

**NỘI DUNG****GÓC TRONG NƯỚC (2)**

Hội nghị KH thường niên của Hội, VGD2025 (2)
 Hội nghị quốc tế Việt Nam-Trung Quốc về cọc lớn (7)
 Giao lưu ĐKT Hè 2025, Chi Hội miền Trung (13)
 OLYMPIC Cơ học toàn quốc bộ môn Cơ học đất (17)
 Hội tham quan công trình gia cố đập Hồ Kéo Coi (23)

GÓC NGHIÊN CỨU KHOA HỌC (27)

Tính toán 3D độ lún và hệ số an toàn móng bè cọc (27)
 Ứng dụng phương pháp phần tử hữu hạn và mạng nơ-ron đánh giá gia cố nền đất yếu bằng CDM (35)
 Ứng dụng mô hình máy học đánh giá rủi ro sạt lở (47)
 Mô hình lai FEM - máy học đánh giá ổn định bờ kè (55)

PROJECTS IN FOCUS (62)

Công nghệ Jet Grouting đường kính lớn và trụ RAS (62)
 Giải pháp chống xói lòng sông và bảo vệ bờ sông Cổ Chiên (71)
 Cọc khoan nhồi phụt vữa thân cọc cho nhà cao tầng (79)
 Cọc ván thép tổ hợp HAT-H (83)

GÓC QUỐC TẾ (88)

Nhật ký ĐKT quốc tế (88)
 Giới thiệu hội nghị GEOTEC HANOI 2026 (93)
 Kênh học bổng ScholarshipIdea.net – Cánh cửa rộng mở đến tri thức toàn cầu (96)

CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU QUỐC TẾ (100)

Kết quả cuộc thi dự đoán biến dạng cọc dưới tải trọng ngang đơn và lặp (100)
 Mô hình thay thế (surrogate model) và ứng dụng trong bài toán địa kỹ thuật (105)
 Nền đắp trên cọc cho công trình đường bộ và đường sắt tốc độ cao (107)

HỘI KÝ ĐỊA KỸ THUẬT (116)

Hội tưởng về công trình áp dụng công nghệ “đinh đất” đầu tiên ở Việt Nam. (116)

GÓC QUẢNG CÁO (119)**CHỦ BIÊN**

Phùng Đức Long

BAN BIÊN TẬP

Đỗ Hữu Đạo
 Hoàng Việt Hùng
 Nguyễn Đức Mạnh

Nguyễn Quang Tuấn
 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 10, dự kiến phát hành vào 15/6/2026 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
- HỘI 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 khoa học thường niên Hội Cơ học Đất và Địa kỹ thuật Công trình Việt Nam VGD2025

VSSMGE Conference VGD2025

Phùng Đức Long

Chủ tịch Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình Việt Nam. E-mail: phung.long@gmail.com



Hội nghị khoa học thường niên Hội Cơ học Đất và Địa kỹ thuật Công trình Việt Nam VGD2025 được tổ chức ngày 29/11/2025 tại Phòng 5, Tòa nhà K1, Trường Đại học Thủy Lợi, Hà Nội. Hội nghị lần này đã quy tụ trên 100 đại biểu từ khắp mọi miền đất nước, cùng trên 20 hội viên tham gia online. TS. Phùng Đức Long, chủ tịch VSSMGE đã trình bày báo cáo hoạt động Hội 2024-2025 và báo cáo phương hướng hoạt động nhiệm kỳ 2026-2027.

Trong báo cáo, chủ tịch Hội nhấn mạnh hoạt động hội thảo khoa học là điểm sáng trong hoạt động của Hội năm 2024-2025. Trong số rất nhiều hội thảo khoa học trong nước và quốc tế mà VSSMGE tổ chức và tham gia trong năm 2025, có thể kể đến:

- Giao lưu Địa kỹ thuật đầu năm 2025 - Chi hội Miền Trung, 4/1/2025, Đà Nẵng;
- Hội nghị quốc tế lần thứ 4 AFE về Địa kỹ thuật, Kiến trúc, Xây dựng và Môi trường, 14-17/1/2025, Đại học Hàn Quốc, Seoul, Hàn Quốc;
- Khóa học chuyên đề: “Đập, hồ chứa- các vấn đề liên quan đến động đất” do Gs.Ts. Pedro Pinto giảng, 5-10/tháng 5/2025, Hà Nội;
- Giao lưu Địa kỹ thuật hè 2025 - Chi hội Miền Trung, 5/7/2025, Đà Nẵng;
- Hội nghị quốc tế Trung Quốc – Việt Nam về Các công nghệ, Giếng sâu, Cọc và Móng sâu Đường kính lớn, 18/11/2025, Hà Nội;



- Hội nghị khoa học thường niên Hội Cơ học Đất và Địa kỹ thuật Công trình Việt Nam VGD2025, 29/11/2025.

Bản tin Hội VSSMGE Bulletin, một hoạt động của Hội được giới truyền thông và khoa học trong nước đánh giá cao, được xuất bản online đều đặn 6 tháng một lần. Trong 2024-2025, Bản tin số 7 và số 8 đã được ra mắt. Bản tin số 7 phát hành ngày 15/12/2024 gồm 16 bài, trong đó có: 1 bài về hoạt động của hội, 6 bài về công tác nghiên cứu khoa học, 6 bài về các dự án, công trình đkt thực tế, 2 bài về góc quốc tế, và 1 bài về công trình nghiên cứu đkt quốc tế. Bản tin số 8 phát hành ngày 15/6/2025 gồm 23 bài, trong đó có: 5 bài về hoạt động của hội, 10 bài về công tác nghiên cứu khoa học, 6 bài về các dự án, công trình ĐKT thực tế, 1 bài về góc quốc tế, và 1 bài về công trình nghiên cứu đkt quốc tế.

Về công tác tổ chức phát triển hội viên, trong năm 2025 số hội viên tăng thêm 10 người so với năm trước. Tuy nhiên số hội viên quốc tế ISSMGE giảm 5 người. Có 20 hội viên quốc tế tham gia vào 19 Ban kỹ thuật khác nhau của ISSMGE.

Nhiệm vụ quan trọng trong 2026-2027 của Hội CHĐ & ĐKT CT là xây dựng Hội trở thành Hội chuyên ngành vững về tổ chức mạnh về chuyên môn, trong đó các hội viên được hỗ trợ phát triển chuyên môn, nâng cao đạo đức uy tín trong nghề nghiệp. Hội sẽ phấn đấu để trở nên một tổ chức tư vấn tin cậy cho Nhà nước và xã hội trong các lĩnh vực chuyên ngành Xây dựng, Giao thông, Thủy lợi. Tích cực tham gia hoạt động của các tổ chức chuyên ngành quốc tế và khu vực nhằm học hỏi kiến thức và kinh nghiệm của đồng nghiệp quốc tế cũng như đóng góp vào sự phát triển KHKT chung của nhân loại, trở thành thành viên có uy tín trên trường quốc tế.

