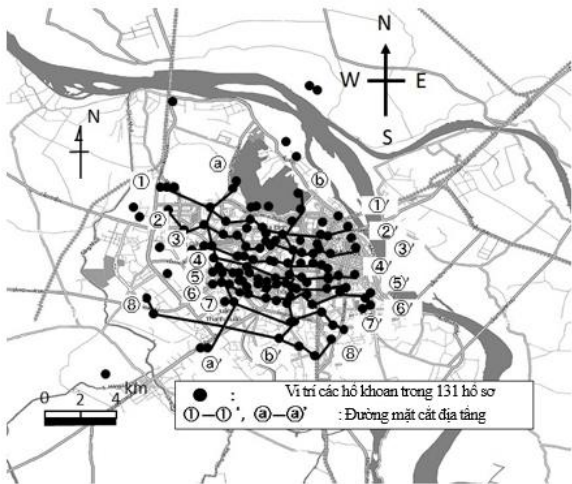


Hình 2: Mô hình lòng đất với đặc điểm địa chất và hiện trạng sử dụng

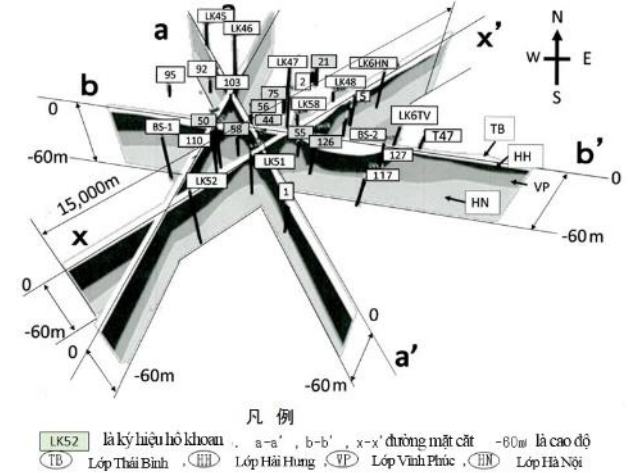
Trên cơ sở các tài liệu thu thập trong khoảng 17 năm (từ năm 1990 đến 2007), bao gồm 135 báo cáo khảo sát địa chất với tổng số 917 hố khoan thăm dò. Cùng với đó, có 02 hố khoan khảo sát địa chất bổ sung để kiểm chứng mức độ tin cậy các tài liệu thu thập đã được thực hiện ở khu vực nội thành Hà Nội.

Nền địa chất khu vực Hà Nội từ dưới lên trên gồm một số hệ tầng chính như đá tuổi Neogen và trầm tích tuổi Đệ Tứ. Trầm tích Đệ Tứ phủ không chỉnh hợp trên nền đá tuổi Neogen, thành phần chủ yếu là cuội, sỏi, cát và có xen lẫn bụi, sét. Trong hệ Đệ Tứ, địa tầng kể từ sau kỷ băng hà gần nhất được phân chia từ dưới lên trên có các hệ tầng như Hà Nội, Vĩnh Phúc, Hải Hưng hệ tầng Thái Bình.

Tanabe và cộng sự (2006) phân chia địa tầng đồng bằng sông Hồng từ Pleistocene đến Holocene thành: Đơn vị cấp 0 (trầm tích biển Pleistocene); Đơn vị cấp 1 (trầm tích lũ tích); Đơn vị cấp 2 (trầm tích sông); và Đơn vị cấp 3 (trầm tích đồng bằng). Ngoài ra, tác giả Tanabe cùng cộng sự cũng đề cập đến thung lũng ngầm trong nền trầm tích theo hướng Nam Bắc dọc sông Đáy. Funabiki và cộng sự (2007) đề cập trong báo cáo khảo sát địa chất ở ngoại ô Hà Nội có nêu, ở độ sâu 4m có trầm tích lũ tích, dưới đó là trầm tích sông chịu ảnh hưởng thủy triều, và dưới 10m là trầm tích biển (tuổi khoảng 7,500 - 8,700 năm trước).



Hình 3: Vị trí các hố khoan trong 131 hồ sơ khảo sát đã thu thập



Hình 4: Sơ đồ 3D của địa tầng một số khu vực nội thành Hà Nội



Bảng 1. Phân loại 26 pha địa tầng ở Thành phố Hà Nội nhìn từ góc độ địa kỹ thuật

		Tên địa tầng	Phân loại tương địa tầng								
Thông Holocene	Đất mặt		1: Đất mặt								
	Phần trên	Thái Bình	Trên	2: Bùn đáy hồ đầm		3: Đất sét lẫn cát màu nâu		4: Cát rời màu ghi			
			Dưới	5: Đất sét màu nâu	6: Đất sét màu nâu đến vàng	7: Đất sét hữu cơ màu xám	8: Đất tính cát, đất sét lẫn cát màu xám	9: Cát mịn chặt vừa màu xám	10: Đất sét lẫn cát màu ghi đen		
	Phần giữa và dưới	Hải Hưng	Trên	11: Bùn hữu cơ mềm màu đen							
			Giữa	12: Đất sét màu xám xanh							
			Dưới	13: Bùn hữu cơ màu đen							
Thông Pleistocene	Phần trên	Vĩnh Phúc	14: Đất sét màu xám trắng đến xám đen, trạng thái dẻo đến nửa cứng	15: Đất sét màu nâu đỏ	16: Đất sét hữu cơ mềm màu xám đen	17: Đất sét lẫn cát	18: Cát mịn màu nâu	19: Sỏi màu xám, cát lẫn sỏi			
	Phần trên và giữa	Hà Nội	20: Đất sét lẫn cát và hữu cơ màu xám		21: Sỏi, cát lẫn sỏi		22: Sỏi lẫn cát màu nâu				
	Phần dưới	Lệ Chi	23: Cát màu xám đến nâu lẫn sỏi			24: Sỏi màu xám lẫn cát					
Kỷ Đệ Tứ chưa phân loại			25: Đất sét màu nâu nửa cứng				26: Đất sét phong hóa				

Các đặc trưng địa kỹ thuật nền đất ở Hà Nội có xu thế thay đổi theo hướng Bắc-Nam. Ở Sóc Sơn và Đông Anh, lớp đất sét cứng lộ ngay trên mặt, tuổi Pleistocen. Xuống phía nam, lớp sét địa tầng này nằm sâu hơn, trên nó có những lớp đất loại sét mềm yếu hơn và cát xen kẽ, thậm chí có nhiều lớp đất yếu loại sét trong địa tầng.

Không gian ngầm Hà Nội có thể được khai thác, sử dụng hiệu quả theo ba lớp: lớp nông (0-5m) cho hạ tầng kỹ thuật; lớp trung bình (5-15m) cho công trình công cộng và bãi đỗ xe; và lớp sâu (15-30m) cho giao thông ngầm. Khai thác nước ngầm và năng lượng địa nhiệt cũng tùy thuộc độ sâu địa tầng chứa nước hay nguồn nhiệt.

Sự cần thiết của phân lớp không gian ngầm gắn với quản lý & sử dụng không gian ngầm đô thị

Việc quản lý và sử dụng không gian đô thị, đặc biệt là không gian ngầm, đang trở nên quan trọng trong bối cảnh phát triển đô thị gia tăng, trong đó luôn kèm theo sự gia tăng dân số tại các đô thị trẻ. Phân lớp không gian ngầm là giải pháp hiệu quả để giảm áp lực lên không gian bề mặt, giải quyết ngập lụt, tối ưu hóa đa chức năng, bảo vệ môi trường và bảo tồn di sản văn hóa. Các lợi ích hay giá trị mang lại khi khai thác sử dụng không gian ngầm đô thị có thể kể tới như:

- Tăng cường hiệu quả sử dụng không gian: Sự gia tăng dân số và phát triển kinh tế khiến không gian trên mặt đất hạn chế, việc sử dụng không gian ngầm giúp giảm áp lực này.
- Đa dạng hóa chức năng không gian: Không gian ngầm có thể được sử dụng cho nhiều mục đích như lưu trữ hàng hóa, giao thông, và các dịch vụ công cộng.
- Giải quyết ngập lụt: Không gian ngầm giúp cải thiện hệ thống thoát nước và giảm nguy cơ ngập lụt trong các thành phố.
- An toàn và bảo vệ môi trường: Chôn dưới đất các hạ tầng và dịch vụ cơ bản giúp giảm nguy cơ từ thảm họa tự nhiên và ô nhiễm môi trường.
- Bảo quản di sản văn hóa: Không gian ngầm có thể bảo quản và tôn vinh các di sản văn hóa và lịch sử.



Bài học kinh nghiệm trên thế giới

Singapore - Chiến lược phát triển không gian ngầm đô thị

Phát triển không gian ngầm là yếu tố quan trọng để hỗ trợ tăng trưởng bền vững tại Singapore, một quốc gia có diện tích lãnh thổ rất hẹp – khan hiếm đất đai. Năm 2007, bộ Phát triển Quốc gia đã thành lập “Undergroup Master Planning Task Force” để lập kế hoạch chiến lược phát triển sử dụng không gian ngầm. Đến năm 2010, Ủy ban Chiến lược Kinh tế đã tích hợp việc phát triển không gian ngầm vào chiến lược kinh tế dài hạn của chính phủ Singapore. Năm 2014, Cơ quan Tái phát triển đô thị đã thúc đẩy nghiên cứu về không gian ngầm để sử dụng hiệu quả tài nguyên ngầm. Không gian gần mặt đất được quy hoạch cho các hoạt động lấy con người làm trung tâm như trung tâm mua sắm, bãi đỗ xe, giao thông, trong khi các tầng sâu hơn được sử dụng cho đường hầm tiện ích, lưu trữ hydrocarbon và hệ thống thoát nước. Singapore đã phát triển một mạng lưới đường sắt đô thị rộng lớn, trong đó 82 km trong tổng số 180 km nằm dưới mặt đất, và gần 10% mạng lưới đường cao tốc cũng nằm dưới mặt đất. Họ đã triển khai nhiều dự án hầm ngầm lớn và phát triển mạng lưới đi bộ ngầm tập trung ở khu thương mại trung tâm. Giai đoạn 2018-2030, Singapore tiếp tục xây dựng các quy định toàn diện và phối hợp giữa các bên liên quan để sử dụng không gian ngầm hiệu quả hơn. Các dự án tương lai bao gồm mở rộng hạ tầng giao thông ngầm và tạo cây xanh dưới lòng đất, với các dự án cụ thể như Thomson-East Coast Line, North-South Corridor và Cross Island Line. Để hỗ trợ việc này, Singapore đang phát triển mô hình địa chất không gian ngầm và thu thập dữ liệu chính xác về các cấu trúc ngầm, đồng thời khám phá mô hình hợp tác công tư (PPP) để phát triển việc khai thác không gian ngầm để ngày càng hiệu quả hơn.

Casablanca (Morocco) - Tích hợp không gian ngầm trong quy trình quy hoạch sử dụng đất đô thị

Casablanca, thủ đô kinh tế của Maroc, đang hướng tới việc tích hợp không gian ngầm trong quy hoạch sử dụng đất đô thị để phát triển bền vững. Trước đây, không gian ngầm chủ yếu được sử dụng cho các tiện ích cơ bản như nước, điện và viễn thông. Tuy nhiên, gần đây thành phố đã triển khai một số dự án ngầm như bãi đỗ xe và hầm chứa để giải quyết vấn đề giao thông. Một dự án đáng chú ý là "siêu thu gom nước Bouskoura", được xây dựng để đối phó với lũ lụt và đã chứng minh hiệu quả của việc sử dụng không gian ngầm trong việc giải quyết các vấn đề lớn của thành phố. Casablanca đang áp dụng mô hình "Mô hình hóa thông tin vùng đô thị - SURBIM" để tích hợp không gian ngầm vào quy hoạch sử dụng đất. Mô hình này sử dụng dữ liệu địa lý và hệ thống thông tin địa lý (GIS) để quản lý thông tin về không gian ngầm, chia sẻ chi phí thu thập dữ liệu và nghiên cứu các vấn đề môi trường. Mục tiêu của mô hình này là tạo ra và hợp nhất tất cả các loại dữ liệu liên quan đến không gian ngầm, giúp thiết lập khung chính sách để cung cấp thông tin và hướng dẫn các quyết định liên quan đến không gian ngầm. Điều này sẽ giúp duy trì sự cân bằng giữa khai thác và bảo tồn không gian ngầm, đồng thời đảm bảo phát triển đô thị bền vững.

Một số bài học kinh nghiệm từ quy hoạch và quản lý không gian ngầm đô thị áp dụng cho thành phố Hà Nội

Không gian ngầm đô thị là một nguồn tài nguyên quan trọng, cần được nghiên cứu và sử dụng hiệu quả để mang lại nhiều giá trị về kinh tế, xã hội, bảo vệ môi trường và cảnh quan đô thị. Đối với các thành phố lớn như Hà Nội, đã đến lúc cần xây dựng các chiến lược phát triển không gian ngầm, đặc biệt tại khu vực trung tâm, nhằm tăng hiệu quả sử dụng đất, bảo tồn cảnh quan đô thị và cung cấp nhiều tiện ích cho người dân. Việc này không chỉ tạo ra các chức năng mới mà còn giúp tối ưu hóa sử dụng không gian đô thị và giảm bớt áp lực cho các khu vực trung tâm.

Để quy hoạch và quản lý không gian ngầm đô thị hiệu quả, cần lưu ý một số vấn đề sau:

Dữ liệu về không gian ngầm đô thị: Đây là bước đầu tiên và quan trọng nhất. Cần sử dụng các công nghệ như GIS và BIM để xây dựng cơ sở dữ liệu trực tuyến về hồ sơ xây dựng, dữ liệu địa chất và thư viện địa kỹ thuật, phục vụ cho việc lập quy hoạch và quản lý phát triển không gian ngầm.

Lập quy hoạch không gian ngầm đô thị: Việc này đòi hỏi kiến thức toàn diện về môi trường ngầm, đặc biệt là các vấn đề liên quan đến đất đai, địa chất đô thị và sự tương tác với cơ sở hạ tầng đô thị. Quy hoạch



tầng ngầm nông cho các hoạt động lấy con người làm trung tâm như hệ thống đi bộ ngầm, bãi đỗ xe, và công trình thương mại dịch vụ ngầm tại các nhà ga metro, kết nối với không gian trên mặt đất. Quy hoạch tầng ngầm sâu để phát triển các hệ thống hạ tầng kỹ thuật khác như hệ thống thoát nước để giải quyết ngập lụt đô thị. Quy hoạch này có thể tích hợp vào quy hoạch sử dụng đất như trường hợp của Casablanca hoặc quy hoạch tổng thể tích hợp như Singapore.

Xây dựng chiến lược phát triển không gian ngầm đô thị: Phát triển không gian ngầm đòi hỏi nguồn lực lớn và lâu dài. Chiến lược này cần có sự phối hợp của Chính phủ, tư nhân và người dân, đặc biệt là mô hình PPP để phát triển không gian ngầm. Nên xây dựng các quy định toàn diện hướng dẫn sử dụng không gian ngầm hiệu quả và tích hợp việc phát triển không gian ngầm đô thị vào chiến lược kinh tế dài hạn như Singapore đã thực hiện, cấu trúc nó thành một phần của sự bền vững đô thị.

Giải pháp kết nối không gian ngầm đô thị và chia sẻ quyền sử dụng không gian ngầm

Kết nối không gian ngầm đô thị và chia sẻ quyền sử dụng không gian này có thể đạt được thông qua các biện pháp sau:

- Giao thông công cộng tích hợp: Xây dựng hệ thống giao thông liên kết giữa không gian ngầm và bề mặt đô thị.
- Cải thiện tiện ích và dịch vụ: Phát triển các tiện ích như khu mua sắm, nhà hàng, hoặc phòng tập thể dục trong không gian ngầm.
- Sử dụng công nghệ thông tin: Tạo ra các ứng dụng di động cung cấp thông tin về không gian ngầm.
- Quản lý dữ liệu và quyền sở hữu: Thiết lập hệ thống quản lý dữ liệu để theo dõi và phân phối quyền sử dụng không gian ngầm.
- Hợp tác: Tổ chức cuộc họp giữa các bên liên quan để thảo luận và phát triển không gian ngầm một cách hợp tác và bền vững.

Kết hợp các biện pháp này có thể tạo ra một môi trường không gian ngầm đô thị phát triển, mở và hấp dẫn, đồng thời đảm bảo rằng quyền lợi và nhu cầu của cộng đồng được đáp ứng.

Sử dụng không gian ngầm với mục đích phát triển đô thị theo hình thức TOD

Transit Oriented Development (TOD) là mô hình quy hoạch đô thị dựa trên hệ thống giao thông công cộng, tập trung dân cư quanh các đầu mối giao thông như ga metro. Với diện tích 3359,8km² và dân số dự kiến 14,6 triệu người vào năm 2045, Hà Nội sẽ phát triển thành đô thị lớn. Việc áp dụng mô hình TOD sẽ tăng hiệu quả sử dụng đất, giảm khoảng cách đi lại, giảm ùn tắc giao thông và thúc đẩy phát triển đô thị bền vững.

Một số chuyên gia nước ngoài từng đề xuất Hà Nội cần quy hoạch quỹ đất cho các đô thị vệ tinh và hệ thống metro. Tại Nhật Bản, mô hình TOD đã thành công với việc phát triển các khu vực quanh ga metro hiện đại, tiện ích và trung tâm thương mại. Điều này giúp giảm tải cho vùng lõi đô thị.

Ưu điểm của mô hình TOD là tối đa hóa giá trị đất để bù đắp vốn đầu tư, tăng lưu lượng hành khách, và cải thiện điều kiện môi trường và xã hội. TP.HCM cũng đang quy hoạch phát triển theo mô hình này. Kinh nghiệm từ nước ngoài cho thấy cần quy hoạch lại đất và bổ sung cơ sở hạ tầng khi xây dựng metro, với cơ chế phù hợp để đảm bảo lợi ích cho người dân và chính quyền. Mô hình TOD không chỉ giúp phát triển đô thị mà còn tạo nguồn lực tài chính lớn cho các dự án đường sắt đô thị.

Các giải pháp kỹ thuật cho việc sử dụng không gian ngầm tại các quận trung tâm của thành phố Hà Nội

Sử dụng không gian ngầm tại các quận trung tâm thành phố Hà Nội có thể đòi hỏi các giải pháp kỹ thuật cụ thể để đảm bảo tính hiệu quả và an toàn. Dưới đây là một số giải pháp kỹ thuật phổ biến:

- Hệ thống giao thông ngầm: Xây dựng tàu điện ngầm và hệ thống tàu cao tốc để giảm ùn tắc và tạo khu đô thị dưới lòng đất.



- Hệ thống cấp và thoát nước: Nâng cấp hệ thống ngầm để cung cấp nước sạch và chống ngập úng, xử lý nước thải hiệu quả.
- Hệ thống điện và viễn thông: Đầu tư hạ tầng ngầm để cung cấp dịch vụ điện và internet ổn định, tránh mất mỹ quan đô thị.
- Phương pháp thi công ngầm: Áp dụng phương pháp kích đẩy ống và TBM để thi công hệ thống ngầm, hạn chế ảnh hưởng đời sống trên mặt đất, kết hợp quan trắc liên tục để kiểm soát sự cố.
- Quản lý rủi ro và an toàn: Thiết kế công trình ngầm với hệ thống thoát hiểm, cảnh báo và vật liệu chống cháy.
- Bảo dưỡng và bảo trì định kỳ: Thực hiện bảo dưỡng thường xuyên để đảm bảo hệ thống ngầm hoạt động hiệu quả và an toàn lâu dài.

Luật sử dụng không gian ngầm đô thị dựa trên kinh nghiệm của Nhật Bản

Chính phủ Nhật Bản đã ban hành chính sách sử dụng không gian ngầm sâu để tái tạo đô thị. Đất đô thị chỉ chiếm 8,8%, khiến việc phát triển không gian ngầm trở nên cần thiết, nhất là ở Tokyo. Không gian ngầm được sử dụng cho đường cao tốc, đường sắt, bãi đỗ xe, khu mua sắm, và các công trình kỹ thuật khác.

Chính phủ quy định không gian ngầm sâu hơn 40m không thuộc sở hữu cá nhân, giúp dễ dàng xây dựng các công trình công cộng. Việc xây dựng không gian ngầm sâu mang lại nhiều lợi ích, như giảm tranh chấp, rút ngắn thời gian và chi phí xây dựng, và tăng cường an toàn động đất. Các dự án đường sắt và cao tốc phải ngầm hóa do thiếu không gian bề mặt.

Chính phủ đã kết hợp nhiều luật để điều chỉnh việc sử dụng không gian ngầm sâu, đặc biệt ở các thành phố lớn. Ví dụ, đường vành đai Tokyo và hầm tàu tốc độ cao Linear không thể thực hiện nếu không có luật không gian ngầm sâu. Việc xây dựng các khu mua sắm ngầm cũng phổ biến, với hơn 1,1 triệu mét vuông. Chính phủ Nhật đã xây dựng các công trình ngầm thoát nước dưới các sông để chống lũ lụt, như ở Chiba. Khi xây dựng công trình ngầm, cần khảo sát kỹ, lập biện pháp thi công, phòng cháy chữa cháy, thông gió, chiếu sáng, phòng lũ, và đánh giá tác động. Nhà nước cần xây dựng cơ sở dữ liệu địa chất, quy hoạch không gian ngầm, hoàn thiện văn bản pháp lý, và khuyến khích đầu tư công nghệ mới. Đây là bài học kinh nghiệm cho Việt Nam trong phát triển công trình ngầm.

Kết luận và kiến nghị

Việc nghiên cứu và quản lý không gian ngầm đô thị là một phần quan trọng trong phát triển bền vững của Hà Nội. Áp dụng các phương pháp khoa học và kinh nghiệm từ các quốc gia khác giúp tối ưu hóa sử dụng không gian ngầm và cải thiện môi trường sống để phát triển bền vững. Dựa trên nghiên cứu, chúng tôi đề xuất:

- Tăng cường nghiên cứu khoa học: Đầu tư vào nghiên cứu để hiểu rõ hơn về cấu trúc và tính chất của không gian ngầm đô thị đặc thù tại Hà Nội.
- Xây dựng chiến lược quản lý: Thiết lập kế hoạch quản lý bao gồm nguyên tắc hướng dẫn, chuẩn mực kỹ thuật và cơ chế giám sát.
- Hợp tác đa phương: Thúc đẩy hợp tác giữa các bộ, ngành, địa phương và các đối tác tư nhân trong quản lý không gian ngầm.
- Tích hợp vào quy hoạch đô thị: Tích hợp phát triển không gian ngầm vào các kế hoạch quy hoạch đô thị, đặc biệt ở khu vực trung tâm.
- Giáo dục và tạo nhận thức: Tăng cường giáo dục và nhận thức cộng đồng về vai trò, ảnh hưởng và biện pháp an toàn khi sử dụng không gian ngầm.

Với sự nỗ lực và hợp tác từ các bên liên quan, chúng ta có thể quản lý không gian ngầm đô thị bền vững và hiệu quả, góp phần phát triển toàn diện thành phố Hà Nội.



Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Công Giang. Sử dụng không gian ngầm đô thị. Sách dịch. Trường đại học Kiến trúc Hà Nội, 2014
- [2] Yahagi Shuichi, Nguyễn Công Giang, Lê Quang Hanh. Tiêu chuẩn kỹ thuật đào hầm – 2006: Đào hầm sử dụng khiên đào. Sách chuyên khảo. Trường đại học Kiến trúc Hà Nội, 2023
- [3] Nguyễn Công Giang, Vũ Hải Hà. Nghiên cứu những ảnh hưởng bất lợi khi xây dựng các tuyến phố thương mại ngầm. Tạp chí Xây dựng, Số 3 – 2018.
- [4] Nguyen Cong Giang, Nakayama Toshio, Sugimoto Takao, Kojima Yoshitaka, Katagiri Masaaki, Ohishi Kanta and Kohata Yukihiro. Considerations of Holocene Ground and Its Soil Properties in Ha Noi City. Chikyu Kagaku Earth science -The Association for the Geological Collaboration in Japan. ISSN:0366-6611, 2015
- [5] Nguyễn Công Giang, Yukihiro Kohata. Mechanical Property of Liquefied Stabilized Soil Reused Vinh Phuc-Clay in Hanoi City for Underground Construction, Tuyển tập Hội thảo Xây dựng công trình trong điều kiện đặc biệt, 2010.
- [6] Phan Hữu Duy Quốc. Sử dụng không gian ngầm đô thị tại Nhật Bản, Tạp chí Xây dựng, 2022.
- [7] Nguyễn Quang Phích, Đào Viết Đoàn, Nguyễn Quang Minh. Vấn đề quy hoạch không gian ngầm thành phố. Tạp chí Xây dựng, 2023.
- [8] Hoàng Ngọc Lan. Quy hoạch và quản lý không gian ngầm đô thị: Một số bài học kinh nghiệm. Tạp chí Quy hoạch Xây dựng, 2023.
- [9] Phan Anh Tuấn. Lợi ích & thách thức phát triển không gian ngầm đô thị. Tạp chí Quy hoạch Xây dựng, 2023.



PROJECTS IN FOCUS

Ứng dụng lưới địa kỹ thuật đa trục gia cố kết cấu sàn công trình cầu trục siêu trọng

Multi-axial geogrid stabilized working platform for ringer crane operation

Lois G. Schwarz and Mark H. Wayne

Tensar International Limited. E-mail: lois.schwarz@cmc.com

Yuli Doulala-Rigby

Tensar International Limited. E-mail: yuli.doulala-rigby@cmc.com

Translated by Tensar International Ltd., Vietnam. E-mail: tensarinfo-vn@cmc.com

Summary

Design and construction of a geogrid stabilized working platform for use with a ringer crane in the US was undertaken in 2016 and completed in 2017. The ringer crane was configured with a maximum bearing pressure of 192 kPa, a load spreader ring with outside and inside diameters 56 m and 33.2 m, respectively, and was rated the third largest in the world. Stringent criteria for differential and total settlement needed to be met to ensure successful crane operation. Site conditions exhibited predominantly fat clays and occasional sandy silt lenses. A geogrid stabilized working platform was designed to improve allowable bearing capacity of the soil and to decrease potential settlement. Estimated total cost savings of \$3.1 million when compared with original plans to construct a deep foundation system. Success of the geogrid stabilized platform was further demonstrated when it withstood Hurricane Harvey without damage and the crane was back in operation the day after the storm passed.

Tóm tắt

Việc thiết kế và thi công kết cấu sàn công tác được gia cố bằng lưới địa kỹ thuật đa trục phục vụ vận hành cần trục loại Ringer ở Mỹ đã được thực hiện vào năm 2016 và hoàn thành vào năm 2017. Cần trục Ringer tạo áp lực lớn nhất lên nền tới 192 kPa, với phạm vi phân tải có hình vành khăn, có đường kính ngoài cũng như trong lần lượt là 56 m và 33,2 m, được đánh giá thuộc loại lớn thứ ba trên thế giới. Để đảm bảo vận hành cần trục an toàn, các tiêu chí về độ lún lệch và độ lún tổng cần phải đáp ứng một cách nghiêm ngặt. Địa tầng tại khu vực dự án chủ yếu là đất sét dẻo và một số vị trí có xen kẹp lớp cát phù sa. Kết cấu sàn cầu trục được gia cố bằng lưới địa kỹ thuật đa trục được thiết kế để gia tăng khả năng chịu tải và giảm độ lún của công trình. Tổng chi phí ước tính đã tiết kiệm khoảng 3,1 triệu USD khi so sánh với phương án kết cấu ban đầu sử dụng hệ móng cọc. Hiệu quả của kết cấu sàn cầu trục này còn được thể hiện rõ hơn khi kết cấu trụ vững trước bão Harvey mà không bị hư hại nào và cần trục đã hoạt động trở lại chỉ một ngày sau khi cơn bão đi qua.

Giới thiệu chung

Các dự án xây dựng cảng thường có kết cấu sàn công tác cho cầu trục, hỗ trợ cần trục hoạt động và phổ biến đặt trên nền địa chất yếu. Các kết cấu sàn công tác này thường được xem là công trình tạm, thường có ít hoặc không có khảo sát hiện trường và được thiết kế để đảm bảo điều kiện vận hành an toàn cho máy móc tải trọng nặng. Thiết kế không phù hợp các kết cấu sàn cầu trục này có thể gây tổn kém hoặc dẫn tới việc không đảm bảo khả năng làm việc ổn định, thậm chí có thể gây nên sự chậm trễ trong quá trình xây dựng. Trong một số trường hợp đặc biệt, thiết bị tải trọng nặng có thể mất ổn định dẫn đến sập hoặc

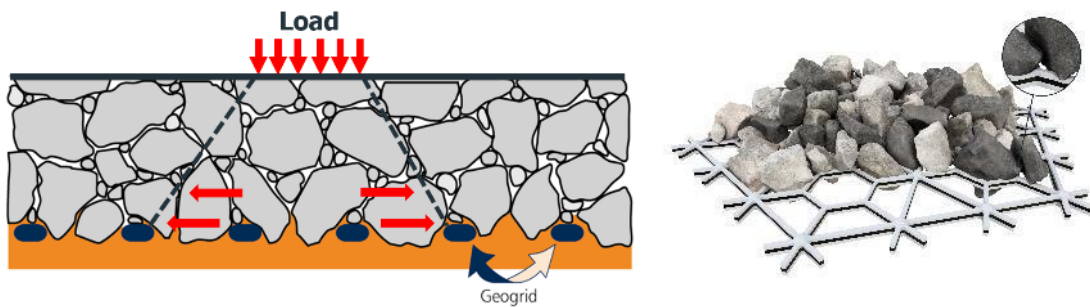


lật đổ. Những tai nạn này thường dẫn đến thương tích hoặc tử vong và có thể dẫn tới việc điều tra kéo dài, bao gồm việc xem xét chi tiết điều kiện địa chất, tải trọng và phương pháp thiết kế được sử dụng để xác định kích thước sàn công tác.

Thông thường, các kết cấu sàn cầu được xây dựng sử dụng cấp phối dạng hạt rời như cấp phối đá dăm nghiền, đặc biệt khi kết cấu sàn phải chịu tải rất nặng và chiều dày kết cấu sàn công tác trở nên rất dày. Giải pháp phổ biến hiện nay để giảm chiều dày kết cấu sàn cầu là kết hợp với vật liệu địa kỹ thuật tổng hợp, đặc biệt là lưới địa kỹ thuật polyme.

Gia cố cơ học

Gia cố cơ học diễn ra khi các hạt cốt liệu hoặc đất liên kết khóa giữ với các khe/ô hở của lưới địa kỹ thuật cứng đa trục, nhờ đó hiệu quả lèn chặt các hạt như được minh họa tại Hình 1. Khi lưới địa kỹ thuật cứng phát triển cơ chế liên kết khóa giữ, mang lại những lợi ích đáng kể về hiệu suất cơ học của lớp vật liệu phức hợp này (giữa lưới và cốt liệu đắp) và truyền tải trọng xuống nền đất bên dưới. Lợi ích của lớp vật liệu phức hợp này được đánh giá qua kết quả ghi nhận giá trị chuyển vị rất nhỏ tại bề mặt kết cấu, nhờ sự huy động về khả năng làm việc ngay từ biến dạng rất bé của chính lưới địa kỹ thuật sử dụng để gia cường nền. Gia cố kết cấu sàn công tác bằng lưới địa kỹ thuật đa trục làm tăng khả năng chịu tải và giảm độ lún, và đã được chứng minh bằng các thử nghiệm trên mô hình kích thước thực.



Hình 1. Nguyên lý gia cố và cơ chế khóa giữ vật liệu hạt rời với lưới địa kỹ thuật đa trục

Thông tin dự án thiết kế

Dự án được đề cập trong bài viết này là một cơ sở hóa dầu ở phía Tây Nam Louisiana, Hoa Kỳ ở khu vực Lake Charles gần Giáo xứ Calcasieu. Quy mô của dự án được đề xuất rộng 250 mẫu Anh bao gồm việc xây dựng mới khu phức hợp lò hơi phân hủy etan (cracker ethane) trị giá 1,9 tỷ USD và nhà máy monoethylene glycol (MEG) trị giá 1,1 tỷ USD. Việc xây dựng cả hai nhà máy đã được thực hiện vào năm 2016. Do yêu cầu phải sử dụng các thiết bị siêu trọng trong quá trình xây dựng các nhà máy này và tính phức tạp của dự án khi không gian vận hành rất hạn chế nên cần trục loại Ringer chuyên dụng được sử dụng. Việc xây dựng được hoàn thành trong vài năm tiếp theo và cả hai nhà máy đều chính thức vận hành vào năm 2019.

Cần trục Ringer

Mammoet Fabrication B.V. đã thiết kế và sản xuất cần trục PTC-200 DS để sử dụng cho việc xây dựng cơ sở hóa dầu. Cần trục Ringer này được thiết kế với áp lực lớn nhất tác dụng lên nền đất tới 192 kPa, với phạm vi vòng phân tải có đường kính ngoài và trong lần lượt là 56 m và 33,2 m, và được đánh giá là cần trục loại Ringer lớn thứ ba trên thế giới. Sức nâng của cần trục tới 9578 kN ở bán kính nâng 74 m. Hình 2 thể hiện hình ảnh một cần trục PTC điển hình. Cần trục di chuyển trên một hệ thống đường ray tròn gọi là dầm vòng đôi tạo thành khung chữ A ổn định. Để đảm bảo cần trục vận hành an toàn, các tiêu chí về độ lún tổng, và quan trọng hơn là yêu cầu về độ lún lệch cần phải đáp ứng nghiêm ngặt.



Hình 2. Hình ảnh một cần trục PTC Ringer

Các yêu cầu độ phẳng

Các yêu cầu vận hành đối với cần trục Ringer cỡ lớn cần đảm bảo nghiêm ngặt và chặt chẽ trong kiểm soát độ lún. Cao độ của móng sàn cầu không được thay đổi quá 10% trên đường kính 56 m vòng ngoài. Độ bằng phẳng không được thay đổi quá 10 mm trên bất kỳ khoảng cách ray 5 m nào hoặc 2 mm trên chiều dài 11,4 m của thám ray. Cấp độ vĩ mô độ lệch yêu cầu của các tấm phân tải liền kề phải nằm trong khoảng 15 mm trên khoảng cách 15 m giữa các khung đế.

Các yêu cầu khắt khe nêu trên, trong khi công trình đặt trên nền địa chất ít thuận lợi, với điều kiện địa chất khu vực bệ cần cầu bao gồm lớp đất sét dẻo, trạng thái dẻo mềm, và một số vị trí có xen kẹp lớp cát phù sa. Mặt cắt ngang phân tầng địa chất đến độ sâu 30,5 m gồm 5 lớp đất sét (CH) khác nhau. Điều kiện địa chất phức tạp hơn khi mà mực nước ngầm dao động trong khoảng -1,83 m đến -1,22 m. Kết quả thí nghiệm không cố kết-không thoát nước cho trị sức kháng cắt khoảng 32 kPa.

Giải pháp thiết kế ban đầu - móng sâu

Giải pháp thiết kế ban đầu cho kết cấu sàn công tác đã đề xuất hệ móng sâu bao gồm 200 cọc bê tông cốt thép vuông kích thước cạnh là 457 mm được đóng tới độ sâu 19,8 m và có đài cọc bê tông đường kính 61 m. Tổng chi phí ước tính cho kết cấu hệ móng cọc này là 2,7 triệu USD, không tính đến chi phí vượt mức có thể xảy ra. Đài cọc có thể được giữ lại sau khi quá trình vận hành cần cầu hoàn tất hoặc có thể bị phá bỏ với chi phí tăng thêm là 600 ngàn USD; nâng tổng chi phí ước tính của kết cấu móng cọc lên ít nhất là 3,3 triệu USD.

Giải pháp thay thế với lưới địa kỹ thuật

Nhóm dự án LA MEG 1 muốn tìm một giải pháp thay thế kết cấu sàn công tác thiết kế ban đầu có chi phí thấp hơn và thuận tiện hơn để hỗ trợ cần trục tải trọng lớn vận hành. Sự phối hợp giữa CBI, Tensar International và Nhóm dự án LA MEG 1 đã đề xuất kết cấu sàn cầu gia cố bằng lưới địa kỹ thuật đa trục. Yêu cầu đối với thiết kế kết cấu sàn cầu bao gồm sức chịu tải tối thiểu 295 kPa và duy trì độ lún chênh lệch nhỏ hơn 1:100.

Các lớp lưới địa kỹ thuật và cấp phối đá dăm trong kết cấu sàn cầu sẽ làm việc như một lớp vật liệu phức hợp và mang lại hiệu quả làm việc ổn định thông qua khả năng khóa giữ liên động cốt liệu rời, lèn chặt các hạt cốt liệu. Cơ chế làm việc của lưới địa kỹ thuật sẽ mang lại lợi ích cho việc hạn chế dịch chuyển



ngang cốt liệu và tăng cường độ của lớp cấp phối đá dăm một cách hiệu quả cho các lớp cấp phối đá bên trên lớp lưới địa kỹ thuật.

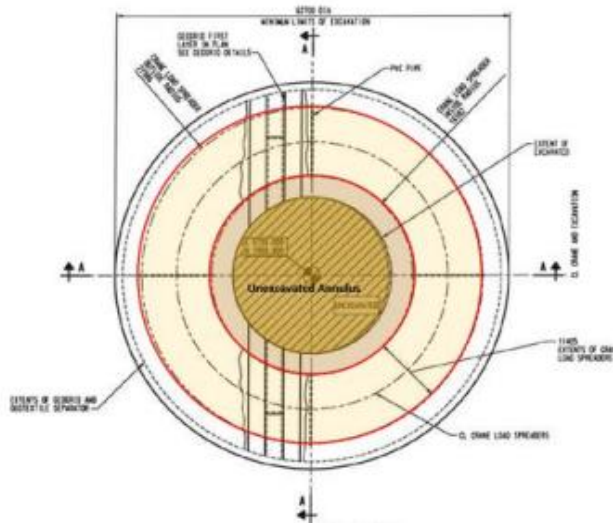
Vật liệu

Cốt liệu cấp phối đá dăm nghiền (vật liệu nền đường loại A-1 LA-610) độ đầm chặt 98% (Modified Proctor - Proctor cải tiến) được sử dụng tại dự án. Cấp phối hạt của cốt liệu có 10% cỡ hạt lọt sàng No200 (0,075mm), còn lại các hạt 0,075-22mm). Một số chỉ tiêu vật lý của cốt liệu bao gồm trọng lượng đơn vị thể tích khô lớn nhất 21,5 kN/m³, khối lượng thể tích đơn vị riêng hạt 27,6 g/cm³, trọng lượng đơn vị thể tích rời 16,2 kN/m³, độ ẩm tối ưu 7,25%, độ mài mòn LA 22, và độ bền sunfat 0,4.

Lưới địa kỹ thuật Tensor TriAx TX160™ và vải địa kỹ thuật không dệt (Mirafi S800) được sử dụng làm vật liệu ngăn cách, ngăn chặn sự xâm nhập của các hạt mịn giữa lớp cấp phối đá dăm và lớp cát san lấp để đảm bảo yêu cầu về độ phẳng vi mô (micro levelness) cho hoạt động của cần cẩu.

Thiết kế kết cấu sàn cầu gia cố bằng lưới địa kỹ thuật đa trục

Sàn cầu được thiết kế dày 1,83 m với 5 lớp lưới địa kỹ thuật đa trục. Công tác đào mở rộng diện tích kết cấu sàn cầu là cần thiết để đảm bảo tấm đệm phân tải sẽ được thi công với chiều dày ít nhất là 1900 mm cốt liệu được đầm chặt với các lớp lưới địa kỹ thuật gia cố cơ học. Giới hạn đào là khoảng 71.830 mm đến 62.700 mm và phạm vi của tấm phân tải lần lượt là 27.986 mm đến 16.582 mm, bán kính từ ngoài vào trong. Phạm vi hình khuyên của lưới địa kỹ thuật là 17.501 mm. Chi tiết minh họa phạm vi của kết cấu sàn cầu được thể hiện tại Hình 4. Phạm vi nền sau đào yêu cầu phải được tạo phẳng sau khi đào bỏ phạm vi đất yếu, cũng như đắp lại bằng vật liệu tốt và đầm chặt.

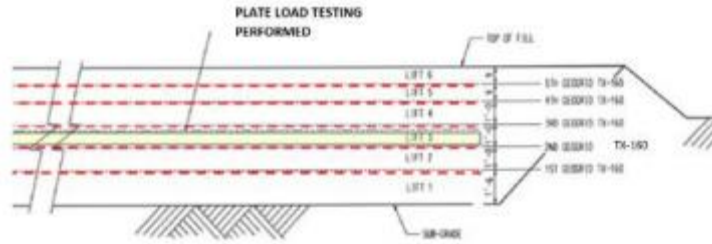


Hình 3. Mở rộng kết cấu sàn cầu

Bề rộng phạm vi chõng mí của lưới địa kỹ thuật là 305 mm theo cả chiều dài và bề rộng cuộn lưới khi trải lưới trên mặt bằng. Hướng đường nối của các lớp lưới địa kỹ thuật kế tiếp được xoay 60 độ so với hướng đường nối của lớp trước, do đó hướng đường nối của mỗi lớp lưới địa kỹ thuật không thẳng hàng và trùng hướng với các lớp trải lưới trước đó.

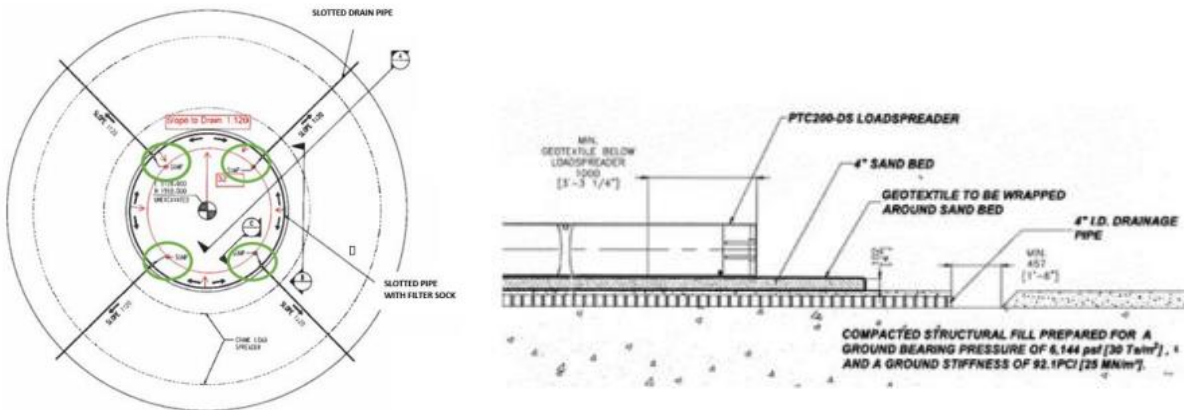
Yêu cầu về chất lượng và kiểm soát chất lượng (QA/QC)

Độ dày lớp cốt liệu và lưới địa kỹ thuật kết cấu sàn cầu được thể hiện tại Hình 4. Thí nghiệm thử tải được tiến hành mỗi 60 độ ở bán kính 22,8 m tính từ đường tâm của kết cấu sàn và tương ứng với đường tâm của phạm vi tấm phân tải. Để tiến hành các thí nghiệm, một tấm thép có đường kính 457 mm được sử dụng với kích thủy lực 227 kN và một xe ben có tải làm đối trọng. Tải được áp dụng theo ba mức tăng tải là 165,2, 342,3 và 550,6 kPa và được giữ trong các khoảng thời gian thích hợp. Kết quả ghi nhận được lấy từ giá trị tại 5 phút đo cuối cùng để loại bỏ các biến dạng dư. Các giá trị độ cứng của nền được tính toán tại từng vị trí và xác nhận độ cứng nền lớn hơn 6,5 kg/cm³ theo yêu cầu cho phạm vi kết cấu sàn.



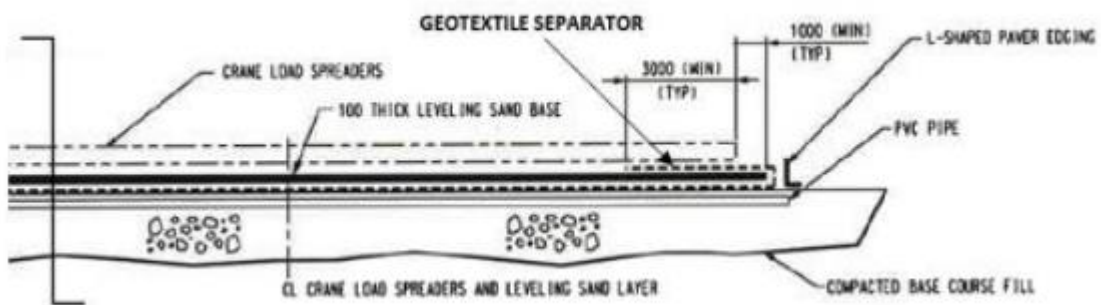
Hình 4. Bố trí các lớp của cốt liệu và lưới địa kỹ thuật kết cấu sàn cầu

Bố trí hệ thống thu thoát nước phạm vi tấm phân tải hình vành khăn và hệ thống đường dây kết nối điện tại đường tâm bên dưới phạm vi tấm phân tải cần được thiết kế để đảm bảo vận hành cần trục an toàn. Chi tiết đường ống thoát nước được thể hiện tại Hình 5. Các đường ống thoát nước này được nối với 4 máy bơm đặt bên trong ngoài phạm vi tấm phân tải để thu nước về trung tâm và loại bỏ khả năng đọng nước tại phạm vi tấm phân tải. Một ống PVC 100 mm cũng được sử dụng để bảo vệ đường dây cấp điện và được bố trí nằm bên dưới lớp cát.