Sự thành công của Hội nghị có phần đóng góp lớn của các nhà tài trợ. Nhân dịp này VSSMGE đã trân trọng cảm ơn và tặng quà kỷ niệm 15 nhà tài trợ của Hội nghị.

Chương trình Hội thảo khoa học VGD2025.

| No | Người trình bày | Báo cáo |
|----|----------------------|--|
| 1 | Hoàng Việt Hùng | <i>Xây dựng hệ thống WebGIS hiển thị nguy cơ lũ quét, sạt lở đất theo ngưỡng mưa, phân tích ứng dụng cho lưu vực điển hình tại Quảng Nam</i> |
| 2 | Tào Văn Ngân | <i>Đánh giá sự cố chuyển vị quá mức của tường chắn gia cố bằng neo đất trong thi công hố đào sâu tại một công trình thực tế ven biển: Bài học kinh nghiệm từ phân tích nguyên nhân sự cố</i> |
| 3 | Nguyễn Thanh Sơn | <i>Neo đất cho hố đào sâu - Kinh nghiệm thực tiễn các dự án lớn tại Việt Nam</i> |
| 4 | Nguyễn Quang Tuấn | <i>Phân tích đánh giá hiện trạng, nguy cơ đá rơi lăn và đề xuất giải pháp bảo vệ di tích thắng cảnh Hòn Vọng Phu – Phường An Hoạch – tỉnh Thanh Hóa</i> |
| 5 | Cao Văn Hòa | <i>Phân tích ảnh hưởng của hàm lượng, hình dạng và kích thước các khối đá đến ổn định mái dốc hỗn hợp đất-đá bằng phương pháp phân tử hữu hạn</i> |
| 6 | Lưu Tấn Lộc | <i>Ứng Dụng Mô Hình Học Máy Hiệu Suất Cao Trong Đánh Giá Rủi Ro Sạt Lở Đất Định Lượng Tại Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng</i> |
| 7 | Trần Đức Duy | <i>Xây dựng mô hình lai FEM và học máy (Machine Learning) đánh giá ổn định bờ kè đô thị TP Hồ Chí Minh</i> |
| 8 | Nguyễn Văn Hiệp | <i>Các nội dung sai sót, sai phạm trong thiết kế thi công nền móng và tiên lượng lún cổ kết đất đắp ở các công trình xây dựng</i> |
| 9 | Phan Trần Thanh Trúc | <i>Phân tích ứng xử của hệ thống đất gia cường bằng vật liệu địa kỹ thuật tại móng cầu và vùng chuyển tiếp cầu - đường: Một nghiên cứu tổng quan</i> |
| 10 | Đình Quang Thanh | <i>Ứng dụng vật liệu địa kỹ thuật trong xây dựng cảnh quan nội đô - ứng dụng thực tiễn trong thiết kế và thi công</i> |
| 11 | Phùng Đức Long | <i>Phương pháp nào đáng tin cậy: thí nghiệm hiện trường hay thí nghiệm trong phòng?</i> |
| 12 | Phan Nguyên Bình | <i>Vtop – Giải pháp nền móng mới cho công trình dân dụng vừa và nhỏ</i> |
| 13 | Trương Quang Mạnh | <i>Cọc ván thép tổ hợp HAT-H</i> |
| 14 | Phạm Huy Giao | <i>Possible contributions of microtremor measurements in geotechnical characterization of the subsurface underlying a railway line</i> |
| 15 | Nguyễn Anh Dũng | <i>Phương pháp cổ kết trước cho nền đất yếu – Bàn về các phương pháp quan trắc và kiểm tra chất lượng nền đất sau xử lý</i> |
| 16 | Trần Thu Hằng | <i>Nghiên cứu thực nghiệm đánh giá hai chỉ số cảnh báo nguy cơ mất an toàn công trình ngầm chịu động đất tần số thấp, gia tốc nhỏ</i> |
| 17 | Lê Đình Việt | <i>Ứng dụng hệ thống quan trắc IoT kết hợp dữ liệu GNSS trong giám sát lún từng lớp nền đường sắt</i> |



Các báo cáo viên là các nhà khoa học công tác tại các trường đại học và viện nghiên cứu, các chuyên gia của các công ty thiết kế và thi công đang hoạt động trong lĩnh vực địa kỹ thuật công trình ở Việt Nam và thế giới. Nhiều bài báo cáo là kết quả của các đề tài nghiên cứu khoa học các cấp do các hội viên của Hội đã thực hiện, của các công trình thực tế đã mang lại hiệu quả kinh tế cao cho đất nước.

Đại hội là dịp để các nhà chuyên môn gặp gỡ, trao đổi chuyên môn, làm tốt công tác tổ chức Hội để phát huy hiệu quả hoạt động Hội, đặc biệt là các hoạt động phản biện xã hội và phối hợp đào tạo với các Viện Nghiên cứu, Trường Đại học trong cả nước. Là cầu nối trong hoạt động hợp tác quốc tế để phát triển đội ngũ, tuân thủ theo quy định về pháp luật nhà nước Việt Nam.

MỘT SỐ HÌNH ẢNH TẠI HỘI NGHỊ KHTN VGD2025



Chủ tịch Hội khai mạc hội nghị VGD2025



Đại biểu tham dự Hội nghị VGD2025







Hội nghị quốc tế Việt Nam-Trung Quốc về công nghệ giếng sâu, cọc và móng sâu đường kính lớn

International Summit on Large Diameter Engineering Shafts, Piles & Deep Foundations Technologies, Hanoi, 18 November 2025

Phùng Đức Long

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

Hội nghị quốc tế Việt Nam-Trung Quốc về công nghệ giếng sâu, cọc và móng sâu đường kính lớn được tổ chức thành công rực rỡ tại khách sạn Melia, Hà Nội, vào ngày 18 tháng 11 năm 2025.

Hội nghị được Hội công nghệ giếng sâu, cọc và móng sâu đường kính lớn Trung Quốc, cùng với Hội Cơ Học Đất và Địa Kỹ Thuật Công Trình Việt Nam (VSSMGE) và Công ty FECON đồng tổ chức lần đầu tiên tại Việt Nam. Với sự tham dự của hơn 250 chuyên gia, nhà khoa học, và doanh nghiệp, trong đó có gần 100 khách Trung Quốc và quốc tế. Hội nghị là diễn đàn khoa học quốc tế để các nhà nghiên cứu, chuyên gia và kỹ sư hai nước trao đổi kiến thức, kinh nghiệm và công nghệ mới trong lĩnh vực địa kỹ thuật. Với khoảng 40 doanh nghiệp Trung Quốc, trong đó có 12 doanh nghiệp cực lớn tham dự Hội nghị, đây là nguồn kiến thức và kinh nghiệm cực kỳ phong phú mà phía Việt Nam ta có thể học tập được. Trong số các công ty đến dự Hội nghị này có nhiều doanh nghiệp nổi tiếng thế giới như Tập đoàn Kỹ thuật Nền móng Đặc biệt **Etone** Chiết Giang, đơn vị đã xây dựng Cầu Hồng Kông-Chu Hải-Macao, cây cầu vượt biển dài nhất thế giới; Tập đoàn Thiết bị Nền móng **Zoomlion** một đối thủ cạnh tranh lớn trên toàn cầu về thiết bị móng cọc và phát triển không gian ngầm; Tập đoàn thiết bị nặng **Yutong Heavy Equipment**, doanh nghiệp tiên phong toàn cầu trong lĩnh vực thiết bị nặng sử dụng năng lượng mới, phát triển và sản xuất máy móc xây dựng nền móng; Tập đoàn Xây dựng Đường sắt cao tốc Sơn Đông **SDHS** với tổng tài sản 225 tỷ USD vào 2023, v.v.

Trong diễn văn khai mạc hội nghị, Chủ tịch Hội VSSMGE, TS. Phùng Đức Long nhấn mạnh: “Trong những năm gần đây, Trung Quốc đã khẳng định vị thế hàng đầu thế giới về phát triển kinh tế, khoa học và công nghệ. Riêng trong lĩnh vực xây dựng, những thành tựu to lớn của Trung Quốc luôn được các đồng nghiệp Việt Nam ngưỡng mộ và mong muốn được học hỏi. Hiệp hội Giếng sâu, Cọc đường kính lớn và Móng sâu Trung Quốc là một trong những đơn vị tiên phong, chủ động thúc đẩy hợp tác với Việt Nam. Các doanh nghiệp hội viên của Hiệp hội tham gia Hội nghị này chính là tinh hoa của ngành xây dựng Trung Quốc, và chắc chắn sẽ là nguồn kinh nghiệm quý báu để Việt Nam tham khảo”. Ông nhấn mạnh: “Việt Nam trong những thập kỷ gần đây đã trở thành một trong những quốc gia có tốc độ phát triển hạ tầng nhanh và mạnh mẽ nhất. Đây chính là lý do khiến Việt Nam trở thành địa điểm lý tưởng để các đối tác Việt Nam và Trung Quốc cùng nhau hợp tác”. Ông cũng tin tưởng rằng Hội nghị quốc tế lần này sẽ là điểm khởi đầu cho những hợp tác sâu rộng và hiệu quả giữa các đối tác hai nước trong lĩnh vực địa kỹ thuật và phát triển hạ tầng. Và rằng kết quả của sự hợp tác này sẽ là những công trình mang tầm vóc thời đại, đồng thời là biểu tượng sinh động của tình hữu nghị giữa nhân dân Việt Nam và Trung Quốc.

Điểm nhấn của hội nghị là 15 báo cáo chuyên sâu xoay quanh các công nghệ tiên tiến trong thi công giếng sâu, cọc siêu lớn, hố đào sâu và nhiều giải pháp mới cho công trình ngầm, hạ tầng đô thị quy mô lớn tại Trung Quốc và Việt Nam. Các báo cáo được trình bày trực tiếp bởi các chuyên gia quốc tế, cung cấp góc nhìn toàn diện về xu hướng công nghệ nền móng sâu hiện nay.

Các báo cáo từ phía Việt Nam cho thấy ngành địa kỹ thuật trong nước đã có nhiều bước tiến: ứng dụng mạnh mẽ công nghệ khảo sát, thiết kế và mô phỏng số; doanh nghiệp làm chủ các kỹ thuật nền móng quan trọng như khoan cọc nhồi đường kính lớn, cọc barette, monopile, tường vây sâu, đào hầm bằng



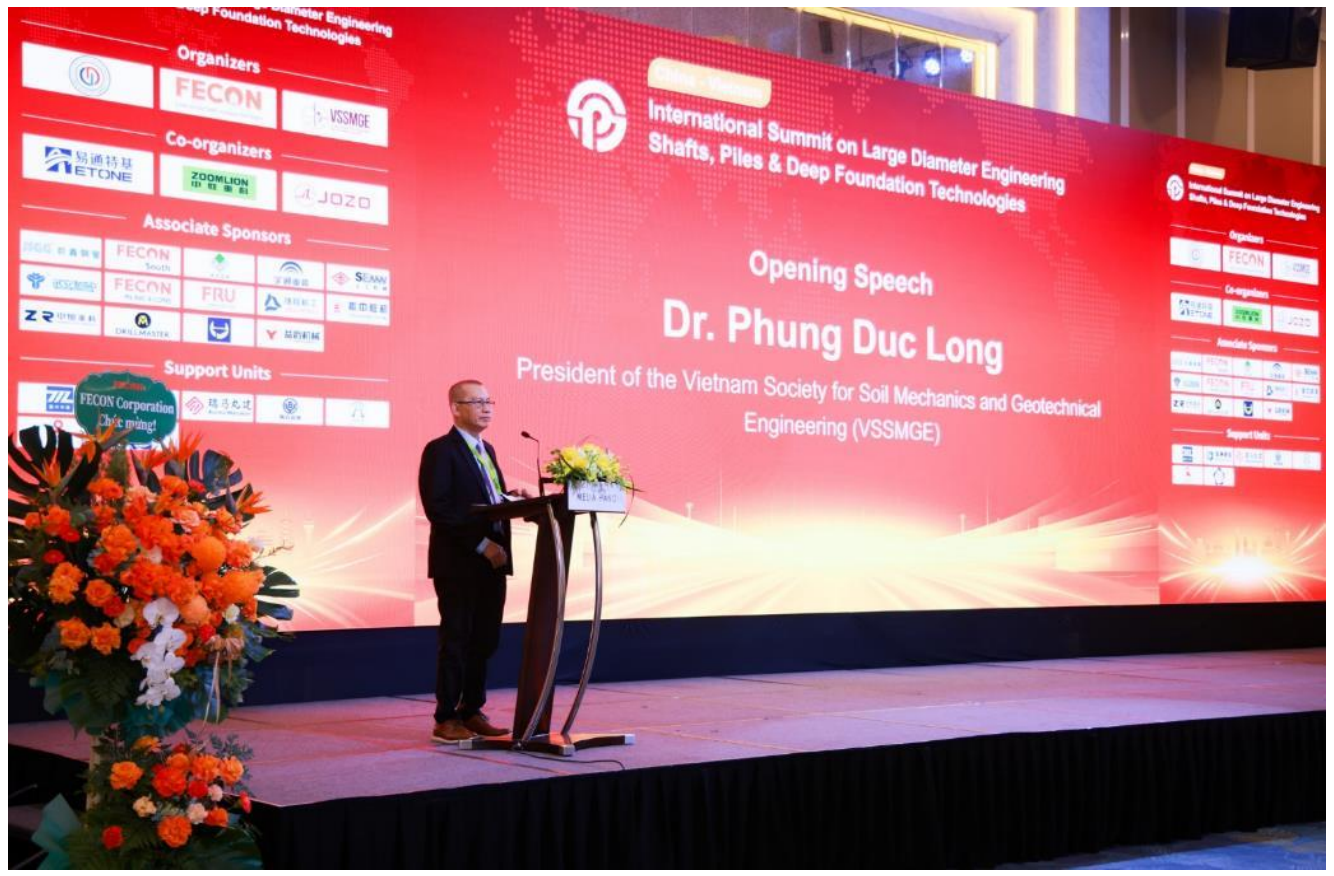
TBM, v.v. Tuy vậy, để theo kịp xu hướng quốc tế, quá trình cơ giới hóa, chuyển đổi số và tiêu chuẩn hóa vẫn cần được thúc đẩy mạnh hơn.