Hình 5. Chi tiết mặt bằng và mặt cắt ngang bố trí hệ thống thu thoát nước

Một lớp đệm cát dày 100 mm được đặt bên trên lớp kết cấu sàn hoặc trên cùng của phần kết cấu đắp. Lớp cát này giúp tạo độ phẳng vi mô (micro levelness) cho cần trục để đảm bảo phân bố áp lực đồng đều đến các máy rải tải và dầm ray trong quá trình vận hành cần trục. Yêu cầu thi công bao gồm việc bố trí lớp bọc vải địa kỹ thuật phân cách được bo gập từ 2 m đến 3 m ở phía trong và phía ngoài của lớp đệm cát, tạo thành đệm phao cát như thể hiện tại Hình 6. Ngoài ra, máy rải tải phải chồng lên trên phạm vi bo gập lớp vải địa kỹ thuật ít nhất 1 m để cát không bị trượt ra ngoài và bị cuốn trôi khi mưa lớn hoặc bị gió thổi mạnh.



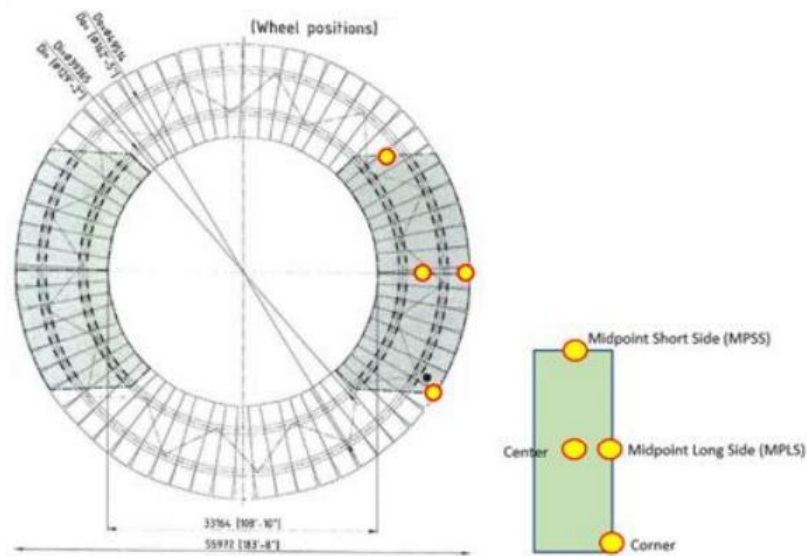
Hình 6. Chi tiết cao độ đáy lớp cát



Dự báo độ lún giải pháp thiết kế

Các phân tích về độ lún được thực hiện bằng phần mềm, sử dụng hai phương pháp khác nhau để so sánh bởi vẫn có những tồn tại và hạn chế nhất định của phần mềm được sử dụng vào thời điểm đó. Phần mềm Dimension Solution hoặc DSS (Tensar International Corporation) đã được sử dụng để dự báo độ lún sơ cấp bên dưới đường tâm của khu vực kết cấu sàn cầu sử dụng lưới địa kỹ thuật. Phần mềm DSS có khả năng ước tính độ lún nền kết cấu sàn gia cố bằng lưới địa kỹ thuật sử dụng phương pháp Westergaard, cũng như độ lún nền không được gia cố bằng phương pháp Boussinesq. Phần mềm SetCalc (Yang và Duncan) cũng được sử dụng để tính toán độ lún chênh lệch của cùng một khu vực ổn định lưới địa kỹ thuật vì chương trình có khả năng tính toán độ lún sơ cấp dưới bất kỳ điểm nào được lựa chọn đối với tải trọng tác dụng phân bố và do đó cho phép tính toán độ lún chênh lệch từ điểm này tới điểm khác.

Sử dụng áp lực tiền cố kết là 167,6 kPa, độ lún được ước tính cho hai trường hợp áp lực tác dụng là 191,6 kPa và 179,9 kPa. Cả hai trường hợp sàn cầu gia cố bằng lưới địa kỹ thuật và trường hợp không sử dụng lưới địa kỹ thuật đều được phân tích với mục đích so sánh lợi ích mà lưới địa kỹ thuật mang lại. Đối với tất cả các trường hợp, phạm vi hình chữ nhật giả định có kích thước 11,58 m x 24,38 m được giả thiết để mô hình hóa các vị trí phân bố tải của cần trục trên vòng ray của máy rải tải. Hình 7 thể hiện ba vị trí được lựa chọn để ước tính độ lún vi phân so với điểm trung tâm của khu vực giả định hình chữ nhật. Kết quả DSS thể hiện độ lún ước tính tại đường tâm của khu vực hình chữ nhật giả định cho cả điều kiện được gia cố và không được gia cố. Kết quả dự tính độ lún bằng phần mềm SetCalc thể hiện độ lún cho bốn điểm khác nhau của khu vực giả định hình chữ nhật; cụ thể là vị trí góc, cạnh ngắn điểm giữa (MPSS), cạnh dài điểm giữa (MPLS) và đường tâm của khu vực chịu tải hình chữ nhật.



Hình 7. Giả định hình chữ nhật và các điểm tương ứng của mô hình dùng phân tích lún

Đúng như dự tính, việc sử dụng các phương pháp phân tích khác nhau có thể đưa ra kết quả tính toán về độ lún khác nhau đáng kể do các giả định và hạn chế của các phương pháp và bộ giải số khác nhau được sử dụng trong phần mềm tính toán. Tổng hợp các kết quả tính toán tại bốn điểm khác nhau của hình chữ nhật đối với tải trọng tác dụng là 191,6 kPa và 179,9 kPa được trình bày tại Bảng 1. Sử dụng tỷ lệ phần trăm độ lún cho từng điểm trong số ba điểm so với điểm trung tâm được xác định từ phân tích bằng phần mềm SetCalc, độ lún được tính toán với DSS cho điểm trung tâm được sử dụng để ước tính tương ứng độ lún tính bằng mm tại ba điểm còn lại của khu vực giả định hình chữ nhật theo phần trăm của độ lún tại điểm trung tâm. Kết quả chỉ ra rằng kết cấu sàn gia cố bằng lưới địa kỹ thuật cho thấy độ lún ước tính ban đầu ít hơn so với kết cấu sàn không được gia cố trong các trường hợp được phân tích. Lưu ý, các tính toán



dựa trên giả định rằng vị trí so sánh điểm đo lún của trường hợp kết cấu sàn được gia cố và không được gia cố là giống nhau so với vị trí tâm của khu vực hình chữ nhật giả định.

Bảng 1. Độ lún sơ cấp dự tính của kết cấu sàn cầu

Vị trí	Kết quả từ SetCalc		Kết quả từ DSS	
	Tổng độ lún (mm)	Độ lệch so với tâm (%)	Tổng độ lún (mm)	Tỷ lệ độ lún tương tự (mm)
Tải trọng tác dụng 179.9 kPa				
Trung tâm	121.9	100	75.7	75.7
MPLS ⁽¹⁾	85.3	70	-	53.1
MPSS ⁽²⁾	76.2	62.5	-	47.2
Góc	48.8	40	-	30.2
Tải trọng tác dụng 191.6 kPa				
Trung tâm	125	100	85.3	85.3
MPLS ⁽¹⁾	91.4	73.2	-	62.5
MPSS ⁽²⁾	79.3	63.4	-	54.1
Góc	51.8	41.5	-	35.3

⁽¹⁾ Trung điểm cạnh dài; ⁽²⁾ Trung điểm cạnh ngắn

Độ lún quan trắc thực tế được dự kiến sẽ nhỏ hơn giá trị dự tính do thời gian hoạt động tương đối ngắn của cần trục Ringer của dự án thiết kế. Ước tính tổng độ lún sơ cấp sẽ được giả định xảy ra trong một khoảng thời gian tương đối dài dựa trên đặc điểm địa chất và tải trọng tác dụng.

Bảng 2 thể hiện giá trị trung bình từ phân tích theo DSS và SetCalc về độ lún lệch tính bằng mm và tỷ lệ (%) của tổng độ lún điểm trung tâm. Các tính toán dựa trên giả định rằng độ lún lệch có liên quan đến tổng độ lún ước tính và độ lún là đồng đều trên toàn bộ diện tích của sàn cầu.

Bảng 2. Độ lún dự tính trung bình

Vị trí	Áp lực tác dụng 191,6kPa		
	Tổng độ lún (mm)	Độ lún lệch (mm)	Độ lệch so với vị trí trung tâm (%)
Trung tâm	104	-	100
MPLS ⁽¹⁾	76	28	30
MPSS ⁽²⁾	66	38	40
Góc	43	61	60

⁽¹⁾ Trung điểm cạnh dài; ⁽²⁾ Trung điểm cạnh ngắn

Thi công và vận hành cần trục

Đến tháng 6 năm 2017, kết cấu sàn cầu gia cố bằng lưới địa kỹ thuật đã hoàn thành và đi vào hoạt động. Cầu trục Ringer đã được lắp đặt đúng thời hạn, mặc dù việc xây dựng bị chậm trễ nhiều lần do mưa lớn theo mùa. Việc xây dựng kết cấu sàn cầu với hệ thống thoát nước bên trong để ngăn nước mưa đọng lại trong kết cấu sàn là giải pháp quan trọng tránh sự chậm trễ trong vận hành. Bất chấp gió và mưa lớn bởi trận bão Harvey (8/2017), kết cấu sàn cầu được gia cố bằng lưới địa kỹ thuật vẫn đứng vững trước cơn bão dữ dội mà không bị hư hại, và một ngày sau khi bão đi qua, cần trục đã hoạt động trở lại và việc lắp dựng tiếp tục được triển khai. Sự thành công của kết cấu sàn cầu gia cố bằng lưới địa kỹ thuật đã thực trong cơn bão nhiệt đới lớn này là nhờ vào hệ thống thoát nước chuyên dụng cho phép nước mưa thoát nhanh và các lớp lưới địa kỹ thuật hạn chế cốt liệu dịch chuyển ngang và duy trì khả năng chịu lực của kết cấu. Hình 8 là ảnh thực tế cần cầu PTC-200 thực tế đang thực hiện nâng thiết bị khu vực tháp rửa cao 100 m và nặng 688 tấn.



Hình 8. Tháp rửa được nâng lắp đặt bởi cần trục PTC-200 DS (ảnh Mammoet Fabrication B.V.)

Độ lún thực tế được theo dõi

Mammoet đã quan trắc các tiêu chí về cao độ khác nhau của kết cấu sàn cầu để đánh giá bất kỳ độ lún chênh lệch nào trong suốt thời gian cần trục Ringer hoạt động. Công tác quan trắc bao gồm đo lường và theo dõi những thay đổi về cao độ đối với độ phẳng của tấm phân tải (độ phẳng vi mô/ micro-levelness), đường ray vào ra (độ phẳng mức trung bình/ meso-levelness), mặt trước khung đế cầu (độ phẳng vĩ mô/ macro-levelness) và độ dốc tổng thể (trước-sau) của cần trục trước, trong và sau mỗi lần nâng cũng như trước, trong và sau khi định vị các đối trọng. Trường hợp phát hiện thấy bất kỳ sự thay đổi nào về cao độ dựa trên các kết quả đo, cần trục sẽ không được phép hoạt động cho đến khi thực hiện một số biện pháp khắc phục để đảm bảo độ bằng phẳng của kết cấu nền bãi cầu.

Tóm tắt các kết quả quan trắc độ lún do Mammoet thực hiện được trình bày tại Bảng 3 đã cho thấy không có mối lo ngại nào về độ lún chênh lệch đã xảy ra. Mammoet tổng kết rằng kết cấu sàn cầu gia cố bằng lưới địa kỹ thuật đa trục kết hợp hệ thống thu thoát nước hợp lý, đảm bảo chất lượng tốt và không có vấn đề gì về độ lún.

Bảng 3. Kết quả quan trắc độ lún

Tiêu chí độ phẳng/cao độ	Giới hạn cho phép tối đa (mm)	Kết quả quan trắc thực tế (mm)
Tổng thể (trước-sau)	56	5
Độ phẳng vi mô - Micro (máy rải tải)	10	4
Độ phẳng mức trung bình - Meso (đường ray ra-vào)	25	2
Độ phẳng vĩ mô - Macro (mặt trước khung đế cầu)	53	4



Sơ lược về chi phí

Kết cấu sàn cầu gia cố bằng lưới địa kỹ thuật đa trục đã được triển khai thi công trong phạm vi ngân sách cho phép. Chi phí thi công của kết cấu sàn cầu gia cố bằng lưới địa kỹ thuật tiêu tốn hơn 1 triệu USD, thấp hơn đáng kể giải pháp móng sâu ban đầu. Cấp phối đá nghiền được sử dụng với các lớp lưới địa kỹ thuật có thể dễ dàng được di chuyển khỏi vị trí vận hành cần cầu và được tái sử dụng làm vật liệu lấp kết cấu tại các vị trí khác trên công trường. Như đã trình bày, kết cấu hệ móng sâu ban đầu gồm cọc bê tông với kết cấu sàn bê tông (và việc tháo dỡ chúng) có tổng chi phí ước tính là 3,3 triệu USD. Theo đó, kết cấu sàn cầu gia cố bằng lưới địa kỹ thuật đã giúp tiết kiệm chi phí 2,3 triệu USD, cộng với khoản tiết kiệm chi phí bổ sung là 815.000 USD phí cần cầu. Công tác vận hành cầu đã được hoàn thành trước 32 ngày so với kế hoạch do kết cấu sàn cầu gia cố cơ học lưới địa kỹ thuật được xây dựng đúng tiến độ. Dự án này đã tiết kiệm được tổng cộng 3,11 triệu USD nhờ sử dụng kết cấu sàn cầu gia cố bằng lưới địa kỹ thuật đa trục thay vì kết cấu hệ móng cọc ban đầu.

Thay lời kết

Nghiên cứu điển hình này là chia sẻ kinh nghiệm thực tiễn từ những thành công và hiệu quả về cả kinh tế và kỹ thuật của dự án tại Mỹ. Một kết cấu sàn cầu làm việc ổn định khi được gia cố bằng lưới địa kỹ thuật đa trục cho cần trục nâng hạng nặng PTC-200 thay thế giải pháp móng sâu chi phí lớn và thi công phức tạp. Vấn đề thoát nước của đế cầu cũng là một biện pháp quan trọng dẫn tới thành công của giải pháp, góp phần giảm thiểu đọng nước khi đó có thể phát sinh rủi ro không mong muốn. Theo đó, việc bố trí hệ thống thoát nước đầy đủ cần trú trọng đặc biệt với thiết kế phù hợp tùy dự án.

Những vấn đề chủ yếu mang lại hiệu quả của dự án điển hình này có thể kể tới gồm: Sự tham gia trực tiếp ngay từ đầu giữa chủ đầu tư, kỹ sư địa kỹ thuật, đơn vị tư vấn đủ năng lực, đơn vị vận hành, chế tạo cần cầu; thông tin trao đổi cởi mở được duy trì giữa tất cả các bên liên quan và ở tất cả các bước trong quá trình thiết kế và thi công xây dựng; cuối cùng và có thể là quan trọng nhất là sự sẵn sàng của chủ đầu tư cũng như các kỹ sư của họ trong việc cởi mở với các giải pháp thiết kế mới. Cả ba lý do này đã góp phần tạo nên thành công rực rỡ của dự án và cần được coi là hình mẫu cho sự thành công của tất cả các dự án xây dựng khác trong tương lai.

Lời cảm ơn

Các tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ nhiệt tình của Darrell Brandes từ đơn vị Mammoet Fabrication B.V., Bruce Koepnick của CBI, và George Bloom từ đơn vị Tensar International, là giám sát viên tại hiện trường trong quá trình xây dựng.

Tài liệu tham khảo

Brandes, D. 2018. Personal correspondences. Mammoet Fabrication B.V.

Dimension Solution Software (DSS). 2013. Tensar International Corporation, Alpharetta, GA.

SetCalc 1.0, Calculation of vertical settlement. 2002. Yang, B. and Duncan, J.M. Center for Geotechnical Practice and Research, Department of Civil and Environmental Engineering, Virginia Polytechnical Institute and State University, VA.

Bài viết được Ngô Huy Đông (Công ty Tensar International Limited, Vietnam, dong.ngo@cmc.com) dịch từ bản gốc bài báo "Multi-axial geogrid stabilized working platform for ringer crane operation" trong tuyển tập Hội thảo Quốc tế GeoVirtual 2020 của các tác giả Lois G. Schwarz và Mark H. Wayne; và Yuli Doulala-Rigby. Phản biện và chỉnh sửa: Nguyễn Đức Mạnh, Hội Cơ học đất và ĐKTCT VN



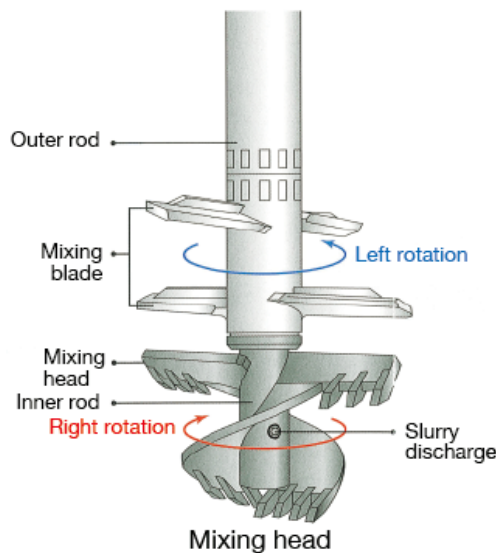
Thi công trụ đất xi măng đường kính lớn (trụ RAS) tại Bến 5 và 6, dự án xây dựng cảng Lạch Huyện, Hải Phòng

Application of large-diameter CDM columns (RAS columns) construction technology at berths 5&6, Lach Huyen port, Hai Phong City

Trần Thị Phúc, Nguyễn Tiến Dũng, Nguyễn Huy Hà, Trần Đình Hùng
FECOM Corp., E-mail: ntdung@fecon.com.vn

Giới thiệu

Trụ đất xi măng (CDM) đường kính lớn với tên thương mại là RAS (Reliable Accord Soil) là một công nghệ trộn sâu cơ học tiên tiến, có thể tạo trụ CDM đường kính tới 2,5 m. Ưu điểm nổi bật của công nghệ RAS bao gồm: (1) Hệ thống đầu khoan kép công suất lớn có thể tạo trụ đường kính lớn; (2) Hệ thống cần khoan 2 trục (trong và ngoài) cho phép 2 tầng cánh trộn (tầng trên gắn với trục ngoài và tầng dưới gắn với trục trong) quay ngược chiều nhau (Hình 1); (3) Hệ thống kiểm soát chất lượng thi công tiên tiến. Cơ chế 2 tầng cánh trộn quay ngược chiều trong khi thi công giúp cho đất và vữa được trộn đều hơn so với công nghệ CDM truyền thống, tránh được hiện tượng đất (sét dẻo) bó vào cánh trộn và quay cùng nhau (không đảm bảo độ đồng nhất của trụ).



Hình 1. Nguyên lý công nghệ thi công trụ RAS

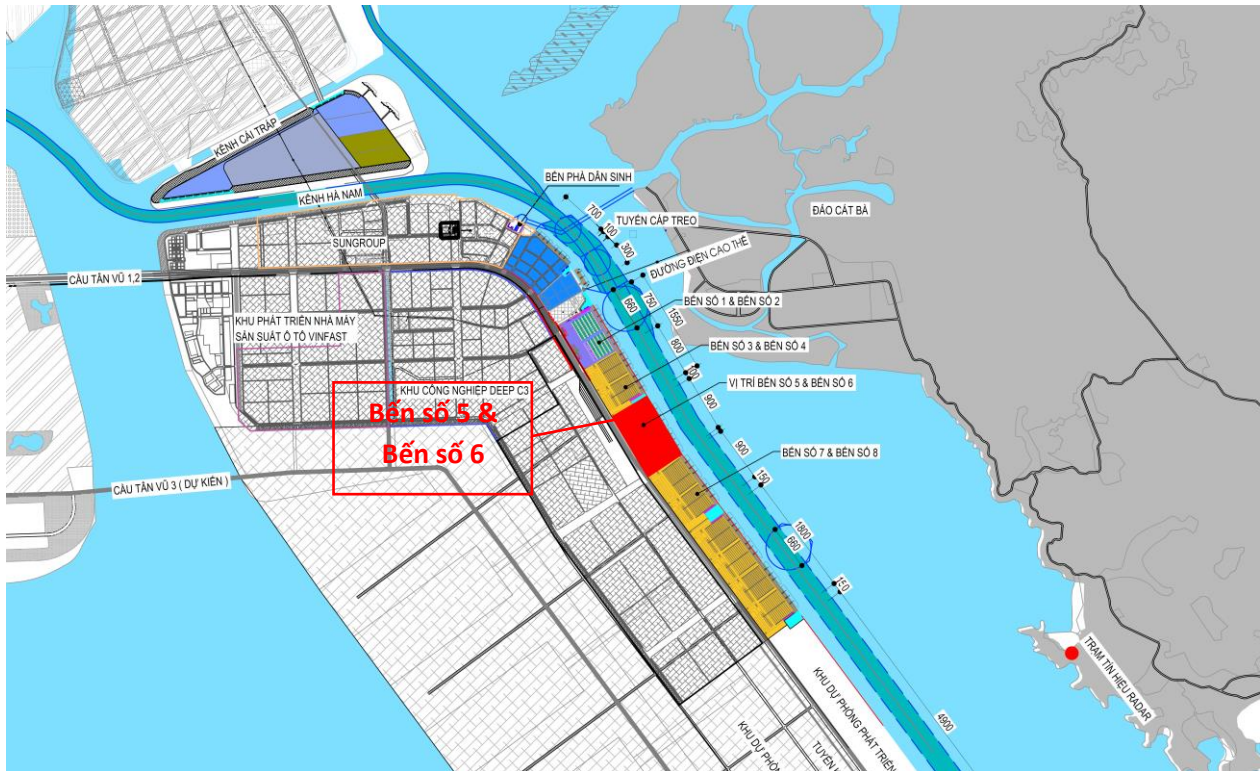
Tại Nhật Bản, công nghệ thi công trụ RAS đã được áp dụng thành công tại nhiều dự án lớn trong hai thập kỷ gần đây. Tuy nhiên, ở Việt Nam công nghệ này lần đầu tiên được công ty FECOM ứng dụng thi công tại các bến 5 và 6, dự án xây dựng cảng Lạch Huyện, thành phố Hải Phòng. Trong khuôn khổ bài báo này, nhóm tác giả giới thiệu tổng quan về dự án và một số ưu điểm của công nghệ thi công trụ RAS so với công nghệ thi công trụ CDM truyền thống, với các nhấn mạnh về chất lượng trụ và thời gian thi công.



Công tác xử lý nền các bến 5 và 6

Vị trí dự án

Cảng Lạch Huyện, thuộc đảo Cát Hải, thành phố Hải Phòng (Hình 2) được quy hoạch chi tiết với tỷ lệ 1/2000 và phê duyệt tại quyết định số 1161/QĐ-UBND ngày 28/6/2016. Hình 2 thể hiện vị trí bến số 5 và số 6 trong hệ thống cảng Lạch Huyện và Hình 3 thể hiện một phối cảnh thiết kế của bến 5 và 6.



Hình 2. Mặt bằng tổng thể vị trí bến số 5 và 6



Hình 3. Phối cảnh bến số 5 và 6

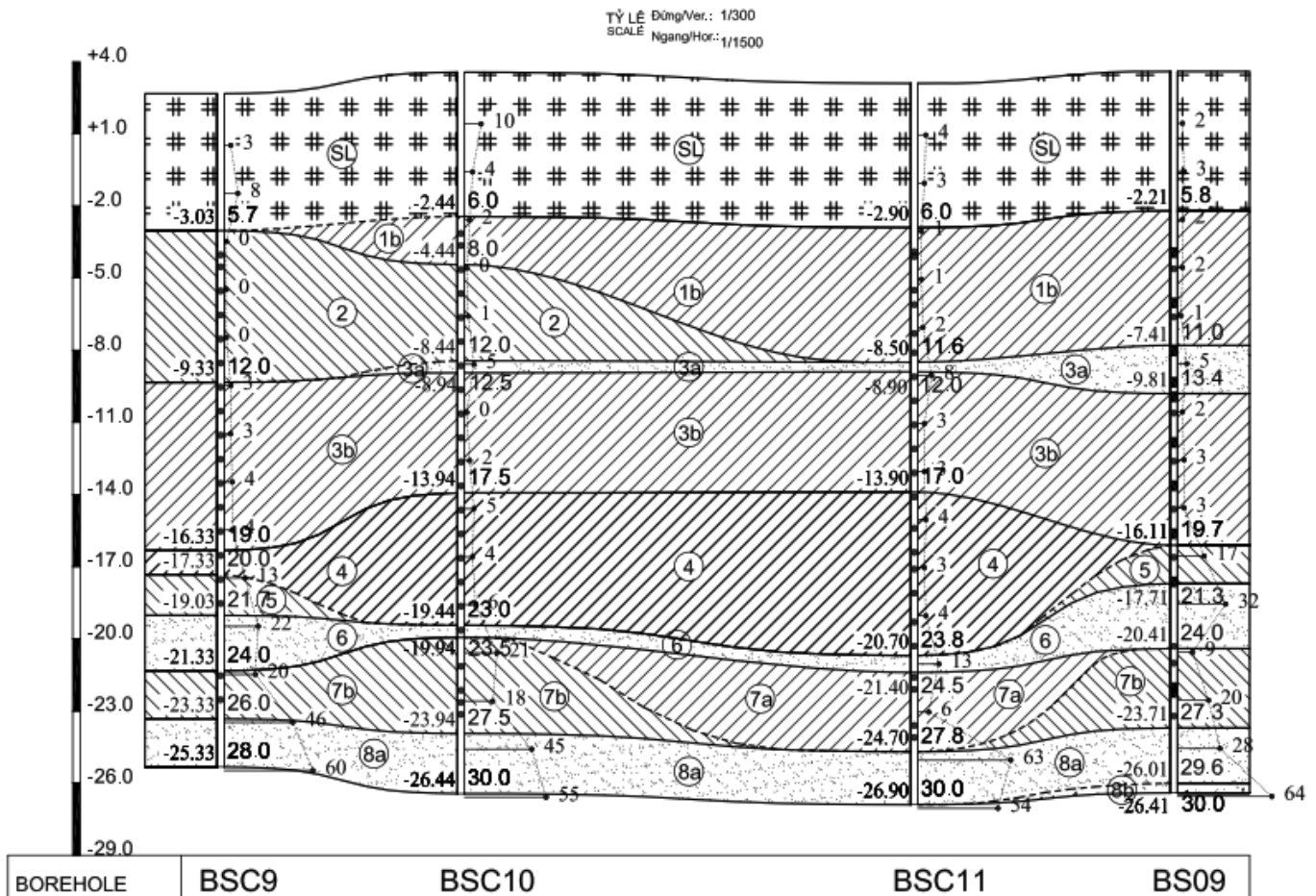


Theo quy hoạch, cảng Lạch Huyện có tổng cộng 8 bến, trong đó bến số 1 và 2 với tổng chiều dài 750 m đã được xây dựng và khai thác thương mại từ năm 2018 với năng lực thông qua đạt khoảng 1,5 triệu Teu/năm. Bến số 3, số 4, và số 5, số 6 với tổng chiều dài 1.650m và năng lực thông qua đạt khoảng 3 triệu Teu/năm, đang được xây dựng. Bến số 7 và 8, với tổng chiều dài 900m và năng lực thông qua đạt khoảng 1,5 triệu Teu/năm, đang được triển khai thủ tục thi công. Các bến cảng từ bến số 3 đến bến số 8 sẽ lần lượt đưa vào khai thác từ năm 2024 – 2027.

Điều kiện địa chất

Theo kết quả khảo sát địa chất do Viện Nền móng và Công trình ngầm FECON thực hiện năm 2023 [1] và do Công ty CP Tư vấn Xây dựng Cảng – Đường thuỷ (TEDIPORT) thực hiện năm 2021 [2], địa tầng khu vực Bến 5 và 6 gồm lớp cát san lấp trên bề mặt với thành phần là cát bụi, có chiều dày lớp biến đổi từ 0.9m đến 7.5m; ngay dưới lớp cát san lấp là lớp đất yếu (lớp 1a, 1b, 2, 3a, 3b) phân bố rộng khắp khu vực khảo sát với chiều dày lớn. Đây là lớp đất cần có biện pháp xử lý nền để giảm độ lún công trình trong quá trình sử dụng. Dưới lớp đất yếu là lớp sét trạng thái dẻo mềm đến nửa cứng (lớp 4, 5); bên dưới những lớp đất này là các lớp đất có khả năng chịu lực tốt hơn, có thể đặt móng công trình (lớp 6, 7a, 7b, 8a, 8b); dưới cùng là lớp đá sét bột kết, phong hoá nứt nẻ mạnh đến trung bình (lớp 9a, 9b). Hình 4 thể hiện mặt cắt địa chất điển hình tại khu vực dọc theo bến sà lan.

Các lớp đất yếu khu vực bến Container, bến dịch vụ và bến sà lan tại Bến số 5 và 6 được gia cố bằng trụ CDM nhằm tăng khả năng chịu tải cho nền, giảm độ lún công trình. Tùy thuộc vào tải trọng và địa chất ở từng phân khu, mũi trụ CDM được thiết kế và thi công sâu tối thiểu 1.0 m vào trong các lớp 5 hoặc 6.



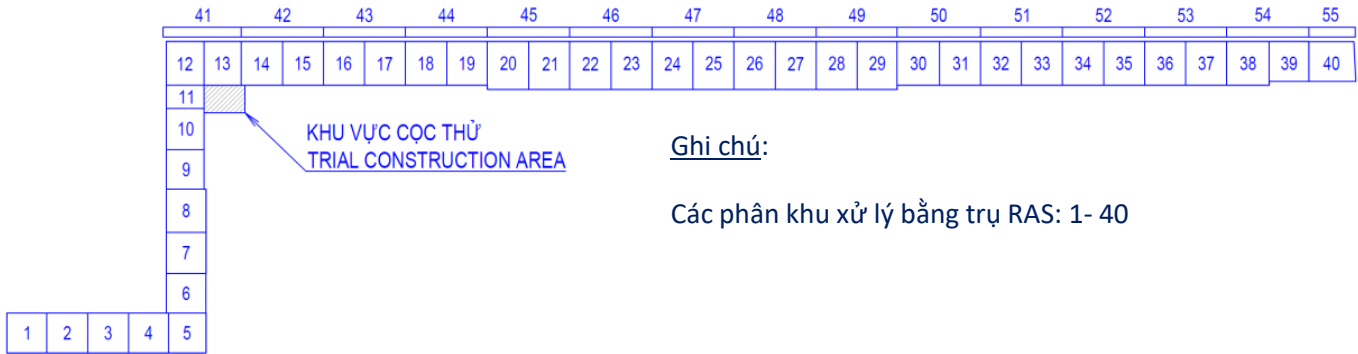
Hình 4. Mặt cắt địa chất dọc theo bến sà lan [1]



Xử lý nền đất yếu bằng trụ RAS và trụ CDM

Khu vực xử lý nền đất yếu

Khu vực nền của bến container, bến sà lan và bến dịch vụ (Hình 3) được gia cố bằng trụ RAS, còn diện tích phần trước bến container được gia cố bằng các hàng trụ CDM. Diện tích khu vực xử lý được chia thành 55 phân khu, trong đó phân khu 1 đến 40 được gia cố bằng trụ RAS và phân khu 41 đến 55 được gia cố bằng trụ CDM (Hình 5). Bảng 1 thống kê khối lượng CDM và RAS tại dự án.



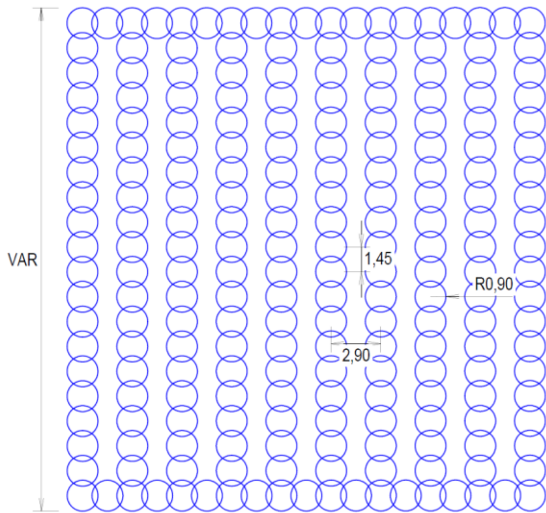
Hình 5. Tổng mặt bằng các phân khu xử lý nền bằng RAS và CDM

Bảng 1. Bảng thống kê khối lượng trụ RAS và CDM

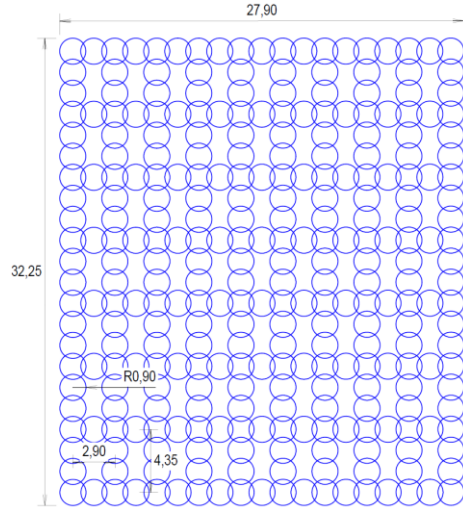
Thông số	Xử lý bằng trụ RAS	Xử lý bằng trụ CDM
Diện tích xử lý (m ²)	37,760	6,620
Tổng số lượng trụ (trụ)	9,767	3,728
Tổng chiều dài trụ (m)	196,190	48,975
Đường kính trụ (m)	1.8	1.0
Cao độ đỉnh trụ (m)	+1.0	-5.3 đến -6.2
Cao độ đáy trụ (m)	-15.6 đến -25.5	- 15.5 đến -22.7
Chiều dài trụ (m)	16.6 đến 26.5	9.4 đến 17.4
Thời gian thi công	27/04/2023 – 28/11/2023	20/04/2023 – 13/10/2023

Mặt bằng bố trí các trụ RAS và CDM

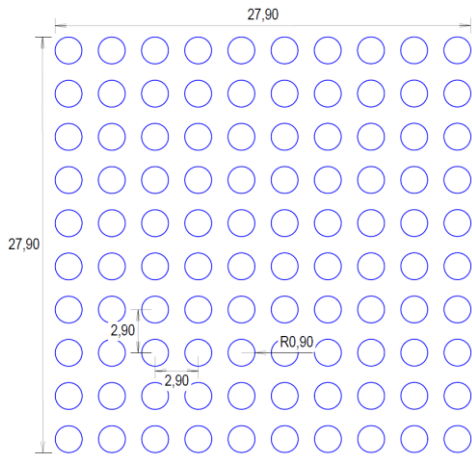
Có 3 loại cấu tạo điển hình bố trí trụ RAS và 1 loại với trụ CDM được áp dụng tại dự án này [3]. Cấu tạo loại 1 (Hình 6a) được thiết kế cho hầu hết các phân khu của của bến container, bến dịch vụ và bến sà lan. Với cấu tạo này các trụ RAS được thi công thành các tường trụ giao nhau song song và có chiều vuông góc với mép bến. Cấu tạo loại 2 được thiết kế với các tường trụ giao nhau và vuông góc (Hình 6b) và cấu hình này được áp dụng cho khu vực giao giữa bến container và bến sà lan (phân khu 12). Cấu tạo loại 3 được thiết kế dạng lưới ô vuông (Hình 6c) và kiểu bố trí này áp dụng cho khu vực giao giữa bến sà lan với bến dịch vụ (phân khu 5). Trụ CDM D1000mm bố trí dạng lưới ô vuông (Hình 6d) và áp dụng toàn bộ khu vực trước bến container (phân khu 41 đến 55).



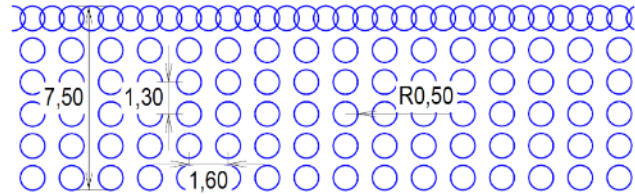
(a) Trụ RAS D1800, cấu tạo loại 1



(b) Trụ RAS D1800, cấu tạo loại 2



(c) Trụ RAS D1800, cấu tạo loại 3



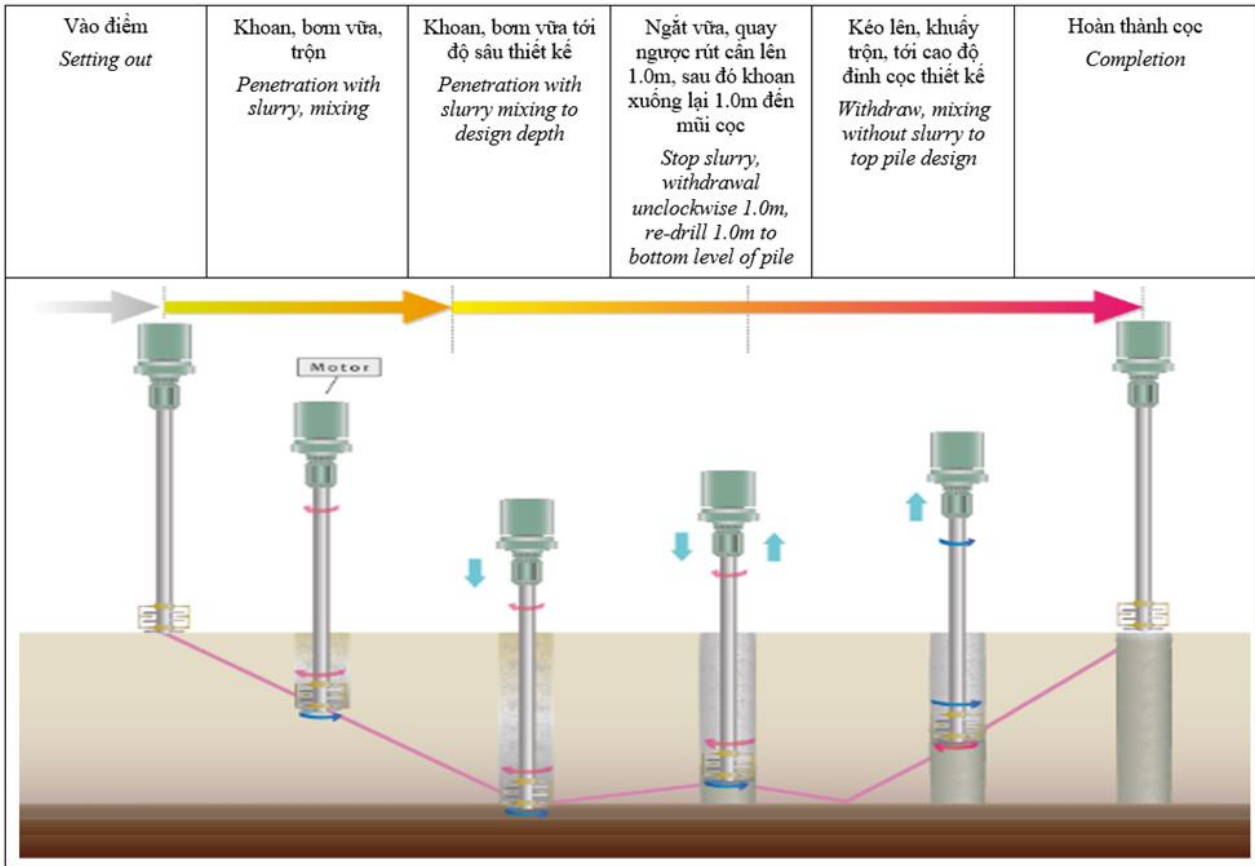
(d) Trụ CDM D1000

Hình 6. Các cấu tạo điển hình bố trí các trụ RAS và CDM cho khu vực xử lý nền đất yếu

Thi công và kiểm soát chất lượng

Quy trình thi công

Quy trình thi công trụ RAS và CDM được thể hiện như Hình 7. Đầu tiên, máy được di chuyển vào vị trí trụ cần thi công (RAS hoặc trụ CDM) và được kiểm tra định vị chính xác. Sau khi đưa máy vào đúng vị trí, công tác khoan được tiến hành. Trong quá trình khoan xuống, vữa xi măng được phun và khuấy trộn với đất. Tốc độ khoan và lưu lượng vữa phun được kiểm soát chặt chẽ để hàm lượng xi đạt yêu cầu thiết kế trong quá trình khoan xuống. Khi quá trình khoan phụt đạt độ sâu thiết kế tại mũi trụ, công tác phun vữa hoàn thành, cần khoan được rút lên 1.0 m và lại khoan xuống tới mũi trụ, đảm bảo phần mũi trụ được đánh trộn đều. Cuối cùng, cần khoan được xoay (ngược chiều) và rút lên tới cao độ đỉnh trụ thiết kế khi đó quá trình thi công được hoàn thiện. Hình 8 thể hiện một thời điểm bắt đầu khoan trụ thử RAS T1 và Hình 9 thể hiện một thời điểm (Tháng 9, 2023) 6 dây chuyền RAS thi công đồng thời tại dự án.



Hình 7. Quy trình thi công trụ RAS và CDM



Hình 8. Thi công trụ thử RAS tại dự án



Hình 9. Thi công trụ RAS trong giai đoạn đại trà (sáu dây chuyền thi công đồng thời)

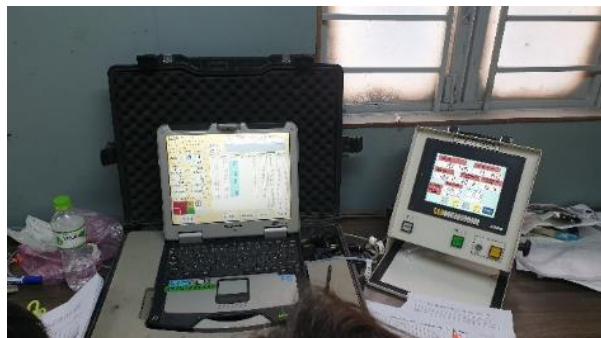
Kiểm soát chất lượng thi công trụ

Một trong những ưu điểm của công nghệ thi công trụ RAS là quy trình kiểm soát chất lượng tiên tiến, tự động trong suốt quá trình khoan tạo trụ. Với mỗi dây chuyền thi công (máy khoan, hệ thống xi lô chứa xi măng, trạm trộn vữa, hệ thống máy bơm cao áp, máy phát điện, máy nén khí,...), các thông số thi công (chiều sâu, tốc độ xuyên (m/phút), số lần cắt trên (lần/m), lưu lượng vữa (lít/phút), tổng lượng vữa (lít), ...) đều được hiển thị trên các màn hình tại hai vị trí trên máy khoan (Hình 10a) và trong buồng điều khiển trung tâm (Hình 10b). Các kỹ sư trong buồng điều khiển trung tâm và thợ lái máy cùng phối hợp kiểm soát (thông qua bộ đàm) các thông số thi công để đảm bảo trụ được thi công đúng thiết kế. Nếu trụ đang thi công mà không đạt yêu cầu lưu lượng vữa bơm (trên mét dài) thì màn hình sẽ hiển thị cảnh báo, và kỹ sư lái máy sẽ phải tiếp tục khoan và phun vữa đảm bảo thiết kế. Do đó, công nghệ thi công trụ RAS đảm bảo 100% các trụ được thi công đúng thiết kế. Với các dây chuyền CDM, các thông số thi công được hiển thị tương tự, tuy nhiên không có cảnh báo nếu trụ thi công không đúng quy trình đảm bảo chất lượng.

Chất lượng thi công trụ được kiểm tra trước, trong và sau quá trình thi công. Các thông số kiểm soát được trình bày trong Bảng 2.



(a) Trên máy khoan



(b) Trong buồng điều khiển

Hình 10. Hệ thống màn hình thể hiện các thông số thi công trụ RAS



Bảng 2. Các nội dung được kiểm soát chất lượng khi thi công trụ RAS

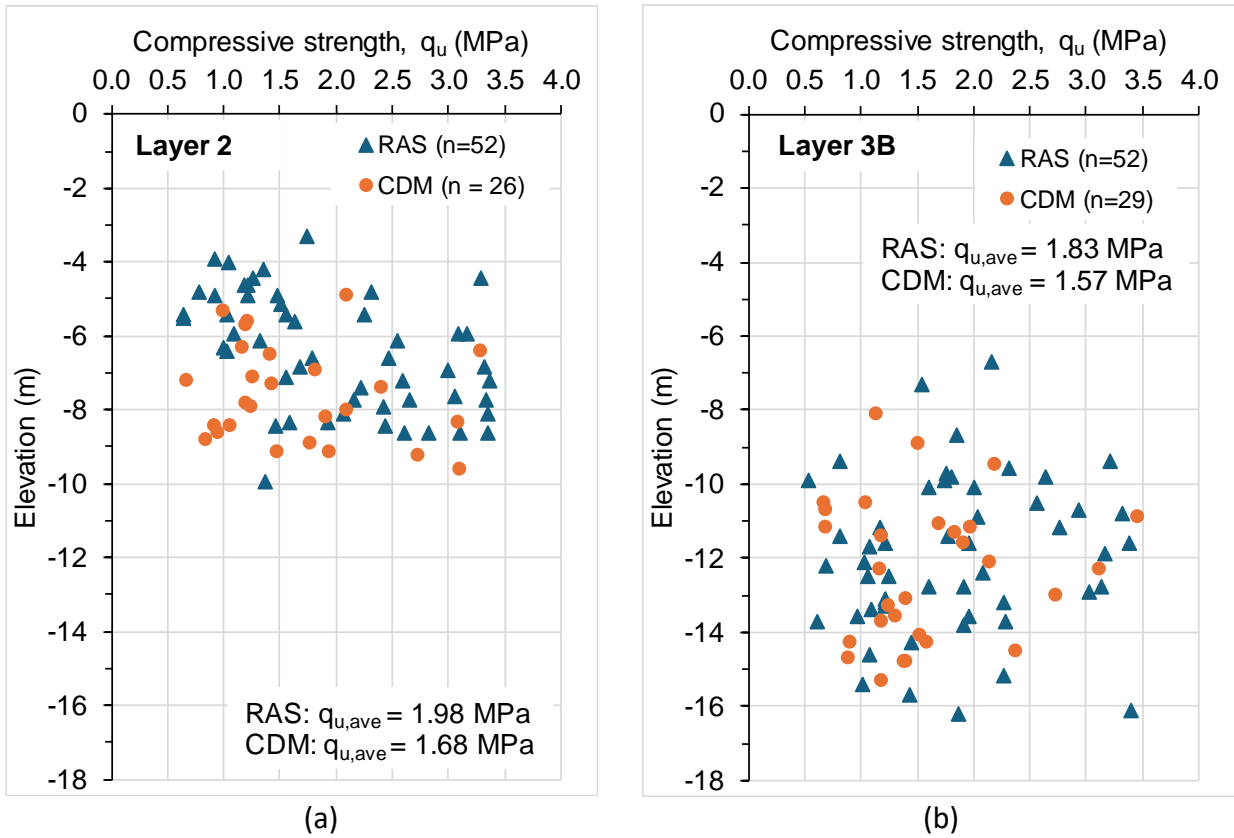
Hạng mục	Mô tả	Giá trị tiêu chuẩn	Tần suất
Điểm khoan	Tim trụ	$\pm 5 \text{ cm}$	Tất cả các trụ
	Đưa đầu khoan vào vị trí tim trụ	Kiểm tra bằng mắt	
Kiểm tra vật liệu	Lưu lượng bơm	giá trị thiết kế (l/phút) $\pm 2\%$	
	Tỷ trọng vữa (W/C)	Xi măng Hoàng Thạch $\gamma_c = 3,07$. Nước biển $\gamma_w = 1,01$	1 lần/trụ
Trong khi thi công (kiểm soát trộn)	Số lần cắt trộn	≥ 350 lần cắt/m	Tất cả các trụ
	Chiều sâu	\geq giá trị thiết kế	Tất cả các trụ
	Tổng lượng vữa bơm		
Sau khi thi công	Cao độ trụ	Giá trị thiết kế $\pm 10 \text{ cm}$	
	Chiều dài trụ cải tạo	\geq giá trị thiết kế	
Kiểm tra chất lượng	Chất lượng trụ	RQD $\geq 70\%$ UCS, $q_u \geq 600 \text{ kPa}$, ở 28 ngày	

So sánh công nghệ thi công trụ RAS với trụ CDM truyền thống

Cường độ trụ gia cố

Trong giai đoạn thi công trụ đại trà, hàm lượng xi măng thiết kế cho trụ RAS là 180 kg/m^3 và trụ CDM là 220 kg/m^3 , với cùng tỷ lệ nước/xi măng = 1.0. Chất lượng các trụ thi công được đánh giá thông qua các kết quả khoan lõi kiểm tra và thí nghiệm nén một trục nở hông (q_u) mẫu lõi khoan 28 ngày. Các bến 5 và 6, khu vực xử lý nền đất yếu bằng trụ RAS được chia thành 59 phân khu thí nghiệm, còn trụ CDM được chia thành 22 phân khu thí nghiệm. Trong mỗi phân khu thí nghiệm, một trụ được lựa chọn ngẫu nhiên cho công tác khoan lõi thí nghiệm. Tất cả các trụ thí nghiệm đều có chỉ số RQD đạt yêu cầu ($RQD \geq 70\%$).

Hình 11a và 11b thể hiện kết quả cường độ kháng nén q_u (28 ngày) của mẫu lõi khoan trụ CDM và trụ RAS thu được trong các lớp đất số 2 và 3b. Theo đó, cả mẫu lõi khoan trụ CDM và RAS cho kết quả q_u khá phân tán, dao động trong khoảng 600 kPa đến 3500 kPa, đều đảm bảo đạt cường độ tối thiểu 600 kPa. Với lớp đất số 2, giá trị q_u trung bình ($q_{u,ave}$) của mẫu lõi khoan trụ RAS cao hơn đáng kể trụ CDM, tới 18.8%, và với lớp 3b là 16.5%. Kết quả này cho thấy, mặc dù hàm lượng xi măng dùng cho trụ RAS (180 kg/m^3) thấp hơn đáng kể so với hàm lượng xi măng cho trụ CDM (220 kg/m^3), giá trị sức kháng nén q_u của 2 loại trụ là tương đương. Điều này phản ánh thực tế rằng, chất lượng khuấy trộn (sự đồng đều của khối trộn) của công nghệ thi công trụ RAS là một ưu điểm so với công nghệ CDM truyền thống.



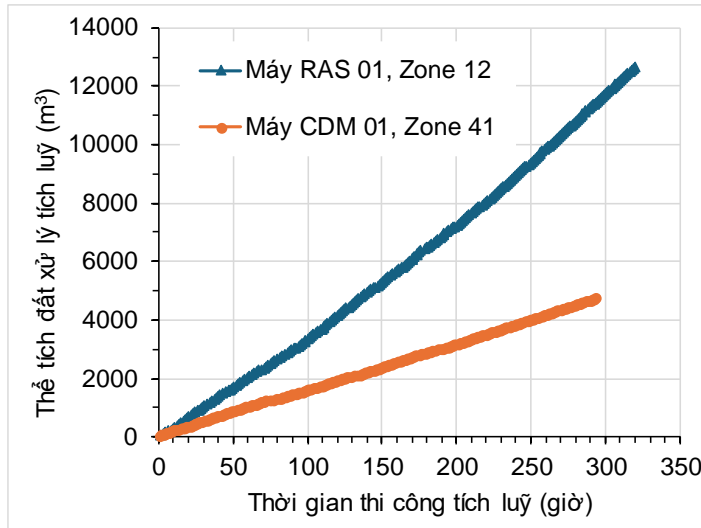
Hình 11. Cường độ kháng nén một trục mẫu lõi khoan trụ RAS và CDM:
(a) trong lớp đất số 2; (b) trong lớp đất số 3b

Năng suất thi công

Theo kết quả thống kê dự án bến 5 và 6, năng suất xử lý nền đất yếu trung bình 1 giờ của một dây chuyền thi công trụ RAS D1800 lớn hơn đáng kể năng suất của dây chuyền thi công trụ CDM D1000 (cần đò), và gấp tới 2,5 lần (Bảng 3). Hình 12 thể hiện so sánh về thể tích đất xử lý tích lũy (m³) từ máy RAS 01 tại phân khu 12 và từ máy CDM 01 tại phân khu 41. Hình vẽ cho thấy, cùng với một lượng thời gian tích lũy, thiết bị RAS cho khối lượng xử lý cao hơn xấp xỉ 2.5 lần so với máy CDM.

Bảng 3. Tiến độ thi công trung bình mỗi máy

STT	Thiết bị thi công	Chiều dài phụt vừa trung bình/trụ (m)	Tốc độ thi công trung bình/trụ (giờ)	m ³ đất xử lý/ 1 giờ
1	RAS 01	19.4	1.23	40.6
2	RAS 02	20.3	1.22	42.5
3	RAS 03	18.0	1.09	39.8
4	RAS 04	17.8	1.21	37.2
5	RAS 05	17.3	0.98	44.8
6	RAS 06	22.1	0.88	63.4
7	CDM 01	12.5	1.23	16.3
8	CDM 02	11.8	1.28	14.4



Hình 12. So sánh năng suất thi công

Bên cạnh những ưu điểm về chất lượng và năng suất thi công, công nghệ thi công trụ RAS cũng có những đòi hỏi khắt khe hơn so với công nghệ CDM truyền thống, chẳng hạn: Cần khoan trụ RAS có thiết kế 2 trục (trong và ngoài) quay ngược chiều, yêu cầu có sự giám sát và đảm bảo kỹ thuật cao khi thi công; thiết bị thi công trụ RAS to hơn thiết bị thi công trụ CDM nên mặt bằng thi công có lớp đất yếu ngay trên bề mặt thì sẽ cần thi công một lớp trộn nông có chiều dày tối thiểu 0.5m để đảm bảo đủ độ cứng và ổn định cho máy RAS vận hành thi công.

Kết luận

Thi công trụ đất gia cố xi măng đường kính lớn bằng công nghệ RAS lần đầu được áp dụng ở Việt Nam cho hạng mục xử lý nền đất yếu các bến số 5 và 6, dự án xây dựng cảng Lạch Huyện, thành phố Hải Phòng. Tại dự án này, hơn 9700 trụ RAS đường kính D1800 và hơn 3700 trụ CDM đường kính D1000 đã được thiết kế và thi công thành công.

Kết quả thống kê cho thấy, mặc dù hàm lượng xi măng dùng cho trụ RAS (180 kg/m³) thấp hơn đáng kể so với hàm lượng xi măng cho trụ CDM (220 kg/m³), giá trị cường độ kháng nén một trục nở hông q_u của 2 loại trụ là tương đương. Thực tế này phản ánh rằng chất lượng trụ (sự đồng đều của khối trộn) của công nghệ thi công trụ RAS là một ưu điểm lớn so với công nghệ thi công trụ CDM truyền thống. Kết quả thống kê cũng cho thấy, một dây chuyền thi công trụ RAS điển hình (D1800) cho năng suất (m³ đất xử lý được trên một đơn vị thời gian) lớn gấp 2.5 lần so với năng suất của máy CDM truyền thống (D1000, cần đôi) áp dụng tại dự án.

Lời cảm ơn

Các tác giả trân trọng gửi lời cảm ơn đến các kỹ sư Ban Hạ tầng 2 và Tập đoàn FECON đã cho phép sử dụng các thông tin và hình ảnh thi công trụ RAS và CDM tại bến 5&6, dự án bến cảng Lạch Huyện để các tác giả có thể hoàn thiện bài báo.

Tài liệu tham khảo

- 1) Viện nền móng và Công trình ngầm FECON (2023). Báo cáo khảo sát địa chất bổ sung dự án Đầu tư xây dựng Bến số 5, số 6 Khu bến cảng Lạch Huyện, thuộc Cảng biển Hải Phòng.
- 2) Port and Waterway Engineering Consultant JSC (TEDIPORT) (2021). Report on Soil Investigation, Berths No. 5 and No. 6, Lach Huyen International Gateway Port, Hai Phong.
- 3) Công ty cổ phần FECON (2023). Biện pháp thi công trụ đại trà RAS D1800 và CDM D1000, gói thầu CDM, dự án Bến số 5, số 6, Khu bến cảng Lạch Huyện, thuộc cảng biển Hải Phòng, TP Hải Phòng



Phương pháp mới thi công cọc trong nền địa chất phức tạp

Lữ Triều Dương

Công ty Cổ phần đầu tư Phan Vũ. E-mail: ltrieuduong@phanvu.com

Trần Nguyễn Công Danh

Công ty Cổ phần đầu tư Phan Vũ. E-mail: danh.tran@phanvu.com

Đặng Văn Trường

Công ty Cổ phần đầu tư Phan Vũ. E-mail: [vantruong@phanvu.com](mailto:vantuan@phanvu.com)

Lê Hoàng Trường

Công ty Cổ phần đầu tư Phan Vũ. E-mail: truong.le@phanvu.com

Tóm tắt: Những năm gần đây, nhiều công nghệ tiên tiến trong thi công móng cọc đã được áp dụng tại Việt Nam. Một trong trong số đó có phương pháp khoan hạ cọc bê tông ly tâm dự ứng lực BASIC®. Phương pháp này, cọc bê tông ly tâm dự ứng lực được xoay ép vào hố khoan trước đã trộn đều bằng xi măng và đất (trụ đất xi măng lỏng). Sau khi trụ xi măng đất đông cứng tạo thành một khối cọc-trụ đất xi măng đồng nhất có sức chịu tải theo vật liệu và đất nền vượt trội. Trong nhiều trường hợp, phương pháp BASIC® được áp dụng qua nhiều dự án tại Nhật Bản đã chứng minh được hiệu quả về kỹ thuật và chi phí so với cọc nhồi truyền thống. Một ưu điểm nữa của phương pháp Basic® là khắc phục được các vấn đề về tiếng ồn, chấn động, chèn ép đất gây ảnh hưởng đến công trình xung quanh so với các phương án truyền thống khác. Mặt khác, phương pháp Basic® còn phù hợp với nhiều điều kiện địa chất phức tạp khác nhau. Trong bài viết này giới thiệu phương pháp Basic khi được áp dụng trong điều kiện địa tầng, địa chất có xuất hiện các lớp sỏi sạn, thấu kính bùn và hang karst.

Từ khóa: khoan hạ cọc, phương pháp BASIC®, cọc bê tông ly tâm, hang karst.

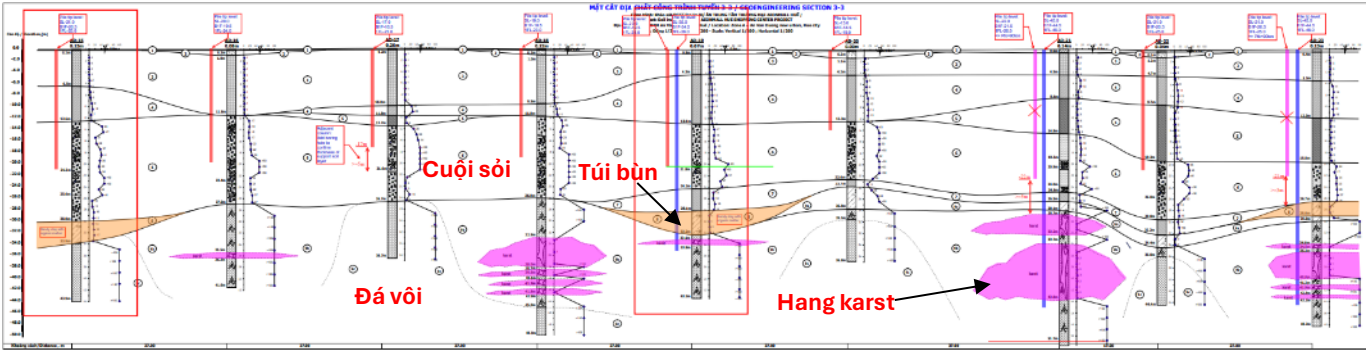
Đặc điểm nền địa chất một số khu vực duyên hải miền Trung

Tại một số vùng thuộc khu vực duyên hải miền Trung (Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa thiên Huế) thường có địa tầng với cấu trúc nền địa chất rất phức tạp, nhiều lớp xen kẽ thành phần và tính chất xây dựng khác nhau như đất bùn sét và sỏi sạn phân bố không đồng đều. Đặc biệt, bên dưới có mặt nền đá vôi độ dốc lớn, không bằng phẳng và thường xuất hiện các hang karst. Rất khó để có thể xác định cụ thể địa tầng ở các vị trí giữa các lỗ khoan thăm dò khi khảo sát, nhất là ở trường hợp khoảng cách lỗ khoan lớn, nên các phân lớp địa tầng lúc này thường được giả định. Mỗi vị trí, thậm chí từng đài móng thì các thấu kính bùn, các hang hay khe nứt karst có thể xuất hiện hoặc không, to hay nhỏ rất khó để xác định chính xác. Với nền địa chất như vậy, khi xây dựng công trình có tải trọng lớn thường thiết kế móng sâu – móng cọc, với mũi được đặt vào lớp đá liền khối bên dưới. Đối với những vị trí xác định có hang karst mà chiều dày lớp đá trên đỉnh hang mỏng, yêu cầu cọc cần phải xuyên qua hang để cắm vào lớp đá ổn định bên dưới.

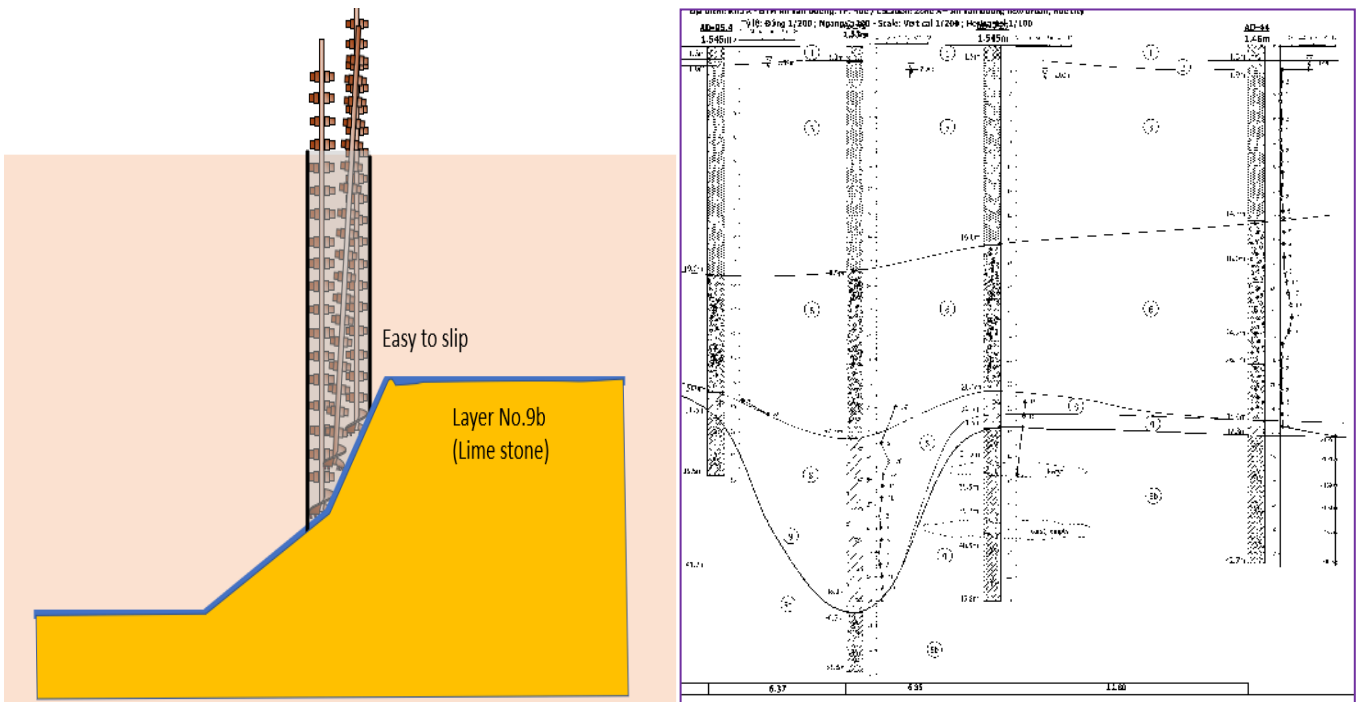
Những khó khăn khi thi công cọc trong vùng địa chất phức tạp

Khi thi công cọc trên nền địa chất với địa tầng xen kẽ bùn, sỏi sạn và hang karst thường phát sinh một số vấn đề sau:

- Những vị trí nền đá có độ dốc lớn, mũi cọc có hiện tượng bị trượt ngang khi ép. Đối với công tác khoan, mũi khoan dễ bị trượt trên nền đá gây lệch tim lỗ khoan.
- Những vị trí có hang karst, khi khoan thường mất dung dịch và bị cuốn vào trong hang làm khô lỗ khoan, gây rung động mạnh cần khoan và cần phải tăng lực khoan do ma sát tăng.



Hình 1: Địa tầng phức tạp với các túi bùn và hang karst 01 dự án khu vực ven biển tại Huế



Hình 2: Vị trí nền đá dốc dễ bị trượt mũi khoan

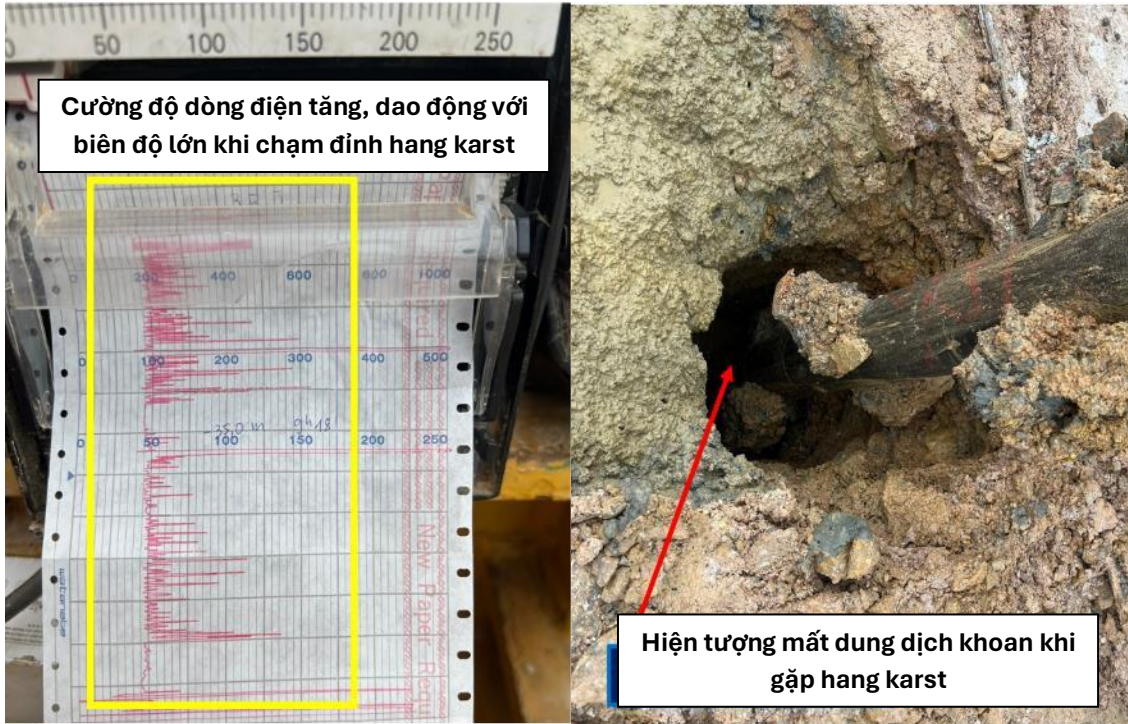
Khoan hạ cọc ống ly tâm dự ứng lực trong nền địa chất có hang karst theo phương pháp Basic® dự án Trung tâm thương Mại Aeon Mall Huế

Tại vị trí cần khoan cọc xuyên qua hang karst, ngoài quy trình thi công khoan hạ theo phương pháp Basic® truyền thống theo qui định, bổ sung thêm các bước kiểm soát và xử lý kỹ thuật trong quá trình khoan vào hang. Các bước thực hiện cụ thể như sau:

- Bước 1: Xác định khu vực hang karst bằng phương pháp khảo sát địa chất truyền thống – khoan thăm dò Địa chất công trình, khoanh vùng và lập mặt cắt địa chất xác định cao độ các vị trí gặp hang và chiều dày các lớp đá nóc hang.
- Bước 2: Tiến hành khoan bằng mũi khoan đất đến vị trí cao độ mặt đá nóc hang.
- Bước 3: Xác định vị trí nóc hang dựa vào cao độ và biểu đồ ampe đã ghi nhận, chuyển sang mũi chuyên dùng để khoan vào đá và hang karst. Trong quá trình khoan, ghi nhận cường độ của mô-tơ khoan và dấu hiệu đặc thù khi mũi khoan bắt đầu xuyên qua lớp đá vôi ở nóc hang hoặc xuyên qua đá hang để kiểm tra sự tương thích với tài liệu địa chất, từ đó có điều chỉnh kịp thời cho các lỗ khoan tiếp theo.
- Bước 4: Khi xuyên thủng hang, căn cứ cường độ của mô-tơ khoan, phản lực của nền đất có thể đánh giá tương đối về tình trạng hang là rỗng hay có bùn lấp đầy. Từ đó có biện pháp phù hợp đảm bảo ổn định của lớp đất hiện hữu hoặc mới thiết lập xung quanh thành lỗ khoan, giúp không sụt thành và giữ mực nước lỗ khoan ổn định.



- Bước 5: Tiến hành các bước khoan theo quy trình thi công trong tiêu chuẩn của phương pháp Basis® và hạ cọc đến cao độ thiết kế.



Hình 3: Thiết bị rung lắc mạnh và mất dung dịch khoan khi gặp hang karst



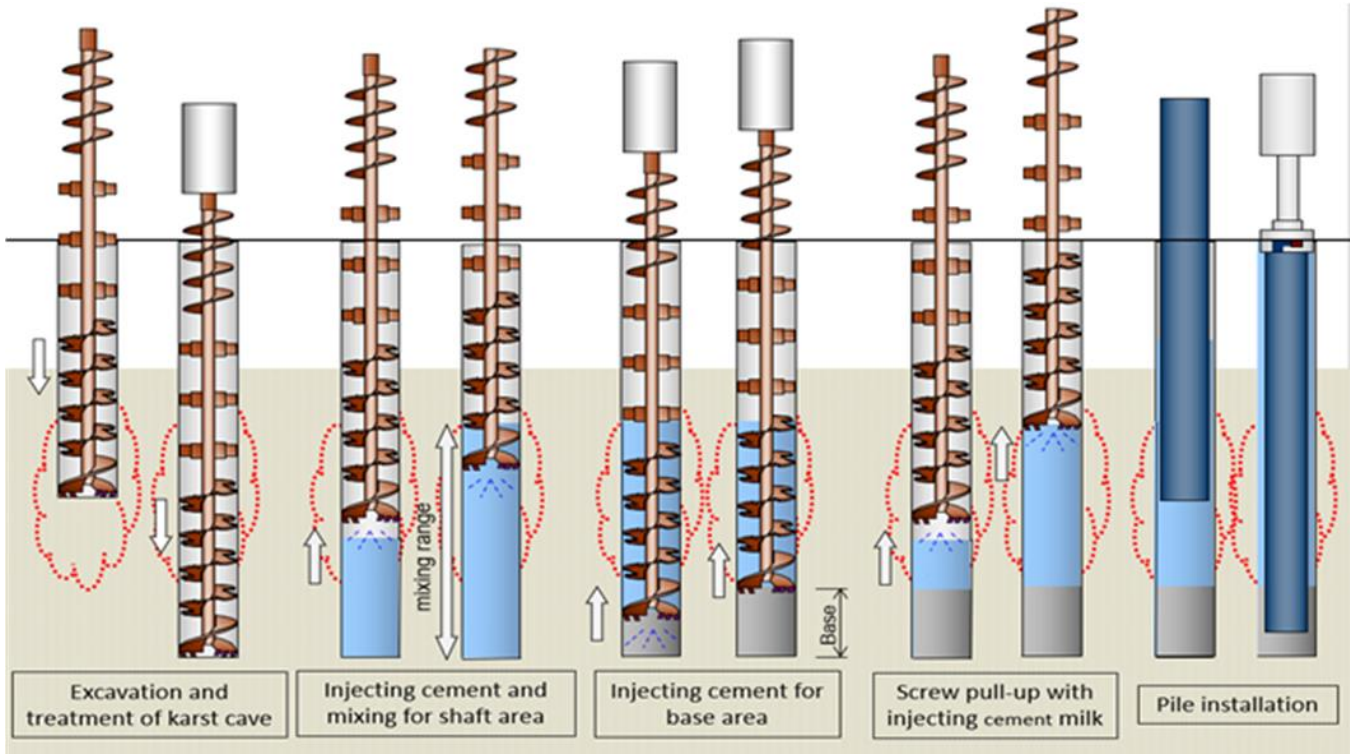
Hình 4: Xử lý kỹ thuật lỗ khoan khi gặp hang karst rỗng

Với những ưu điểm của phương pháp hạ cọc ống ly tâm dự ứng lực – phương pháp Basis®, đã đề xuất và được lựa chọn áp dụng cho 1 dự án trung tâm thương mại tại Huế.

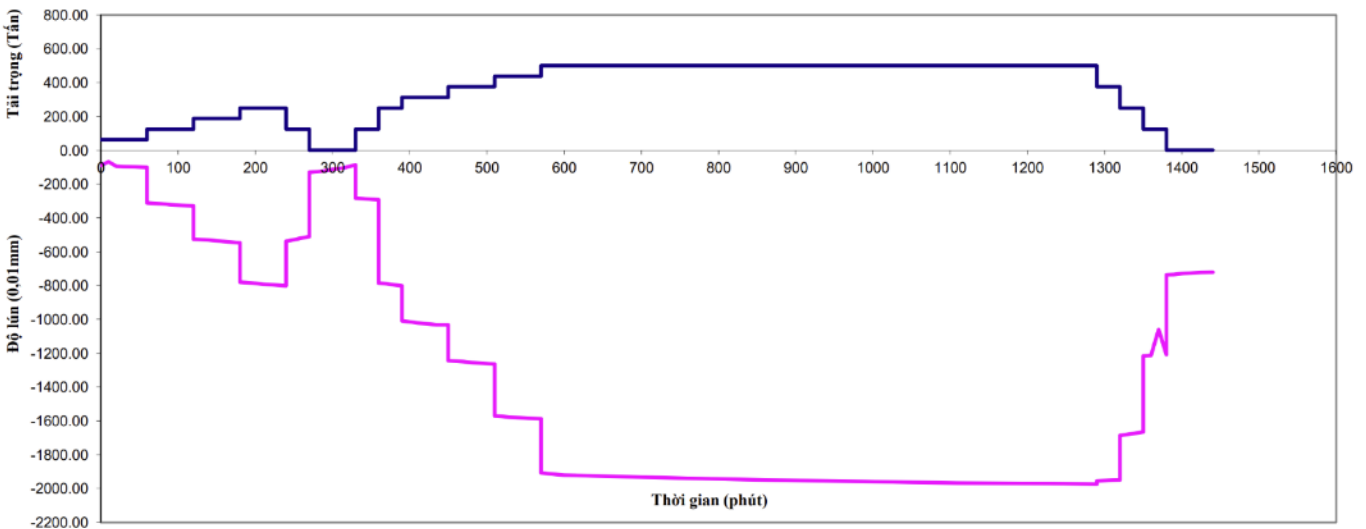
Kết quả thử tĩnh cọc dự án điển hình đã trình bày trên khi thi công hạ cọc theo phương pháp phương pháp Basis® có hiệu chỉnh cho thấy, các cọc sau khi được xử lý kỹ thuật trong quá trình thi công như đã mô tả đều đạt cường độ yêu cầu theo quy định, thậm chí đạt giá trị vượt trội do cọc được chống vào trong



nền đá đã được gia cường bằng vữa xi măng, mũi cọc có khả năng chống trượt và tạo liên kết tốt giữa cọc và nền đá.



Hình 5: Trình tự thi công khoan hạ cọc theo phương pháp Basis®



Hình 6: Kết quả thử tĩnh cọc dự án trung tâm thương mại Aeon Mall Huế

Thay lời kết

Phương pháp BASIC® có nhiều ưu điểm, được áp dụng phổ biến ở Nhật Bản và một số nước, có thể khắc phục được một số khó khăn mà các phương pháp ép, đóng cọc khó thực hiện. Phương pháp này cho phép thi công cọc ống ly tâm dự ứng lực trong nhiều điều kiện địa chất khác nhau, trong một số trường hợp cọc thể có ưu điểm nhất định so với cọc khoan nhồi về mặt chi phí cũng như quản lý chất lượng do sử dụng cọc bê tông đúc sẵn tại nhà máy trên dây chuyền công nghiệp.

Phản biện và chỉnh sửa: Nguyễn Đức Mạnh, PTK Hội Cơ học đất và ĐKTCT VN



Giải pháp giảm thiểu tác động đến môi trường trong ngành xây dựng: Tối ưu hóa trong thiết kế nền móng và sử dụng bê tông ít phát thải carbon

Solutions to minimize environmental impact in the construction industry: Optimizing of foundation design and using of low-carbon concrete

Phạm Quốc Dũng

Công ty Bachy Soletanche Vietnam. E-mail: quoc.dung.pham@soletanche-bachy.com

Nguyễn Nhật Thành

Công ty Bachy Soletanche Vietnam. E-mail: nhat.thanh.nguyen@soletanche-bachy.com

Tóm tắt

Ô nhiễm môi trường gây ra bởi hoạt động xây dựng hiện nay tại Việt Nam và nhiều nước trên thế giới là rất nghiêm trọng. Hoạt động xây dựng bắt đầu từ giai đoạn khảo sát, thiết kế đến giai đoạn thi công công trình. Với một khối lượng lớn bê tông, thép và máy móc thiết bị hạng nặng được sử dụng sẽ tạo ra một khối lượng lớn phát thải khí CO₂ ra môi trường trong quá trình nghiền Clinker, sản xuất xi măng, quá trình sản xuất thép và thi công xây dựng công trình. Để giảm thiểu tác động xấu đến môi trường, tập đoàn Soletanche Bachy cam kết đến năm 2030 với khách hàng và những thế hệ tương lai rằng tập đoàn chúng tôi sẽ giảm 40% lượng khí thải CO₂ đối với nguồn từ phạm vi 1 và 2 và 20% đối với nguồn từ phạm vi 3. Bài viết cũng đưa ra các ví dụ cụ thể để cho thấy rằng phương án thiết kế tối ưu là rất quan trọng và việc sử dụng bê tông carbon thấp là giải pháp thật sự cần thiết để mang lại hiệu quả cao trong công tác bảo vệ môi trường.

Summary

Environmental pollution caused by construction activities in Vietnam and many countries around the world is very serious, nowadays. Construction activities start from the site survey, design stage to the construction stage. With a large volume of concrete, steel and heavy machinery used, it will create a large volume of CO₂ emissions into the environment during clinker grinding, cement production, steel production and construction works at site. To minimize the negative impact on the environment, Soletanche Bachy Group commits to our customers and future generations that by 2030 our Group will reduce CO₂ emissions by 40% from sources by scope 1 and 2, and 20% from sources by scope 3. The article also provides specific projects to demonstrate that optimal design option is crucial, and the use of low-carbon concrete is a truly necessary solution to bring high efficiency in environment protection.

Giới thiệu

Trong các mục tiêu phát triển bền vững (Sustainable Development Goals – SDG) của Liên Hiệp Quốc có 2 mục tiêu thúc đẩy các giải pháp vì môi trường. Đó là mục tiêu số 7 – *Năng lượng sạch với giá thành hợp lý* tập trung vào việc cung cấp năng lượng xanh và giảm thiểu năng lượng sử dụng và mục tiêu số 13 – *Hành động về khí hậu* tập trung vào việc giảm phát thải khí nhà kính và phục hồi các hậu quả của biến đổi khí hậu. Với tốc độ đô thị hóa nhanh chóng đang diễn ra trên toàn cầu, ngành công nghiệp xây dựng và các tòa nhà đang chịu trách nhiệm cho 37% lượng phát thải khí nhà kính toàn cầu.

Phát thải khí nhà kính thường được đo bằng lượng phát thải carbon. Để thực hiện các biện pháp giảm phát thải carbon, nguồn phát thải này được chia ra làm 3 Phạm vi: Phạm vi 1, 2 và 3. Công ty Bachy Soletanche Việt Nam (BSV) là một nhà thầu nền móng, thuộc tập đoàn Soletanche Bachy và tập đoàn mẹ Vinci (Pháp). Là một công ty nền móng, chúng tôi đo lường phát thải carbon theo 3 phạm vi trên như sau:



Phạm vi 1: Phát thải carbon trực tiếp từ việc tiêu thụ xăng, dầu, khí LPG. Việc sử dụng các thiết bị hạng nặng với động cơ diezen công suất lớn như xe cẩu bánh xích, xe khoan, xe đào, xe ben... tiêu thụ một lượng lớn nhiên liệu dầu D.O.

Phạm vi 2: Phát thải carbon gián tiếp từ tiêu thụ điện lưới. Điện được sử dụng cho một số thiết bị thi công như hệ thống bơm, máy trộn dung dịch, tiện ích văn phòng, chiếu sáng, ...

Phạm vi 3: Phát thải carbon từ các nguồn khác. Việc sử dụng vật liệu như bê tông, thép, xi măng và sử dụng máy bay đi công tác được tập đoàn Soletanche Bachy tính đến cho phạm vi phát thải 3.

Theo số liệu báo cáo môi trường năm 2022 của tập đoàn Soletanche Bachy, lượng phát thải carbon cho phạm vi 1 & 2 là 102.697 tấn CO₂ và cho phạm vi 3 là 962.802 tấn CO₂. Có thể thấy phát thải carbon theo Phạm vi 3 chiếm tới 90% tổng lượng phát thải carbon. Đây là số liệu dựa trên báo cáo của tất cả các chi nhánh Soletanche Bachy trên toàn thế giới, được kiểm toán bởi Deloitte. Đi sâu hơn vào phạm vi 3: chúng tôi có lượng phát thải đến từ bê tông là 542.501 tấn CO₂ chiếm 56%, thép là 339.347 tấn CO₂ (35%), xi măng là 75.284 tấn CO₂ (8%) và 1% còn lại là sử dụng máy bay đi công tác (5.670 tấn CO₂).

Bê tông đứng đầu danh sách các loại vật liệu được sử dụng trong lĩnh vực xây dựng, đứng thứ hai là thép. Tốc độ sử dụng bê tông trên toàn thế giới đã tăng gấp 10 lần trong 65 năm qua. Đối với tập đoàn Soletanche Bachy, bê tông chiếm 50,92% và thép chiếm 35,25% tổng lượng phát thải carbon (số liệu năm 2022). Phát thải carbon từ bê tông và thép được tính bằng công thức sau:

- Đối với bê tông:

$$\text{Lượng phát thải (tấn CO}_2\text{)} = \text{Khối lượng bê tông (m}^3\text{)} \times \text{hệ số phát thải của bê tông (tấn CO}_2\text{/m}^3\text{ bê tông)}$$

- Đối với thép:

$$\text{Lượng phát thải (tấn CO}_2\text{)} = \text{Khối lượng thép (tấn)} \times \text{hệ số phát thải của thép (tấn CO}_2\text{/tấn thép)}$$

Vì vậy để giảm phát thải carbon, có 2 phương án chủ yếu là giảm lượng bê tông và thép sử dụng và phương án thứ 2 là giảm hệ số phát thải của bê tông mà chúng ta sử dụng. Với phương án 1, chúng tôi tập trung tối ưu hóa trong thiết kế nền móng công trình. Bằng cách áp dụng các công nghệ kỹ thuật tiên tiến (phụt vữa thân cọc, cọc phụt vữa mũi cọc,...) và tối ưu hóa trong tính toán thiết kế cọc và thiết kế tường vây. Nhờ đó mà tổng khối lượng bê tông, thép sử dụng cho công trình được giảm đáng kể, giúp bảo vệ môi trường cũng như tiết kiệm chi phí (2 mục tiêu này luôn đồng hành cùng nhau). Với phương án thứ 2, chúng tôi nghiên cứu sử dụng loại bê tông có hệ số phát thải CO₂ thấp, sử dụng các phụ gia khoáng thay thế thành phần xi măng và các loại xi măng ít clinker.

GIẢI PHÁP 1: Tối ưu hóa trong thiết kế

Phương án móng cho nhà cao tầng phụ thuộc rất lớn vào cấu tạo các lớp địa chất, cao độ mực nước ngầm, tải trọng công trình cũng như phương án thi công dự kiến của phần hầm (có thể là phương án đào mở kết hợp với hệ neo hoặc hệ giằng chống, semi-topdown hoặc full-topdown). Đơn vị Tư vấn thiết kế cần phải có nhiều giải pháp khác nhau cho cùng một công trình để so sánh và lựa chọn phương án tối ưu về khối lượng, thời gian thi công và chi phí cũng như ảnh hưởng của mỗi phương án đến môi trường. Công nghệ thi công tiên tiến cũng là một giải pháp để giảm thiểu tác động đến môi trường.

Hai công trình điển hình ở khu vực Thành phố Hồ Chí Minh sau đây được lấy làm ví dụ tham khảo. Với mỗi công trình chúng tôi sẽ trình bày 2 phương án để làm cơ sở so sánh. Phương án ban đầu là phương án do đơn vị tư vấn thiết kế đề xuất để đấu thầu và phương án tối ưu là phương án do chúng tôi đề xuất trong giai đoạn đấu thầu.

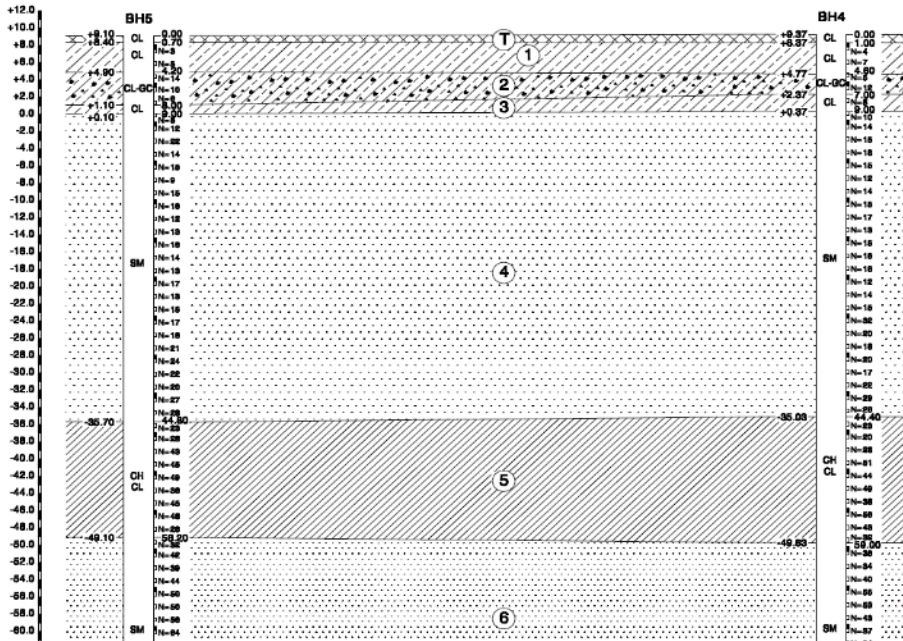
Địa tầng tại khu vực nội thành Thành phố Hồ Chí Minh thay đổi từng khu vực cụ thể nhưng có thể được tóm tắt sơ lược như bên dưới:

- Lớp 1: Đất sét pha cát, mềm đến chặt vừa.
- Lớp 2: Đất sét pha cát lẫn sỏi sạn, cứng vừa đến cứng.
- Lớp 3: Đất sét pha cát, cứng vừa.
- Lớp 4: Cát mịn đến trung, rời đến chặt.
- Lớp 5: Đất sét, cứng.



- Lớp 6: Cát mịn đến trung, chặt đến rất chặt.