Các báo cáo tại Hội nghị gồm:

- *Dr. Phung Duc Long, President of VSSMGE.* Keynote Presentation: Pilling works - Current practice in Vietnam.
- *Prof. Bai Yun, Tongji University & BY Civil Engineering Co., Ltd.* Keynote Presentation: Application of IT in Underground Engineering and its Influence on the Industry
- *Dr. Ho Duc An, Technical Director, FECON Corporation.* Keynote Presentation: Development Orientation, Opportunities, Challenges for Key Projects in Vietnam
- *Mrs. Shen Haijiao, Director of Technology Center, Zhejiang Etone Special Foundation Engineering Co. Ltd.* Keynote Presentation: Optimization and Innovation of Hole-Forming Techniques for Ultra-Deep Large-Diameter Bored Piles.
- *Mr. Zhao Haolu, Chief Engineer, Shanghai Jozo Machine & Electric Equipment Co., Ltd.* Keynote Presentation: High-Pressure Jet Grouting and Grouting Technology & Applications.
- *Mr. Tran Tien Dung, Deputy General Director, Thang Long Joint Stock Corporation.* Design and Construction of Large-Diameter Bored Piles in Bridge Engineering in Vietnam.
- *Mr. Wang Peng, Chief engineer, Shanghai Yuanfang Groundwork Engineering Co., Ltd.* The Key Technique of Diaphragm Wall Construction and Practice in Special Working Conditions.
- *Mr. Lin Deng, General Manager, Zhejiang Yongan Construction Machinery Co., Ltd.* Application of Large-Scale Marine Engineering Hydraulic Pile Hammers.
- *Mr. Do Ngoc Phong, Head of Technical Department, FECON RAITO.* Large-Diameter Jet Grouting & RAS column technologies – Advanced Solutions for Underground & Infrastructure Projects in Vietnam.
- *Mr. Zhao Meixiang, General Manager, Zhejiang Zhongrui Heavy Industry Technology Co., Ltd.* High Efficiency and Energy Saving: Technical Innovation of RCD Large Diameter Drilling and Mixing Reinforcement Equipment.
- *Mr. Cai Guodong, Manager, SGIDI Engineering Consulting (Group) Co. Ltd.* Case Analysis of Underground Engineering Risks and Safety Development Strategies.
- *Mr. Chen Ang, Technical Director, BY Civil Engineering Consulting Co. Ltd.* Railway Tunnel Construction Practice in China and Its Implications for Vietnam's Railway Development.
- *Dr. Nguyen Duy Quang, Head of Technical Department, FECON South.* Application of Shaft Grouting Bored Piles for High-Rise Buildings in Vietnam.
- *Mr. Jin Wenge, Deputy General Manager, Luoyang Jiujiu Technology Co., Ltd.* Design Optimization of Rotary Drilling Stepwise Reaming Bit for Ø6.3m Bored Piles in Fractured and Hard Rock of Xihoumen Highway-Railway Combined Super Major Bridge on Yongzhou Railway.
- *Mr. Xiang Min, General Manager, Star-Continent Construction Limited.* Typical Advantageous Applications of the TRD Method in Domestic Foundation Excavation Support Engineering.



MỘT SỐ HÌNH ẢNH TẠI HỘI NGHỊ



Chủ tịch VSSMGE, TS. Phùng Đức Long, khai mạc hội nghị.



Chủ tịch Hội công nghệ giếng sâu, cọc và móng sâu đường kính lớn Trung Quốc, ông Wang Huirong.









Giao lưu địa kỹ thuật hè 2025 – Chi hội VSSMGE miền Trung Geotechnical Exchange in Summer 2025 - VSSMGE Central Vietnam Branch

Đỗ Hữu Đạo & Phạm Văn Ngọc

Trường đại học bách khoa Đà Nẵng. E-mail: dhdao@dut.udn.vn

Tóm Tắt

Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình Việt Nam – Chi hội Miền trung tổ chức Workshop: Giao lưu Địa kỹ thuật hè 2025 tại Thành phố Đà Nẵng ngày 05 tháng 07 năm 2025. Sau khi đoàn đi công trường thăm công trình thực tế thi công cọc ly tâm BTCT, chương trình giao lưu khoa học công nghệ - Workshop có 06 báo cáo kỹ thuật chuyên đề. Có hơn 60 hội viên tham dự và thảo luận rất sôi nổi. TS. Nguyễn Anh Dũng, Phó chủ tịch VSSMGE tham dự có bài phát biểu khai mạc và bài báo cáo chuyên đề cho hội thảo.

Summary

Vietnam Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (VSSMGE) - Central Branch organized a Workshop: Geotechnical Exchange at the beginning of the summer 2025 in Da Nang City on July 5th, 2025. After the delegation visited the construction site of PHC piles - The Workshop had 06 specialized technical reports. There were more than 60 members attending on-site with lively discussion. Dr. Nguyen Anh Dung, Vice Chairman of VSSMGE attended and delivered the opening speech and presented a thematic presentation at the conference.