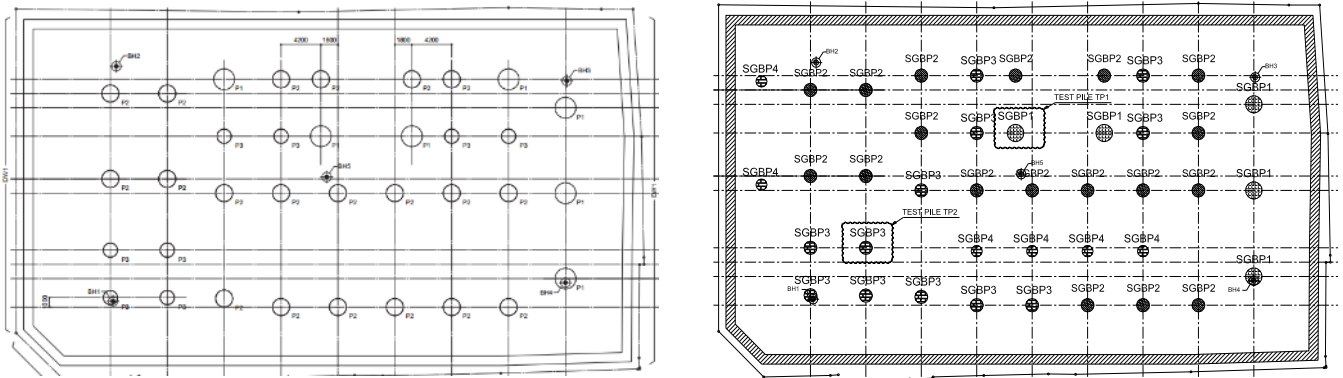
Mức nước ngầm dao động ở độ sâu 1.0m đến 2.0m dưới mặt đất tự nhiên.



Hình 7: Địa tầng điển hình tại khu vực trung tâm TPHCM

Công trình 1 (3 tầng hầm và 13 tầng cao):

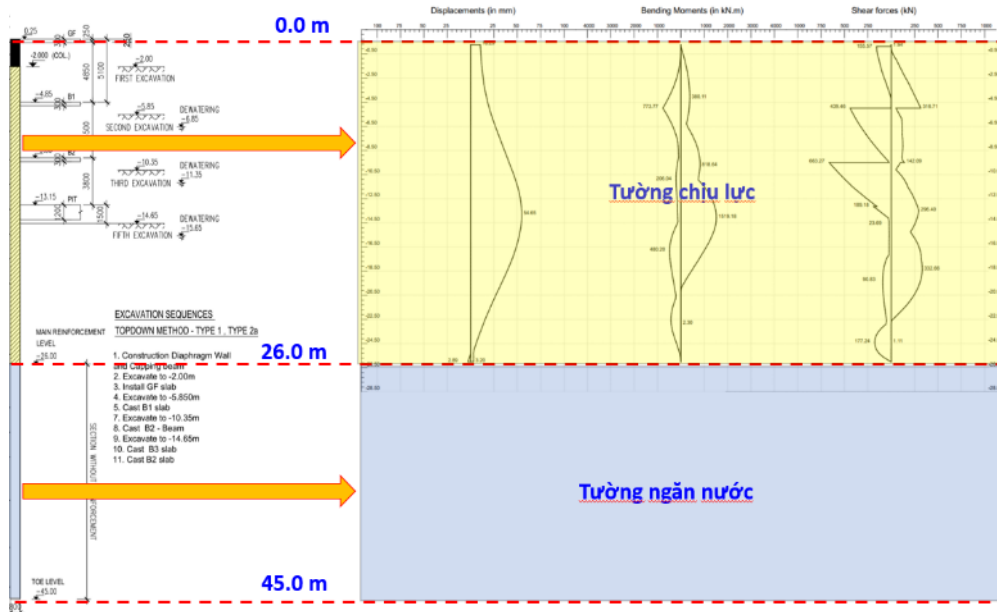
Nhà thầu BSV nhận thấy phương án cọc và tường vây theo phương án ban đầu có thể tối ưu được dựa trên hồ sơ địa chất, tải trọng công trình và biện pháp thi công công trình dự kiến của Nhà thầu chính. Dưới đây là bản vẽ mặt bằng của hai phương án.



Hình 8: Mặt bằng cọc phương án ban đầu (bên trái) và phương án tối ưu (bên phải)

Giải pháp đề xuất cho công trình:

- Móng cọc: Nhờ hiệu quả vượt trội của công nghệ cọc phụt vữa thân cọc được áp dụng lần đầu tại Việt Nam từ năm 2007, phương án cọc khoan nhồi phụt vữa được đề xuất áp dụng cho công trình để rút ngắn chiều sâu cọc và giảm đường kính cọc cho toàn bộ công trình.
- Tường vây: Để giảm thiểu tác động xấu đến các công trình và hệ thống hạ tầng kỹ thuật xung quanh trong quá trình thi công đào đất tầng hầm, chiều sâu tường vây được đề xuất ngầm vào lớp sét cứng bên dưới (lớp sét cứng xuất hiện ở độ sâu khoảng 44m so với mặt đất tự nhiên) để tạo vách ngăn nước. Cụ thể, chiều sâu chịu lực của tường vây trong trường hợp này là 26m (thép tường vây được bố trí đến độ sâu 26m) và bên dưới 26m đến chân tường vây (từ 26m đến 45m) được cấu tạo là tường ngăn nước (không bố trí thép).



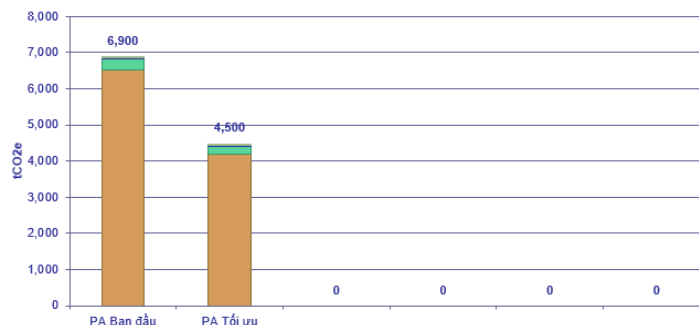
Hình 9: Minh họa chiều sâu tường vây của phương án tối ưu

Với phương án tối ưu trên, khối lượng bê tông và thép tiết kiệm như bảng bên dưới (không bao gồm 06 cọc cho các cột bổ sung trong giai đoạn thiết kế thi công):

Bảng 1: So sánh khối lượng công trình 1 (giai đoạn đầu thầu)

Hạng mục		Đơn vị	Phương án ban đầu	Phương án tối ưu	Chênh lệch	
Tường vây	Kích thước		Dày 1.0m, sâu 45m	Dày 0.8m, sâu 45m (26m tường chịu lực +19m tường ngăn nước)		
	Bê tông	m ³	8.368	6.695	-1.674	-20%
	Thép	tấn	1.297	529	-768	-59%
Cọc	Kích thước		08 cọc D1.5, sâu 53m 20 cọc D1.8, sâu 53m 07 cọc D2.2, sâu 53m	12 cọc D1.4, sâu 49m 18 cọc D1.4, sâu 53m 05 cọc D1.5, sâu 54m		
	Bê tông	m ³	3.574	2.067	-1.507	-42%
	Phụ vữa	m ²	0	5.255	+5.255	+100%
	Thép	tấn	190	122	-68	-36%

Sử dụng công cụ tính toán của EFFC - Hiệp hội các nhà thầu nền móng Châu Âu, lượng phát thải khí CO₂ được tính toán như biểu đồ bên dưới (đơn vị là tấn CO₂). Biểu đồ cột cho thấy phương án tối ưu được tiết kiệm được 2.400 tấn CO₂ tương đương với xấp xỉ 35% so với phương án ban đầu.

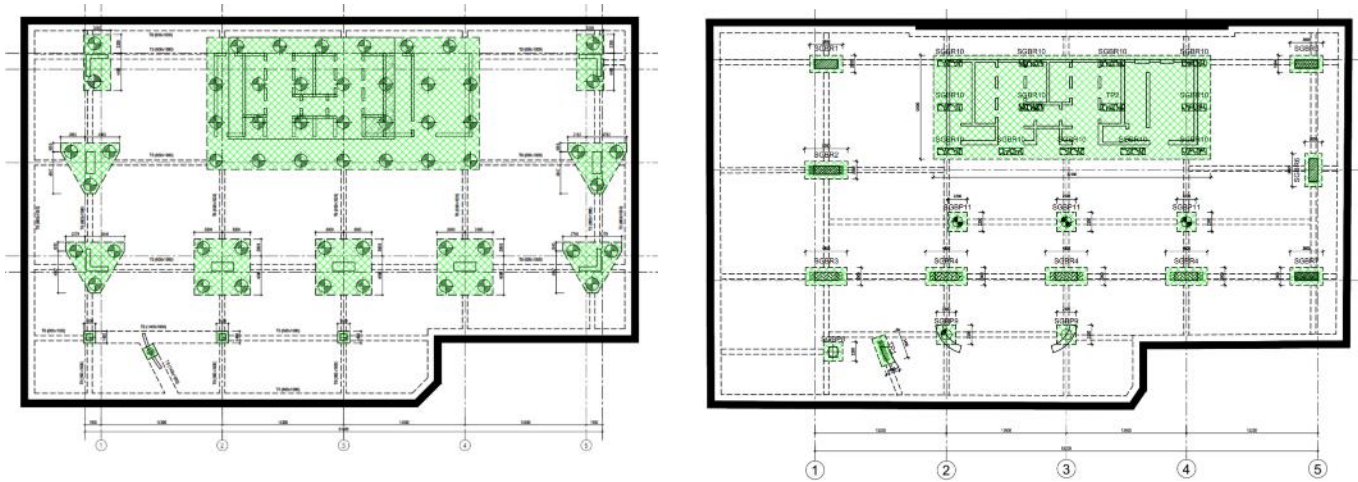


Hình 10: So sánh khối lượng phát thải CO₂



Công trình 2 (3 hầm và 25 tầng cao):

Ngoài việc áp dụng công nghệ phụt vữa thân cọc, giải pháp cọc barrette (BR) cũng giúp tối ưu khối lượng phần móng cho công trình, giảm số lượng cọc và khối lượng đài cọc. Dưới đây là mặt bằng cọc của hai phương án:



Hình 11: Mặt bằng cọc phương án ban đầu (bên trái) và phương án tối ưu (bên phải)

Với phương án thay thế, chúng tôi đề xuất phương án bố trí 1 cọc bên dưới chân cột để thuận tiện cho việc bố trí kingpost trong biện pháp thi công semi-topdown. Kích thước của barrette được thay đổi thay vì áp dụng gàu đào chuẩn có kích thước 2.8m. Bên dưới đây là bảng so sánh khối lượng của phương án cọc và đài cọc.

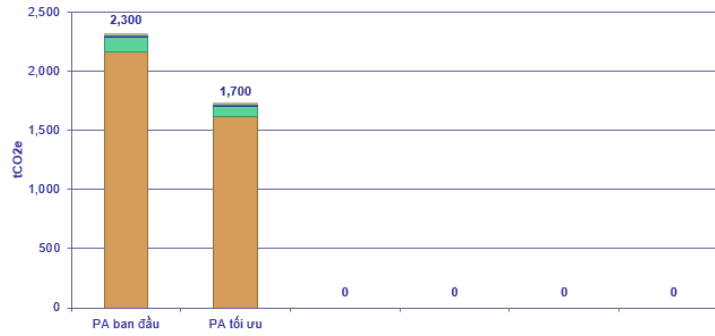
Ngoài tiết kiệm khối lượng như trên, việc giảm số lượng cọc cũng giúp Chủ đầu tư giảm đáng kể thời gian thi công hạn mục cọc, cụ thể là giảm 23 ngày, tương đương với 38% tổng thời gian thi công cọc.

Tương tự như ở công trình 1, lượng phát thải khí CO2 ra môi trường cũng được tính toán và trình bày trong biểu đồ cột bên dưới. Khối lượng khí CO2 giảm 600 tấn CO2 tương đương 26% so với phương án ban đầu.

Bảng 2: So sánh khối lượng công trình 2

Hạng mục		Đơn vị tính	Phương án ban đầu	Phương án tối ưu	Chênh lệch	
Cọc	Kích thước		04 cọc D0.8, sâu 60m 55 cọc D1.8, sâu 60m	12 cọc BR (0.8x2.8), sâu 62m 04 cọc BR (1.0x2.8), sâu 58-68m 04 cọc BR (1.0x3.8), sâu 65-69m 01 cọc BR (1.0x4.0), sâu 77m 06 cọc BP1.2, sâu 40-58m		
	Bê tông	m ³	4.643	3.141	-1 502	-32%
	Thép	tấn	434	301	-133	-31%
	Diện tích phụt vữa	m ³	0	5.303	+5.303	+100%
	Đài cọc	m ³	3 199	2.286	-913	-29%
Thời gian	ngày	60	37	-23	-38%	

* BR = Barrette – cọc khoan nhồi tiết diện hình chữ nhật; BP = Bored pile – cọc khoan nhồi tiết diện tròn



Hình 12: So sánh khối lượng phát thải CO2

GIẢI PHÁP 2: Sử dụng bê tông carbon thấp

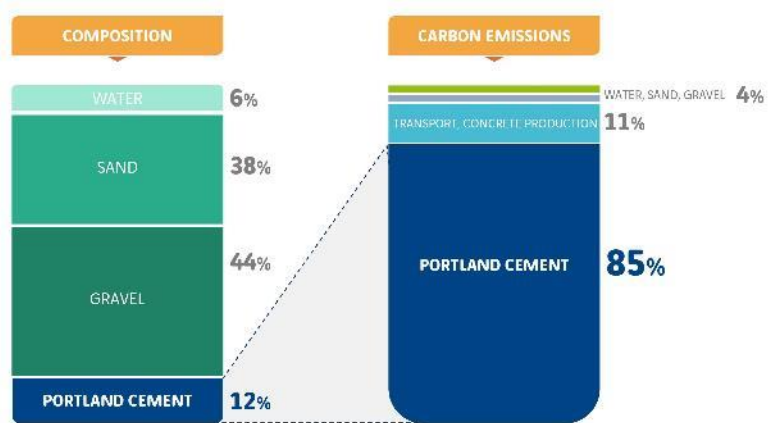
Một cấp phối bê tông thông thường bao gồm: xi măng (portland cement), cốt liệu lớn (gravel), cát, nước. Tuy chỉ chiếm khoảng 12% về khối lượng, nhưng xi măng có lượng phát thải chiếm 85% phát thải của bê tông.

Quá trình sản xuất ra xi măng bao gồm các công đoạn: (1) Khai thác nguyên liệu thô (đá vôi, đất sét, cát,..); (2) Nghiền đá vôi trước khi phối trộn; (3) Vận chuyển tới nhà máy sản xuất xi măng; (4) Nghiền mịn các nguyên liệu thô và phối trộn theo tỷ lệ; (5) Đưa vào lò quay để nung và gia

hiệt đến khoảng 1.450 °C sẽ kích hoạt một loạt phản ứng hóa học biến bột thô thành clinker; (5) Làm nguội clinker; (6) Sản xuất xi măng. Việc sử dụng các nguồn nhiên liệu để đốt nóng và quá trình canxi hóa của bước 5 tạo ra nhiều khí thải CO2 nhất. Ước tính để tạo ra 1 tấn xi măng sẽ phát thải từ 800 đến 950 kg CO2. Hiện nay các nhà sản xuất xi măng đã sử dụng các phụ gia khoáng để thay thế cho thành phần clinker trong xi măng. Có thể kể đến các loại vật liệu sau: Xi lò cao nghiền mịn (GGBS - Ground Granulated Blast-furnace Slag), bột đá vôi (limestone filler), meta cao lanh, silica fume, tro bay). Việc sử dụng xi măng ít clinker đang là định hướng cho việc phát triển bền vững của các nhà sản xuất xi măng.

Theo TCVN 6260:2020 Xi măng Pooc lăng hỗn hợp (Blended portland cements), mục 5.4 (Yêu cầu kỹ thuật): "Tổng lượng các phụ gia khoáng (không kể thạch cao) trong xi măng pooc lăng hỗn hợp, tính theo khối lượng xi măng, không lớn hơn 40%. Tuy nhiên nếu nhà sản xuất sử dụng xỉ lò cao với tỉ lệ lớn hơn 10% trở lên, cho phép tổng lượng các phụ gia khoáng sử dụng lên tới 50%". So với việc sử dụng xi măng PC (TCVN 2682:2020), lượng phát thải cho mỗi m3 bê tông giảm đáng kể. Xi măng PC có thành phần clinker từ 94% đến 95%.

Công ty BSV thúc đẩy việc áp dụng bê tông có hàm lượng carbon thấp trong các công tác thi công để góp phần vào việc phát triển bền vững. Bê tông dùng cho thi công cọc khoan nhồi và tường vây được đổ trong dung dịch đào (bentonite hoặc polymer). Đối với **Công trình 1**, BSV đã phối hợp với Nhà thầu phụ cung cấp bê tông để sản xuất và thi công bê tông có hàm lượng carbon thấp cho kết cấu cọc và tường vây.



Bảng 3: Cấp phối bê tông

B35 - Thành phần vật liệu cho 1m3 bê tông									
Thành phần chất kết dính			Nước	Cát	Cát nghiền	Đá	Phụ gia		
PCB40 (kg)	Xi (GGBS) (kg)	Tro bay (kg)	(lít)	(kg)	(kg)	(kg)	Ph. gia1 (ml)	Ph. gia2 (ml)	Ph. gia3 (ml)
360	45	55	170	475	364	900	1840	3450	2300



Bê tông B35 có tổng thành phần chất kết dính là 460 kg trong đó xi măng PCB40 chiếm 78,26%, hai loại phụ gia khoáng được sử dụng là xỉ hạt lò cao (9,78%) và tro bay (11,95%). Loại xi măng là PCB40 Fico YTL-Supreme flow có dấu chân carbon tính toán là 571.40 kg CO₂/tấn xi măng.

Bảng 4: Phát thải carbon của vật liệu

Vật liệu	Hệ số phát thải carbon – kg CO ₂	Khối lượng vật liệu (kg)	Phát thải carbon
Xi măng PCB40	0.5714	360	205.70
Xỉ (GGBS)	0.042	45	1.89
Nước	0.0003	170	0.05
Cốt liệu	0.008	1739	13.91
Tro bay	0.004	55	0.22
Phụ gia siêu dẻo 1	1.88	1.97	3.70
Phụ gia siêu dẻo 2	1.88	3.62	6.81
Phụ gia duy trì	1.31	2.24	2.93
Kg CO ₂ /m ³ bê tông =			235

Bảng thống kê dưới đây cho thấy, với việc sử dụng bê tông carbon thấp sẽ giúp giảm 125kg CO₂/m³ bê tông, tương đương với khoảng 35% khối lượng phát thải khí CO₂ ra môi trường. Bởi vì chỉ một phần tổng khối lượng bê tông của hạng mục cọc và tường vây sử dụng cho công trình là bê tông carbon thấp nên tổng khối lượng CO₂ phát thải ra môi trường giảm 647 tấn như trình bày trong Bảng 5 bên dưới:

Bảng 5: Tổng khối lượng phát thải CO₂

	Cho 1m ³ bê tông	Cho toàn bộ khối lượng bê tông sử dụng
Bê tông thông thường (sử dụng xi măng OPC)	360kg/m ³	
Bê tông carbon thấp	235kg/m ³	
Lượng giảm	125kg/m ³ (~35%)	5177.5x0.125= ~647 tấn CO ₂

Kết luận

Có nhiều giải pháp để hạn chế ảnh hưởng của công trình xây dựng đến môi trường, Với công ty Bachy Soletanche Vietnam chuyên về nền móng và công trình ngầm, việc áp dụng 2 biện pháp như nêu trên đã góp một phần đáng kể vào việc bảo vệ môi trường. Từ phân tích phương án tối ưu của 2 công trình trên cho thấy việc tối ưu hóa trong giai đoạn thiết kế là rất quan trọng, giúp Chủ đầu tư giảm đáng kể khối lượng vật tư sử dụng cho công trình và việc sử dụng vật liệu bê tông carbon thấp giúp giảm khối lượng phát thải khí CO₂ ra môi trường sống.



Giải pháp phụ gia tăng độ ổn định cho đất H2BQ

Soil Stabilisation with H2BQ

Phạm Huy Tân

Công ty GGR. E-mail: tanpham@gg-roadsupplies.com

Harald.kneidinger

Công ty GGR. E-mail: herald.kneidinger@h2bq.de

Trần Huy Hùng

Tập đoàn Sun Group. E-mail: casablanca362001@gmail.com

Mở đầu

Trong thời gian vừa qua, Việt Nam đã thúc đẩy phát triển kinh tế mạnh mẽ cùng với tốc độ đô thị hóa nhanh cũng đã tạo điều kiện thuận lợi cho phát triển kinh tế - xã hội, thúc đẩy chuyển dịch cơ cấu kinh tế và cơ cấu lao động theo hướng công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Đô thị hóa không chỉ chuyển dịch về không gian đô thị, không gian kinh tế mà còn góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống, hạ tầng kỹ thuật đô thị và hạ tầng giao thông đã được quan tâm đầu tư, tăng quy mô và cải thiện chất lượng phục vụ về hạ tầng kỹ thuật và định hướng phát triển bền vững.

Trước xu thế hội nhập và giao lưu quốc tế, một kết cấu hạ tầng giao thông tốt đóng vai trò đặc biệt quan trọng giúp cho việc đi lại và giao lưu hàng hóa giữa khu vực được thuận tiện. Việc xây dựng hệ thống đường liên khu vực sẽ tạo ra hành lang vận tải giữa các khu vực kinh tế - du lịch góp phần mở rộng giao lưu kinh tế, văn hóa với các nước. Liên quan đến Nghị định 23/2020/NĐ-CP - Quy định về quản lý cát, sỏi lòng sông và bảo vệ lòng, bờ, bãi sông - Vấn đề thiếu nguồn cung vật liệu các tuyến đường giao thông trước thách thức về nguồn tài nguyên ngày càng cạn kiệt, trong khi các nhà bảo vệ môi trường cảnh báo nóng về tình trạng sạt lở bờ sông, gây tổn thương các dòng sông khi tăng khai thác. Trong bối cảnh trên, các nhà quản lý, nhà khoa học quan tâm việc tìm kiếm nguồn nguyên liệu thay thế, giải pháp và công nghệ mới cho thi công các công trình giao thông giảm sử dụng cát sông và các mỏ đất, đá,...

Vài nét về công ty GGR

GERMANYGROUP ROADSUPPLIES viết tắt là GGR, là công ty con của H2BQ GmbH, một công ty của Đức chuyên cung cấp giải pháp, công nghệ, nguyên vật liệu xây dựng cầu đường cũng như các dự án hạ tầng giao thông. H2BQ GmbH đã đầu tư vào Việt Nam để thành lập GGR. H2BQ GmbH hoạt động trên toàn cầu, có văn phòng đặt bên ngoài nước Đức, bao gồm Dubai ở Các Tiểu vương quốc Ả Rập Thống nhất và ở Hàn Quốc hiện đã có mặt tại Việt Nam.

Đầu năm 2023, lãnh đạo H2BQ GmbH đã tiến hành khảo sát và hợp tác với nhiều bộ ngành của Việt Nam như Bộ Xây dựng, Bộ Giao thông Vận tải và một số tập đoàn xây dựng lớn tại Việt Nam. Nhận thấy nhu cầu phát triển cũng như lợi thế từ sản phẩm độc quyền của mình, Hội đồng quản trị H2BQ GmbH đã quyết định thành lập GGR tại Việt Nam. Mục tiêu chính của GGR là giới thiệu công nghệ và sản phẩm của H2BQ tới thị trường Đông Nam Á, đặc biệt tập trung vào Việt Nam.

GGR đặt mục tiêu giải quyết các vấn đề về chất lượng và giảm chi phí đầu tư từ 10% và có thể lên tới 35% khi xây dựng cơ sở hạ tầng trong các dự án trong tương lai. Chúng tôi dự định đạt được điều này bằng cách tận dụng các công nghệ mới của H2BQ, những công nghệ đã được triển khai thành công trong nhiều dự án trên toàn thế giới.

Thông qua việc sử dụng công nghệ tiên tiến, các sản phẩm của BRT® BAYROTEC giúp xây dựng và duy trì các dự án hạ tầng đường bộ chất lượng cao. Các sản phẩm ổn định nền đất và giảm bụi của chúng tôi được sử dụng trong xây dựng đường và lối đi, cũng như trong nhiều lĩnh vực khác, và được công nhận mang lại hiệu quả cao.



Trong giai đoạn phát triển sản phẩm, ưu tiên hàng đầu của chúng tôi là tính bền vững. Sản phẩm của BRT® BAYROTEC giúp bảo vệ nguồn nguyên liệu thô và nguồn tài nguyên hạn chế trên trái đất một cách bền vững. Việc sử dụng các sản phẩm đặc biệt của chúng tôi cho phép (tái) sử dụng các nguyên liệu thô sẵn có tại chỗ.

H2BQ đã phát triển hai sản phẩm độc quyền: BQ-6999, ổn định đất và BRT DUSTControl DC100, giải pháp ngăn chặn bụi.



Hình 1. H2BQ BQ-6999



Hình 2. BRT® DUST CONTROL DC100 / DC300

Trong bài giới thiệu này chúng tôi xin tập trung vào sản phẩm BQ-6999 từ H2BQ được hòa trộn trong dung dịch nước để sử dụng trong việc ổn định đất. Kết hợp với chất kết dính thích hợp (tùy theo thành phần đất – xi măng hoặc chất kết dính hỗn hợp) Kết hợp với chất kết dính phù hợp (tùy theo thành phần đất – xi măng hoặc chất kết dính hỗn hợp) BQ-6999 đảm bảo cải thiện đáng kể tính chất cơ học của đất ở hầu hết các loại đất.

Ngược lại với các sản phẩm lâu đời chỉ có độ bền cao, sản phẩm của chúng tôi còn linh hoạt hơn nữa. Điều này có nghĩa là chúng làm tăng khả năng biến dạng (tối ưu hóa mô đun đàn hồi, tăng độ giãn dài khi đứt) của đất đã ổn định. Điều này dẫn đến ít bị biến dạng trong quá trình sử dụng, dẫn đến độ bền tăng lên. (Đất ít giòn và ít bị nứt hơn).

Đất được xử lý bằng BQ-6999 cho thấy giá trị độ bền kéo, độ uốn và độ bền kéo tăng lên đáng kể. Do đó, việc sử dụng BQ-6999 làm cho bề mặt được xử lý tổng thể có độ đàn hồi cao hơn và có thể chịu được tải trọng cơ học tốt hơn đáng kể. Điều này có nghĩa là việc sử dụng BQ-6999 kết hợp với chất kết dính tạo nên thân đường dẻo có khả năng chống nước.

Ngoài ra, việc sử dụng BQ-6999 cho phép sử dụng các vật liệu đất trước đây không phù hợp để làm đường. Ngoài ra, còn có thể tái sử dụng vật liệu xây dựng đường hiện có và tiết kiệm chi phí phát sinh trước đây cho việc di dời và chôn lấp.

H2BQ BQ-6999 hoạt động như thế nào

- Chất kết dính polyme tạo thành cầu nối polyme khi thêm vào các hạt đất và xi măng
- Cải thiện độ bền kết dính
- Một mạng lưới đàn hồi mạnh mẽ được hình thành
- Đóng vai trò là liên kết đàn hồi giữa các hạt
- Polyme dẻo hấp thụ năng lượng và không bị vỡ khi chịu tác động của tải nặng = mạng lưới kết nối vết nứt chắc chắn.

Đặc tính và ưu điểm của H2BQ BQ-6999

- Cung cấp độ bền cao kết hợp với tính linh hoạt.
- Khả năng chống nước được cải thiện rất nhiều.
- Việc sử dụng BQ-6999 có tác động tích cực đến tuổi thọ của đất.
- Bằng cách sử dụng một máy tái chế, sản lượng hàng ngày khoảng 6.000 m² là có thể.
- Sản phẩm được cung cấp dưới dạng chất lỏng cô đặc và được thêm vào nước tại công trường để có hàm lượng nước tối ưu.
- Tăng, cải thiện đáng kể sức mạnh CBR.
- Là “chất kết dính toàn diện” cho hầu hết các loại đất.



No	Các tính chất	Đơn vị/Mô tả
1	Độ nhớt	25.00 ở 20oC mPas
2	Độ pH	11 -:- 12
3	Tỷ trọng	1.39g/cm3 ở 20oC
4	Màu sắc	Dạng lỏng màu trắng đục

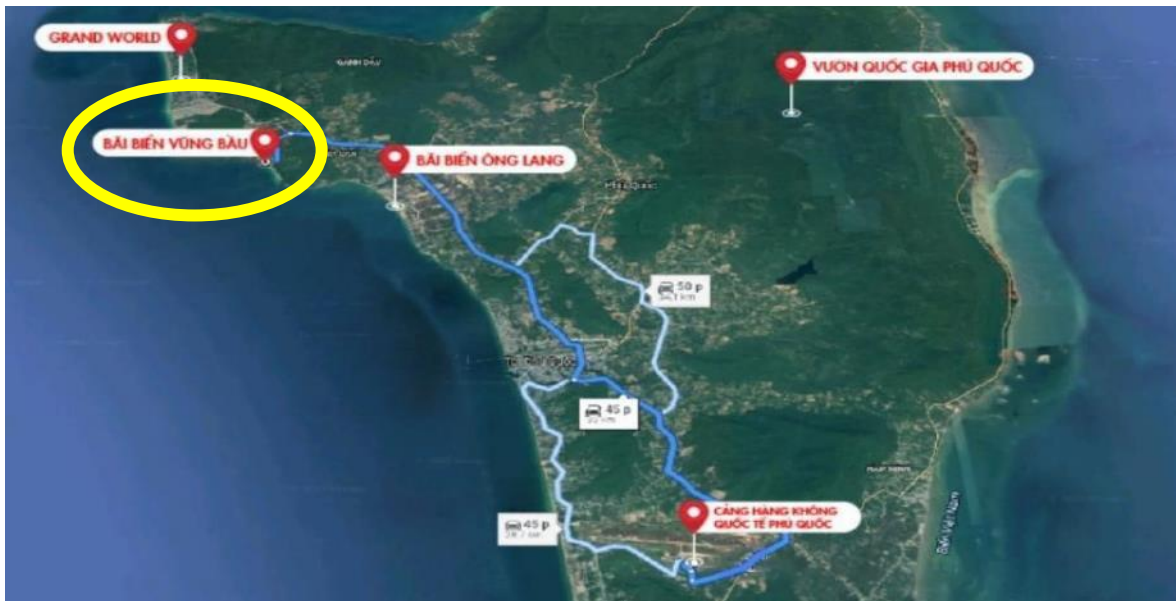
Dự án thử nghiệm tại Phú Quốc

Giới thiệu dự án

Khu du lịch sinh thái Vũng Bầu - Cửa Cạn được thiên nhiên ưu đãi với bãi biển đẹp, nước biển trong xanh, thời tiết ôn hòa ấm áp thích hợp cho du khách khám phá 4 mùa trong năm. Đặc biệt địa hình bãi biển có độ dốc chênh lệch nhỏ nên rất an toàn cho các gia đình có trẻ nhỏ. Đây cũng chính là cơ sở quan trọng để Tập đoàn Sun Group lựa chọn Vũng Bầu, Bắc đảo để kiến tạo Khu đô thị và nghỉ dưỡng kết hợp các hoạt động vui chơi giải trí, thương mại.

Vũng Bầu nằm về phía Tây Bắc đảo Ngọc dễ dàng kết nối kinh hoạt với các khu vực trọng điểm, trung tâm vui chơi giải trí và tiện ích hạ tầng giao thông:

- Cách sân bay Phú Quốc khoảng 31,6km
- Cách thị trấn Dương Đông tầm 17,6km
- Cách khu vui chơi Vinpearl Land Phú Quốc 4,7km – Cách Vinpearl Safari Phú Quốc tầm 8,2km.



Hình 3. Vị trí địa lý Khu du lịch sinh thái Vũng Bầu

Đặc biệt, bãi biển tại đây có màu cát trắng vào ban ngày và chuyển vàng khi mặt trời lặn, bãi biển khá hoang sơ và sạch sẽ do chưa có tác động lớn từ đại dương và bàn tay của con người. Loại cát này thường có hình tròn, đều hạt nên khi sử dụng làm vật liệu đắp nền thường khó lu lèn và khó đảm bảo tính ổn định của nền đường trong khi chịu tải trọng động, nhất là khi bị ngập nước. Cát biển cơ bản đáp ứng được các yêu cầu, tiêu chuẩn về vật liệu đầu vào của Tiêu chuẩn TCVN 9436:2012. Tuy nhiên, cát biển có những nhược điểm như hạt mịn, rời rạc, giảm thể tích khi tiếp xúc với hơi ẩm... nên phải có phương án xử lý thêm (đối với vật liệu hoặc thiết kế nền đường) thì mới áp dụng theo công nghệ truyền thống khá tốn kém với những nguồn cung vật liệu đang thiếu hụt phải vận chuyển để bù đắp.

Chính vì những khó khăn trên, BRT® BAYROTEC đã có một thời gian dài nghiên cứu các sản phẩm và tìm hiểu các loại vật liệu, hóa chất phù hợp nhằm ứng dụng công nghệ gia cố nền và cốt nền đường triển khai



tại CHLB Đức và nhiều nơi trên thế giới. Chúng tôi đã có thời gian đã dành thời gian nghiên cứu các loại mẫu đất, đá, cát tại nhiều tỉnh thành ở Việt Nam. Trên tất cả các loại vật liệu, chúng tôi đã bàn bạc với lãnh đạo Tập đoàn Sun Group về các giải pháp công nghệ tối ưu nhằm giảm giá thành đầu tư, thi công nhanh, tăng hiệu quả, tính liên kết đàn hồi và tăng giá trị khi sản phẩm không tan rã hay thôi nhiễm với môi trường.

Mục tiêu của dự án

- Kiểm tra tình trạng mặt đường để biết cường độ nền, hệ thống thoát nước, số lượng phương tiện giao thông và tải trọng;
- Kiểm tra lấy mẫu hiện trường và phân tích mẫu vật liệu trong phòng thí nghiệm;
- Đánh giá nhu cầu của khách hàng để lựa chọn sản phẩm đạt hiệu quả tối đa như mong muốn;
- Xác định liều lượng hóa chất và phương pháp ứng dụng nhằm kiểm soát chất lượng công trình bằng thiết bị chuyên dùng và định lượng dung dịch, phụ gia,...;
- Lên dự toán kinh phí các phương án thi công khi áp dụng khối lượng thực tế quy mô lớn để có giá thành phù hợp cho sản phẩm được đồng nhất.
- Mục tiêu kết quả cần đạt được của thí nghiệm của mẫu nén phải thỏa mãn điều kiện trong bảng 3, TCVN 8858 – 2011 Móng cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên gia cố Xi Măng trong kết cấu áo đường Ô Tô - Thi Công Và Nghiệm Thu, cường độ chịu nén (sau 14 ngày tuổi) đối với Lớp móng trên của tầng mặt bê tông nhựa và BTXM của đường cao tốc, đường cấp I, cấp II phải đạt $\geq 4,0$ Mpa; cường độ chịu ép chệch (sau 14 ngày tuổi) phải đạt $\geq 0,45$ Mpa.

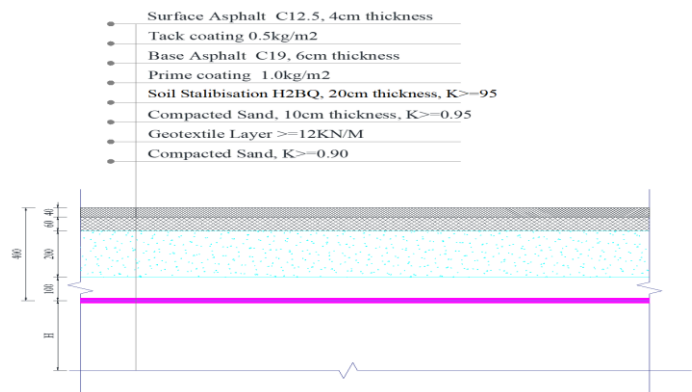
Phương pháp thực hiện

Thí nghiệm trước khi thi công: Đơn vị thi công tiến hành thí nghiệm trong phòng trước khi thi công các chỉ tiêu sau:

- Kiểm tra thành phần hạt vật liệu lấy tại hiện trường
- Thí nghiệm đầm nén
- Thí nghiệm xác định độ ẩm vật liệu
- Tính toán sơ bộ kết cấu nền – áo đường
- Thí nghiệm nén trong phòng



Hình 4. Lấy vật liệu thí nghiệm trước khi thi công



Hình 5. Thiết kế điển hình dự kiến



Hình 6. Nén mẫu vật liệu trước khi thi công

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI
TRUNG TÂM KHOA HỌC CÔNG NGHỆ GIẢI THÍCH VÀN LẮC
Địa chỉ: Thủ Đức - Hồ Chí Minh - Việt Nam
Tel: 024 57641057 Website: www.vtu.edu.vn

PHỤ LỤC KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM THÀNH PHẦN HẠT

Thí nghiệm số: 06/11/2024 Phương pháp thí nghiệm: 4108 - 2004

Kích thước sàng (mm)	K. lượng trên sàng (g)		Hàm lượng trên sàng tính %		Hàm lượng hạt sàng, chất quét mìn (%)		Yêu cầu kỹ thuật
	Thực tế	Đạt	Thực tế	Đạt	Thực tế	Đạt	
20	0.00	0.00	0.0	0.0	100.0	100.0	Không đạt
150	0.00	0.00	0.0	0.0	100.0	100.0	Không đạt
5	0.00	0.00	0.0	0.0	100.0	100.0	Không đạt
75	0.00	0.00	0.0	0.0	99.7	99.7	Không đạt
2	13.00	13.00	0.5	1.0	99.0	99.0	Không đạt
0.25	60.00	78.00	3.2	3.2	95.7	95.7	Không đạt
0.075	914.00	993.00	49.2	53.8	46.6	46.6	Không đạt
0.1	747.00	1740.00	40.2	22.6	59.4	59.4	Không đạt
đáy	118.00	1838.00	6.4	100.0			Không đạt
Tổng	1300.00						

Hình 7. Thí nghiệm thành phần hạt của đất tại chỗ

Quá trình thi công

Các bước thi công được triển khai theo các bước sau:

- Chuẩn bị mặt bằng thi công;
- Thí nghiệm xác định độ ẩm của Cát ngoài hiện trường;
- Rải XM và trộn chất gia cố BQ-6999;
- Đầm lèn hỗn hợp cát gia cố;
- Bảo dưỡng hỗn hợp mặt đường được gia cố cốt nền đường.

Một số hình ảnh trong quá trình thi công dự án thử nghiệm Vũng Bàu:



Hình 8. Mặt bằng thi công



Hình 9. Lu nền chặt mặt bằng trước thi công lớp gia cố



Hình 10. Pha trộn phụ gia



Hình 11. Trải xi măng



Hình 12. Phay trộn nguyên liệu & vật liệu



Hình 13. Tưới phụ gia



Hình 14. Lu nền đất sau khi trộn & tưới phụ gia



Hình 15. Hoàn thành



Hình 16. Ba mẫu khoan kiểm tra độ nén



Hình 17. Thí nghiệm nén mẫu khoan tại hiện trường



CÔNG TY CỔ PHẦN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG QUỐC KIM
PHÒNG THÍ NGHIỆM CHUYÊN NGÀNH XÂY DỰNG
Phu Quốc Kim Construction Investment Joint Stock Company/Bulding Laboratory
 Địa chỉ: Số 291 Đường 104 Đồng Đăng - Phú Quốc - Kiên Giang Tel: 84 0973 660 3188 Fax: 84 0973 660 3188

KẾT QUẢ KIỂM TRA ĐỘ BỀN NÉN CỦA MẪU KHOAN

I. THÔNG TIN MẪU KHOAN

Đơn vị yêu cầu	: CÔNG TY CỔ PHẦN GERMANY GROUP ROAD SUPPLIES
Chủ đầu tư	: --
Tư vấn	: --
Nhà thầu	: --
Dự án	: KINH DU LỊCH SINH THÁI VĨNH BẢO
Giai đoạn	: --
Hạng mục	: --
Ký hiệu mẫu	: Vật liệu cốt gia cố Xi măng

2. KẾT QUẢ THỬ

Phương pháp thử : TCVN 8858:2011
 Ngày nhận mẫu : 22/02/2024
 Ngày khoan mẫu : 22/02/2024
 Ngày thí nghiệm : 28/02/2024

Số TT	Kí hiệu mẫu khoan	Kích thước mẫu (mm)		Diện tích chịu nén		Lực phá hoại	Độ bền nén mẫu khoan				
		Đường kính d_{m1}	Chiều cao h_{m1}	F (mm ²)	F (N)		Tỷ lệ $\frac{F}{h_{m1} \cdot d_{m1}}$	Hệ số kích thước β	Giá trị $\beta \cdot F / F_{m1}$	Hệ số η	Độ bền nén R_{m1}
1	M1	104	93	8.491	46.990	0,89	1,130	6,3	1,09	6,8	7,3
2	M2	104	128	8.491	45.150	1,23	1,130	6,0	1,09	6,0	
3	M3	104	124	8.491	67.290	1,19	1,130	9,0	1,09	9,0	

Chú thích: Mẫu thử được gia công từ Vật liệu cốt gia cố Xi măng khoan tại hiện trường.

Phủ quốc, ngày 28 tháng 02 năm 2024
 CÔNG TY CỔ PHẦN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG QUỐC KIM

GIÁM SÁT THÍ NGHIỆM CĐT:	NGƯỜI THÍ NGHIỆM 	PHÒNG THÍ NGHIỆM LAS-107/689	
TVGS:	TNV. Tạ Quang Hà	THS. Nguyễn Kim Thịnh	
Nhà thầu:			
ĐV cấp BT:			

Hình 18. Kết quả thí nghiệm nén

TCVN 8858 : 2011

Bảng 3 - Yêu cầu đối với cường độ cấp phối gia cố xi măng

Vị trí lớp cấp phối gia cố xi măng	Cường độ giới hạn yêu cầu, MPa	
	Chịu nén (sau 14 ngày tuổi)	Chịu ép chèn (sau 14 ngày tuổi)
Lớp móng trên của tầng mặt bê tông nhựa và BTXM của đường cao tốc, đường cấp I, cấp II hoặc lớp mặt có láng nhựa quy định tại 1.3	≥ 4,0	≥ 0,45
Lớp móng trên trong các trường hợp khác	≥ 3,0	≥ 0,35
Lớp móng dưới trong mọi trường hợp	≥ 1,5	Không yêu cầu

Đánh giá kết quả thử nghiệm

Theo qui định tại bảng 3, TCVN 8858 : 2011: Móng cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô - Thi công và nghiệm thu yêu cầu cường độ chịu nén (sau 14 ngày tuổi) đối với Lớp móng trên của tầng mặt bê tông nhựa và BTXM của đường cao tốc, đường cấp I, cấp II phải đạt ≥ 4.0 Mpa; cường độ chịu ép chèn (sau 14 ngày tuổi) phải đạt ≥ 0.45 Mpa. **Cường độ chịu nén trung bình 3 mẫu nén là 7.3(Mpa) > 4(Mpa) theo yêu cầu của TCVN 8858 : 2011.**



Kết luận

Cường độ chịu nén của kết cấu gia cố bằng chất gia cố BQ-6999 đạt yêu cầu đối với lớp móng trên dùng cho đường cấp cao như: đường cao tốc, đường cấp I, cấp II, mặt đường sân bay.

Các đề xuất sau thử nghiệm

Căn cứ vào kết quả thí nghiệm chịu nén, và tính ưu việt của sản phẩm BQ-6999 nêu ở trên xin có một số đề xuất cho công nghệ gia cố nền đường đề xuất như sau:

- Khi thi công hoàn chỉnh xong một số đoạn Km đường, các bên đã cùng nhau lấy mẫu kiểm tra hiện trường và phân tích mẫu trong phòng thí nghiệm kết quả cho thấy phù hợp với yêu cầu của các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.
- Cốt nền đường được gia cố bằng công nghệ sản phẩm BQ-6999 sau khi kiểm tra đầy đủ các qui chuẩn, tiêu chuẩn của ngành sẽ tiến hành phủ lên trên lớp áo đường bằng nhựa Asphalt được thống nhất kích thước hạt 12,5 mm; chiều dày lớp áo là 6 cm giảm so với thiết kế ban đầu là 12cm.
- Có thể dùng loại vật liệu tại chỗ làm cốt nền đường được kết cấu gia cố bằng sản phẩm BQ6999 thay thế cho lớp móng trên (Base) cấp phối đá dăm truyền thống tại nơi có sẵn cát (nguồn gốc biển).
- Đề xuất được tiếp tục thử nghiệm với các vùng có điều kiện tương tự như Phú Quốc để phân tích cũng như đánh giá sự phù hợp của phụ gia BQ-6999 có đảm bảo tuân thủ theo quy trình và các quy chuẩn, tiêu chuẩn của ngành BXD – BGTVT để thay đổi bề dày lớp gia cố đảm bảo độ ổn định của lớp mặt đường Asphalt phía trên theo yêu cầu cụ thể từ các khách hàng.

Tài liệu tham khảo

Hồ sơ thiết kế hạ tầng dự án Vũng Bàu

TCVN 10379:2014: Gia Cố Đất Bằng Chất Kết Dính Vô Cơ, Hóa Chất Hoặc Gia Cố Tổng Hợp, Sử Dụng Trong Xây Dựng Đường - Bộ Thi Công Và Nghiệm Thu

TCVN 13150 – 1: Lớp Vật Liệu Tái Chế Nguội Tại Chỗ Dùng Cho Kết Cấu Áo Đường Ô Tô - Thi Công Và Nghiệm Thu

TCVN 13150 – 2: Lớp Vật Liệu Tái Chế Nguội Tại Chỗ Dùng Cho Kết Cấu Áo Đường Ô Tô - Thi Công Và Nghiệm Thu

TCVN 8858 - 2011: Móng Cấp Phối Đá Dăm Và Cấp Phối Thiên Nhiên Gia Cố Xi Măng Trong Kết Cấu Áo Đường Ô Tô - Thi Công Và Nghiệm Thu

TCVN 8862:2011: Quy Trình Thí Nghiệm Xác Định Cường Độ Kéo Khi Ép Chẻ Của Vật Liệu Hạt Liên Kết Bằng Các Chất Kết Dính



Đổi mới trong quản lý lũ lụt: Hồ điều hòa với chức năng kiểm soát lũ lụt và phục vụ giải trí

Innovative Flood Management: Detention Pond with Flood Control and Recreational Design

Clark Chu

ACE Geosynthetic Vietnam. E-mail: clark.chu@geoace.com

Nguyen Ngoc Huy

ACE Geosynthetic Vietnam. E-mail: huynguyencct@gmail.com

Bối cảnh

Trong những năm gần đây, những bất thường của khí hậu toàn cầu đã dẫn đến sự gia tăng đáng kể các sự kiện thủy văn cực đoan, với số lượng các khu vực bị ảnh hưởng và mức độ nghiêm trọng vượt xa so với trước đây. Hệ thống thoát nước Shisanliao nằm ở vùng sườn đồi của một quận thuộc thành phố Đài Trung, kết nối với một nhánh chính của sông Fazi. Do hệ thống thoát nước hiện tại không đủ công suất nên các cơ quan hữu quan đã lên kế hoạch cải tạo hệ thống này và xây dựng một hồ điều hòa để giảm lưu lượng dòng chảy và ngăn ngừa lũ lụt.



Hình 1. Hồ điều hòa với kè đất gia cố cho sông Fazi, Đài Trung, Đài Loan

Vấn đề

Do một số phần của các kênh xung quanh Shisanliao bị lấn chiếm và đường dẫn dòng chảy không sạch dẫn đến khả năng xả lũ không đủ đáp ứng. Hệ thống thoát nước hiện hữu có thể xử lý được dòng chảy bề mặt tại chính khu vực đó nhưng không thể đối phó với dòng chảy gia tăng từ các khu vực bên ngoài. Điều này dẫn đến việc xả nước không đủ và mực nước thượng nguồn tăng lên sau đó, gây ngập lụt ở các khu vực lân cận. Để giảm thiểu tác động đến các khu vực dễ xảy ra lũ lụt và cải thiện năng suất nông nghiệp và sử

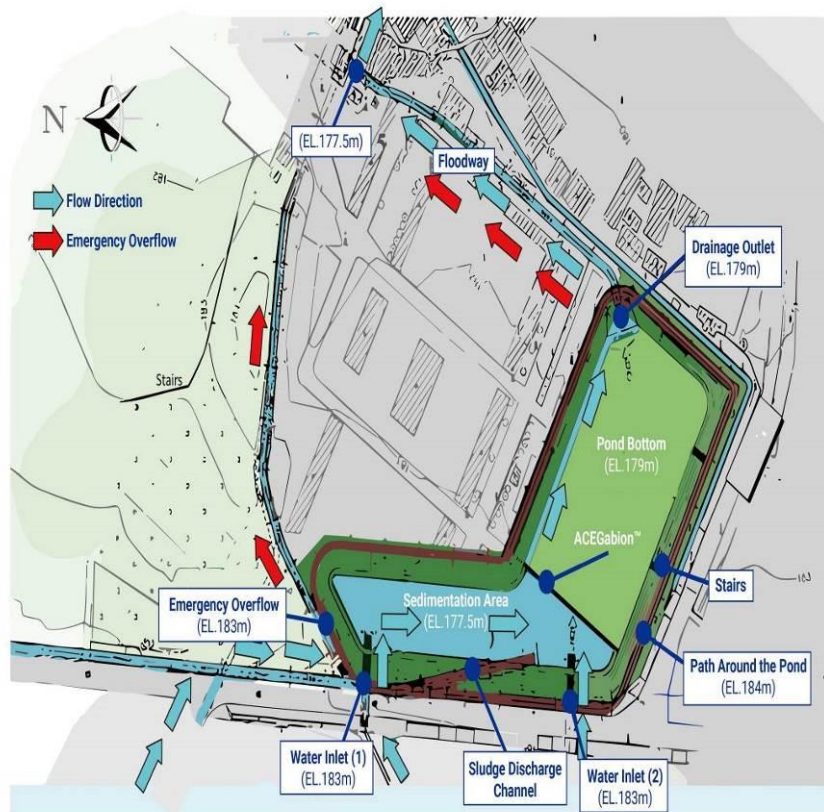


dụng đất, điều cần thiết phải xử lý là giảm tốc độ dòng chảy cao điểm, đảm bảo an toàn, bảo vệ cuộc sống và tài sản của cư dân trong khu vực.

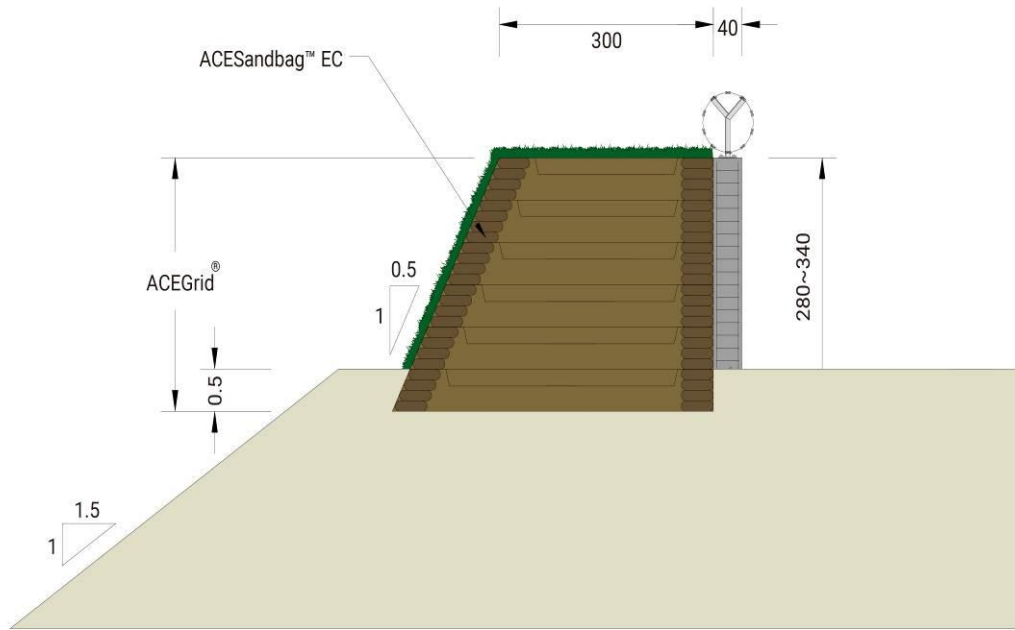
Giải pháp

Xem xét tất cả các yếu tố gây ra lũ lụt, chính quyền đã quyết định cải thiện khả năng xả của hệ thống thoát nước bằng cách mở rộng phần thoát nước của nó. Một hồ điều hòa với diện tích khoảng 2 héc-ta được xây dựng dọc theo hệ thống thoát nước để giảm lưu lượng lũ đỉnh. Địa hình ban đầu của khu vực này dốc xuống nhẹ từ phía tây bắc đến phía đông nam, do đó gây ra sự chênh lệch chiều cao khoảng 3,5m từ phía tây sang phía đông của hồ điều hòa. Đơn vị thiết kế đã quyết định xây dựng tuyến kè với cấu trúc đất gia cố, từ phía tây qua phía đông, với chiều cao thay đổi từ 0,5m đến 3,5m để phù hợp với địa hình và duy trì cao độ phía trên của hồ điều hòa.

Cấu trúc đất gia cường đã được chọn vì nó có thể được xây dựng hiệu quả hơn bằng cách sử dụng các vật liệu tại chỗ có sẵn, thi công thuận tiện hơn so với kết cấu bê tông cốt thép. Hệ thống xanh hóa góp phần vào một môi trường thân thiện và tạo ra một diện mạo cảnh quan thẩm mỹ. Do đặc tính vật liệu địa chất lẫn nhiều cát sỏi ở địa phương, việc giữ lại nước mặt và giữ nó như một hồ chứa là không thực tế. Do đó, hồ điều hòa được thiết kế theo dạng khô với đáy thấm cho phép nước dư thừa xâm nhập và nạp lại vào mạch nước ngầm. Cách tiếp cận này đồng thời bổ sung nước ngầm và thúc đẩy việc bảo tồn đất và nước một cách hiệu quả. Trong dự án này, hồ điều hòa được chia thành hai vùng theo cao độ địa hình. Khu vực lũng được đặt ở điểm thấp nhất, chủ yếu phục vụ nhu cầu thoát nước hàng ngày. Khu vực có cao độ lớn hơn, khi không được sử dụng để giữ nước, nó sẽ có chức năng như một không gian giải trí thuận tiện và an toàn cho cư dân trong khu vực. Hai khu vực này được ngăn cách bởi rọ đá. Thông qua thiết kế sáng tạo này, hồ điều hòa không chỉ giải quyết các vấn đề thoát nước mà còn đảm bảo an toàn cộng đồng và bền vững môi trường.



Hình 2: Tổng mặt bằng vị trí xây dựng hồ điều hòa



Hình 3. Mô phỏng cấu trúc đất gia cường cho kè bờ hồ



Hình 4. Quá trình thi công và hoàn thiện kè hồ điều hòa

Lợi thế

Dự án này đã áp dụng kè đất gia cố trong xây dựng hồ điều hòa. Nó có chức năng bảo tồn nước và tạo điều kiện thoát nước cho khu vực, do đó làm giảm đáng kể nguy cơ lũ lụt. Công trình đã làm giảm nguy cơ ngập lụt cho hơn 16 héc-ta xung quanh hồ điều hòa. Hơn nữa, hồ này giúp cải thiện năng suất trồng trọt và quỹ đất được sử dụng tại địa phương, cải thiện vấn đề an sinh xã hội cho cư dân trong khu vực.



Kè đất gia cố làm bằng vật liệu đắp tại chỗ cung cấp sự ổn định đáng tin cậy và giảm đáng kể chi phí cũng như thời gian thi công. Giải pháp này phù hợp với các nguyên tắc bền vững công trình, thúc đẩy bảo tồn năng lượng và giảm phát thải khí các-bon. Ngoài ra, thảm thực vật bao phủ bề mặt kè giúp tăng mỹ quan cho môi trường xung quanh hồ điều hòa, đồng thời thúc đẩy tính bền vững sinh thái.



Hình 5. Toàn cảnh hồ điều hòa sau khi thi công xong



Thiết kế công tác luân chuyển cát: phân tích ngược và dự đoán lún Design of sand moving operation: back analysis and settlement prediction

Nguyễn Thành Chí, Võ Minh Thắng, Vũ Anh Quân, Trương Trọng Quý
HaskoningDHV Vietnam. E-mail: chi.nguyen@rhdhv.com

Nguyễn Quốc Huy
Aurecon Vietnam. E-mail: huy.nguyenquoc1@aurecongroup.com

Tóm tắt

Xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm đứng (PVD) và gia tải thêm là một phương pháp hiệu quả được sử dụng rộng rãi trong thực tế. Công tác thiết kế chi tiết phù hợp với việc ước tính khối lượng công tác thi công cho mục đích lập hợp đồng. Còn trong quá trình xây dựng, việc quan trắc và phân tích ngược thường được sử dụng để ứng phó với tính bất định của nền đất yếu. Bài báo này trình bày công tác luân chuyển cát trong quá trình thi công xây dựng Cảng container quốc tế Gemalink tại sông Cái Mép, Vũng Tàu. Công tác phân tích ngược được thực hiện để có thể tính toán sự thay đổi về tính nén lún của đất nền và dự đoán độ lún lâu dài của khu vực được xử lý trong quá trình vận hành và đưa ra khuyến nghị về việc nên tăng, giảm hay loại bỏ hoàn toàn tải trọng đắp thêm.

Summary

Ground improvement by prefabricated vertical drains (PVD) and additional surcharge loading is a robust method that is widely used in the practice of reclamation. Detailed design provides a reasonable estimation for a contractual purpose. During construction, monitoring and back analysis are frequently used to deal with the high-variability nature of the soft soils. In this paper, the sand moving operation in the construction of Gemalink International Container Terminal at Cai Mep River, Vung Tau is presented. In this design, the back analysis was carried out to capture the evolution of soil compressibility and to predict the long-term settlement of the reclamation area during operation and give recommendations on whether the surcharge load should be increased, decreased or completely removed.

Giới thiệu

Trong các dự án san lấp gần khu vực cửa sông trên thế giới, việc cải tạo các lớp trầm tích dày luôn là một công việc không thể tránh khỏi. Trong các biện pháp cải tạo thường dùng, phương pháp gia tải trước kết hợp với hệ thống bắc thấm (PVD) và hút chân không luôn là một trong những phương pháp được sử dụng rộng rãi nhất (Bo và cộng sự 2003, Chu và cộng sự 2014). Mặc dù phương pháp này có tính hiệu quả và kinh tế cao, điểm mấu chốt của thành công trong phương pháp này là liệu việc quan trắc và dự đoán lún có được thực hiện một cách đáng tin cậy hay không. Dù có nhiều nghiên cứu để tính toán quá trình cố kết và dự đoán độ lún dài hạn, việc đánh giá không đúng mức vẫn thường xảy ra (Bo et al. 2003). Nguyên nhân có thể là do hạn chế của về lý thuyết tính toán, việc biện giải các thông số đất, sự suy giảm hiệu quả của PVD và trình tự xây dựng (Chu và cộng sự 2014).

Các phương pháp quan trắc và phân tích số thường được sử dụng để dự đoán độ lún cuối cùng và đánh giá các thông số nén lún (Asaoka 1978, Bergado 1992). Việc kết hợp cả hai phương pháp cho phép xác nhận rằng đất đã được xử lý đúng cách, tải đắp thêm trong quá trình thi công có thể dỡ bỏ và độ lún dài hạn trong quá trình khai thác đạt tiêu chuẩn thiết kế. Việc phân tích quá trình gia tải, hiệu chỉnh các tham số nén lún và dự đoán độ lún dài hạn được gọi là phân tích ngược và đã được sử dụng thường xuyên hơn trong thực tế (Debats và cộng sự 2013).

Bài báo này trình bày phân tích ngược trong thiết kế thi công công tác vận chuyển cát trong quá trình san lấp nền bến container của Cảng container quốc tế Gemalink, cảng biển sâu nhất Việt Nam trong đó việc tăng/giảm chiều cao phụ tải và dỡ tải được quyết định hoàn toàn bởi kết quả phân tích ngược.



Mô tả dự án

Thông tin dự án

Dự án phát triển Cảng container quốc tế Gemalink tại sông Cái Mép, tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu, Việt Nam (Hình 1, trên cùng bên trái) được khởi công vào năm 2010. Do khủng hoảng kinh tế, dự án đã tạm dừng sau 18 tháng (trong tổng số 39 tháng) thi công, trong đó khoảng 39% công việc đã được hoàn thành.

Dự án tái khởi động vào năm 2017 bao gồm thiết kế lại cầu cảng dài 800m, 3 cầu dẫn, thiết kế công tác nạo vét và kè bảo vệ xói lở và thiết kế thi công công tác san lấp. Trong tất cả các gói thầu, thiết kế lại chi tiết của công tác san lấp, cải tạo đất có kể đến tình hình hiện tại tại khu vực thi công và dữ liệu độ lún được ghi lại từ năm 2010 được thực hiện trước tiên.



Hình 1: Vị trí dự án và mặt bằng bố trí công tác gia tải thêm

Hiện trạng dự án năm 2017 được giới thiệu trong Hình 1 (trên & dưới bên phải). Phân tích ngược khi bắt đầu quá trình thiết kế lại cho thấy Phân khu 1, 2 và 3 (Hình 1, phía dưới bên trái, không được phủ màu) đã hoàn thành, trong khi các khu vực còn lại chưa đạt mặc dù PVD và các thiết bị quan trắc đã được lắp đặt, và đang có cả phần tải đắp thêm. Từ năm 2018 đến năm 2020, công tác luân chuyển cát kết hợp phân tích ngược được thực hiện hàng tháng để hoàn thiện các phân khu còn lại. Năm 2021, công việc cải tạo cuối cùng tập trung chủ yếu vào các phân khu S4-4, S4-6 và S4-8 (khu I) và các phân khu S4-2, S4-3a (khu II). Phân tích ngược cho khu vực II được trình bày trong bài viết này.

Điều kiện và tiêu chí thiết kế

Phương pháp thiết kế của dự án này tuân theo Tiêu chuẩn Châu Âu (Eurocode 1 và 7), Tiêu chuẩn Anh (British Standard), PIANC, API và các tiêu chuẩn/hướng dẫn liên quan khác.

Sau khi xem xét điều kiện và tần suất xếp container trên phần bãi, hoạt tải phân bố đều 15 kPa được áp dụng trong quá trình vận hành; lớp áo và các tiện ích trên phần sân bãi được coi là tĩnh tải. Do có các lớp đất sét rất mềm đến mềm nên tiêu chuẩn độ lún sau đây đã được áp dụng: (1) độ lún dư 75cm trong 20 năm vận hành và (2) độ lún chênh lệch dưới 1% trên toàn khu vực.



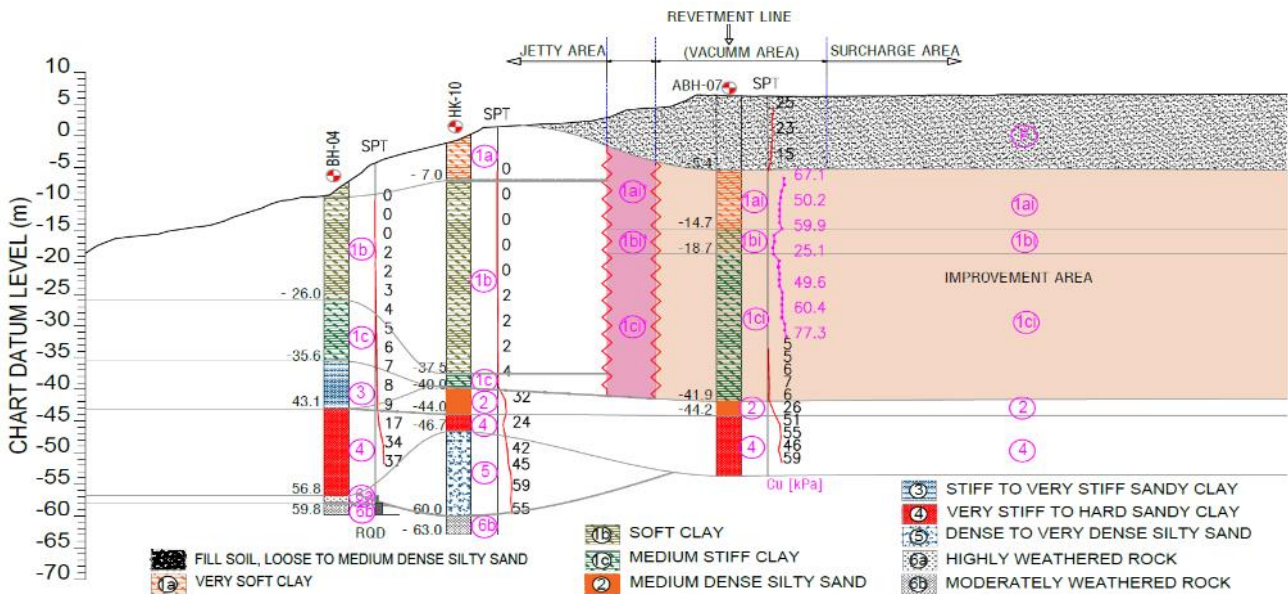
Điều kiện địa chất – địa kỹ thuật

Đặc trưng của địa tầng khu vực dự án là sự hiện diện của các lớp ĐẤT SÉT nhão (1a) đến dẻo chảy (1b) đến dẻo mềm (1c), tiếp theo là các lớp ĐẤT SÉT pha cát và CÁT bụi bên trên lớp GRANITE phong hóa ở độ sâu từ -50 đến -70mCD, Hình 2. Các lớp đất mềm (1a đến 1c) có tổng chiều dày gần 40 m, cường độ kém và tính nén lún cao, Bảng 1. Các thông số đất là dữ liệu đầu vào của phân tích ngược.

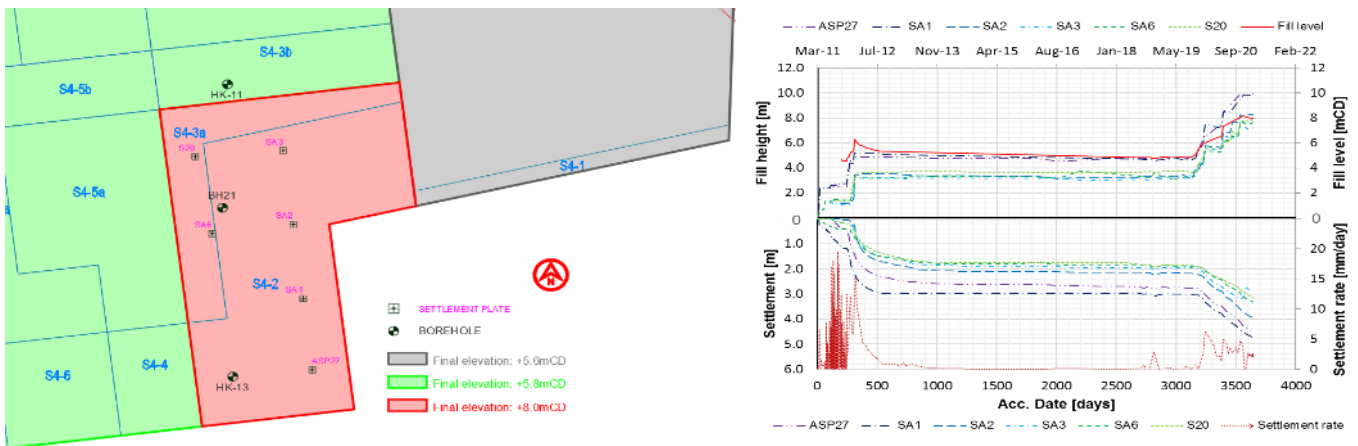
Bảng 1: Các thông số đất ban đầu liên quan đến phân tích trong bài báo này

Unit	γ kN/m ³	c_v m ² /s	c_h/c_v	OCR	Cr	Cc	C α	e_0	s_u kPa	ϕ' deg	c' kPa
Fill	18.0/20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	35.0	-
1a	14.8/14.8	5.0e-8	1.5	1.9	0.08	1.12	0.012	2.32	8.0	23.8	-
1b	15.5/15.5	3.7e-8	1.5	1.1	0.09	0.90	0.012	1.81	1.03D+1.49	23.0	-
1c	14.8/14.8	6.6e-8	1.5	1.0	0.10	0.70	0.012	1.77	> 8	23.4	-

Trong phân tích lún và ổn định, các lớp đất yếu được chia thành các đơn vị (1ai, 1bi, 1ci - cam) sẽ được cải tạo và các đơn vị (1ai*, 1bi*, 1ci* - hồng) nằm trong khu vực chuyển tiếp giữa cầu cảng và khu vực bãi (có chiều rộng khoảng 20m theo thiết kế).



Hình 2: Hiện trạng mặt cắt địa chất điển hình khu vực dự án (mặt cắt vuông góc với khu S4-8)



Hình 3 (trái): Kế hoạch gia tải trước và thiết bị đo đạc; và (phải): Dữ liệu đo lường để phân tích ngược



Hệ thống quan trắc

Gói lắp đặt thiết bị và quan trắc lún đã được tiến hành vào đầu năm 2018. Tổng số thiết bị quan trắc bao gồm 72 bàn đo lún (Sokkia), 3 giếng quan sát (GK101), 7 áp kế (GK404), 9 thiết bị đo độ nghiêng (GK604) và 7 máy đo lún theo độ sâu (Ấn Độ). Việc giám sát được thực hiện hai tuần một lần. Sơ đồ gia tải trước và lắp đặt thiết bị ở góc phía Bắc được thể hiện trên Hình 3 (trái).

Trong bài báo này, các kết quả phân tích ngược cho các Vùng S4-2 (với bàn đo lún ASP27, SA1, SA2 và SA3) và S4-3a (SA6 và S20) được trình bày trên Hình 3 (phải). Trong quá trình phân tích, việc cần chú ý là bên cạnh kết quả từ bàn đo lún, giá trị đo chính xác của mực nước cũng đóng vai trò rất quan trọng trong quá trình phân tích ngược.

Phương pháp tính toán

Mô hình tính lún

Mô hình NEN-Bjerrum được sử dụng trong tính toán lún bởi khả năng tính toán lún không đàn hồi gây ra bởi từ biến nhót-dẻo và quá trình dỡ tải/gia tải lại (Bjerrum, 1972; Den Haan 1994). Mô hình NEN-Bjerrum sử dụng các tham số dựa trên biến dạng tuyến tính C_r , C_c và C_α để biểu diễn đặc tính nén lún của đất; các thông số này có thể được xác định từ thí nghiệm cố kết. Chỉ số nén lại C_r mô tả độ cứng đàn hồi trong quá trình dỡ tải và gia tải lại; chỉ số nén sơ cấp C_c và nén thứ cấp C_α lần lượt mô tả biến dạng đàn hồi-dẻo và tốc độ từ biến nhót trong quá trình gia tải ban đầu. Trong mô hình NEN-Bjerrum, tốc độ từ biến sẽ giảm khi độ quá cố kết tăng lên và độ quá cố kết sẽ tăng lên do dỡ tải và do thời gian gia tải kéo dài. Hiệu ứng từ biến được xem xét khi ứng suất làm việc cao hơn áp lực tiền cố kết.

Mô hình tính cố kết

Trong quá trình gia tải trước áp lực nước lỗ rỗng dư trong đất yếu sẽ xuất hiện và tiêu tán theo thời gian. Để đẩy nhanh quá trình cố kết này, hệ thống bắc thấm đứng (PVD) được lắp đặt.

Có hai mô hình tính toán chính thường được sử dụng trong phân tích quá trình cố kết, đó là mô hình Terzaghi và Darcy. Mô hình Darcy sử dụng lời giải chính xác từng bước của ứng suất có hiệu và áp lực nước lỗ rỗng tại các điểm khác nhau trong miền tính toán theo thời gian (Deltares 2021); trong khi mô hình Terzaghi sử dụng độ cố kết theo thời gian theo lý thuyết Terzaghi (Terzaghi và Peck, 1967). Mô hình Terzaghi không kể đến ảnh hưởng của từ biến lên quá trình cố kết trong khi mô hình Darcy thì có.

Mô hình cố kết của Darcy dựa trên phương trình chứa thế năng:

$$k_y \frac{d^2\phi}{d^2y} + \frac{d\varepsilon}{dt} + L = 0 \quad (1)$$

$$L = k_y \frac{\phi - \phi_{\text{drain}}}{\lambda^2} - \gamma_w \frac{n}{K_w} \frac{d\phi}{dt} \quad (2)$$

trong đó ϕ là cột nước thủy lực dư (m), k_y là hệ số thấm thẳng đứng (m/ngày), $d\varepsilon/dt$ là tốc độ biến dạng tuyến tính và L là đại lượng tổn thất do thoát nước thẳng đứng dựa trên chênh lệch giữa cột nước trung bình (ϕ) và cột nước thoát nước (ϕ_{drain}), kích thước thoát nước (λ , m), độ rỗng (n) của các lớp đất, trọng lượng đơn vị (γ_w , kN/m³) và mô đun biến dạng thể tích (K_w , kN/m²) của nước.

Bên cạnh đó, hệ số thấm phụ thuộc vào biến dạng nên quá trình lún và cố kết được tính toán đồng thời dựa vào phương trình:

$$k = \frac{CR}{\ln 10} \frac{\gamma_w \cdot c_v}{\sigma_p} \exp\left(\frac{RR \cdot \ln OCR - \varepsilon \cdot \ln 10}{CR}\right) \quad (3)$$

trong đó, $CR=C_c/(1+e_0)$, $RR=C_r/(1+e_0)$, σ_p là áp lực tiền cố kết (kN/m²), c_v là hệ số cố kết (m²/s), OCR là tỷ lệ quá cố kết và γ_w là trọng lượng đơn vị của nước (kN/m³).

Trong bài báo này, mô hình NEN-Bjerrum cho ứng xử lún và mô hình Darcy cho quá trình cố kết được kết hợp để phân tích ứng xử lún khi có bắc thấm. Phần mềm D-Settlement trong Bộ công cụ địa kỹ thuật Deltares (Deltares 2021) đã được sử dụng cho phân tích này.



Trình tự tính toán phân tích ngược

Quá trình phân tích ngược bao gồm bốn bước sau:

- a. Bắt đầu với phân khu S4-2, kết quả đo đạc từ bàn đo lún ASP27 được lấy làm đầu vào để phân tích và tính toán bộ tham số nén lún phù hợp ban đầu.
- b. Các tham số nén lún từ (a) sẽ được hiệu chỉnh theo các kết quả đo từ các bàn đo lún SA1, SA2 và SA3 để tìm được bộ tham số đại diện cho toàn phân khu.
- c. Bộ tham số từ (b) sau đó được hiệu chỉnh theo các kết quả đo từ các bàn đo lún SA6 và SA20 để đạt được bộ tham số cuối cùng.
- d. Bộ tham số từ (c) sẽ được hiệu chỉnh cùng lúc với các kết quả đo từ toàn bộ sáu bàn đo lún trên hai phân khu.

Trong quá trình hiệu chỉnh, trọng lượng đơn vị và hệ số cố kết được cố định trong khi các thông số khác được phép thay đổi. D-Settlement cho phép sử dụng các trọng số khác nhau cho từng tham số cố kết hoặc nén lún, sau đó sử dụng phương pháp bình phương cực tiểu để tìm cực tiểu của không chỉ độ lệch giữa kết quả lún tính toán và giá trị thực đo mà còn cả độ lệch giữa các tham số ban đầu và các tham số đã sửa đổi.

Phân tích ổn định mái dốc

Phân tích ổn định tổng thể của các mái đất đắp được tính toán bằng phần mềm D-Geo Stability trong Bộ công cụ địa kỹ thuật Deltares (Deltares 2020). Cả hai dạng phá hoại trượt tròn và gãy khúc đều được xem xét dựa trên phương pháp Bishop và Spencer. Quy trình tính toán ổn định mái dốc tuân theo Eurocode 7 (BSI 2004) trong đó các hệ số từng phần được áp dụng cho tải trọng và thông số đất. Phương pháp thiết kế 1 (DA1), Tổ hợp 1 và 2 (Combination 1 & 2) đã được chọn.

Phương pháp SHANSEP (Charles 1991) được sử dụng để xác định sự gia tăng cường độ cắt không thoát nước của các lớp đất sét mềm như sau:

$$\frac{s_u}{s_{u0}} = \frac{0.2 * (\sigma'_v - \sigma'_p)}{s_{u0}} + \left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_{v0}} \right)^{0.2} \quad (4)$$

trong đó s_u và s_{u0} là cường độ kháng cắt không thoát nước tính toán và cường độ cắt không thoát nước ban đầu (kPa), σ'_{v0} là ứng suất có hiệu tăng thêm ban đầu, σ'_v là ứng suất có hiệu theo phương thẳng đứng tại chỗ và σ'_p là ứng suất tiền cố kết.

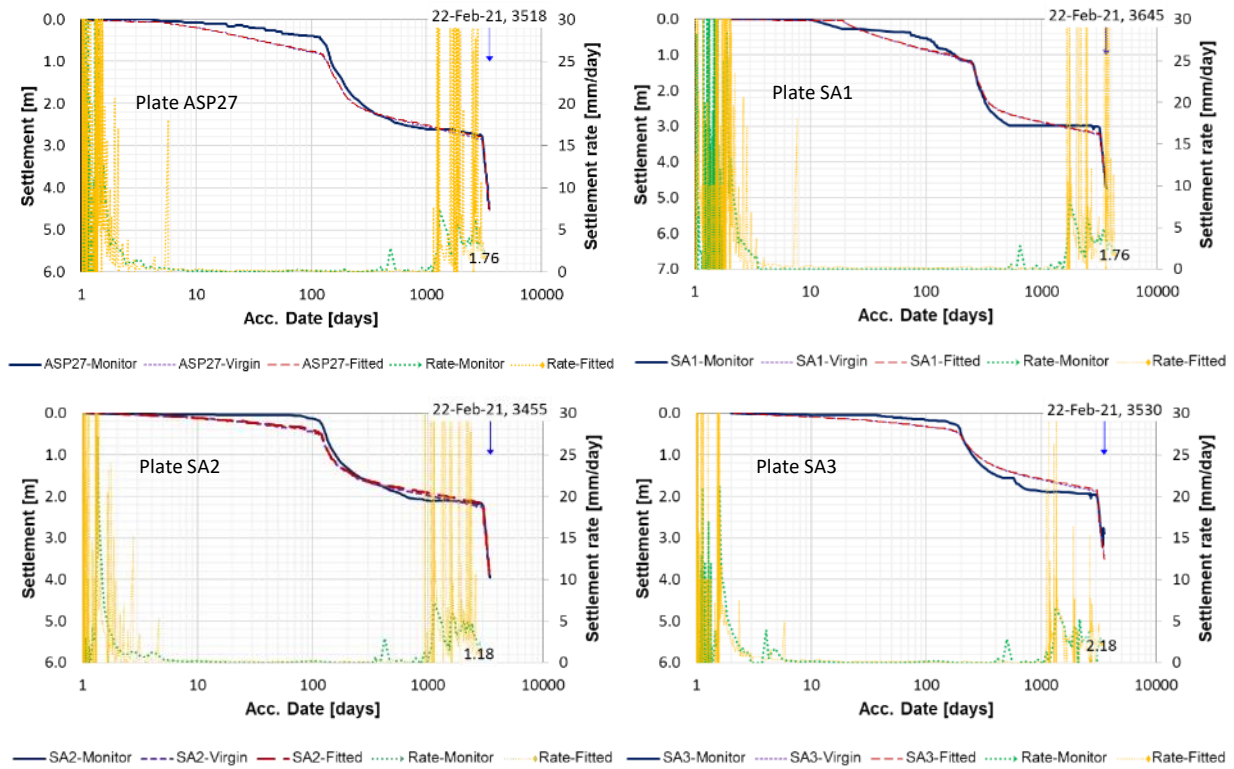
Kết quả phân tích

Quyết định dỡ tải

Giá trị các thông số nén lún của từng lớp đất thu được từ phân tích ngược được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2: Thông số nén lún

Unit	c_v m ² /s	OCR	Cr	Cc	Ca
Fill	-	-	-	-	-
1a	4.9e-8	1.8	0.074	1.187	0.0109
1b	3.7e-8	1.0	0.083	0.954	0.0109
1c	6.5e-8	1.0	0.092	0.742	0.0109



Hình 4: Kiểm tra sự tương thích trong phân tích độ phù hợp

Kết quả phân tích ngược về độ lún theo thời gian được đưa ra trong Hình 4. Cả quá trình lún lẫn độ lún cuối cùng của số liệu thực đo và kết quả tính toán đều khá giống nhau sau khoảng thời gian 3000 ngày. Độ tương thích trước thời hạn 3.000 ngày chỉ mang ý nghĩa tham khảo và không phải là trọng tâm của phân tích ngược này vì giai đoạn đó bao gồm nhiều yếu tố không xác định do dự án bị tạm dừng.

Tốc độ lún thu được từ số liệu thực đo và tính toán từ mô phỏng được đưa ra trong Bảng 3. Sự tương đồng về tốc độ lún giữa mô phỏng và đo thực tế cho thấy rằng các tham số nén lún thu được từ phân tích ngược có thể dùng để biểu thị trạng thái thực tế của đất tại thời điểm tính toán. Tốc độ lún trung bình của các phân khu S4-2 và S4-3a là 2 mm/ngày (theo đo đạc) và 1.7 mm/ngày (theo mô phỏng) cho thấy phần tải đắp thêm đã không còn có tác động đáng kể nữa.

Bảng 3: Tốc độ lún từ kết quả thực đo và tính toán mô phỏng

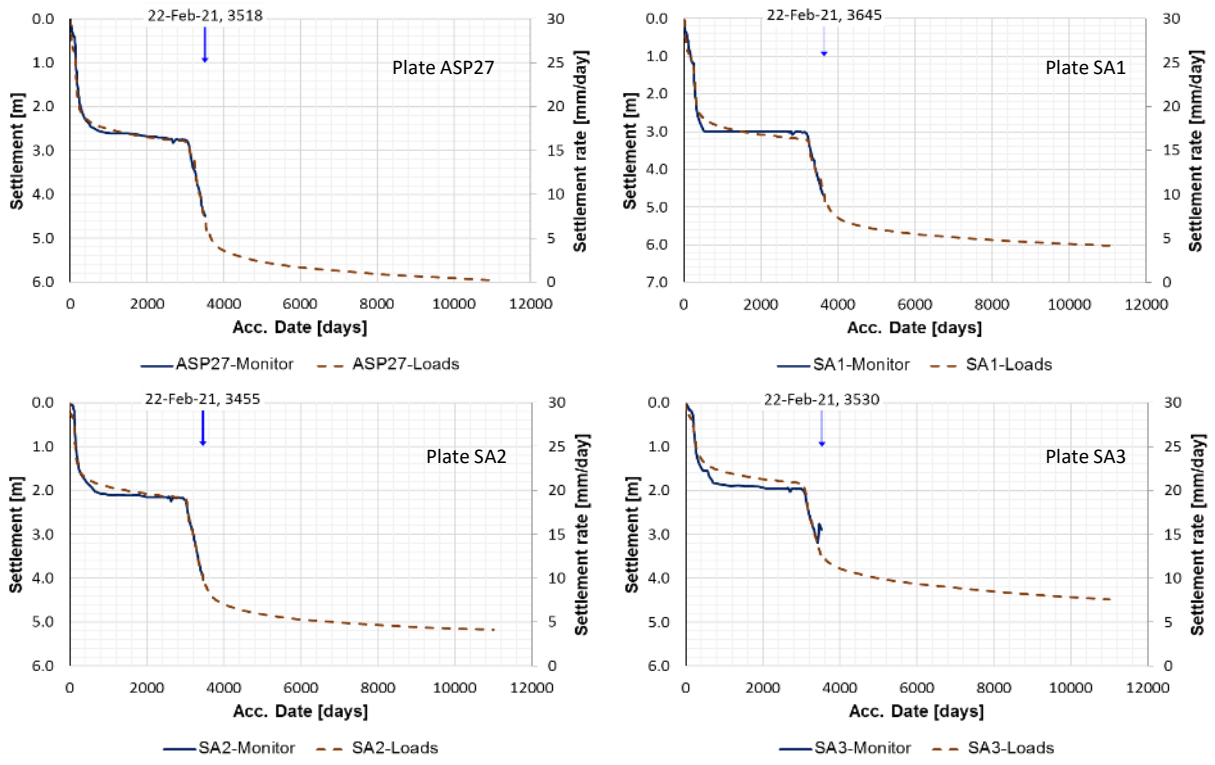
Vùng Bàn lún		S4-2				S4-3a	
		ASP27	SA1	SA2	SA3	SA6	S20
Tốc độ lún từ đo thực tế	mm/day	2.1	1.9	2.0	2.1	2.1	2.0
Tốc độ lún theo mô phỏng	mm/day	1.8	1.8	1.2	2.2	2.0	1.2

Do đó có thể kết luận rằng các thông số nén lún trong Bảng 2 có thể phản ánh khả năng nén lún của đất trong khu vực bao gồm các phân khu S4-2 và S4-3a.

Dự báo lún

Dự đoán độ lún được thực hiện dựa trên các giả định sau:

- Cuối tháng 3 năm 2021 dỡ tải đắp thêm, việc thi công mặt bãi mất 60 ngày.
- Thời gian vận hành bãi được tính là 20 năm kể từ khi hoàn thành mặt bãi.
- Tải trọng bản thân của lớp phủ bề mặt bãi container tương đương với chiều dày mặt đường 75cm được mô hình hóa thành tải 20kN/m³. Tải trọng vận hành 15kPa (tải container trung bình) được dùng trong tính toán.



Hình 5: Dự báo kết quả lún trong 20 năm

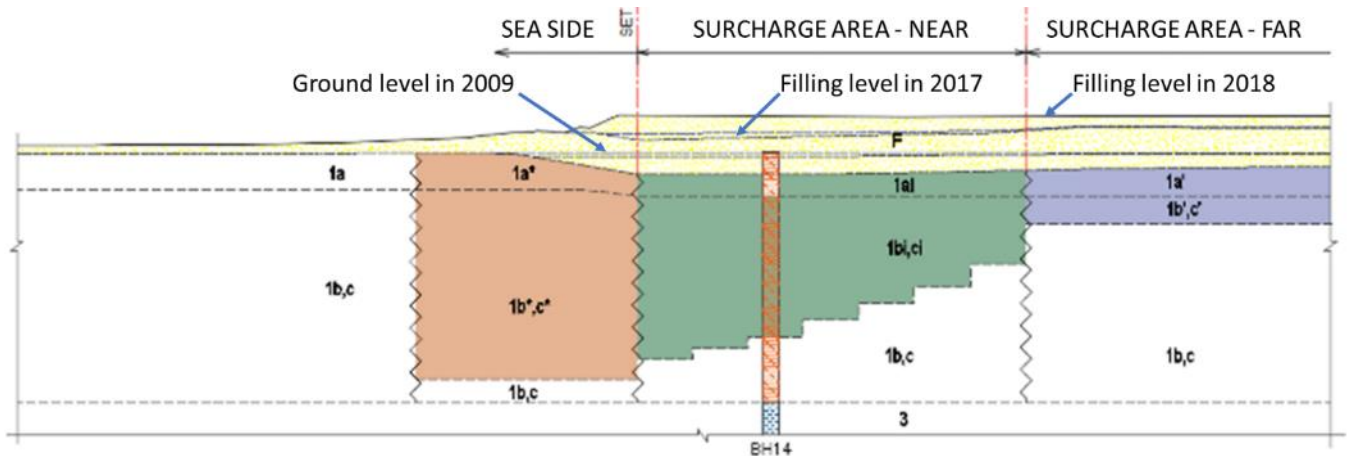
Kết quả tính dự đoán lún trong 20 năm được trình bày trên Hình 5. Độ lún dư sau 20 năm tại sáu bàn đo lún ASP27, SA1, SA2, SA3, SA6 và S20 lần lượt là 0.75, 0.71, 0.67, 0.77, 0.78 và 0.75 m. Độ lún dư sau 20 năm tại bàn đo lún SA3 và SA6 nhỉnh hơn một chút so với giá trị chấp nhận được là 75 cm. Tuy nhiên, độ lún trung bình tại tất cả các phân khu S4-2 và S4-3a là 73.8cm, thỏa mãn độ lún tối đa cho phép là 75cm trong 20 năm. Xét thấy tốc độ lún tại thời điểm tính toán khá chậm và bến đã đi vào hoạt động nên phần tải đắp thêm đã được gỡ bỏ vào cuối tháng 4 năm 2021.