Hoạt động các hội thảo quy mô nhỏ kết hợp giao lưu để kết nối các hội viên và doanh nghiệp. Đây là cơ hội để các hội viên ở các vùng miền có hoạt động ở chi hội, giao lưu học thuật, khoa học kỹ thuật, trao đổi kinh nghiệm thực tiễn trong lĩnh vực Địa kỹ thuật công trình. Chi hội Miền Trung đã thực hiện các hội thảo tương tự ở các tỉnh khu vực Miền Trung và kết nối tổ chức cùng chi hội Miền Nam năm 2022. Để duy trì mạch các Workshop hội thảo và giao lưu hè 2025, VSSMGE - Chi hội miền Trung tổ chức buổi hội thảo và gala giao lưu hè năm 2025 tại thành phố Đà Nẵng.

Trong chương trình tham quan công trường, 14h chiều ngày 5 tháng 7 năm 2025, các kỹ sư đã tập hợp để đi thăm dự án thi công cọc Bê tông ly tâm tại phường Hòa Xuân – thành phố Đà Nẵng, công trình do Công ty CP Đầu tư Phan Vũ trình thi công cọc và giới thiệu thực tế sinh động các bước thi công khác biệt với việc đóng ép cọc bê tông ly tâm thông thường.



Hình 1. Các hội viên đi thăm dự án thi công cọc BTLT tại Đà Nẵng



Chương trình Hội thảo: Phát biểu khai mạc hội thảo, TS. Nguyễn Anh Dũng - Phó chủ tịch VSSMGE đã giới thiệu tóm tắt về các hoạt động của Hội cơ học đất và địa kỹ thuật công trình Việt Nam thời gian qua với nhiều hoạt động khoa học, hội nghị hội thảo và các số Bulletin xuất bản đều đặn 6 tháng 1 lần. Đồng thời cũng biểu dương các hoạt động rất sôi nổi của chi hội Miền Trung từ việc tham gia viết bài Bulletin đến việc tổ chức các hoạt động workshop để giao lưu khoa học công nghệ. Đề nghị chi hội Miền trung tiếp tục duy trì và phát huy các hoạt động, kết nối với chi hội Miền Nam và hoạt động chung của hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình Việt Nam VSSMGE.

Ở phiên báo cáo khoa học, mở đầu của TS. Nguyễn Anh Dũng với tiêu đề “Một số tồn tại trong bài toán cố kết – Lý thuyết và thực tiễn”, đã trình bày những kinh nghiệm trong quá trình công tác nghiên cứu và quan trắc lún cho khối đắp, nền đường có sử dụng đường thấm thẳng đứng như cọc cát, bắc thấm, đồng thời cũng chỉ ra những tồn tại trong bài toán cố kết để cảnh báo và gợi mở vấn đề cho những kỹ sư địa kỹ thuật tiếp tục quan tâm và nghiên cứu; Kỹ sư Mai Triệu Quang với tâm huyết nghiên cứu về cầu cạn để thay thế những khối đắp cao trên các đường cao tốc đã có báo cáo “Thiết kế cầu cạn nhịp ngắn trên hệ cọc ống với hệ thượng bộ bê tông cốt thép đúc sẵn, đây là chủ đề cũng được nhiều kỹ sư và doanh nghiệp quan tâm trong thời gian này, với giải pháp đề xuất thì kết cấu đảm bảo kỹ thuật, chi phí hợp lý và quan tâm đến hiệu quả cả vòng đời của dự án từ việc thiết kế - thi công định hình, tiến độ nhanh, không phải tốn đất + cát đắp trong điều kiện giá thành cát cao như hiện nay, không mất thời gian chờ lún và không lún thứ cấp, đảm bảo thoát lũ khi có lũ đến, đảm bảo dân sinh đi lại hai bên đường cao tốc để hoạt động đi lại sản xuất nông nghiệp...như vậy xét cả vòng đời của dự án thì đây là giải pháp hiệu quả và bền vững cần nghiên cứu tiêu chuẩn hóa và đưa vào áp dụng; Phần mềm “Xây dựng chương trình Anypile để tính lực ngang cho cọc trong mô hình cầu cạn nhịp ngắn”, do kỹ sư Dương Quang Minh với hơn 20 năm tâm huyết vừa làm việc vừa viết code chạy thử và so sánh với các tiêu chuẩn thiết kế nền móng công trình cầu đã áp dụng tính toán thử cho cầu cạn đầm bản trên hệ cọc ly tâm cho kết quả tốt và so sánh với các phần mềm khác. Báo cáo “Tường vây tròn: Từ Lý thuyết đến Ứng dụng thực tế” của KS. Lưu Nguyên Vũ cùng cộng sự - Công ty Bachy Soletanche Việt Nam báo cáo về nhiều dự án hố đào sâu mà công ty đã ứng dụng tường vây cọc tròn trong và ngoài nước. Báo cáo “Công nghệ khoan hạ cọc BTLT cho khu vực địa tầng, địa chất phức tạp”, của KS. Hoàng Ngọc Quốc Việt Công ty CP Đầu tư Phan Vũ trình bày với nhiều dự án đã sử dụng công nghệ hạ cọc Bê tông ly tâm bằng phương pháp khoan trộn vữa, sau đó ấn cọc bê tông ly tâm vào bên trong, tạo ra sự làm việc giữa tổ hợp vật liệu vữa xi măng đất và cọc bê tông ly tâm. Hiện tại công ty đang thi công cho tòa nhà gần 20 tầng tại Đà Nẵng bằng công nghệ cọc này.



MỘT SỐ HÌNH ẢNH VỀ BUỔI GIAO LƯU



Hình 2. Phó chủ tịch Hội VSSMGE, TS. Nguyễn Anh Dũng phát biểu khai mạc và nhận quà lưu niệm từ lãnh đạo Khoa Xây dựng Cầu đường - Trường ĐH Bách khoa – Đại học Đà Nẵng