Phân tích ổn định mái dốc

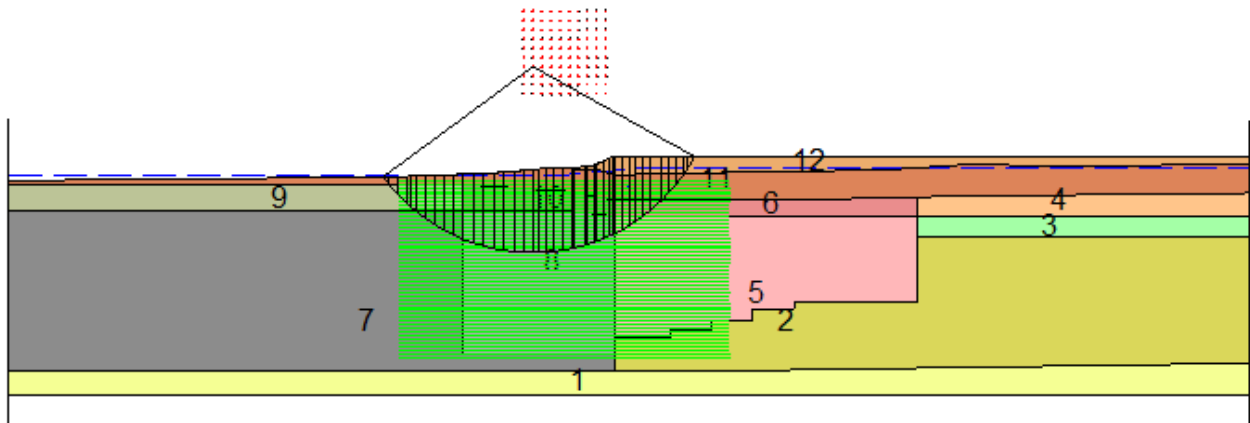
Mặt cắt ngang địa chất phục vụ phân tích ổn định mái dốc được chia thành 04 vùng, Hình 6:

- Vùng chưa cải tạo (màu trắng): sử dụng các thông số đất ban đầu.
- Vùng chuyển tiếp (màu cam): vùng này nằm ngoài ranh dự án và nằm giữa phân khu S4-8 và Vùng chưa được cải tạo. Vùng chuyển tiếp được xử lý bằng PVD có chiều rộng khoảng 40m. Sức kháng cắt không thoát nước của khu vực này lấy theo cuối năm 2011.
- Vùng gần (màu xanh lá cây): vùng này đã được xử lý bằng PVD và gia tải thêm (rộng 70m). Sức kháng cắt không thoát nước lấy theo năm 2018.
- Vùng xa (màu tím): vùng này đã được xử lý bằng PVD và gia tải thêm. Cường độ cắt không thoát nước của vùng này được giả định giống như của vùng gần.

Bề mặt đất được được tái hiện bao gồm cao độ nền năm 2009, cao độ gia tải năm 2017 và 2018. Ngoài ra, mặt đất sau khi lún do tải trọng cũng được xem xét. Việc đánh giá độ ổn định được thực hiện cho giai đoạn đầu (s_{uo} ban đầu) và giai đoạn cuối (s_u được phát triển đầy đủ) của quá trình gia tải. Cần chú ý là trong quá trình thi công, phần gia tải bổ sung ở bên ngoài ranh dự án được thêm vào để hoạt động như phần đối trọng giữ ổn định mái dốc.



Hình 6: Mặt cắt ngang để phân tích độ ổn định



Hình 7: Kết quả phân tích ổn định điển hình (cung trượt Bishop, DA1C1 FOS = 1.36)

Tải trọng thi công được bỏ qua trong tính toán này vì cát được bơm lên hiện trường trong khoảng thời gian tương đối ngắn (1 tháng). Mức nước phía sông có cao trình là +2.67mCD (MSL). Mức nước ngầm trong khu vực gia tải được lấy từ thống kê mức nước trong giai đoạn xây dựng là +4.50mCD.

Kết quả phân tích ổn định mái dốc được trình bày trên Hình 7 và Bảng 4. Ở giai đoạn đầu với cường độ cắt không thoát nước ban đầu, hệ số an toàn của kịch bản DA1-C2 hơi thấp hơn 1 nhưng biên độ nhỏ nên được coi là ổn định. Đối với các kịch bản khác, hệ số an toàn cao nên mái dốc ổn định. Có thể thấy từ Bảng 4 rằng khi sức kháng cắt của đất tăng theo thời gian thì hệ số an toàn cũng tăng lên.

Bảng 4: Hệ số an toàn từ phân tích ổn định mái dốc

Kịch bản tính toán (theo Eurocode 7)	Hệ số an toàn tính toán		Hệ số an toàn yêu cầu
	Giai đoạn đầu	Giai đoạn cuối	
DA1-C1	1.36	1.61	1.35
DA1-C2	0.99	1.19	1.00

Kết luận

Việc tính toán thiết kế cho các công tác cải tạo đất trên các khu vực san lấp ở các vùng đất sét (rất) yếu châu thổ luôn tiềm ẩn nhiều yếu tố không chắc chắn. Việc có một bộ thông số tính toán chuẩn từ giai đoạn đầu và thực hiện công tác tính toán chặt chẽ có thể làm giảm rủi ro của việc ước tính quá mức/dưới mức độ lún dài hạn. Phân tích ngược dựa trên dữ liệu quan trắc chắc chắn sẽ tăng thêm độ tin cậy cho quyết định tăng giảm hoặc dỡ bỏ hoàn toàn phần tải đắp thêm trong quá trình xây dựng.

Thiết kế thi công cho công tác luân chuyển cát trong quá trình cải tạo đất ở khu bến container trong dự án Cảng container quốc tế Gemalink tại sông Cái Mép bao gồm quan trắc, phân tích ngược và dự đoán lún dài hạn đã được tiến hành; cụ thể là:



- Dựa trên kết quả phân tích ngược để tính toán được một bộ thông số nén lún có thể đại diện cho ứng xử thực tế của đất được cải tạo bằng phương pháp cắm bấc thấm đứng, bơm hút chân không kết hợp gia tải thêm. Kết quả thực đo ngoài hiện trường và kết quả tính đoán về độ lún tổng thể cũng như tốc độ lún cho kết quả tương đồng.
- Lượng cát gia tải được điều chỉnh khi tốc độ lún đạt đến giai đoạn ổn định. Khi độ lún dự kiến trong giai đoạn khai thác đạt đến giá trị yêu cầu, phần gia tải thêm được loại bỏ hoàn toàn.
- Phân tích ổn định mái dốc đã được thực hiện để xác minh tính khả thi của việc đắp chiều cao gia tải tăng thêm 3-5m khi tái khởi động dự án. Hệ số an toàn thu được đạt yêu cầu sau khi bổ sung thêm bơm phản áp phía ngoài sông.

Tài liệu tham khảo

- Asaoka, A. (1978) Observational procedure of settlement prediction. *Soils and Foundation*. 18 (4).
- Bergado, D.T. & Enriquez, A.S. & Sampaco, C.L. & Alfaro, M.C. and Balasubramaniam, A.S. (1992) Inversed analysis of geotechnical parameters on improved soft Bangkok clay. *J. Geotech. Geoenviron. Eng., ASCE* 118 (7), 1012–1030.
- Bjerrum, L. (1972) Engineering geology of Norwegian normally consolidated marine clays as related to settlements of buildings. *Geotechnique*, Vol. 17(2) 81-118.
- Bo, M. W. & Chu, J. & Low, B.K. & Choa, V. (2003) *Soil Improvement: Prefabricated Vertical Drain Techniques*. Thomson, Singapore.
- BSI (2004) BS EN-1997: Eurocode 7 - Geotechnical Design Part 1: General rules
- Charles C. Ladd (1991) Stability Evaluation during Staged Construction. *Journal of Geotechnical Engineering*, Vol. 117(4).
- Chu, J. & Indraratna, B. & Yan, S. and Rujikiatkamjorn, C. (2014) Overview of preloading methods for soil improvement. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Ground Improvement*, Vol. 167(3), pp.173-185.
- Debats, J.M. & Scharff, G. & Balderas, J. and Melentijevic, S. (2013) Ground improvement efficiency and back-analysis of settlements. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Ground Improvement*, 166(3), pp.138-154.
- Deltares (2020) *D-Geo Stability: Slope stability software for soft soil engineering. User Manual*.
- Deltares (2021) *D-settlement: Embankment design and soil settlement prediction. User Manual*.
- Den Haan, E. J. (1994) *Vertical Compression of Soil*. Ph.D. thesis. Delft University.
- Terzaghi, K. and R. B. Peck (1967) *Soil Mechanics in Engineering Practice*.



Hiệu quả thiết kế cầu cạn dạng bản bê tông trên cọc BTCT ly tâm dự ứng lực trên nền đất yếu có chiều dày lớn

Effectiveness of concrete slab bridge design on centrifugally spun prestressed concrete piles over thick, soft soil layers.

Mai Triệu Quang

Công ty Cổ phần Tư vấn và ĐTXD ECC. E-mail: maitrieuquang@gmail.com

Dương Quang Minh

Công ty Cổ phần Tư vấn và ĐTXD ECC. E-mail: quangminhm@gmail.com

Mai Phước Tân

Công ty Cổ phần Tư vấn và ĐTXD ECC. E-mail: maiphuoc411@gmail.com

Tóm tắt

Trong những năm gần đây, chính phủ Việt Nam đã và đang đầu tư mạnh mẽ vào việc xây dựng mạng lưới đường cao tốc. Tuy nhiên, việc xây dựng đường cao tốc với nền đường đắp cao ở nhiều khu vực, đặc biệt là ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long, nơi có nhiều thách thức và tốn kém do điều kiện địa hình địa chất khó khăn. Cầu cạn thường được sử dụng như một phương án thay thế cho các đoạn đường đắp cao, nhưng việc áp dụng các phương pháp thiết kế truyền thống khiến chúng có giá thành đắt hơn đáng kể (2-3 lần) so với đường đắp cao nên cũng tạo ra các giới hạn cho việc áp dụng. Do đó, việc nghiên cứu và triển khai các giải pháp cầu cạn tiết kiệm chi phí hơn là rất quan trọng cho sự phát triển của cơ sở hạ tầng giao thông vận tải.

Summary

In recent years, the Vietnamese government has been heavily investing in expressway construction. However, building high embankment expressway in many areas, particularly in the Mekong Delta region, is extremely challenging and costly due to challenging terrain and geotechnical conditions. Viaducts are often used as an alternative to high embankment sections, but traditional design approaches make them significantly more expensive (2-3 times) than embankment road, making limitation of its application. Therefore, researching and implementing cost-effective viaduct solutions is crucial for the advancement of transportation infrastructure development.

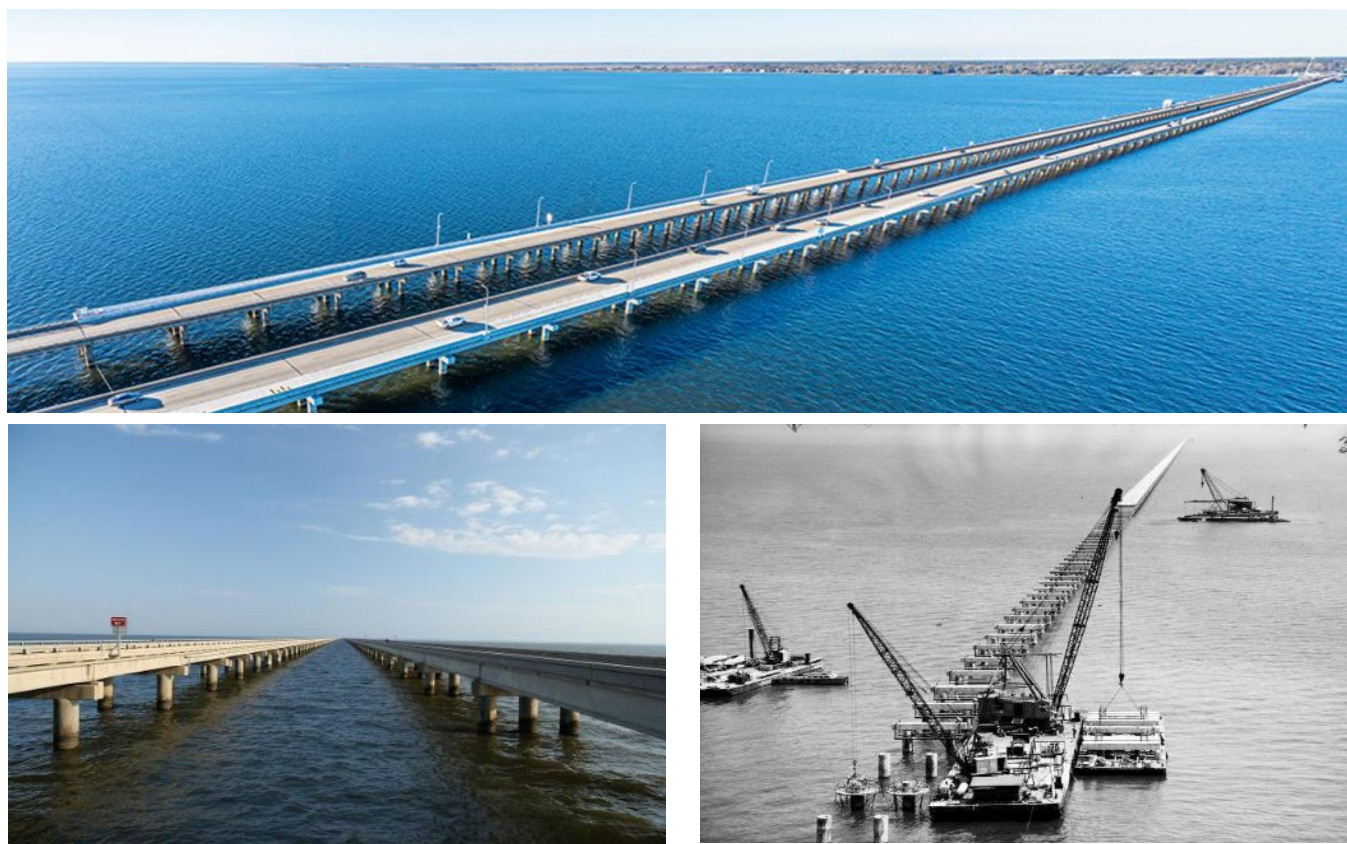
Một cách tiếp cận mới cho việc hạ giá thành cầu cạn cho đường giao thông

Việc thiết kế các đoạn cầu cạn / đường trên cao không chỉ cần đảm bảo tính an toàn và ổn định kết cấu lâu dài mà còn phải đảm bảo tiết kiệm thời gian thi công và chi phí hiệu quả nhất. Trong dự toán chi phí thi công cầu, biện pháp thi công và các hạng mục phụ trợ chiếm một tỷ trọng tương đối lớn trong tổng giá thành và muốn giảm được tổng giá thành thì ngoài việc tính toán sử dụng vật liệu tối ưu, cần tối ưu hóa biện pháp thi công sao cho đơn giản nhất. Trong bối cảnh này, việc kết hợp sử dụng các tiến bộ mới trong công nghệ và vật liệu là cọc bê tông ly tâm cường độ cao dự ứng lực và tấm sàn rỗng dự ứng lực đúc sẵn là một trong các hướng tốt đáp ứng các mục tiêu nêu trên.



Thông tin tham khảo về các công trình trên thế giới đã ứng dụng cọc bê tông cốt thép ly tâm dự ứng lực cường độ cao làm trụ cầu đường giao thông và đường cao tốc

Kết cấu cầu sử dụng cọc bê tông cốt thép ly tâm dự ứng lực làm móng kiên cố đã được áp dụng từ rất lâu ở các nước phát triển. Năm 1955, các kỹ sư và chuyên gia Mỹ đã thiết kế và thi công cầu vượt qua hồ Pontpartrain ở Bang Louisiana, sử dụng cọc bê tông ly tâm cường độ cao có cốt thép dự ứng lực đường kính 54-inch (121mm) đóng sâu vào tầng đất yếu để vừa làm hệ móng cầu, vừa làm trụ dầm cho cầu, được liên kết lại với đài cọc cũng bằng bê tông cốt thép đúc sẵn lắp ghép. Hệ thượng bộ cầu được chế tạo sẵn ở Nhà máy và đưa ra lắp ghép bằng xà lan và cầu lớn. Bằng cách làm cho các bộ phận (cọc, xà mũ và sàn cầu) giống hệt nhau, các kỹ sư có thể sử dụng lý thuyết sản xuất hàng loạt để xây dựng cây cầu này. Một nhà máy đúc bê tông được xây dựng ở đầu phía bắc cầu; các bộ phận được đúc sẵn và sau đó được vận chuyển qua Hồ đến công trường. Quá trình lắp ráp dây chuyền này làm giảm đáng kể cả chi phí xây dựng và thời gian lắp đặt. Hồ sơ ghi chép cho thấy cây cầu được xây dựng trong mười bốn tháng kể từ khi những chiếc cọc đầu tiên được đóng vào ngày 23 tháng 5 năm 1955.



Hình 1: Cầu qua hồ Pontpartrain ở Bang Louisiana, Hoa kỳ

Ở khu vực châu Á, cầu dạng kết cấu tấm bê tông đúc sẵn trên cọc BTCT ly tâm dự ứng lực cường độ cao đã được tiên phong áp dụng ở Indonesia từ cách đây hơn 12 năm (Đường cao tốc có thu phí ở Bali). Tuyến đường cao tốc Đường cao tốc Bali Mandara ở Indonesia được khánh thành vào tháng 10 năm 2013 và được coi là một trong những tuyến đường cao tốc đẹp nhất trên biển. Cây cầu dài này bắc qua vịnh Benoa đóng vai trò tuyến đường thay thế nối cảng Benoa, sân bay quốc tế Ngurah Rai với khu nghỉ dưỡng Nusa Dua, nơi diễn ra hội nghị thượng đỉnh APEC 2013. Công trình cầu dài 12,7 km với tổng kinh phí đầu tư 220 triệu USD, được thông xe vào ngày 1 tháng 10 năm 2013. Các Nhà thầu đã đóng hơn 33.000 cọc bê tông ly tâm dự ứng lực xuống biển, bằng hệ búa trên xà lan. Dự án chủ yếu sử dụng dầm bản bê tông dự ứng lực đúc sẵn rộng 2m dài 7,5 m cho phần thượng bộ, được đặt trên xà mũ bố trí trên đầu các cọc bê tông ly tâm đúc sẵn đóng vai trò cả móng và trụ cầu. Hiện nay ở Indonesia, kết cấu cầu bản bê tông cốt thép trên nền cọc bê tông cốt thép dự ứng lực vẫn đang được áp dụng rộng rãi ở các vị trí phù hợp, cả cầu trong



khu vực đô thị lẫn cầu cạn trên đường cao tốc. Gần đây nhất, kết cấu dạng này đã được áp dụng cho một đoạn đường cao tốc ở tỉnh Hà Nam, Trung Quốc



Hình 2: Cầu dạng bản trên cọc BTCT ly tâm dự ứng lực ở Bali, Indonesia



Hình 3: Cầu dạng bản trên cọc BTCT ly tâm dự ứng lực ở Hà Nam-Trung Quốc



Hình 4: Cầu Tam bạc ở Thành phố Hải Phòng lúc đang thi công và khi khánh thành (2017)

Ở Việt Nam, kết cấu móng cọc kết hợp trụ dèo bằng cọc Bê tông cốt thép ly tâm dự ứng lực cường độ cao cũng đã được áp dụng khá phổ biến trong các Dự án cầu trên biển của các Cảng dầu khí, điện gió hoặc các Cảng biển, ví dụ Cảng Lạch Huyện ở Hải Phòng. Với ngành đường bộ kết cấu trụ dèo này đã được áp dụng trên cầu Bình Hương ở Quốc lộ 5, hoặc cầu Tam Bạc ở Thành phố Hải Phòng. Với Dự án cầu Tam bạc, đây là lần đầu tiên ở Việt Nam kết cấu bê tông đúc sẵn với cốt thép Dự ứng lực lắp ghép được áp dụng cho cả hạng mục trụ cầu, xà mũ và dầm cầu, đã rút ngắn được đáng kể tiến độ thi công và giảm đáng kể giá thành đầu tư công trình.

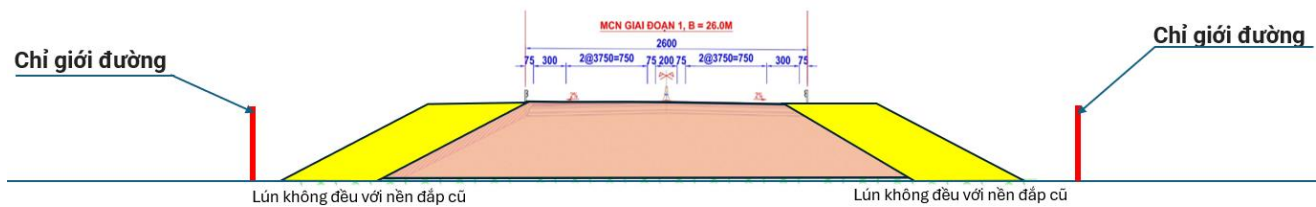


Thông tin tóm tắt về dự án mở rộng đường cao tốc TP HCM - Trung Lương

Tuyến cao tốc TPHCM - Trung Lương (giai đoạn 1) đã đầu tư xây dựng đạt tiêu chuẩn đường cao tốc loại A (120 km/giờ); xây dựng 4 làn xe và hai làn dừng khẩn cấp (nền đường rộng 25-26 mét). Theo Tổng cục Đường bộ Việt Nam, từ sau khi dừng thu phí tuyến cao tốc TP.HCM - Trung Lương, lưu lượng xe trên tuyến tăng lên làm mất an toàn giao thông, tình trạng xe chạy dàn ngang, chạy vào làn khẩn cấp thường xuyên diễn ra và cũng xảy ra ùn tắc vào giờ cao điểm và các ngày lễ, Tết.

Với năng lực thông hành hiện tại, đặc biệt sau khi tuyến cao tốc Bến Lức - Long Thành hoàn thành kết nối với tuyến cao tốc TP. HCM – Trung Lương sẽ khiến lưu lượng trên tuyến tăng cao hơn. Mặt khác, với sự phát triển kinh tế giữa miền Đông Nam bộ và Tây Nam bộ; vận chuyển hàng hóa, nhu cầu di chuyển của người dân tăng cao do kết nối vùng thuận tiện hơn sẽ gây quá tải nghiêm trọng cho tuyến cao tốc hiện tại. Do vậy, Tổng cục đường bộ Việt Nam đã kiến nghị Bộ GTVT mở rộng cao tốc TPHCM – Trung Lương theo quy hoạch được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt. Đã có hai Liên danh Nhà đầu tư nộp Hồ sơ Đề xuất và theo đánh giá của Ban Quản lý Dự án 7, Bộ Giao thông Vận tải, Hồ sơ Liên danh Đèo Cả Group-CII-TASCO đã được chấm điểm cao hơn và được lựa chọn cho bước kế tiếp. Tổng kinh phí đầu tư cho cả hai đoạn là 24.000 tỷ đồng, trong đó đoạn từ Thành phố Hồ Chí Minh đi Trung Lương là 13.000 tỷ đồng. Thời gian thu phí hoàn vốn dự án dự kiến là 16 năm (từ ngày 1/1/2028 đến 31/12/2043).

Về phương án kỹ thuật của Liên danh Nhà đầu tư được chọn nêu trên cơ bản đang tính toán với giải pháp truyền thống là đắp mở rộng đường ở các đoạn đường đắp và mở rộng cầu theo thiết kế truyền thống. Cách tiếp cận này đang gặp nhiều thách thức về mặt kỹ thuật khi độ lún không đều sẽ xảy ra ở mép phần đường mở rộng trên đất chưa cố kết hoàn toàn và phần đường cũ nằm trên nền đất đã cố kết. Tổng mức đầu tư các phương án này đều rất cao, xấp xỉ **13.000** đồng cho riêng đoạn từ Thành phố Hồ Chí Minh đi Trung Lương, dẫn đến thời gian thu phí hoàn vốn rất cao. Với tình hình khan hiếm vật liệu đắp trong khu vực phía Nam hiện nay thì khả năng tiến độ thi công sẽ bị kéo dài và kinh phí Dự án cũng có khả năng bị đội lên đáng kể, như đã và đang diễn ra ở các dự án đường cao tốc trong khu vực.

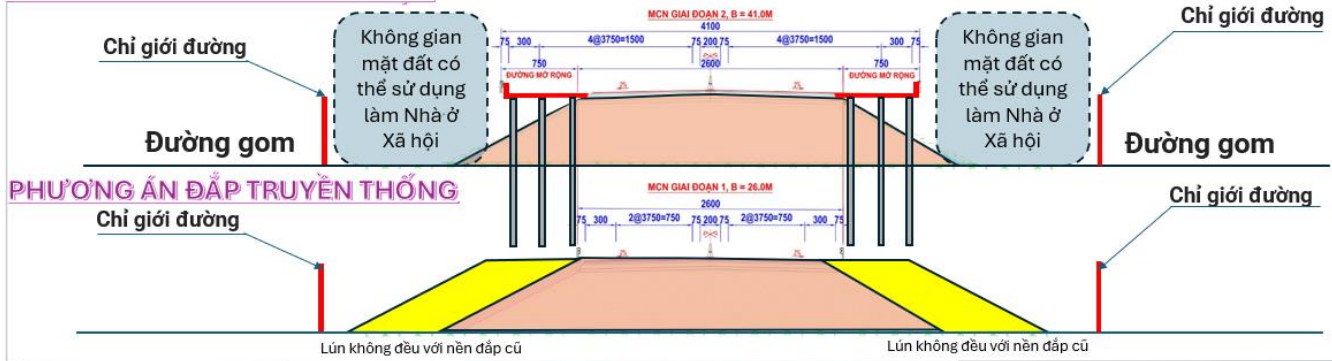


Hình 5: Điểm vướng kỹ thuật khi mở rộng đường theo phương pháp đắp truyền thống

Để có thể đưa ra thêm lựa chọn tốt cho các Nhà đầu tư tiềm năng sắp đến và các cơ quan chức năng, mang lại lợi ích kinh tế xã hội cao hơn, góp phần rút ngắn thời gian triển khai, căn cứ các kinh nghiệm thực chiến lâu năm trong ngành Giao thông, và kết quả Thiết kế và Thi công đường trên cọc ở Hải Phòng vừa mới hoàn thành, nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu đưa thêm một phương án kỹ thuật so sánh khác với các cách tiếp cận truyền thống thông thường cho Dự án này. Đó chính là giải pháp cầu cạn nhô ngắn trên hệ cọc Bê tông cốt thép ly tâm cường độ cao, để tính toán thí điểm cho một đoạn trong khu vực này. Chiều dài đoạn thí điểm 1.000m, rộng 8m. Chọn đoạn thí điểm là đoạn đường đắp cao đầu cầu với chiều cao đắp 2.5m đến 4m để tiện so sánh kinh tế và kỹ thuật.



PHƯƠNG ÁN ĐƯỜNG TRÊN CỌC



Hình 6: Đoạn đề xuất thí điểm phương án mở rộng bằng cầu cạn nhịp ngắn trên cọc BTCT Ly tâm

Hai thành phần cấu kiện chính của đường trên cao / cầu cạn thiết kế trong Đề xuất này là cọc ống bê tông cốt thép ly tâm bê tông cường độ cao (Pretensioned spun High strength Concrete pile-PHC) và dầm bản rỗng bê tông cốt thép dự ứng lực căng trước (Hollowcore Beam). Dưới đây là thông tin tóm tắt giới thiệu về hai dòng sản phẩm này.

- Cọc bê tông cốt thép rỗng dự ứng lực cường độ cao (Pretensioned Spun High Strength Concrete Pile - PHC): là một loại cọc bê tông chịu lực được sản xuất theo công nghệ quay ly tâm với các sợi thép cường độ cao bên trong được tạo ứng suất trước. Điều này giúp cải thiện tính chịu tải và độ bền của cọc bê tông, đồng thời tạo ra các ưu điểm vượt trội so với các loại cọc truyền thống khác.
- Tấm sàn bản rỗng bê tông cường độ cao cốt thép dự ứng lực (Hollowcore slab): là một loại tấm sàn bê tông đặc biệt chịu lực theo một phương, được tạo ra từ bê tông có lõi rỗng, tạo ra các lỗ trống chạy dọc trong lòng của tấm. Cấu trúc này giúp giảm trọng lượng tổng thể của tấm sàn mà vẫn đảm bảo tính cơ học và khả năng chịu tải. Việc sản xuất cấu kiện này với máy đùn ép theo công nghệ châu Âu cho phép sản xuất hàng loạt với chiều dài linh hoạt theo yêu cầu của Nhà thiết kế, với bê tông có cường độ cao, hàm lượng cốt thép ít nhưng vẫn cung cấp khả năng chịu lực theo phương dọc rất tốt cho cấu kiện.



Hình 7: Cọc ống bê tông cốt thép ly tâm dự ứng lực đường kính lớn



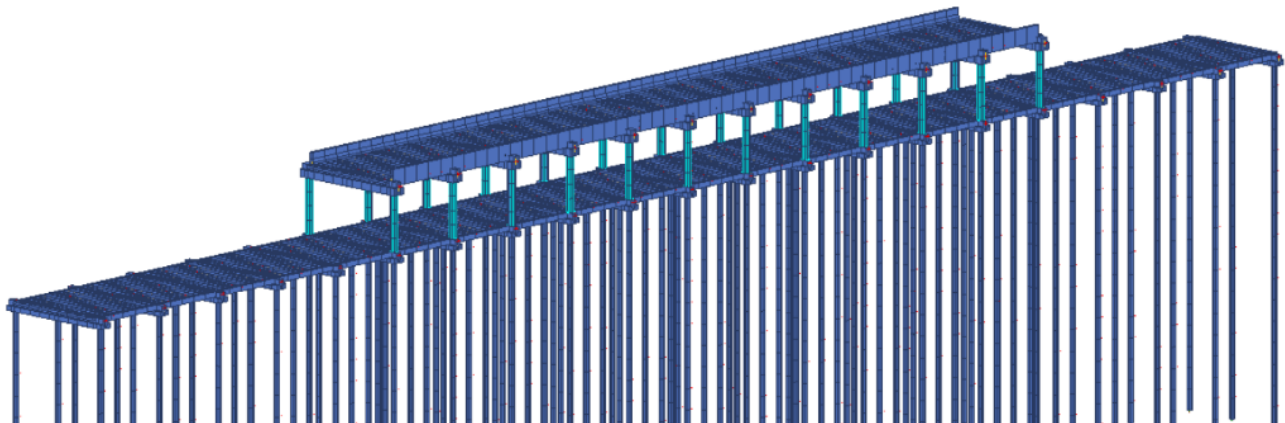
Hình 8: Tác giả thăm xưởng tấm sàn bản rỗng bê tông cường độ cao dự ứng lực ở Tây Ban Nha

Đoạn đường trên cọc / cầu cạn dài 1.000 m này được tính toán thiết kế theo tiêu chuẩn thiết kế cầu hiện hành của Việt Nam TCVN 11823:2017. Cọc ống bê tông ly tâm dự ứng lực có cường độ bê tông 80 MPa, đường kính cọc 700mm, chiều dày thành cọc 100mm, với cốt thép dự ứng lực được bố trí cấu tạo đặc biệt phù hợp với kiểm toán sẽ được sử dụng cho móng và các trụ cầu, được phân tích theo dạng trụ dẹt. Các dầm bản rỗng đúc sẵn (hollowcore slab) được gác trên xà mũ, cũng bằng bê tông đúc sẵn cho phần dưới, và sau đó được đổ bê tông để tạo thành dầm liên tục hóa khớp cứng tại xà mũ, phát huy tối đa sức chịu tải vật liệu. Trên đoạn cầu bố các khe co giãn để chia cầu thành các nhịp liên tục dài 150m.

Tải trọng tính toán

Tải trọng được tính đến trong thiết kế là tải trọng sử dụng/hoạt động và tải trọng cực đại. Tải trọng sử dụng được dùng để kiểm tra độ võng và ứng suất trong dầm dự ứng lực. Tải trọng cực đại được dùng để thiết kế sức chịu tải của dầm, đài cọc và cọc.

Các trường hợp tải trọng được tính đến được nhóm thành tải trọng cố định, tải trọng giao thông và tải trọng môi trường. Cầu được mô hình hóa bằng phần mềm RM bridge với tải trọng giao thông được cấu hình để tạo ra các giá trị mô men uốn, cắt và lực dọc lớn nhất. Mô hình hóa đầu cọc trong đất được khai báo dạng pin. Sự tương tác giữa cọc và đất được mô hình hóa bằng lò xo tịnh tiến theo hướng ngang với hằng số lò xo được biểu thị bởi $k = G * r^{2.8-v} / (2(1+v)) = ES/G$ (4). Trong đó, G là mô đàn hồi của đất, r là bán kính cọc và v là tỉ số Poisson của đất. Giá trị của hằng số lò xo thay đổi theo độ sâu của cọc, phù hợp với các tính chất của đất xung quanh cọc. Cọc và xà mũ được mô hình hóa bằng phần tử khung, dầm sàn được mô hình hóa bằng phần tử vỏ dày.

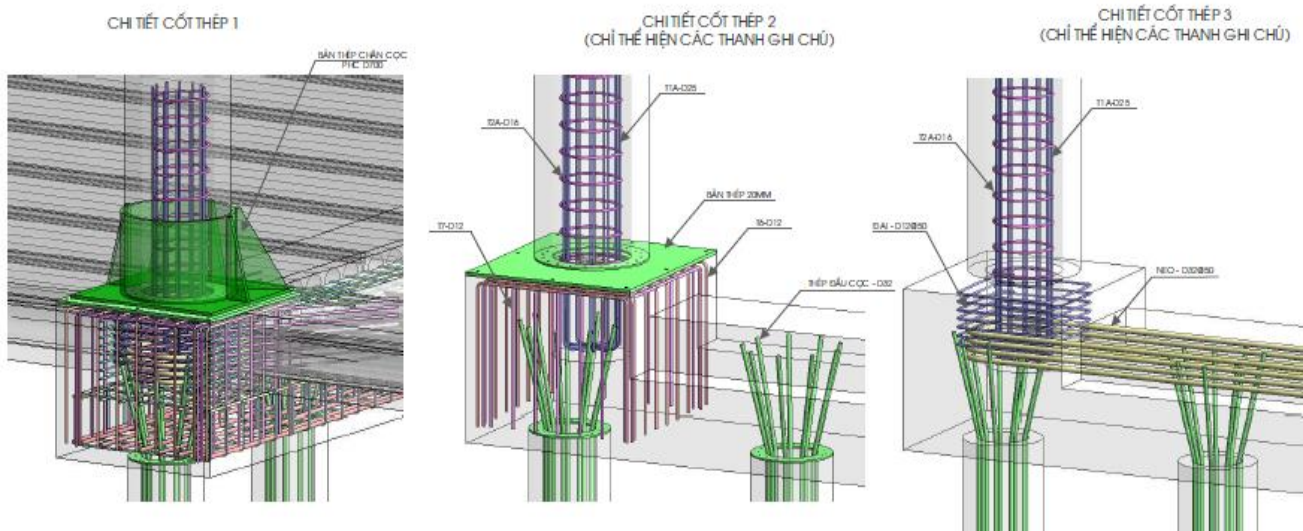


Hình 9: Mô hình hóa cầu bằng phần mềm RM bridge – Vị trí có đặt trạm dịch vụ cho cao tốc



Thiết kế hệ cọc

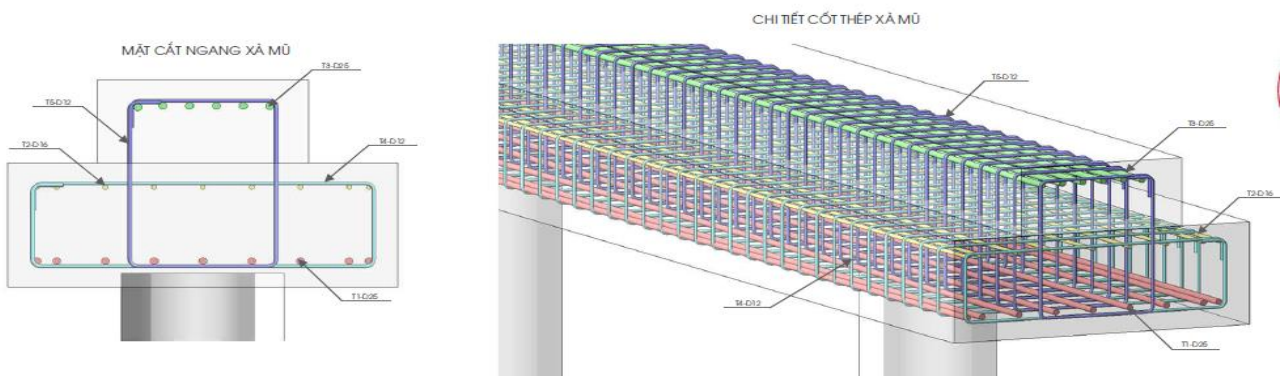
Thiết kế cọc dựa trên dữ liệu tính toán từ Hồ sơ khảo sát địa chất khu vực tham khảo từ dự án trước đây, kết quả dự báo sức chịu tải và đặc biệt là kết quả tính toán ngược từ kết quả thử tải tĩnh cọc. Với số liệu khảo sát địa chất và kích thước cọc, từ các trải nghiệm về thử tải tĩnh hệ cọc ma sát trên nền đất sét, tính toán được chiều dài cần thiết của cọc là 24m là đảm bảo cung cấp sức chịu tải yêu cầu theo tính toán lý thuyết là 1.300 kN. Để có được số liệu thực tế để thiết kế hiệu quả hệ cọc, đề xuất sau khi ép các cọc thử sẽ tiến hành thí nghiệm thử tải với tải trọng tối đa để kiểm chứng sức chịu tải thực tế của cọc và so sánh với sức chịu tải tính toán theo lý thuyết, nhằm lựa chọn chiều dài cọc ép đại trà.



Hình 10: Chi tiết liên kết đầu cọc với xà mũ và trụ cầu-nếu đoạn có trạm dịch vụ nhiều tầng

Thiết kế xà mũ

Kích thước ngang của đài cọc được thiết kế bằng 1.2m đủ rộng để cung cấp điểm tựa tạm thời cho dầm đúc sẵn, và cũng phù hợp với kích thước cơ bản các bộ đúc trong các Nhà máy khi cần sản xuất quy mô công nghiệp với khối lượng lớn. Sức kháng cắt và mômen kháng uốn được thiết kế như dầm bê tông cốt thép theo giá trị lực tối đa do các tổ hợp tải trọng khác nhau.



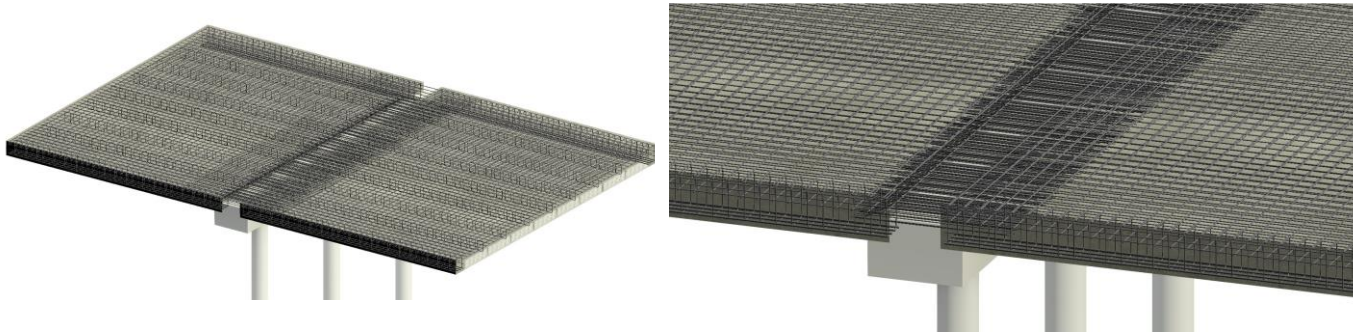
Hình 11: Chi tiết bố trí cốt thép xà mũ

Thiết kế hệ bản mặt cầu

Dầm bản rỗng bê tông đúc sẵn sử dụng trong dự án này có chiều rộng 1.2m, chiều dài 7m và chiều cao dầm là 0,5m. Lực căng trước và cáp dự ứng cường độ 1800 MPa được thiết kế để đáp ứng các giá trị giới hạn của ứng suất trong quá trình thi công (dầm đơn giản) và sau khi các dầm đúc sẵn được đổ bê tông cùng với đài cọc để tạo thành dầm liên tục. Dầm bản bê tông dự ứng lực đúc sẵn cường độ bê tông 45



MPa được đặt lên xà mũ mác 45 MPa, sau đó sẽ được lắp cốt thép và đổ bê tông gia cố đầu dầm và khóa cứng với thép chờ trên xà mũ để tạo thành dầm liên tục với tổng chiều dài 150 mét, tính giữa các khe co giãn. Kiểu thiết kế này đơn giản và được chứng minh là dễ sản xuất quy mô công nghiệp và dễ thi công với tốc độ nhanh.



Hình 12: Chi tiết bố trí bản mặt cầu và lan can

Kết luận

Kết quả tính toán cho thấy tất cả các chỉ tiêu của kết cấu đều đạt và vượt yêu cầu theo Quy trình thiết kế cầu Việt Nam hiện hành TCVN 11823:2017 cũng như các Tiêu chuẩn Quốc tế tham khảo khác.

Kết cấu thượng bộ có độ vượt thiết kế cao, có thể được tiếp tục tính toán tối ưu hóa trong các đồ án thiết kế sắp đến, sau khi có thử tải thực tế, để giảm giá thành đầu tư cho công trình. Với hệ cọc ép PHC D700, sẽ có sự chênh lệch rất lớn giữa tính toán lý thuyết và sức chịu tải thực tế khi thử tải nên sẽ rất cần thực hiện thử tải đến phá hoại các cọc thử, để có thể lựa chọn chiều dài cọc tối ưu khi ép đại trà, tránh lãng phí khi chỉ áp dụng công thức tính toán lý thuyết thuần túy.

Về tiến độ thi công, do sử dụng các cấu kiện bê tông cường độ cao, đúc sẵn với quy mô công nghiệp trong Nhà máy, và biện pháp thi công đơn giản lặp lại nên tốc độ thi công rất nhanh: Theo dữ liệu đã được kiểm chứng từ một dự án cụ thể mới thực hiện ở Hải phòng, trong điều kiện địa chất tương tự với lớp đất yếu rất dày, chiều sâu cọc 34m, trong vòng 30 ngày đã có thể thi công xong toàn bộ chiều dài 500 cầu cạn với bề rộng mặt cắt ngang 10,5m. Như vậy với dự án này, với tổng chiều dài cầu cạn mỗi bên 40 Km, nếu có 4 Nhà thầu cùng thi công đồng thời, có thể hoàn thành Dự án trong vòng 8-10 tháng thay vì 2-3 năm, sớm đưa dự án vào khai thác mang lại hiệu quả kinh tế xã hội cao.

Về kinh phí Dự toán, phương án này có giá thành thấp hơn đáng kể so với các phương án cầu cạn nhịp lớn truyền thống đang được sử dụng trong các Dự án giao thông ở Việt Nam. Con số tiết kiệm được so với các giải pháp cầu cạn truyền thống có thể đạt mức từ 20-30% tùy tình hình địa chất cụ thể khu vực.

Cách tiếp cận mới về Địa kỹ thuật thực hành, khai thác hợp lý sức chịu tải cọc PHC, ứng dụng các loại vật liệu mới với bê tông cường độ cao và kết cấu thép dự ứng lực để giảm tĩnh tải, cùng công nghệ bê tông đúc sẵn tiên tiến và cách thiết kế liên tục hóa khai thác hiệu quả sức chịu tải và tiết kiệm vật liệu cho thượng bộ cầu là các đóng góp chính giảm đáng kể thời gian thi công cũng như giá thành của công trình cầu cạn, nên được nghiêm túc xem xét và ứng dụng trong hạ tầng giao thông và các đường cao tốc ở khu vực phía Nam và Đồng bằng sông Cửu Long, trong các Dự án lớn đang và sẽ triển khai đem lại lợi ích lớn cho xã hội. Với cùng mức đầu tư, có thể xây dựng được tuyến đường với chiều dài lớn hơn, tốt cho việc tiết kiệm tài nguyên trong tình hình khan hiếm vật liệu đắp phổ biến hiện nay, giảm thiểu hiệu ứng bất lợi của nền đường đắp cao trên đất yếu là gây lún kéo dài, chia cắt địa hình gây úng ngập cục bộ....

Dự án được triển khai cũng sẽ góp phần tiêu thụ lớn xi măng và thép nội địa hiện đang gặp nhiều khó khăn, cũng như giảm thiểu được việc sử dụng nhựa đường làm các lớp mặt đường, vốn là vật liệu nguồn gốc hóa thạch mà chúng ta đang phải dùng ngoại tệ mạnh để nhập khẩu.