Hình 3. Báo cáo viên TS. Nguyễn Anh Dũng



Hình 4. Báo cáo viên KS. Mai Triệu Quang



Hình 5. Báo cáo viên KS. Lưu Nguyễn Vũ



Hình 6. Báo cáo viên KS. Dương Quang Minh



Hình 7. Báo cáo viên Công ty CPĐT Phan Vũ



Hình 8. Vinh danh các cá nhân nữ xuất sắc



Hình 9. Chương trình giao lưu văn nghệ



Hình 10. Chụp hình lưu niệm



OLYMPIC Cơ học toàn quốc môn Cơ học đất

Hoàng Việt Hùng

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

Tóm Tắt

Bài viết trình bày thông tin tóm tắt về cuộc thi OLIMPIC Cơ học toàn quốc do Hội Cơ học Việt Nam tổ chức hàng năm, trong đó có môn Cơ học đất được giảng dạy trong các trường Đại học khối xây dựng. Từ giai đoạn hình thành các tổ chuyên môn Cơ học đất cho đến các giai đoạn hội nhập quốc tế sâu rộng, vấn đề giảng dạy, học tập, ứng dụng Cơ học đất trong kỹ thuật xây dựng công trình đã đạt được nhiều thành tựu đáng kể; đáp ứng được cho nhu cầu phát triển và khẳng định vị trí then chốt trong lĩnh vực xây dựng ở nước ta. Cuộc thi OLIMPIC Cơ học toàn quốc đóng vai trò quan trọng trong hội nhập, cả trong nước giữa các trường Đại học và cả đối với quốc tế, là sân chơi bổ ích của cả thầy và trò trong quá trình đào tạo, nghiên cứu khoa học và phát triển ứng dụng.

Mở đầu

Hàng năm, cứ vào trung tuần tháng 5, Hội Cơ học Việt Nam, Trung tâm huấn luyện và phổ biến cơ học kết hợp với Bộ Giáo dục và Đào tạo, Trung ương Đoàn thanh niên cộng sản Hồ Chí Minh lại tổ chức một kỳ thi OLIMPIC về các môn Cơ học cho sinh viên khối các trường Đại học kỹ thuật trên cả nước. Cuộc thi được tổ chức ở cả ba miền Bắc-Trung-Nam với sự tham gia đông đảo của sinh viên khối các trường kỹ thuật.

Tính đến nay, OLIMPIC Cơ học toàn quốc đã trải qua 35 lần thi, đúng ra là 37 lần thi nhưng có hai năm do đại dịch COVID19 nên bị gián đoạn. Số lượng sinh viên tham gia ngày càng đông, khoảng 1000 sinh viên mỗi năm. Điều này cho thấy sự phát triển mạnh mẽ của các môn cơ học trong khối kỹ thuật, đồng thời thấy rõ sân chơi này rất bổ ích với sinh viên cả nước. Đối với các thầy, dịp này còn là cơ hội gặp gỡ, giao lưu, học hỏi trao đổi chuyên môn, nâng cao giá trị nghề nghiệp của mình.

OLIMPIC Cơ học đất là môn thi được đưa vào thi muộ hơn so với các môn Cơ học khác như Cơ học lý thuyết, Sức bền vật liệu, Cơ học kết cấu và Thủy lực. Năm thi đầu tiên của OLIMPIC Cơ học Đất là năm 1997, tính đến nay OLIMPIC Cơ học Đất đã trải qua 25 lần thi và cũng đã nhận được sự ủng hộ nhiệt tình của đông đảo sinh viên. So với những kỳ thi trước thì OLIMPIC Cơ học đất ngày càng hoàn thiện cả về tổ chức và chất lượng đề thi. Đề thi ngày càng được cải tiến và nâng cao hơn và cũng có nhiều sinh viên đạt được giải cao, từ đó khẳng định chất lượng dạy và học đã được thay đổi đáng kể.

Bài viết hệ thống lại một số thông tin liên quan đến Cơ học đất và vai trò của môn học trong lĩnh vực Địa kỹ thuật công trình cũng như tổng hợp một số chia sẻ trao đổi trong quá trình giảng dạy, tổ chức và đánh giá trong thi OLIMPIC Cơ học toàn quốc môn Cơ học đất.

Sơ lược lịch sử hình thành tổ học thuật Cơ học đất-Nền móng ở Việt Nam

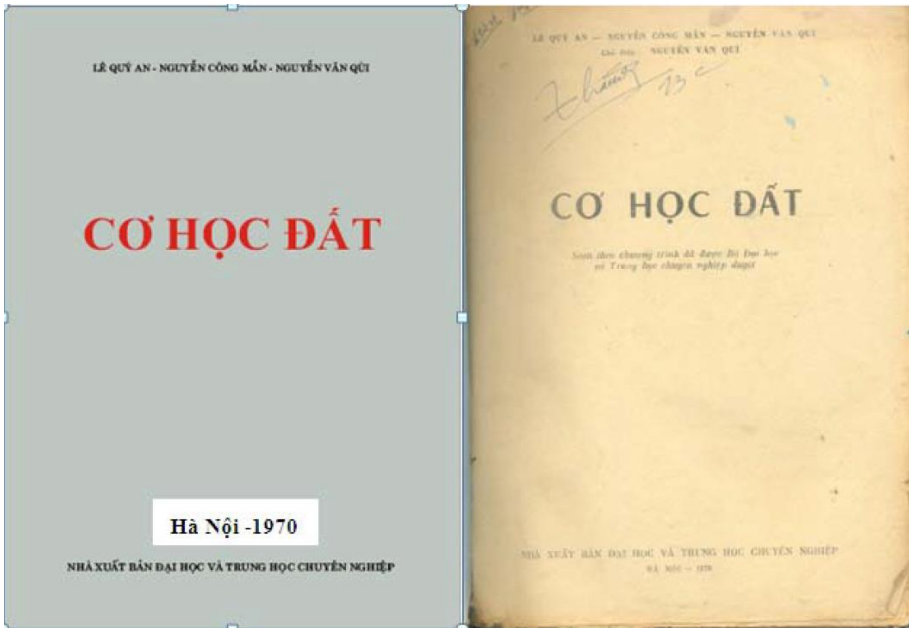
Tổ học thuật Cơ học đất-Nền móng được thành lập ngày 21-02-1963 và trực thuộc Ban Khoa học Kỹ thuật, thuộc Ủy ban Khoa học nhà nước gồm 10 thành viên:

- Dương Quang Thành - Khoa Xây dựng, Đại học Bách khoa Hà Nội
- Nguyễn Văn Quỳnh - Khoa Xây dựng, Đại học Bách khoa Hà Nội
- Nguyễn Kim Cương - Khoa Mỏ-Địa chất-Đại học Bách Khoa Hà Nội
- Vũ Ngọc Tùng - Hội đồng kỹ thuật-Bộ Giao thông
- Nguyễn Trị - Văn phòng kỹ thuật-Bộ Xây dựng
- Lê Quý An - Trường Đại học Giao thông Vận tải
- Nguyễn Văn Thụy - Viện Thiết kế Thủy lợi
- Hoàng Thế Vinh - Viện Thiết kế Tổng hợp -Bộ Công nghiệp nặng