Hình 13: Các thông tin tóm tắt về so sánh giá thành với phương án thiết kế truyền thống

Tài liệu tham khảo

- (i) Trang web của Hiệp hội Kỹ sư Công chánh Hoa kỳ ASCE
<https://www.asce.org/about-civil-engineering/history-and-heritage/historic-landmarks/lake-pontchartrain-causeway-bridge>
- (ii) Báo cáo Thiết kế Đường trên cọc Dự án Khu Công nghiệp và khu Phi thuế quan Xuân cầu Lạch huyện do Công ty Cổ phần Tư vấn và Đầu tư Xây dựng ECC thực hiện tháng 2 năm 2024
- (iii) Phóng sự trên Truyền hình báo Nhân dân điện tử, phát sóng ngày 6 tháng 6 năm 2024
[Truyền hình Nhân Dân \(nhandantv.vn\)](http://Truyền hình Nhân Dân (nhandantv.vn))



GÓC QUỐC TẾ

Tưởng nhớ giáo sư BENGT BROMS (1928–2023)

In memory of Professor BENGT BROMS (1928–2023)

Phùng Đức Long

Hội Cơ Học Đất và Địa Kỹ Thuật Công Trình Việt Nam. E-mail: phung.long@gmail.com

GS. Bengt Broms qua đời vào ngày 3 tháng 12 năm 2023, thọ 95 tuổi. Ông là nhà khoa học hàng đầu trong lĩnh vực địa kỹ thuật và kỹ thuật nền móng của Thụy Điển và quốc tế. Ông cũng là một trong những người bạn lớn của ngành địa kỹ thuật Việt Nam. Từ 1979, ngay sau khi nước nhà thống nhất, ông là một trong số các chuyên gia địa kỹ thuật Tây Âu đầu tiên đã có mặt tại Việt Nam. Ngành địa kỹ thuật Việt Nam đã nhận được sự giúp đỡ rất lớn từ Thụy Điển thông qua sự hỗ trợ từ Sida/SAREC của Thụy Điển, xem thông tin trên trang web của VSSMGE, tại đường link <https://vssmge.org/geotechnical-research-cooperation-1979-1987-between-the-swedish-geotechnical-institute-sgi-and-the-institute-for-building-science-and-technology-ibst-vietnam/>. Chương trình hợp tác nghiên cứu giữa Viện Địa kỹ thuật Thụy Điển (SGI) và Viện Khoa học & Công nghệ Xây dựng (IBST) của Việt Nam đã được thực hiện trong giai đoạn 1979-1989. Hai giáo sư Thụy Điển nổi tiếng, Bengt Broms và Sven Hansbo, đã đến Hà Nội vào đầu năm 1979 và giảng bài về hai phương pháp gia cố đất: trụ đất vôi và băng thoát nước thẳng đứng. Kể từ đó, các hoạt động và kết nối quốc tế của VSSMGE phát triển nhanh chóng. Để tưởng nhớ GS. Bengt Broms, chúng tôi xin đăng bản dịch toàn văn thông báo tin buồn của Hội Địa kỹ thuật Thụy Điển (SGF).



Hình 1. Giáo sư Bengt Broms (1928-2023)

Bengt Baltzar Broms, 1928–2023

Professor Bengt B Broms, Stockholm, har som tidigare meddelats avlidit i en ålder av 95 år. Närmaste anhöriga är hustrun Carina och barnen Erik, Karin och Peter.

Bengt Broms har varit en förgrundsgestalt inom svensk och internationell geoteknik och grundläggningsteknik. Hans sörsjs av många kollegor världen över, samt inte minst av hans före detta doktorander. Under sin långa karriär förlämnade Broms närmare 500 vetenskapliga publikationer och läroböcker inom geoteknik, jord- och bergdynamik och bergmekanik. Få svenska forskare har haft ett så stort inflytande på utvecklingen av det geotekniska kunnandet och dess praktiska tillämpning i byggbranschen.

Broms har haft många ansvarsfulla arbetsuppgifter samt viktiga uppdrag. Mellan 1964–1974 var Broms överdirektör för Statens geotekniska institut (SGI). Han innehade många hedersuppdrag, valdes 1970 in som ledamot i Kungliga ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) och utnämndes till hedersmedlem i Svenska geotekniska föreningen (SGF).

Broms föddes den 17 juni 1928 i Örebro, och avlade 1952 civilingenjörsexamen från Chalmers med högsta betyg. Han fortsatte sin akademiska karriär i USA, där han vid det framstående University of Illinois 1954 blev Master of Science och disputerade för doktorsgraden 1956. Hans studier om horisontalbelastade

pålar har varit banbrytande, inte minst för utvecklingen av offshoretekniken i mexikanska gulfen.

Han fortsatte sin akademiska karriär vid Cornell University i New York (1959–1964). 1974 tilldelades han professuren i jord- och bergmekanik vid Kungliga Tekniska Högskolan (KTH). Därefter fick han ansvaret att bygga upp en ny geoteknisk institution vid Nanyang Technological University (NTU), Singapore under tiden 1983–1995.

Broms hade den unika förmågan att finna praktiska lösningar på komplexa problem, varför han anlitades som expert runt om i världen. Som lärare och föreläsare kunde Broms framställa även komplicerade samband på ett lättförståeligt sätt – ibland genom konstnärliga skisser och diagram. Hans exceptionella intellektuella kapacitet och personliga blyghet dolde ibland den sociala kontakten som han sökte hos sina medarbetare. Han visade oss vilken betydelse teoretisk kunskap, vidareutbildning och internationella kontakter har för såväl forskning som ingenjörarbete.

Vi, hans före detta studenter, är oerhört tacksamma för hans generösa stöd och vägledning.

Rainer Massarsch
Före detta elev och kollega
Håkan Stille
Professor emeritus (KTH)
Stefan Larsson
Professor (KTH)
Fanny Deckne
Ordförande SGF

Hình 2. Toàn văn thông báo tin buồn của Hội Địa kỹ thuật Thụy Điển (SGF)



Bản dịch toàn văn thông báo tin buồn của Hội Địa kỹ thuật Thụy Điển

Giáo sư Bengt Baltzar Broms, Stockholm, Thụy Điển, đã qua đời bên gia đình là vợ Carina và các con Erik, Karin và Peter vào ngày 3 tháng 12 năm 2023, thọ 95 tuổi.

GS. Bengt Broms là nhà khoa học hàng đầu trong lĩnh vực địa kỹ thuật và kỹ thuật nền móng của Thụy Điển và quốc tế. Ông được nhiều đồng nghiệp trên toàn thế giới thương tiếc, đặc biệt là các học trò nghiên cứu sinh đầy năng lực mà ông đã hướng dẫn. Trong suốt sự nghiệp lâu dài của mình, Broms là tác giả của gần 500 bài viết và sách giáo khoa về địa kỹ thuật, động lực học đất đá và cơ học đá. Rất ít nhà nghiên cứu Thụy Điển có ảnh hưởng lớn đến sự phát triển kiến thức địa kỹ thuật và ứng dụng thực tế của nó trong ngành xây dựng.

GS. Broms đã đảm nhiệm nhiều nhiệm vụ quan trọng. Từ năm 1964–1974, Broms là giám đốc của Viện Địa kỹ thuật Thụy Điển (SGI). Ông giữ nhiều chức vụ danh dự, năm 1970 ông được bầu làm thành viên Hội đồng Hoàng gia Viện Hàn lâm Khoa học Kỹ thuật (IVA) và được tôn vinh là thành viên danh dự của Hiệp hội Địa kỹ thuật Thụy Điển (SGF). Ông từng là Chủ tịch Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình Thế giới ISSMGE (1985–1989) và trước đó là Phó chủ tịch khu vực Châu Âu (1977–1981) của ISSMFE.

Broms sinh ngày 17 tháng 6 năm 1928 tại Örebro và năm 1952 tốt nghiệp xuất sắc bằng kỹ sư dân dụng tại trường Đại học Chalmers, thành phố Gothenburg. Ông tiếp tục sự nghiệp học thuật của mình tại Hoa Kỳ, nơi ông hoàn thành luận văn thạc sĩ Khoa học tại trường Đại học Illinois nổi tiếng vào năm 1954 và bảo vệ luận án tiến sĩ vào năm 1956. Các nghiên cứu của ông về cọc chịu tải ngang là một bước đột phá, nhất là đối với sự phát triển của công nghệ khai thác dầu khí ngoài khơi ở Vịnh Mexico. Ông tiếp tục sự nghiệp hàn lâm của mình tại Đại học Cornell ở New York (1959-1964). Năm 1974, ông được trao chức giáo sư cơ học đất và đá tại Trường Đại học kỹ thuật Hoàng gia (KTH), thành phố Stockholm. Sau đó, ông được giao trách nhiệm xây dựng khoa địa kỹ thuật mới tại Đại học Công nghệ Nanyang (NTU), Singapore trong giai đoạn 1983-1995.

Broms có khả năng đặc biệt trong việc tìm ra những giải pháp thực tế cho những vấn đề phức tạp, đó là lý do tại sao ông nổi tiếng như một chuyên gia hàng đầu trên khắp thế giới. Với tư cách là một giáo viên và giảng viên, Broms có thể trình bày những mối liên hệ thậm chí phức tạp theo cách dễ hiểu - đôi khi thông qua các bản phác thảo và sơ đồ nghệ thuật. Năng lực trí tuệ đặc biệt và tính nhút nhát cá nhân của ông đôi khi che khuất các giao tiếp xã hội mà ông tìm kiếm từ các cộng sự của mình. Ông cho chúng ta thấy tầm quan trọng của kiến thức lý thuyết, giáo dục nâng cao và quan hệ quốc tế trong cả công tác nghiên cứu lẫn hoạt động kỹ thuật. Chúng tôi, những học trò cũ của thầy, những bạn đồng nghiệp, vô cùng biết ơn sự hỗ trợ và hướng dẫn tận tình của thầy.

Rainer Massarsch, cựu nghiên cứu sinh và đồng nghiệp

Håkan Stille, giáo sư danh dự (KTH)

Stefan Larsson, giáo sư (KTH)

Fanny Deckner, chủ tịch SGF



Nhật ký ĐKT quốc tế International Geotechnical Diary

Lê Việt Hưng
Technical University Berlin. E-mail: v.le@tu-berlin.de

Phùng Đức Long
Hội Cơ Học Đất và Địa Kỹ Thuật Công Trình Việt Nam. E-mail: phung.long@gmail.com

Sự kiện nổi bật mới diễn ra

Trong nửa cuối năm 2023 và đầu 2024 đã diễn ra một số hội thảo chuyên ngành nổi bật. Trong đó phải kể đến các hội nghị, hội thảo: “Khảo sát hiện trường và ĐKT ngoài khơi” (OSIG - Offshore Site Investigation and Geotechnics) lần thứ 9 với chủ đề “Công nghệ ĐKT sáng tạo cho chuyển đổi năng lượng” tại Học Viện Hoàng Gia London (Imperial College London); Hội nghị quốc tế lần thứ 8 về động đất trong ĐKT (The 8th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering - 8ICEGE); hay Hội nghị ĐKT Áo lần thứ 14 với bài giảng Terzaghi (The 14th Austrian Geotechnical Conference - Vienna). Đặc biệt phải kể đến Geotec Hanoi, diễn ra từ 14 đến 15 tháng 12 tại Trung Tâm Hội Nghị Quốc Gia Hà Nội. Geotec Hanoi lần này đã thu hút được sự quan tâm mạnh mẽ của các nhà khoa học đầu ngành cũng như các kỹ sư, công ty xây dựng hàng đầu thế giới. Điều này được thể hiện trên số lượng các công trình nghiên cứu được thuyết trình cũng như số lượng người tham dự hội thảo.

Lịch các sự kiện hội nghị, hội thảo sắp tới

Như thường lệ, các hội thảo khoa học ngành ĐKT diễn ra trong thời gian sắp tới được đưa tin và cập nhật đều đặn trên trang Web của hội ISSMGE. Trong danh sách dưới đây là một số hội nghị, hội thảo tiêu biểu được chọn lọc từ quý II năm 2024 đến hết nửa đầu năm 2025, trích dẫn từ trang web của ISSMGE: www.issmge.org.

Thời gian	Sự kiện	Nơi diễn ra
14.06. – 17.06.2024	The 11th International Symposium of Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground (IS-Macau 2024) (Hội nghị chuyên đề quốc tế lần thứ 11 về ĐKT về công trình ngầm trên nền đất yếu (IS-Macau 2024))	Macau – Trung Quốc https://is-macau2024.skliotsc.um.edu.mo
18.06. – 21.06.2024	International Conference on Geotechnical and Geophysical Site Characterization (Hội nghị quốc tế về đặc tính địa kỹ thuật và địa vật lý)	Barcelona – Tây Ban Nha https://isc7.cimne.com
25.06. – 29.06.2024	28 th European Young Geotechnical Engineering Conference 2024 (Hội nghị ĐKT Trẻ Châu Âu lần thứ 28)	North Macedonia https://eygec2024.net
04.07. – 06.07.2024	5 th International Conference on Environmental Geotechnology, Recycled Waste Materials and Sustainable Engineering (Hội nghị quốc tế lần thứ 5 về Công nghệ địa chất môi trường, vật liệu tái chế và kỹ thuật bền vững)	Warsaw - Ba Lan https://iil.sggw.edu.pl/egrwse-2024/
07.07. – 12.07.2024	14 th International Symposium on Landslides 2024 (Hội nghị quốc tế lần thứ 14 về trượt lở đất)	Chambery – Pháp https://www.isl2024.com



21.07. – 23.07.2024	The 6 th International Conference on Geotechnical Engineering (Hội nghị quốc tế lần thứ 6 về địa kỹ thuật công trình)	Semarang – Indonesia http://www.rcigi-undip.com
26.08. – 30.08.2024	18 th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (Hội nghị Châu Âu lần thứ 18 về cơ học đất và ĐKTCT)	Lisabon – Bồ Đào Nha https://www.ecsmge-2024.com
15.09. – 18.09.2024	77th Canadian Geotechnical Conference and the 16th Joint CGS/IAH-CNC Groundwater Conference (Hội nghị ĐKT Canada lần thứ 77 và Hội nghị chung CGS/IAH-CNC lần thứ 16 về Nước ngầm.)	Montreal – Canada https://www.geomontreal2024.ca
18.09. – 20.09.2024	Nordic Geotechnical Meeting – NGM 2024 (Hội nghị ĐKT Bắc Âu)	Göteborg – Thụy Điển http://www.ngm2024.se
23.09. – 28.09.2024	IS-Grenoble 2024: International Symposium on Geomechanics from Micro to Macro (Hội thảo quốc tế về cơ học đất từ vi mô đến vĩ mô)	Grenoble – Pháp https://is-grenoble2024.sciencesconf.org/
02.10. – 04.10.2024	The 5th European Conference on Physical Modelling in Geotechnics (ECPMG 2024) (Hội nghị Châu Âu lần thứ 5 về Mô hình Vật lý trong Địa kỹ thuật, ECPMG 2024)	Delf – Hà Lan
06.10. – 09.10.2024	18 th African Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (Hội nghị về ĐKT khu vực Châu Phi lần thứ 18)	Algiers – Algeria https://algeos-dz.com/18ARC.html
07.10. – 10.10.2024	49th Annual Conference on Deep Foundations (Hội nghị thường niên về móng sâu lần thứ 49)	Aurora – Mỹ http://www.dfi.org/annual2024
11.11. – 14.11.2024	10th Asian Young Geotechnical Engineering Conference (Hội nghị ĐKT trẻ châu Á lần thứ 10)	Jakarta – Indonesia http://10aygec-pit28.hatti.or.id
12.11. – 17.11.2024	XVII Panamerican Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (Hội nghị Liên Mỹ Panamerican lần thứ XVII về Cơ học đất và ĐKTCT)	La Serena – Chile https://panamgeochile2024.cl
10.11. – 22.11.2024	5th International Conference on Transportation Geotechnics (Hội nghị quốc tế lần thứ 5 về ĐKT giao thông vận tải)	Sydney – Australia http://www.ictg2024.com.au
28.11. – 29.11.2024	The 2 nd Geomandu: Geotechnics for Sustainable Infrastructures (Hội nghị ĐKT cho hạ tầng cơ sở bền vững)	Kathmandu – Nepal https://geomandu.ngeotechs.org
11.12. – 13.12.2024	4 th Asia-Pacific Conference on Physical Modelling in Geotechnics (ACPMG 2024) (Hội nghị Châu Á-Thái Bình Dương lần thứ 4 về Mô hình hóa Vật lý trong Địa kỹ thuật - ACPMG 2024)	Abu-Dhabi - các Tiểu Vương Quốc Ả Rập Thống Nhất https://tc104-issmge.com/acpmg-2024/
12.12. – 14.12.2024	The 3 rd Vietnam Symposium on Advances in Offshore Engineering (Hội thảo chuyên đề Việt Nam lần thứ ba về những tiến bộ trong kỹ thuật ngoài khơi – VSOE)	Hà Nội – Việt Nam https://vsoe2024.sciencesconf.org/
27.04. – 30.04.2025	Pan Mediterranean Geotechnical Engineering Conference (Hội nghị Địa kỹ thuật công trình Pan Địa Trung Hải)	Beirut – Li Băng http://pmgec-leb.com/
09.06. – 13.06.2025	The 5th International Symposium on Frontiers in Offshore Geotechnics (ISFOG) (Hội nghị chuyên đề quốc tế lần thứ 5 về biên giới trong ĐKT ngoài khơi (ISFOG))	Nantes – Pháp https://isfog2025.univ-gustave-eiffel.fr



24.08. – 27.08.2025	9th International Symposium for Geotechnical Safety and Risk (Hội nghị chuyên đề quốc tế lần thứ 9 về an toàn và rủi ro trong địa kỹ thuật)	Oslo – Na Uy https://www.isgsr2025.com/
20.10. – 23.10.2025	DFI 50th Anniversary Conference on Deep Foundations (Hội nghị kỷ niệm 50 năm DFI về móng sâu)	Nashville – Hoa kì http://www.dfi.org

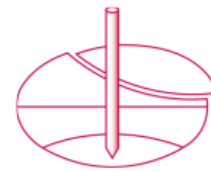
Hoạt động các tiểu ban kỹ thuật (TC) của ISSMGE

(<https://www.issmge.org/committees/technical-committees>)

Trong năm 2024, số lượng hội viên quốc tế của VSSMGE tham gia ISSMGE tăng lên 85 người, nghĩa là tăng 183% so với khi VSSMGE gia nhập ISSMGE vào năm 1985 (30 người). Dưới đây là danh sách 85 hội viên quốc tế ISSMGE của Hội VSSMGE năm 2024.

International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering

Société Internationale de Mécanique des Sols et de la Géotechnique



VIETNAM SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING

ISSMGE MEMBERSHIP 2024

	Family name	Initial
1	Bach	Vu Hoang Lan
2	Bui	Dinh Nhuan
3	Bui	Van Truong
4	Bui	Truong Son
5	Cao	Van Nghia
6	Dang	Hong Lam
7	Dao	Trieu Kim Cuong
8	Dinh	Quang Thanh
9	Dinh	Quoc Dan
10	Do	Minh Duc
11	Do	Huu Dao
12	Do	Tuan Nghia
13	Doan	Dinh Hong
14	Duong	Thai Phan
15	Duong	Vinh Nhiu
16	Higashi	Masaya
17	Ho	Duc An
18	Hoang	Nguyen Ngoc
19	Hoang	Phuong Tung
20	Hoang	Thi Lua

	Family Name	Initial
21	Hoang	Viet Hung
22	Huynh	Thanh Binh
23	Le	Viet Hung
24	Le	Thiet Trung
25	Le	Thu Hanh
26	Le	Hong Quang
27	Lu	Trieu Duong
28	Mai	Dang Nhan
29	Mai	Trieu Quang
30	Ngo	Thi Thanh Huong
31	Nguyen	Anh Dung
32	Nguyen	Bao Viet
33	Nguyen	Chau Lan
34	Nguyen	Cong Giang
35	Nguyen	Duc Manh
36	Nguyen	Hoang Ha
37	Nguyen	Manh Truong
38	Nguyen	Manh Tuong
39	Nguyen	Minh Hai
40	Nguyen	Minh Son



	Family name	Initial
41	Nguyen	Ngoc Bao
42	Nguyen	Ngoc Thanh
43	Nguyen	Phuong Dong
44	Nguyen	Quang Tuan
45	Nguyen	Quy Huy
46	Nguyen	Thanh Dat
47	Nguyen	Thi Thuy
48	Nguyen	Thi Tuyen Trinh
49	Nguyen	Tien Dung
50	Nguyen	Trung Kien
51	Nguyen	Tuan Dung
52	Nguyen	Van Hoan
53	Nguyen	Van Phong
54	Nguyen	Viet Hung
55	Nguyen	Xuan Truong
56	Nguyen	Cong Nghia
57	Nguyen	Quoc Khanh
58	Nguyen	Thanh Quang
59	Nguyen	Van Duc
60	Nguyen	Viet Tuan

	Family name	Initial
61	Nguyen	Thanh Chi
62	Pham	Huy Giao
63	Pham	Ngoc Thang
64	Pham	Quang Tu
65	Pham	Quoc Dung
66	Pham	Thanh Nam
67	Pham	Viet Khoa
68	Pham	Thai Binh
69	Phan	Huu Duy Quoc
70	Phan	Khac Long
71	Phung	Duc Long
72	Su	Minh Dang
73	Ta	Cong Thanh Vinh
74	Tran	Huy Hung
75	Tran	Quang Dat
76	Tran	Thi Thanh
77	Tran	Thu-Hang
78	Tran	Tuan Anh
79	Tran	Van Tuan
80	Tran	Tan Van
81	Trinh	Minh Thu
82	Truong	Quang Manh
83	Vu	Ba Thao
84	Vu	Anh Tuan
85	Vuong	Van Thanh

Trong năm 2023, VSSMGE có 20 hội viên tham gia vào 19 Tiểu ban kỹ thuật (Technical Committee) của ISSMGE, xem danh sách dưới đây.

Các tiểu ban thường tổ chức họp mặt các thành từ một đến hai lần trong năm (phần lớn họp trực tuyến) để lên kế hoạch hoạt động trong năm. Với số lượng mỗi tiểu ban khoảng 60 đến 100 thành viên đến từ các quốc gia khác nhau, nội dung hoạt động của các tiểu ban gồm có:

- Phối hợp nghiên cứu, công bố bài báo khoa học;
- Tổ chức Webinar;
- Đưa ra các văn bản hướng dẫn trong lĩnh vực chuyên môn;
- Tổ chức hội thảo (Special sessions);
- Mời Keynote Lecture;
- Hỗ trợ review cho các bài tại hội thảo cũng như báo chuyên ngành.



DANH SÁCH THÀNH VIÊN CÁC ISSMGE TC CỦA VSSMGE, NĂM 2023

TC	Tiểu ban (TC)	Thành viên
TC101	Laboratory Stress Strain Strength Testing of Geomaterials	Lê Việt Hưng
TC102	Ground Property Characterization from In-Situ Tests	Nguyễn Tiến Dũng
TC103	Numerical methods	Phùng Đức Long, Đỗ Tuấn Nghĩa, Đặng Hồng Lam, Lê Việt Hưng
TC104	Physical Modelling in Geotechnics	Vũ Anh Tuấn, Đặng Hồng Lam, Trần Văn Tuấn
TC105	Geo-Mechanics from Micro to Macro	Đặng Hồng Lam
TC106	Unsaturated Soils	Hoàng Việt Hùng, Nguyễn Minh Hải
TC203	Earthquake Geotechnical Engineering and Associated Problems	Trần Thu Hằng
TC204	Underground Construction in Soft Ground	Phùng Đức Long, Đỗ Tuấn Nghĩa, Trần Huy Hùng, Trần Thu Hằng
TC208	Slope Stability in Engineering Practice	Nguyễn Đức Mạnh, Đỗ Tuấn Nghĩa
TC209	Offshore geotechnics	Lê Việt Hưng, Đoàn Đình Hồng, Nguyễn Việt Hưng
TC211	Ground improvement	Trần Huy Hùng, Nguyễn Đức Mạnh
TC212	Deep foundation	Phùng Đức Long, Vũ Anh Tuấn, Trần Huy Hùng, Trần Văn Tuấn
TC214	Foundation Engineering for Difficult Soft Soil Conditions	Nguyễn Anh Dũng
TC217	Land Reclamation	Hoàng Phương Tùng
TC220	Field Monitoring in Geomechanics	Nguyễn Anh Dũng
TC221	Tailing and mine wastes	Sử Minh Đặng
TC302	Forensic Geotechnical Engineering	Nguyễn Minh Hải
TC304	Engineering Practice of Risk Assessment and Management	Sử Minh Đặng, Phạm Quang Tú
TC309	Machine Learning and Big Data	Ngô T. Thanh Hương, Phạm Thái Bình, Phùng Đức Long
Tổng: 19		Tổng: 20 Hội viên, Tổng số người/TC: 38

Chú thích: Trong danh sách này, tên in đậm là thành viên được đề cử (nominated member), các tên còn lại là coresponding member. Mỗi một hội thành viên quốc gia chỉ được đề cử 2 thành viên nominated member tại 1 TC.

Tin văn quốc tế

- Bản tin hội quốc tế ISSMGE tháng 2-2023: <https://www.issmge.org/publications/issmge-bulletin/vol-17-issue-1-february-2023>
- Bản tin hội ISSMGE tháng 4-2023: <https://www.issmge.org/publications/issmge-bulletin/vol-17-issue-2-april-2023>
- Bản tin hội ISSMGE tháng 6-2023: <https://www.issmge.org/publications/issmge-bulletin/vol-17-issue-3-june-2023>
- Bản tin hội ISSMGE tháng 8-2023: <https://www.issmge.org/publications/issmge-bulletin/vol-17-issue-4-august-2023>
- Bản tin hội ISSMGE tháng 10-2023: <https://www.issmge.org/publications/issmge-bulletin/vol-17-issue-5-october-2023>
- Bản tin hội ISSMGE tháng 3-2024: <https://www.issmge.org/publications/issmge-bulletin/vol-18-issue-1-march-2024>



VSSMGE tham gia tọa đàm sáng tạo về công nghệ địa kỹ thuật môi trường tại Ấn Độ

VSSMGE joined Brain Storming Sessions on Environmental Geotechnology in India

Nguyễn Quang Tuấn

Trường Đại học Thủy lợi. E-mail: nqtuan@tlu.edu.vn

Trần Thị Thu Hằng

Trường Đại học Giao thông Vận tải. E-mail: tranthuhang.utc@gmail.com

Nguyễn Ngọc Hoàng

NAUE-ASIA. E-mail: hoangl@naue.com

Tóm tắt

Tọa đàm sáng tạo về công nghệ địa kỹ thuật môi trường (Brain Storming Sessions On environmental Geotechnology) là sự kiện quốc tế được tổ chức để thảo luận ý tưởng sáng tạo về các tiến bộ cần thiết trong công nghệ địa kỹ thuật môi trường và ứng dụng để giải quyết một số thách thức trong sự phát triển bền vững toàn cầu. Sự kiện được tổ chức và hỗ trợ bởi Học viện Công nghệ Ấn Độ, Bombay (IITB). Đại diện VSSMGE đã tham dự tọa đàm.

Giới thiệu

Sự kiện “Brain Storming Sessions On environmental Geotechnology” (Tọa đàm sáng tạo về công nghệ địa kỹ thuật môi trường) được tổ chức và hỗ trợ bởi Học viện Công nghệ Ấn Độ, Bombay (IITB), đã diễn ra từ ngày 4 đến ngày 6 tháng 12, 2023. Đây là sự kiện quốc tế được tổ chức để thảo luận ý kiến sáng tạo về các tiến bộ cần thiết trong công nghệ địa kỹ thuật môi trường và ứng dụng để giải quyết một số thách thức trong sự phát triển bền vững toàn cầu.

Tọa đàm được tổ chức bởi GS. D. N. Singh, người được phong tặng danh hiệu “Giáo sư D.L. Shah” (D.L. Shah là một nhân vật vĩ đại của Ấn Độ, một người tầm nhìn rộng, một doanh nhân nổi tiếng, đồng thời là một nhà từ thiện). GS. Singh là giáo sư phụ trách trung tâm địa kỹ thuật của IITB, một trong những trung tâm hàng đầu về nghiên cứu địa kỹ thuật, được xếp hạng trong số những tổ chức top đầu thế giới. GS. Singh đã liên lạc với TS. Phùng Đức Long, chủ tịch VSSMGE và gửi thư mời VSSMGE tham dự sự kiện này. VSSMGE đã cử một đoàn 4 đại biểu tham dự sự kiện, nhưng cuối cùng chỉ có 3 thành viên đi dự được. GS. Singh có quan hệ thường xuyên và gần gũi với VSSMGE. Trong năm 2025 ông sẽ cùng VSSMGE biên soạn số đặc biệt “Địa kỹ thuật bền vững cho phát triển cơ sở hạ tầng ở Việt Nam trong bối cảnh chuyển đổi kỹ thuật số và chuyển đổi năng lượng” cho tạp chí quốc tế Địa kỹ thuật môi trường (the Journal of Environmental Geotechnics, JENGE) mà ông là chủ biên, xem bài tiếp theo trong Bản tin Hội số 6 này do TS. Phạm Huy Giao chấp bút.

Sự kiện gồm hai phiên chính mỗi ngày, bắt đầu với một phiên khai mạc vào ngày 4 tháng 12, 2023 với sự tham gia của các quan chức cấp cao của IITB, các chuyên gia quốc tế, các thành viên khoa, nhóm nghiên cứu và như sinh viên của IITB. Các buổi tọa đàm được tổ chức rất long trọng và chuyên nghiệp. Đơn vị tổ chức rất nhiệt tình và hiếu khách. Các thành viên tham gia trình và thảo luận tích cực. Các bài trình bày có nội dung khoa học cao và đặt ra được nhiều vấn đề và hướng nghiên cứu.

Thành phần tham dự

Tham dự tọa đàm có 35 chuyên gia quốc tế đến từ các trung tâm nghiên cứu và trường Đại học của nhiều nước trên thế giới như Anh, Pháp, Mỹ, Na Uy, Ba Lan, Cộng hòa Séc, Nam Phi, New Zealand, Nepal, Nigeria, Thái Lan, Việt Nam, v.v. cùng các chuyên gia trong nước Ấn Độ đến từ hệ thống các học viện khoa học và



công nghệ Ấn Độ (IIT), các trường đại học ở Ấn Độ và các học viện ngành Địa kỹ thuật của IITB. Ba đại biểu tham dự sự kiện đến từ Việt Nam đồng thời cũng là các hội viên của Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình Việt Nam, bao gồm: anh Nguyễn Ngọc Hoàng (giám đốc NAUE-ASIA), TS. Nguyễn Quang Tuấn (ĐH Thủy lợi), PGS.TS. Trần Thị Thu Hằng (ĐH Giao thông Vận tải).



Hình 1 Các thành viên tham dự tọa đàm chụp ảnh lưu niệm tại phòng hội thảo

Nội dung các buổi tọa đàm

Các phiên tọa đàm tập trung phân tích về các tiến bộ gần đây trong lĩnh vực công nghệ địa kỹ thuật môi trường và đề xuất các hướng và chương trình nghiên cứu mới, giúp định dạng và truyền bá sâu rộng hơn kiến thức về địa kỹ thuật môi trường vào các sáng kiến phát triển bền vững trong các lĩnh vực kinh tế xã hội. Tọa đàm được tổ chức với cách thức đặc biệt, với hai phiên tọa đàm mỗi ngày. Trong quá trình hội thảo, các chuyên gia trình bày nghiên cứu và các thành viên tham gia có thể đặt câu hỏi và trao đổi tự do, tập trung chú trọng vào những vấn đề chưa giải quyết được để tìm phương hướng hoặc đề xuất hướng nghiên cứu. Bằng cách thức này, với sự giới thiệu về các vấn đề quan trọng về địa kỹ thuật môi trường và ý nghĩa của chúng đối với các lĩnh vực phát triển liên quan sẽ thu hút các phân tích đánh giá, khuyến khích đề ra các chiến lược nghiên cứu và tạo điều kiện cho các cuộc thảo luận tương tác giữa các thành viên tham gia tọa đàm về những vấn đề địa kỹ thuật môi trường và phát triển bền vững.

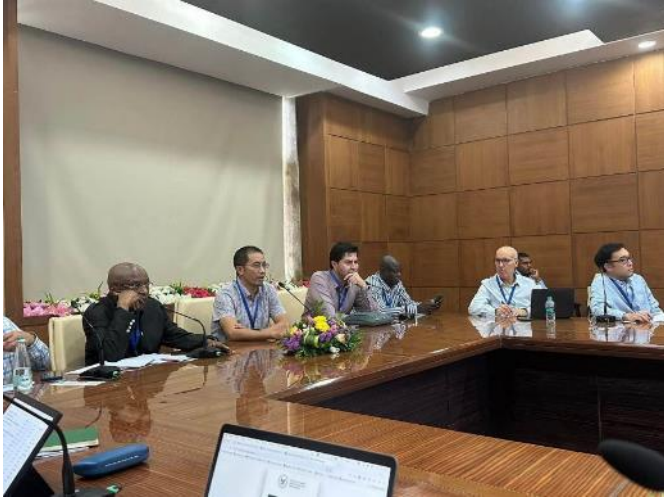
Tại phiên khai mạc có sự tham gia của các quan chức lãnh đạo Học viện IITB và đại diện các bộ phận của học viện. Trong phiên khai mạc, phía IITB giới thiệu về học viện, các trung tâm nghiên cứu và cơ sở vật chất của trường. Tiếp theo là các bài trình bày về “các vấn đề địa kỹ thuật môi trường liên quan đến phát triển bền vững”.

Các vấn đề chính được thảo luận tại hội thảo bao gồm địa kỹ thuật môi trường đối với các nhiệm vụ khác nhau như quản lý chất thải và tái chế chất thải, đánh giá tổn thương của biến đổi khí hậu và thiết kế hệ thống chống chịu với biến đổi khí hậu, khám phá và sinh sống ngoài trái đất, hỗ trợ các hệ thống nông nghiệp, bảo vệ sức khỏe con người và hệ sinh thái, khai thác mỏ và hoạch định quá trình xử lý khoáng sản, hệ thống năng lượng mới, đánh giá và quản lý thảm họa...

Tại hội thảo, các thành viên đến từ Việt Nam đều trình bày nghiên cứu và tham luận của mình: TS. Nguyễn Quang Tuấn (Đại học Thủy lợi) trình bày về vấn đề của vật liệu đá rời lấp giếng mỏ và nghiên cứu ứng xử bằng mô hình phần tử rời rạc. Tác giả Nguyễn Ngọc Hoàng trình bày về ứng dụng vật liệu địa kỹ thuật tổng hợp với bãi chôn lấp rác thải, chống xói và xây dựng cơ sở hạ tầng. PGS. TS. Trần Thị Thu Hằng (Đại học Giao thông Vận tải) trình bày về vấn đề tái sử dụng vật liệu đất thải khi thi công công trình ngầm. Các bài trình bày đều được đông đảo đại biểu quan tâm và thảo luận sôi nổi. Bên cạnh đó, đại diện đoàn



Việt Nam có giới thiệu về các hoạt động của Hội Cơ học đất và ĐKT Việt Nam (VSSMGE) cùng sự kiện hội nghị mới thành công tốt đẹp tại Hà Nội, GEOTEC Hanoi 2023.



Hình 2. TS. Nguyễn Quang Tuấn trình bày nghiên cứu về mô hình mô phỏng ứng xử của vật liệu đá rời lấp giếng mỏ sau khi khai thác.



Hình 3. Không khí trao đổi thảo luận trong một buổi tọa đàm

Sau 3 ngày hội thảo, các thành viên đã đi đến thống nhất một số vấn đề sau:

1. Địa kỹ thuật môi trường và công nghệ địa kỹ thuật môi trường là những ngành rất cần thiết để đảm bảo sự phát triển bền vững của xã hội. Điều này bao gồm việc tích hợp các chuyên gia từ các lĩnh vực khác nhau để đóng góp vào việc phát triển các khái niệm cần thiết, tiêu chuẩn, mô hình, hệ thống hỗ trợ chính sách, trang thiết bị sáng tạo, phương pháp kiểm tra, mô hình dự đoán và hệ thống giám sát hiện trường. Sự kết hợp như vậy sẽ giúp lĩnh vực này hỗ trợ hiệu quả các nhu cầu của xã hội về mặt bền vững.
2. Quy trình giáo dục và chương trình học trong lĩnh vực địa kỹ thuật môi trường cần được mở rộng để có thể cung cấp các tiện ích cần thiết trong nhiều lĩnh vực kinh tế như hệ thống năng lượng, khám phá vũ trụ, cảm biến từ xa, hệ thống nông nghiệp, giảm thiểu rủi ro tự nhiên và kỹ thuật, khai thác và sử dụng rác, giá trị và sử dụng đất, đánh giá tổn thương của biến đổi khí hậu và khuyến khích sự ổn định cũng như sử dụng các vật liệu địa chất trong ứng dụng y tế.
3. Cần phát triển và áp dụng những phương pháp truyền thông tri thức về địa kỹ thuật môi trường một cách hiệu quả và chi phí hợp lý vào quá trình đưa vào hành động chính sách công ở mọi cấp. Các hệ thống này nên kết nối cũng như thường xuyên tương tác giữa các nhà nghiên cứu, chuyên gia thực hành và người làm chính sách công thông qua các cuộc thảo luận, triển lãm, hội nghị, hội thảo.
4. Trong quá trình mô phỏng các hệ thống tự nhiên, nên tránh sự vội vã với các phương pháp kinh nghiệm và loại bỏ các yếu tố quan trọng để giúp mô hình lập ra có thể phản ánh tốt hơn điều kiện thực tế trên thực địa và có khả năng mở rộng ra nhiều tình huống, trường hợp hơn. Nên áp dụng một cách tiếp cận hội tụ hơn trong việc mô phỏng thông qua việc bao phủ và sử dụng các nguyên tắc quan trọng và cơ bản.
5. Xét đến kỹ thuật địa môi trường liên quan đến nghiên cứu về các vật liệu địa chất được phân bố toàn cầu với đặc tính có thể rất đa dạng và thường cụ thể cho từng khu vực. Điều này rất quan trọng để tạo cơ hội cho các nhà nghiên cứu từ nhiều nơi trên thế giới tham gia vào lĩnh vực này vì họ mang lại tính độc đáo có thể mang đặc tính văn hóa cụ thể với đóng góp tiềm năng cho sự tiến bộ toàn cầu về kiến thức trong lĩnh vực này.



Các hoạt động khác

Bên lề các cuộc trao đổi thảo luận về chuyên môn còn có các hoạt động khác như tham quan cơ sở vật chất của trường IITB: các phòng thí nghiệm của các trung tâm nghiên cứu trọng điểm, trung tâm thể thao, ký túc xá... Các đại biểu cũng thăm một số địa danh nổi tiếng của thành phố Mumbai như cảng Mumbai, khách sạn Trident, thưởng thức ẩm thực Ấn Độ. Ngay sau khi hội thảo kết thúc các đại biểu còn được tham gia vào một buổi bảo vệ luận án tiến sĩ địa kỹ thuật của Học viện và một buổi hội thảo khác giữa các nhà khoa học về vấn đề rác thải.

Sự kiện này là cơ hội rất tốt cho các nhà khoa học tiếp xúc, kết nối với nhau. Các nhà khoa học cùng thảo luận thiết lập mạng lưới hợp tác trong nghiên cứu, thiết lập các nhóm hợp tác theo các chủ đề. Các nhóm được giao nhiệm vụ phát triển ý tưởng sáng tạo hơn; viết bài bình luận, ghi chú kỹ thuật và bài đánh giá chi tiết; và có thể hợp tác vào các đề xuất nghiên cứu quốc tế đa ngành để giải quyết những vấn đề quan trọng liên quan đến các vấn đề phát triển bền vững đang diễn ra.



Hình 4. Các đại biểu thăm quan phòng thí nghiệm (trái); Đại diện VSSMGE tại trung tâm nghiên cứu công nghệ Nano của Học viện Công nghệ Ấn Độ, Bombay (phải)



Hình 5. PGS. TS. Trần Thị Thu Hằng đại diện cho các khách mời trao quà kỷ niệm cho các thành viên ban tổ chức (trái); TS. Nguyễn Quang Tuấn trao quà lưu niệm cho GS. D.N. Singh (phải)



Hình 6. Các đại biểu chụp ảnh lưu niệm cùng gia đình giáo sư D.N. Singh

* Viện Công nghệ Ấn Độ Bombay (IITB), là một Viện nghiên cứu khoa học công nghệ nổi tiếng của Chính phủ Ấn Độ, được thành lập vào năm 1958 với sự hỗ trợ từ Liên Xô lúc bấy giờ. IITB đạt vị trí thứ 47 trên toàn cầu trong lĩnh vực Kỹ thuật và Công nghệ theo bảng xếp hạng QS 2023. IITB đã đóng góp vào nhiều nghiên cứu đột phá, đặc biệt là trong lĩnh vực kỹ thuật và công nghệ. Ngoài nghiên cứu, IITB tham gia vào việc phát triển hướng dẫn và chính sách cho các cơ quan chính phủ khác nhau. Những nỗ lực này đã dẫn đến việc thành lập nhiều Trung tâm nghiên cứu chất lượng cao trong các lĩnh vực chính của nghiên cứu cho thế kỷ 21 như dầu, khí và năng lượng, thu hồi và sử dụng carbon, nanoelectronics, công nghệ màng lọc cho quá trình desalination, quản lý brine và tái chế nước, công nghệ thép, v.v. với sự hỗ trợ của giới học thuật, công nghiệp và chính phủ để nâng cao tương tác giữa các nhà quản lý hàng đầu, nhà nghiên cứu và quản trị viên của đất nước. Kỹ thuật Xây dựng (CED) là một trong những bộ phận lâu dài nhất tại IITB, phục vụ nhu cầu của xã hội thông qua việc chia sẻ kiến thức và hướng dẫn những người trong lĩnh vực xây dựng cơ sở hạ tầng, quản lý vật liệu và nước. Trong đó Địa kỹ thuật là một ngành mạnh, có nhiều thành tựu trong đào tạo và nghiên cứu khoa học.



Thông báo số đặc biệt Tạp chí quốc tế Địa kỹ thuật môi trường, JENGE, phối hợp với VSSMGE

Planning a Special Issue in Collaboration with VSSMGE for Journal of Environmental Geotechnics, JENGE (https://www.emeraldgroupublishing.com/journal/jenge#jlp_cfp_news)

Pham Huy Giao

Đại học Dầu khí. E-mail: phuygiao@gmail.com

Tạp chí quốc tế “Địa kỹ thuật môi trường” (the Journal of Environmental Geotechnics) JENGE

(<https://www.emeraldgroupublishing.com/calls-for-papers/general-call-papers-environmental-geotechnics>)

“Trong thế kỷ 21, các kỹ sư và các nhà nghiên cứu cần phải giải quyết các vấn đề đang phát triển và mới xuất hiện liên quan đến biến đổi khí hậu, lưu trữ dầu, khí hydrogen và nước; xử lý, lưu trữ và tiêu hủy chất thải độc hại và nguy hiểm; khắc phục các khu vực bị ô nhiễm; phát triển bền vững và năng lượng từ lòng đất. Những thách thức này không ở dạng riêng rẽ đơn lập mà nằm trong mối quan hệ con người-môi trường-công nghệ đối đầu với cách thức suy nghĩ mặc định của xã hội.

Tạp chí quốc tế Địa kỹ thuật môi trường có mục đích phổ biến kiến thức, cung cấp những quan điểm mới mẻ về các khái niệm cơ bản, lý thuyết, kỹ thuật và khả năng ứng dụng thực địa của các phương pháp thí nghiệm và phân tích mang tính đổi mới sáng tạo cũng như thực hành kỹ thuật trong địa kỹ thuật môi trường.

Tổng biên tập JENGE

GS. Devendra Narain Singh”

Kêu gọi tham gia số đặc biệt “Địa kỹ thuật bền vững cho phát triển cơ sở hạ tầng ở Việt Nam trong bối cảnh chuyển đổi kỹ thuật số và chuyển đổi năng lượng”

Call for the Special Issue “Sustainable Geotechnics for Infrastructure Development in Vietnam in the Context of Digital Transformation and Energy Transition”

Bắt đầu: 31/12/2024

Nộp tóm tắt bài viết: 1/2/2025

Nộp bài viết hoàn chỉnh: 1/6/2025

Kết thúc: 31/12/2025

Biên tập viên khách mời (Guest Editors): Phạm Huy Giao, JENGE Associate Editor, N. C. Lan and D. H. Hien
Các lĩnh vực khoa học và kỹ thuật ngày nay, bao gồm cả địa kỹ thuật, được hướng dẫn thúc đẩy và ảnh hưởng bởi 17 Mục Tiêu Phát Triển Bền Vững của Liên Hợp Quốc (17 SDG) cũng như những biến đổi do chuyển đổi kỹ thuật số và chuyển đổi năng lượng mang đến. Đối với một trong những nền kinh tế sôi động và tăng trưởng nhanh nhất thế giới như Việt Nam, các nghiên cứu địa kỹ thuật không những chỉ ra những tác động môi trường gây ra bởi các dự án cơ sở hạ tầng lớn mà còn có thể góp phần vào sự phát triển bền vững cơ sở hạ tầng của quốc gia này trong hai hoặc ba thập kỷ tới với chú trọng đến các loại vật liệu địa kỹ thuật tái chế mới và phát triển các nguồn năng lượng xanh/tái tạo.