- Nguyễn Xuân Mẫn - Viện Kỹ thuật-Bộ Giao thông
- Phạm Đình Biều - Viện thiết kế Dân dụng-Bộ Kiến trúc

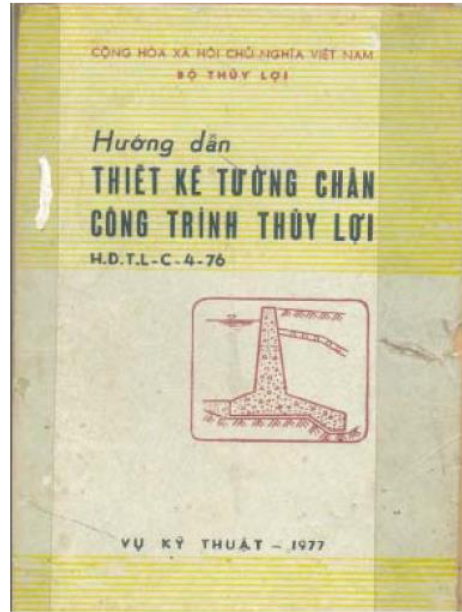
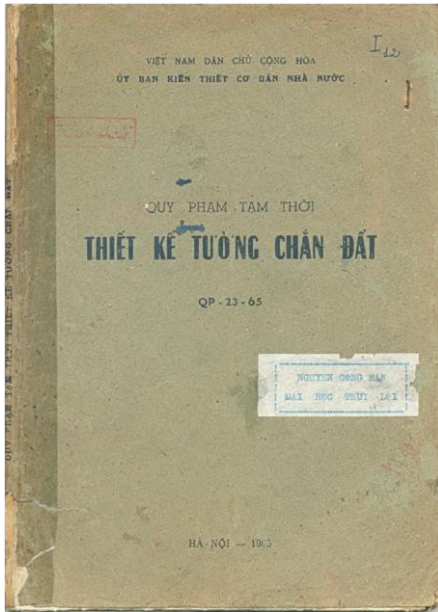
Sau đó lại tiếp tục bổ sung thêm các thành viên từ các trường Đại học như Nguyễn Công Mẫn (Trường Đại học Thủy lợi), Vũ Công Ngữ, Lê Đức Thắng (Trường Đại học Xây dựng), Nguyễn Văn Quảng (Trường Đại học Kiến trúc), Bùi Anh Định (Trường Đại học Giao thông), Phạm Xuân (Viện Khảo sát và thiết kế đường thủy), Lê Bá Lương (Đại học Bách khoa TP Hồ Chí Minh), Nguyễn Văn Thơ (Phân viện KH Thủy lợi miền Nam)... Trong thời điểm khởi đầu với muôn vàn khó khăn, các thầy đã cố gắng hết sức mình cho sự nghiệp khoa học và để lại nhiều thành tựu khoa học cho thế hệ nối tiếp. Có thể kể đến một trong số rất nhiều cuốn sách quý mà nhiều thế hệ kỹ sư xây dựng đã được học tập và các thầy để lại cho thế hệ sau tiếp tục nghiên cứu, phát triển như cuốn Cơ học đất (1970) của các thầy Lê Quý An, Nguyễn Công Mẫn, Nguyễn Văn Quý. Có rất nhiều cuốn sách khác không thể nêu hết trong phạm vi bài viết này.



Hình 1: Cuốn Cơ học đất kinh điển của những năm 1970



Hình 2: Cuốn Bài tập Cơ học đất năm 1975



Hình 3: Tiêu chuẩn thiết kế tương chấn đất những năm 1965

Cơ học đất trong Địa kỹ thuật xây dựng và một số đặc điểm nổi bật trong giảng dạy hiện nay

Mục tiêu xây dựng hiện đại là những công trình có quy mô lớn, chính vì thế việc sử dụng đúng đắn các định luật của Cơ học đất có ý nghĩa đặc biệt trong xây dựng công trình. Giáo sư Xư-tô-vích đã viết những nhận xét: “Cơ học đất đã dựa trên những định luật của cơ học lý thuyết, cũng như trên những tính quy luật cơ học xây dựng của vật liệu biến dạng đồng thời bổ sung thêm những quy luật mô tả tính chất do tính phân vụn của đất gây ra như tính nén lún, thấm, chống trượt thì đã xem đất là vật thể phân tán tự nhiên trong mối quan hệ khăng khít với điều kiện hình thành và tương tác đầy đủ với môi trường địa vật lý xung quanh, như vậy chúng ta đã xây dựng được cơ sở khoa học của môn Cơ học Đất”[3]... “Vai trò của môn Cơ học đất là to lớn, có thể so sánh với vai trò của môn Sức bền vật liệu, không có kiến thức về Cơ học đất thì không thể thiết kế an toàn được các công trình xây dựng hiện đại, đặc biệt là nhà cao tầng”[3].

Thời điểm hiện tại, các trường Đại học khối kỹ thuật xây dựng ở Việt nam vẫn giảng dạy môn Cơ học đất theo hướng kết hợp giữa kiến thức kinh điển và hiện đại, các thầy yêu cầu hiểu đúng, đủ về môn học. Các định nghĩa, khái niệm, ký hiệu và nội dung môn học theo xu hướng hội nhập quốc tế sâu rộng, đảm bảo cho các kỹ sư khi ra trường có thể tiếp cận nguồn học liệu quốc tế hay các công bố quốc tế một cách thuận lợi và gần gũi hơn.

Giảng dạy đáp ứng yêu cầu người học tức là đáp ứng đặc thù chuyên ngành, đặc thù công trình, đất chịu tải trọng tĩnh hay tải trọng động, công trình nổi hay công trình ngầm, công trình thủy, biển hay công trình giao thông... Kết hợp lý thuyết với thực nghiệm, thí nghiệm, và thực hành. Giảng dạy môn học Cơ học đất bằng tiếng Anh cho các sinh viên thuộc chương trình tiên tiến, kết hợp dịch thuật và giới thiệu sách, tiếng Anh chuyên ngành trong lĩnh vực Cơ học đất cho sinh viên các ngành công trình.

Giảng dạy đáp ứng yêu cầu công nghệ thi công, do đặc thù thiết bị thi công, tăng tải tĩnh hay động, nhanh hay chậm ... mà ứng xử cơ học của vật liệu đất cần phải phù hợp với thiết bị thi công.