Chúng tôi kêu gọi các bài báo nghiên cứu nguyên bản, các bài viết đánh giá, và các bài phân tích chính sách đề cập đến các chủ đề sau (nhưng không giới hạn) liên quan đến địa kỹ thuật bền vững để phát triển cơ sở hạ tầng ở Việt Nam trong xu hướng chuyển đổi số và chuyển dịch năng lượng:

- Khảo sát hiện trường, xác định đặc tính đất và gia cố nền cho các dự án cơ sở hạ tầng lớn ở vùng đồng bằng châu thổ phía Bắc (sông Hồng), miền Trung và phía Nam (sông Mê Kông) ở Việt Nam;



- Xây dựng và đánh giá tác động môi trường (EIA) cho hệ thống tuyến metro MRTA tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh;
- Xây dựng và đánh giá tác động môi trường (EIA) hệ thống đường cao tốc và tàu cao tốc ở Việt Nam;
- Phát triển dự án cơ sở hạ tầng lớn trên các đảo;
- Tai biến địa chất: lún sụt, hóa lỏng, động đất, trượt lở đất, xói mòn bờ biển, ô nhiễm nước ngầm;
- Vật liệu địa kỹ thuật tái sử dụng được và thí nghiệm;
- Mô hình hóa, biểu diễn thể hiện, và tính toán lòng đất; Ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) và học máy (ML) trong các lĩnh vực này;
- Phát triển các dự án năng lượng điện gió ngoài khơi dọc bờ biển Việt Nam: quy hoạch, quản lý không gian biển, khảo sát gần bờ và ngoài khơi, móng ngoài khơi;
- Địa cơ học phục vụ các dự án năng lượng xanh: H₂ (khí hydrogen); CCUS (thu giữ, sử dụng và lưu trữ carbon).



CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU QUỐC TẾ

Cuộc thi quốc tế dự đoán thí nghiệm cọc

Blind prediction contest (BPC)

Lê Việt Hưng

Technical University Berlin. E-mail: v.le@tu-berlin.de

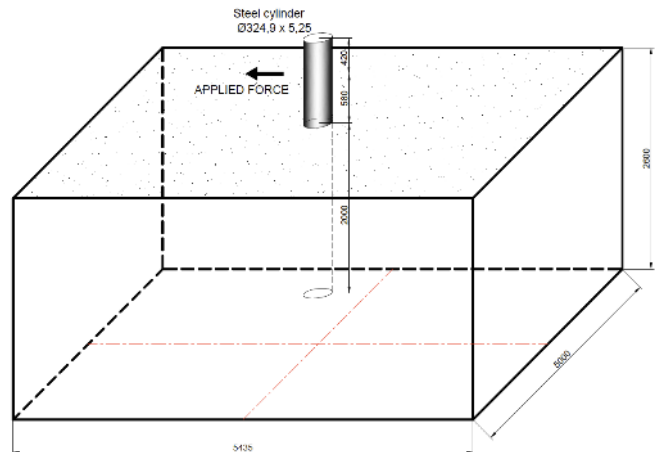
Phùng Đức Long

Hội Cơ Học Đất và Địa Kỹ Thuật Công Trình Việt Nam. E-mail: phung.long@gmail.com

Dự đoán cọc dưới tải trọng ngang đơn và lặp

Dự án GEOLAB là một sáng kiến hợp tác nhằm thúc đẩy nghiên cứu, trao đổi kinh nghiệm và hợp tác liên ngành trong bộ môn địa kỹ thuật giữa các phòng thí nghiệm tiên tiến hàng đầu châu Âu. Dự án GEOLAB, được tài trợ bởi chương trình Nghiên cứu và Đổi mới H2020 (Horizon 2020) của Liên minh Châu Âu, kéo dài bốn năm từ 2021 đến 2025. Mười phòng thí nghiệm thành viên của GEOLAB bao gồm các viện nghiên cứu và trường ĐH:

- Thiết bị ba trục quy mô lớn của Đại học Maribor
- Hồ thử nghiệm móng cọc của Đại học Kỹ thuật Darmstadt
- Máy ly tâm đại học ETH Zürich
- Viện Địa kỹ thuật Na Uy Địa điểm thử nghiệm địa chất
- Máy ly tâm địa lý Deltares và thùng chứa GeoModel
- Trung tâm Schofield của Đại học Cambridge
- Máy ly tâm địa kỹ thuật và bể hóa lỏng TU Delft
- Hộp theo dõi CEDEX
- Máy ly tâm địa kỹ thuật của Đại học Gustave Eiffel



Thí nghiệm mô phỏng trong phòng tại ĐH Darmstadt (Nguồn: [Technische Universität Darmstadt](http://www.technik.uni-darmstadt.de))

Là một phần của dự án GEOLAB, Viện Địa kỹ thuật của ĐH Darmstadt tổ chức cuộc thi dự đoán phản ứng của cọc dưới tải trọng ngang nhằm đánh giá cụ thể và khách quan các phương pháp tính toán khách



nhau cho cọc đơn. Hai thí nghiệm riêng biệt với điều kiện được kiểm soát chặt chẽ đã được thực hiện trên cọc thép rỗng có đầu hở được chôn trong cát khô. Một thí nghiệm được thực hiện với tải đơn và một được thực hiện dưới tải trọng lặp với hơn 10.000 chu kỳ.

Các đội dự thi có thể gửi dự đoán cho cả hai phần thi hoặc chỉ cho phần thí nghiệm với tải đơn (monotonic). Các dự đoán sẽ được đánh giá một cách khách quan dựa trên sự khác biệt của kết quả dự đoán và các kết quả thử nghiệm. Các đội có số điểm dự đoán cao nhất ở mỗi phần thi sẽ được công bố công khai. Phần còn lại của các dự đoán được gửi sẽ được ban tổ chức ẩn danh và sử dụng để đánh giá hiện trạng cũng như thực tiễn của các phương pháp tính.

Thể lệ cuộc thi

- Đơn vị tham gia: không giới hạn (nhóm nghiên cứu hay cá nhân, các viện, trường ĐH, công ty...)
- Thời gian công bố các thông số của thí nghiệm: 06/05/2024
- Hạn nộp kết quả: 15/09/2024
- Công bố người thắng cuộc: 28/10/24
- Kết quả toàn bộ cuộc thi sẽ được công bố tại hội thảo ISFOG2025 tại Nante – Pháp

Giải thưởng

- Giải thưởng sẽ được trao cho các đội đạt số điểm cao nhất ở mỗi hạng mục (tải trọng đơn và tải lặp). Hai giải thưởng phụ sẽ được Ban tổ chức trao dựa trên số điểm đạt được cũng như thành phần tham dự của các đội tham gia cuộc thi.
- Các đội chiến thắng sẽ được công bố công khai trên trang web của sự kiện cũng như thông qua các kênh truyền thông xã hội của GEOLAB vào ngày 28 tháng 10 năm 2024. Đại diện của mỗi đội chiến thắng sẽ được mời tham gia Hội nghị chuyên đề quốc tế lần thứ 5 về “Biên giới trong Địa kỹ thuật ngoài khơi” (ISFOG) tại Nantes, Pháp, (9-13 tháng 6 năm 2025), và được *bao trả phí đăng ký cũng như chi phí đi lại*.
- Kết quả của BPC sẽ được ban tổ chức trình bày trong một phiên họp dành riêng tại hội nghị, sau đó là lễ vinh danh những người chiến thắng. Khả năng cho phép các đội chiến thắng trình bày kết quả cuộc thi của họ tại hội nghị danh giá này đang được xem xét.
- Ban tổ chức xin cảm ơn ISFOG2025, “Hiệp hội những người bạn của Viện Địa kỹ thuật” và các nhà tài trợ trong ngành (BAUER, IMPLENIA, KELLER và ZÜBLIN) đã giúp giải thưởng này trở thành hiện thực.

Xin xem thêm thông tin chi tiết của cuộc thi tại đây

https://www.geotechnik.tu-darmstadt.de/forschung_ivg/blind/blind_prediction_contest_1.en.jsp

KÍNH MỜI ANH CHỊ EM HỘI VIÊN VÀ CÁC ĐỘC GIẢ THAM GIA CUỘC THI!

Các nhà tài trợ



Ban tổ chức





Ứng dụng cọc vít (screw pile) trong nền móng

Application of screw piles in foundation engineering

Hồ Mạnh Hùng

Bentley Systems Singapore, Pte. Ltd., Singapore. E-mail: hung.homanh@bentley.com

Cọc vít (Screw pile) ngày càng được sử dụng rộng rãi trong nền móng do có rất nhiều lợi thế so với cọc đóng truyền thống như thi công dễ dàng, ít gây ra tiếng ồn và rung động nhỏ trong quá trình thi công và rất hiệu quả kinh tế cũng như thân thiện với môi trường (Livneh & El Naggar, 2008; Mohajerani et al., 2016). Ngoài ra, cọc vít được thi công bằng các thiết bị xoay nên làm giảm ảnh hưởng tới công trình lân cận (Livneh & El Naggar, 2008).

Cọc vít gồm có thân cọc (shaft) và cánh (helix). Cánh hình xoắn ốc được hàn vào thân cọc, giúp cho quá trình hạ cọc vào nền đất bằng phương pháp xoay cọc (Hình 1). Cọc vít có thể có nhiều cánh với khoảng cách nhất định để tăng sức chịu tải cho cọc so với cọc chỉ có một cánh.

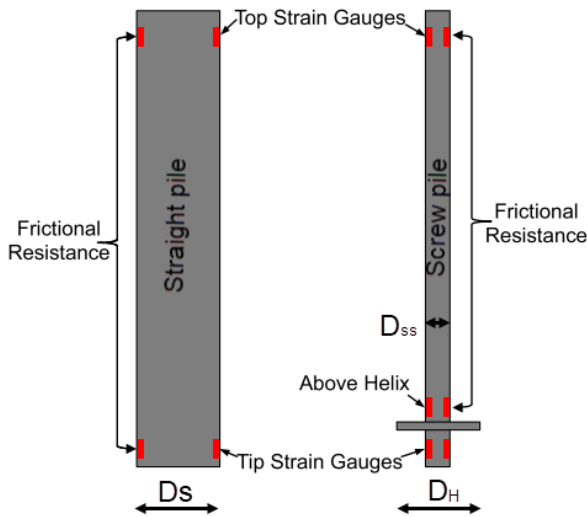


Hình 1. Cọc vít (Screw pile) (Nippon Steel, 2020)

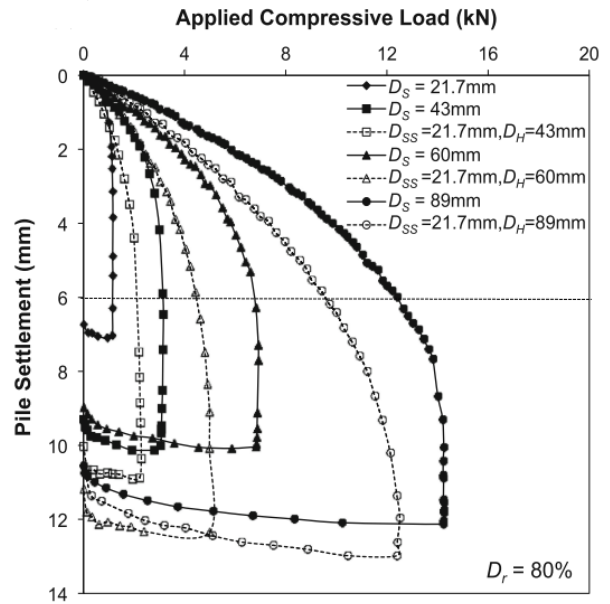
Một số nghiên cứu dựa trên thí nghiệm đã so sánh giữa cọc thẳng (straight pile) có đường kính cọc - D_s với cọc vít có đường kính cánh D_H và đường kính thân (shaft), D_{SS} trong nền cát chặt dưới tác dụng tải đứng dọc trục, Hình 2, (Malik et al., 2017). Cụ thể, hai cọc thẳng có đường kính, $D_s = 60$ mm và 21.7 mm. Cọc vít có đường kính cánh $D_H = 60$ mm, và $D_{SS} = 21.7$ mm ($D_H/D_{SS} = 2.8$). Kết quả thí nghiệm chỉ ra rằng, tương ứng với chuyển vị tại 10% đường kính cánh cọc (6.0 mm), khả năng chịu tải của cọc vít lớn hơn bốn lần so với cọc thẳng có cùng đường kính thân cọc ($D_s = D_{SS} = 21.7$ mm) (Hình 3). Tuy cọc vít có sức chịu tải kém hơn cọc thẳng có cùng đường kính cánh cọc ($D_s = D_H = 60$ mm) khoảng 30 %, nhưng cọc vít sử dụng ít vật liệu hơn nhiều (đường kính $D_s = 60$ mm so với $D_{SS} = 21.7$ mm). Lưu ý rằng sức chịu tải cọc chủ yếu do mũi cọc, và cọc vít trong thí nghiệm trên có chiều dày cánh đủ lớn để cánh không biến dạng trong quá trình chịu lực đứng.

Trường hợp chiều dày cánh không đủ lớn hoặc đường kính cánh cọc lớn hơn nhiều so với đường kính thân cọc, cánh bị biến dạng trong quá trình chịu lực nén đứng, sức chịu tải của cọc vít sẽ bị giảm. Kết quả thí nghiệm và phân tích mô hình số đã thể hiện, sức chịu tải của cọc vít sẽ giảm tuyến tính với chuẩn hóa biến dạng uốn (y) của cánh và nửa chiều rộng cánh cọc $(D_H - H_s)/2$ (Ho et al., 2021), xem Hình 4.

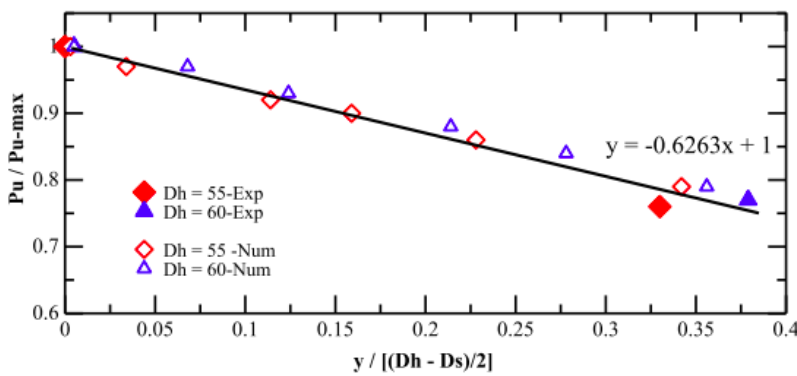
Như vậy, việc sử dụng cọc vít là rất hiệu quả và có nhiều ưu điểm so với cọc thẳng đặc biệt trong điều kiện hạn chế như ở đô thị cần hạn chế tiếng ồn và rung động trong quá trình thi công, cũng như cần kiểm soát về môi trường. Cọc vít nên được xem xét áp dụng rộng rãi.



Hình 2. Mô hình cọc thẳng và cọc vít, $D_s = D_H$, $D_H > D_{ss}$ (Malik et al., 2017)



Hình 3. So sánh sức chịu lực của cọc thẳng và cọc vít (Malik et al., 2017)



Hình 4. Mối quan hệ giữa sức chịu tải và biến dạng của cánh (Ho et al., 2021)

Tài liệu tham khảo

Ho, H. M., Malik, A. A., Kuwano, J., & Rashid, H. M. A. (2021). Influence of helix bending deflection on the load transfer mechanism of screw piles in sand: Experimental and numerical investigations. *Soils and Foundations*, 61(3), 874–885.

Livneh, B., & El Naggari, M. H. (2008). Axial testing and numerical modeling of square shaft helical piles under compressive and tensile loading. *Canadian Geotechnical Journal*, 45(8), 1142–1155.

Malik, A. A., Kuwano, J., Tachibana, S., & Maejima, T. (2017). End bearing capacity comparison of screw pile with straight pipe pile under similar ground conditions. *Acta Geotechnica*, 12(2), 415–428.

Mohajerani, A., Bosnjak, D., & Bromwich, D. (2016). Analysis and design methods of screw piles: A review. *Soils and Foundations*, 56(1), 115–128.

Nippon Steel (2020). NS Eco-Pile. www.nipponsteel.com



HỒI KÝ ĐỊA KỸ THUẬT

Chuyện kể: sử dụng cọc luồng làm móng nhà thấp tầng trên nền đất yếu - Một kinh nghiệm thực tế

The story of using “luong tree” for foundations of low-rise houses on soft ground - A practical experience.

Nguyễn Anh Dũng

Hội Cơ học đất và địa kỹ thuật công trình Việt Nam. E-mail: areniscas50@gmail.com

Tóm tắt

Cây luồng là một cây thuộc họ tre, tuy nhiên nó thẳng hơn cây tre, và có đường kính tương đối lớn trên một đoạn dài. Trên thị trường, luồng được bán với chiều dài khoảng 8 m. Với chiều dài này nếu được dùng cho việc xử lý nền có thể tạo thành một lớp không bị lún trong khoảng chiều dài cọc. Với quan điểm này hai ngôi nhà 5 tầng đã được thi công trên nền cọc luồng. Cho đến nay sau hơn 16 năm tồn tại, các ngôi nhà vẫn ở trạng thái tốt không có lún nứt. Thông qua bài báo này, tác giả cung cấp một kinh nghiệm thực tế về khả năng sử dụng luồng như một loại cọc tre, tràm với chiều dài lớn hơn khi xử lý nền.

Abstract

The ‘Luong tree’ belongs to the bamboo family. However, it is straighter than bamboo and has a relatively larger diameter over a long stretch. Luong is commonly sold in the market with a length of about 8 meters. Within this length, when used for ground treatment, it can form a layer that deforms much less than untreated soil. Based on this concept, two 5-story houses were built on luong bamboo pile foundations. Even after more than 16 years of existence, the houses remain in good condition with minimal settlements. Through this article, the author shares practical experience regarding the possibility of using ‘luong tree’ as a type of bamboo pile for ground treatment.

Mở đầu

Tôi thuộc thế hệ kỹ sư mà các công trình được gọi là cao tầng khi đó chỉ khoảng 5-6 tầng. Vì vậy giải pháp móng ở thời điểm đó là móng nông trên nền tự nhiên hay trên cọc tre. Khi gặp nền đất yếu có chiều dày lớn hơn thì giải pháp thường là thay bằng một lớp đệm cát. Tuy nhiên với chiều dày lớp đất yếu lớn hơn chiều dài của cọc tre hay chiều dày đệm cát có thể thực hiện được, độ lún công trình là rất lớn. Không phải thế hệ chúng tôi không biết đến móng cọc BTCT. Tuy nhiên nó là một giải pháp xa xỉ cho những công trình cao 5 tầng. Lúc này mong muốn có thể mở rộng chiều sâu gia cố lớp đất yếu với giá bình dân là một ước mơ. Tôi cũng nhìn thấy loại cọc luồng được bán đầy đường với chiều dài khoảng 8 m, và cũng có ý tưởng sử dụng cọc luồng cho mục đích này. Câu hỏi lớn nhất phải trả lời khi đó là sự tồn tại của cây luồng theo thời gian có đủ đảm bảo cùng với sự tồn tại của công trình hay không?

Tôi đã tìm hiểu về cây luồng và sự khác biệt của nó với cọc tre. Tôi cũng đã hỏi các bậc đàn anh trong nghề và đưa ý kiến về sử dụng luồng như cọc tre. Tuy nhiên câu trả lời khi đó thường là cây luồng không tồn tại được lâu trong nền. Cọc tre thường được sử dụng cho mục đích gia cố nền có chiều dài từ 2 đến 3 m. Nguyên nhân là do thân cây tre không thẳng, gây khó khăn cho việc thi công. Cây tre cũng thường được đóng thủ công bằng búa gỗ nên chiều dài kể trên là hợp lý. Cây luồng bán trên thị trường có chiều dài khoảng $8.0 \div 9.0$ m và tương đối thẳng, xem hình 1. Với chiều dài này việc đóng xuống nền là khó hơn ở thời điểm ấy. Người ta nói rằng cây tre dùng làm cọc nên chọn loại gốc, có độ đặc chắc lớn. Tuy nhiên theo những quan sát của tôi cọc tre bán trừ đoạn gốc còn lại là các đoạn khác chiều dày vách cũng tương đương với cây luồng.



Về cơ bản sự khác biệt lớn nhất đó là cọc tre là nó đã có kiểm chứng trên hàng loạt công trình, đây là độ bền của nó theo thời gian. Vào khoảng năm 1991, Viện Khoa học Kỹ thuật Xây dựng, nay là IBST, có thực hiện chống lún cho một văn phòng của Vietcombank tại đường Nguyễn Du, Hà Nội. Khi đào đến đáy móng thấy các cọc tre vẫn giữ màu xanh của tre tươi. Tôi có đem một cọc về văn phòng để cho các bạn đồng nghiệp xem trạng thái của cọc tre sau khoảng 60 năm làm việc. Đoạn tre vẫn còn màu xanh, trên thân cọc có đóng một chiếc đinh vẫn còn ở trạng thái tốt. Đoạn tre được để lại trong văn phòng, sau khoảng 2 tuần trở nên xám xịt và chiếc đinh bị rỉ mòn đáng kể. Rất tiếc ở thời điểm ấy không có máy ảnh để ghi chép lại sự kiện này. Tuy vậy tôi vẫn muốn thử nghiệm cây luồng để gia cố nền móng nhà có tải trọng không lớn.



a)



b)

Hình 1 Cọc tre (hình 1a) và cây luồng (hình 1b)

Công trình thứ nhất

Vào năm 1993, một đồng nghiệp nhờ tôi thay đổi giải pháp móng cho một ngôi nhà riêng có diện tích xây dựng khoảng 100 m² nằm trên đường Giải Phóng, Hà Nội (nhà 258 Giải Phóng, Hà Nội). Thiết kế ban đầu là móng cọc ép bê tông cốt thép 25 cm x 25 cm, có chiều dài là 30 m. Ở giai đoạn này chi phí cho công tác cọc là lớn, độ linh động của việc sử dụng máy ép cọc trong địa bàn chật hẹp là phức tạp.



Hình 2. Nhà 258 đường Giải Phóng, HN.

Báo cáo khảo sát địa chất công trình cho thấy nền đất tại khu vực xây dựng là loại bùn sét rất yếu cho đến độ sâu 29 m, nước ngầm xuất hiện cách mặt đất tự nhiên khoảng 0.5 m. Một lớp cát mịn dày khoảng 2.0 m xuất hiện ở độ sâu khoảng 7.0 m. Đất nền thuộc loại rất yếu. Trên mặt bằng công trình có 2 hố khoan, lớp cát không lấy được mẫu. Kết quả thí nghiệm SPT cho giá trị khoảng 1 ÷ 3 búa/30 cm.

Nhìn vào địa tầng của khu vực, tôi có ý tưởng sử dụng tầng cát mịn này và nghĩ đến cây luồng, tôi đã quyết định dùng cọc luồng với ý định thử nghiệm mà không có ai phản biện để phản đối lại giải pháp này.

Móng được thiết kế là móng băng nằm trên trên gia cố bằng cọc luồng được đến chiều sâu là 8.0 m, mật độ cọc là 10 cọc/m². Luồng được mua ở các cửa hàng bán vật liệu xây dựng, cũng không hẳn là tươi roi rói.

Vì không có búa đóng cọc thích hợp, tôi chọn phương pháp thi công: hạ cọc bằng khoan dẫn (máy khoan ruột gà YKB) đến độ sâu khoảng 5.5 m sau đó đưa cọc luồng vào lỗ khoan và dùng sức người để ấn xuống.

Hình 2 là hiện trạng của ngôi nhà được chụp vào năm 2023. Ngôi nhà vẫn hoạt động bình thường sau 30 năm. Gần đây, tôi chỉ có thể quan sát trạng thái mặt trước công trình, không thấy có hiện tượng bất thường nào. Như vậy giải pháp này có thể coi là ổn.



Công trình thứ hai

Công trình thứ hai giúp tôi có thêm một thử nghiệm là một nhà riêng có diện tích xây dựng khoảng 50 m² được thi công vào năm 2008: ngôi nhà số 27/31/1/34 phố Phan Đình Giót, Thanh Xuân, Hà Nội.



Hình 3. Nhà 27/31/1/34 phố Phan Đình Giót, Thanh Xuân, Hà Nội

Tại công trình này có thực hiện 2 mũi xuyên tĩnh (Gouda loại cơ) đến độ sâu 40 m. Giá trị sức kháng xuyên q_c cho đến độ sâu dao động trong khoảng $4 \div 52$ kg/cm². Ở độ sâu 40 m q_c là khoảng 20 kg/cm². Mực nước ngầm khá nông, cách mặt đất tự nhiên khoảng 0.8 m. Ngôi nhà chưa có thiết kế móng. Đơn vị khảo sát có giới thiệu tôi cho chủ nhà với mục đích thiết kế giải pháp móng kinh tế. Tôi đã quyết định lại dùng cọc luồng với chiều sâu 8.0 m. Giải pháp được lựa chọn là móng băng nằm trên nền cọc luồng, với mật độ 10 cọc/m². Nếu như tại công trình đầu tiên, mũi cọc được tựa trên lớp cát mịn, thì tại công trình thứ hai này mũi cọc nằm lơ lửng trong lớp bùn. Để thi công cọc, cũng dùng khoan dẫn khoảng 5 m, sau đó dùng máy ấn của thiết bị ấn cọc đến độ sâu thiết kế. Cho đến nay, công trình cũng đã tồn tại được 16 năm. Trong hình 3 là hiện trạng ngôi nhà được chụp lại vào ngày 17/05/2024.

Do nằm trong khu dân cư chật hẹp, đường đi rộng khoảng 2.0 m, nên rất không chụp được toàn bộ ngôi nhà. Tôi đã gặp lại chủ nhà, ông ta còn nhớ tổng số cọc luồng đã được sử dụng. Ngôi nhà ở trạng thái bình thường không có hiện tượng lún lệch với ngôi nhà lân cận, cũng như không có phàn nàn của chủ nhà.

Kết luận

Hai ngôi nhà trên đã tồn tại được một thời gian tương đối dài. Chắc chắn đến nay mực nước ngầm ở Hà Nội bị hạ thấp nhiều, (rất nhiều công trình hố đào trong thành phố không gặp vấn đề về nước ngầm). Như vậy quan niệm về cọc tre phải ngâm hoàn toàn trong nước cũng nên xem xét lại. Với hai công trình đã thực hiện, chắc chắn cũng chịu ảnh hưởng này. Có lẽ với độ ẩm của nền đất cũng giữ cho luồng được sống lâu hơn. Như vậy có thể nhìn thấy một khả năng có thể sử dụng luồng cho mục đích xử lý nền đến độ sâu 8 m và có thể đem lại hiệu quả kinh tế.



ACE Geosynthetics Vietnam

Sustainable Environment

Environment, Society, Corporate Governance (ESG)

Structural Safety

Hạ Long, Quảng Ninh

Cao Bằng, Việt Nam

Cost savings

Ecological Restoration

Cẩm Phả, Quảng Ninh

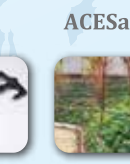
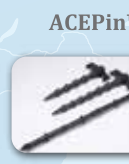
Carbon Reduction

Ba Đèo, Hạ Long, Quảng Ninh

CÔNG TRÌNH TIÊU BIỂU ỨNG DỤNG VẬT LIỆU ĐỊA KỸ THUẬT



SẢN PHẨM
KỸ THUẬT
XANH



Hỗ trợ khảo sát
hiện trường.



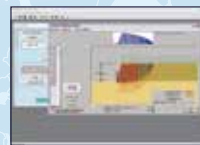
Cung cấp bản vẽ và
thuyết minh thiết kế.



Tư vấn kỹ thuật ứng
dụng sản phẩm.



Tư vấn phân tích chi
phí xây dựng.



Phần mềm chuyên nghiệp phân
tích và thiết kế công trình.



Hướng dẫn và giám
sát thi công.

DỊCH VỤ
CHUYÊN
NGHIỆP



YouTube

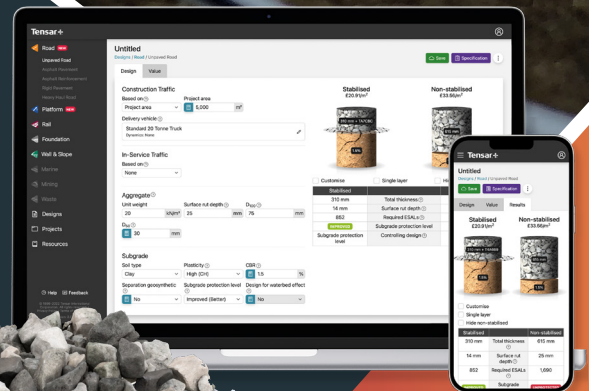


“
*Supporting you to design
& build with confidence*
”

Tensar's geogrid technology is primarily used in various application construction, reducing costs, time spent on projects and carbon emissions contributing to sustainability objectives.

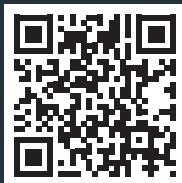
Tensar's Applications & Solutions

- ✓ Roads, Pavements & Trafficked Areas
- ✓ Reinforced Soil Retaining Walls & Slopes
- ✓ Rail Trackbed Improvement
- ✓ Foundation & Embankment Stabilisation Support
- ✓ Working Platform Design



tensar.com.vn

tensarplus.com



Tensar[®]

A free, cloud-based software to design with geogrid in a variety of applications.

Tensar InterAx[®]

Our most advanced & best performing stabilisation geogrid.

Tensar International Limited - Vietnam Office

(Hanoi) 12th floor, MIPEC Tower, No. 229 Tay Son, Dong Da, Ha Noi, Vietnam
Tel: +84 2485 898 393

(Ho Chi Minh) 18th floor, TNG Building, No. 192 Nguyen Cong Tru, District 1, Ho Chi Minh, Vietnam
Tel: +84 0974 924 987

✉ tensarinfo-vn@cmc.com



**MASTER PLAN AND
PLANNING**

**FEASIBILITY STUDY
AND DESIGN**

TOPOGRAPHY SURVEY

**SOIL INVESTIGATION AND
GEOTECHNICAL DESIGN**

**CONSTRUCTION SUPERVISOR
CONSULTANT**

INSPECTION

TRANSPORT
ENGINEERING
DESIGN
INCORPORATED
SOUTH

SCAN ME

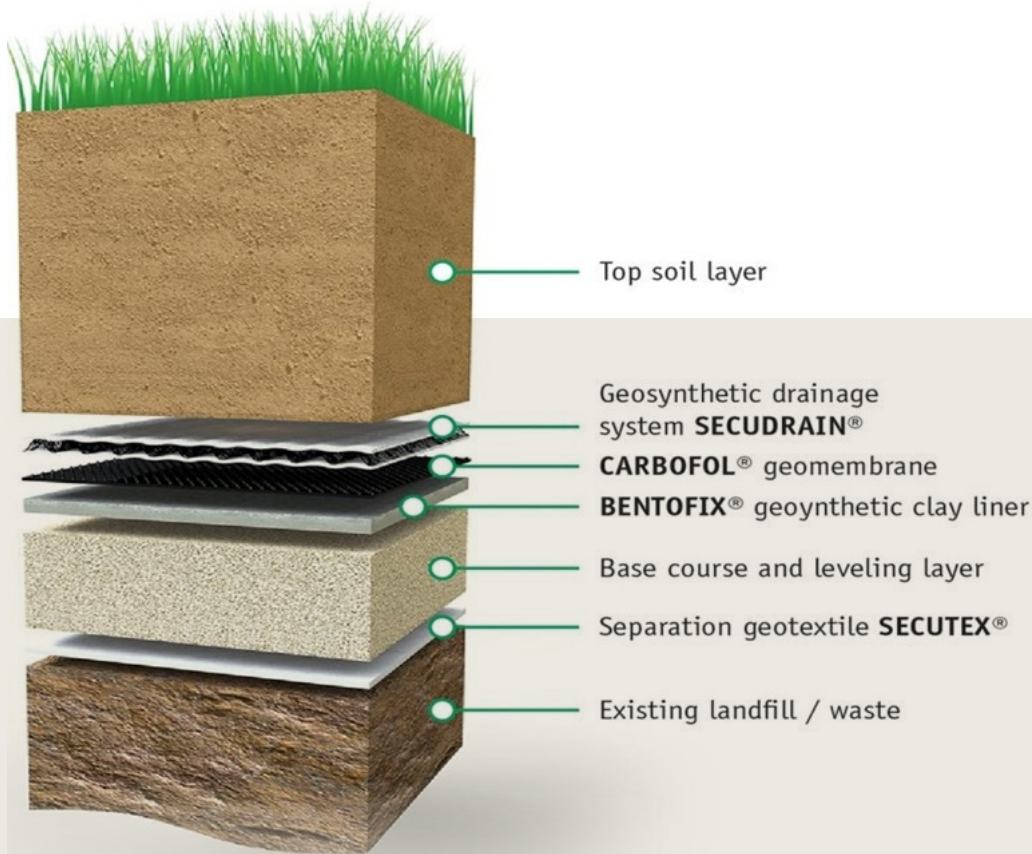


No 92 Nam Ky Khoi Nghia Str, Ben Nghe ward, District 1,
Ho Chi Minh City

Phone: +84 283 8299988 , Fax: +84 283 8292661

Email: tedisouth@tedisouth.vn , Website: www.tedisouth.vn

Nhà cung cấp giải pháp và sản phẩm chất lượng cao của Đức



- Màng Sét Chống Thẩm GLC, Bentofix
- Vải địa kỹ thuật Secutex
- Bao Soft Rock, Bao chống xói
- Lưới địa kỹ thuật Secugrid
- Màng HDPE, Carbofol

Naue tại Việt Nam

Tầng 11, 33 Lê Duẩn, Quận 1, TP HCM • email: hoang@naue.com
tel: 0948478239 / 028 3554 2500 • website: naue.com



25
năm
1996-2021

- 04** Chi nhánh
- 10** Nhà máy
- 25** Năm kinh nghiệm
- 2.500** Dự án đã hoàn thành
- 655.000** Công suất sản xuất

Phan Vũ là nhà sản xuất cọc bê tông ly tâm ứng suất trước đầu tiên tại Việt Nam từ năm 1996.

Hiện nay, Phan Vũ là nhà thầu dẫn đầu về cung cấp, thi công cọc bê tông nền móng và cấu kiện bê tông đúc sẵn lắp ghép tại Việt Nam.

+84-28.22200884

Phan Vũ Group

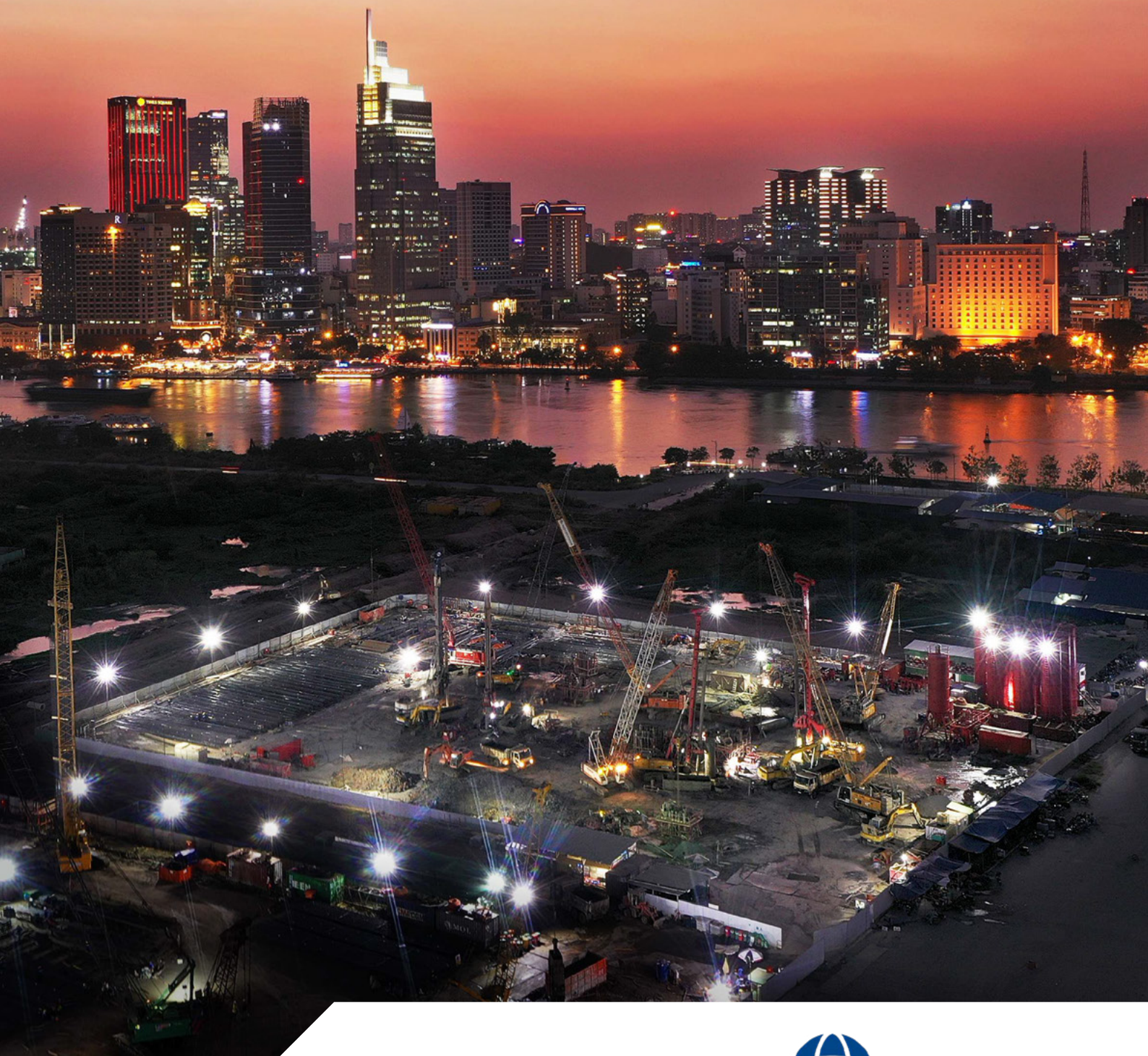
Phan Vu Group

A2 Trường Sơn, Phường 2, Quận Tân Bình

Phan Vu Group

www.phanvu.vn

CHUYÊN GIA VỀ NỀN MÓNG VÀ CÔNG TRÌNH NGẦM UNDERGROUND EXPERTISE



Để biết thêm thông tin
For more information



BACHY SOLETANCHE VIETNAM

Build on us

Fico



XI MĂNG SUPREME



Supreme Flow

Cement For Superior
Ready-mix Concrete



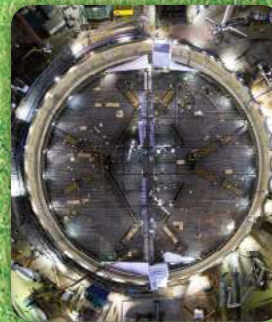
Supreme Cast

Cement For Fast
Precast Production



Supreme Unisoil

Cement For Stronger Soil



Supreme Base

Low Heat Cement
For Mass Concrete



Supreme Shield

Durability Cement That Protects
Against Sulfate and Salinity Attacks

Fico Tay Ninh Cement JSC.

Building The Foundation For The Future

📍 Floor 26, E.Town Central Building
11 Doan Van Bo, Ward 12, District 4, HCMC

☎ (+84) 28 38 212 872 / 873
🌐 <http://fico-ytl.com>



Geotech International

- ▶ Khảo sát địa chất và địa kỹ thuật
- ▶ Thiết kế, lắp đặt thiết bị quan trắc địa kỹ thuật
- ▶ Cung cấp thiết bị quan trắc địa kỹ thuật và môi trường



Công ty Geotech International Việt Nam là công ty chuyên về lĩnh vực khảo sát địa chất, địa kỹ thuật; thiết kế, cung cấp và lắp đặt hệ thống quan trắc. Công ty có kinh nghiệm làm việc cho các dự án đầu tư nước ngoài ở khu vực Đông Nam Á, đáp ứng các yêu cầu quốc tế về thiết bị, nhân lực, quy trình an toàn và chất lượng.

www.geotechinternational.com

Email: geotech@geotechinternational.com

Geotech International Australia

8 Argyle Place
Millers Point (Sydney)
NSW 2000 - Australia

Geotech International Vietnam Co Ltd

Số 11, Ngõ 59 Hoàng Cầu
Ô Chợ Dừa, Đống Đa
Hà Nội, Việt Nam



about us

HaskoningDHV Vietnam

Major port and terminal development

Artificial island & land reclamation

talk to us

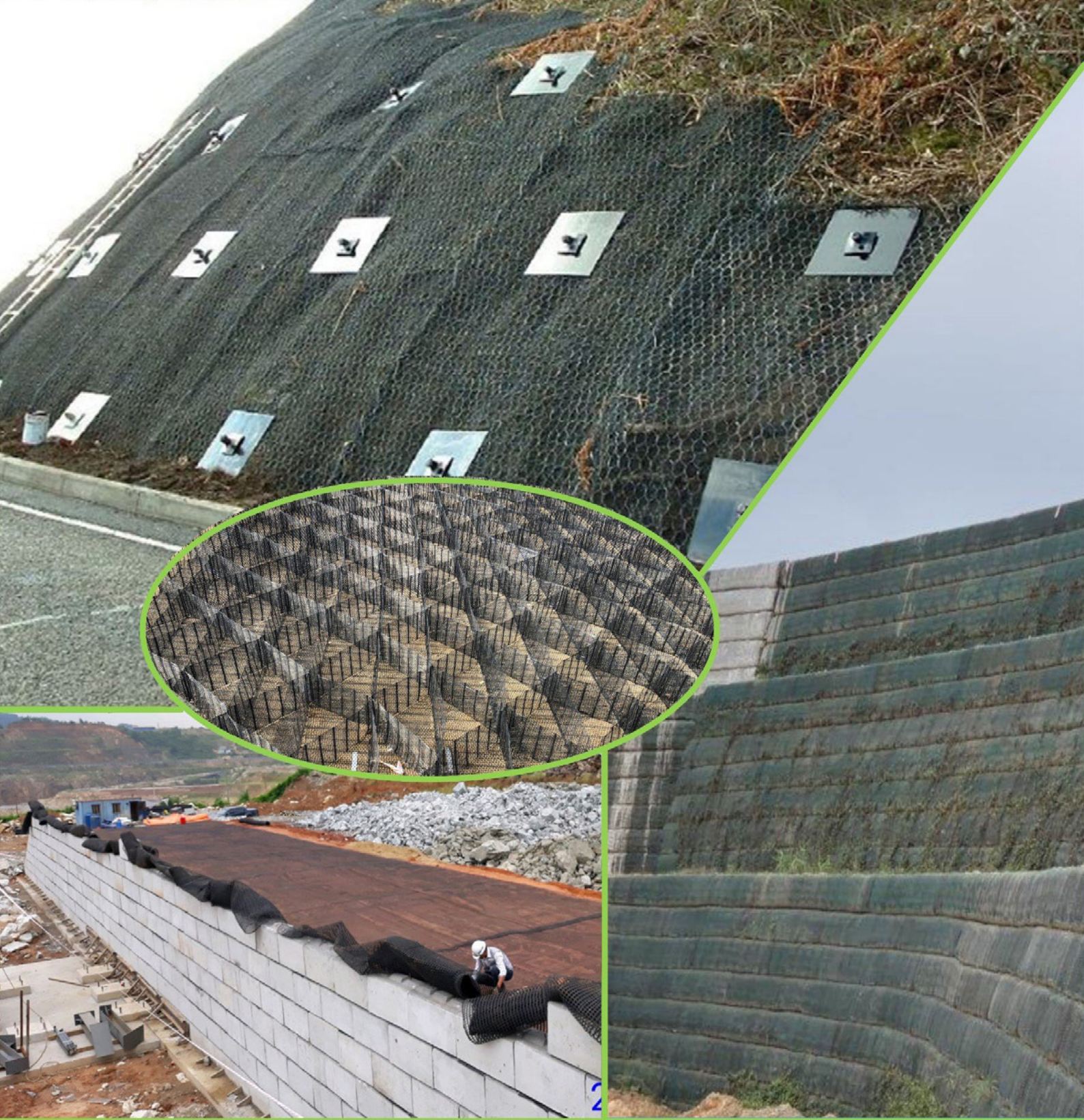


International experts and specialists in
Geotechnical / Structural / Coastal engineering

TỔNG THẦU XÂY DỰNG CÔNG NGHIỆP VÀ HẠ TẦNG



**NHÀ ĐẦU TƯ UY TÍN
DỰA TRÊN NĂNG LỰC XUẤT SẮC
VỀ NỀN MÓNG VÀ CÔNG TRÌNH NGẦM**



“ **HUNG VIET** Company is one of the leading pioneers in the field of Construction – Geosynthetic - Environment. With the reputation and product quality that our company is providing the market today have contributed to an increasingly green environment, cleaner and more civilizer. “

HUNG VIET

BRING OPTIMAL SOLUTIONS TO YOUR PROJECT



HUNG VIET CONSTRUCTION INVESMENT PRODUCTION., JSC
OFFICE:LK 1-54, AN HUNG AREA, HA DONG DISTRICT, HA NOI
TEL: 024.6683.8855 MOBILE: 0978.217.858
EMAIL: info@hungvietgroup.vn
WEB: www.geotech.com.vn