Giảng dạy đáp ứng yêu cầu thời kỳ công nghệ 4.0, mô phỏng số được thực hiện rộng rãi ở các loại hình công trình thực tế, hiện nay khá nhiều phần mềm thương mại trong lĩnh vực địa kỹ thuật Xây dựng và được sử dụng khá rộng rãi và phổ biến trên toàn thế giới. Tại Việt nam các bộ phần mềm như GEO-STUDIO, PLAXIS, GEO5, ROCKSCIENCE... đã trở nên phổ biến và nhiều đơn vị đã sở hữu phiên bản có bản quyền. Vì vậy để có kết quả mô phỏng tốt thì kiến thức cơ sở, kinh điển vẫn là yếu tố quyết định. Phân tích tổng thể mô phỏng bài toán công trình là một sự tổng hợp nhiều yếu tố, chẳng hạn mô hình vật liệu tương thích với quá trình mô phỏng, tương tác kết cấu công trình, tiêu chuẩn bền và phá hoại vật liệu, mặt cắt hình học công trình là những phân tích quan trọng của người kỹ sư.



Hình 4. Một khóa học ngắn hạn về phần mềm GEO-SLOPE.

Quản lý dữ liệu, sẽ chia thông tin trên hệ thống dữ liệu chung thông qua mạng nội bộ hoặc mạng quốc tế. Kết hợp trao đổi học thuật và chương trình giảng dạy. Hình 5 là hội thảo quốc tế các nước ASEAN về xây dựng hệ thống quản lý dữ liệu theo thời gian thực để phòng chống trượt lở đất và thảm họa thiên tai, ứng dụng thiết bị công nghệ trong liên mạng (IoT) tại Chiang Mai và Bangkok Thái Lan vào tháng 3/2018.



Hình 5. Hội thảo quốc tế về ứng dụng thiết bị công nghệ phòng chống trượt lở đất

Nói chung ở thời điểm hiện tại, mức độ giảng dạy và học môn học Cơ học đất đã được nâng cao lên tầm mới, thể hiện ở đa dạng ngành, đa dạng ứng dụng trong nhiều lĩnh vực và tiếp cận ứng dụng IoT để kết nối, chia sẻ thông tin, dự báo sớm rủi ro thiên tai.

Có thể nói, Cơ học đất là kiến thức cốt lõi trong Địa kỹ thuật xây dựng hay nói cách khác là cốt lõi của Địa kỹ thuật ứng dụng trong xây dựng đa dạng công trình mà hiện nay thường gọi là Địa kỹ thuật công trình.



Trong những năm gần đây, Địa kỹ thuật công trình Việt Nam đã có những phát triển vượt bậc trong nhiều lĩnh vực như Đào tạo, Hợp tác quốc tế, Nghiên cứu khoa học và Chuyển giao công nghệ, hoàn thiện hệ thống ấn phẩm như tạp chí, sách, quy trình quy phạm. Các chuyên gia Địa kỹ thuật Việt Nam đã chủ động tiếp cận công nghệ và làm chủ nhiều công nghệ hiện đại. Các hoạt động này được hội tụ, trao đổi và chuyển giao, thông qua Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình Việt Nam.

Vai trò của OLIMPIC Cơ học toàn quốc môn Cơ học đất trong đào tạo, nghiên cứu khoa học

Nhận thức được mức độ quan trọng của môn học khoa học cơ bản Cơ học đất, môn này đã được Hội Cơ học Việt nam đưa vào là một môn thi trong OLIMPIC Cơ học toàn quốc từ năm 1997. Trải qua 25 kỳ thi, môn thi Cơ học đất được sự ủng hộ mạnh mẽ của nhiều trường Đại học khối xây dựng trong cả nước. Trung bình mỗi năm, có 25 trường đại học trong cả nước tham dự thi môn Cơ học đất với số sinh viên đại diện khoảng từ 150 đến 200 sinh viên.

Các trường đều tổ chức ôn luyện cho các em sinh viên trong khoảng thời gian ba tháng với thời lượng khoảng 100 tiết đến 150 tiết, chương trình được thực hiện theo đề cương được ban tổ chức thi công bố trên Website của Hội Cơ học. Thông qua thời gian ôn luyện, kỹ năng môn học của các bạn sinh viên được cải thiện rất nhiều và tạo được sự đam mê của các em trong học tập và phấn đấu sau này. Có những bài tập, mỗi lần giải các em lại cảm thấy sự thay đổi, giải lần hai đã hiểu hơn lần một, giải lần ba hiểu hơn lần hai... sự ôn luyện đã chuyển dần từ lượng thành chất và giúp cho các em có kỹ năng tốt hơn.

Đối với các thầy cô hoạt động chuyên môn và giảng dạy, sân chơi OLIMPIC là nơi gặp gỡ, trao đổi kinh nghiệm giảng dạy, trao đổi chuyên môn. Thông qua cuộc thi này mà có sự thống nhất về các từ chuyên môn trong giảng dạy Cơ học đất trên cả nước. Do đặc thù nguồn tài liệu biên dịch trước đây từ nhiều nước khác nhau dẫn đến không thống nhất một số từ chuyên môn, chẳng hạn như trọng lượng riêng, khối lượng riêng, trọng lượng đơn vị thể tích, khối lượng đơn vị thể tích, dung trọng... nay đã được thống nhất và chính xác lại. Sự thống nhất về từ ngữ chuyên môn đem lại hiệu quả rất lớn trong việc thống nhất từ chuyên môn trong hệ thống quy phạm, tiêu chuẩn, quy chuẩn hiện hành thuộc lĩnh vực Địa kỹ thuật công trình.

Sự đóng góp nhiệt tình của các trường khi xây dựng đề thi đã giúp ban tổ chức biết được thông tin về cấp độ giảng dạy môn Cơ học đất ở các trường, thói quen dùng từ chuyên môn cũng như quan điểm giảng dạy của các thầy cô, đây là thông tin rất quý để có được những điểm thống nhất giảng dạy trên toàn quốc. Đồng thời, rất nhiều đề thi hay và phong phú về nội dung được các thầy cô tự biên soạn hoặc biên dịch từ sách nước ngoài là nguồn học liệu rất quý trong đào tạo và tiếp tục phổ biến Cơ học đất trong ứng dụng thực tế.

Kết luận

OLIMPIC Cơ học toàn quốc môn Cơ học đất đã trải qua 25 năm tổ chức thi cho sinh viên, đây là hoạt động bổ ích trong đào tạo, nghiên cứu khoa học và ứng dụng. Một kỳ thi mang lại hiệu quả cho cả người học và người dạy, nâng tầm chuyên môn và sự thống nhất giảng dạy trên cả nước. Cũng thông qua cuộc thi này, tìm được nhiều tài năng khoa học thực sự cho đất nước.

Nhìn lại 25 năm OLIMPIC môn Cơ học đất, xin được tri ân các nhà khoa học lão thành đã có nhiều đóng góp với phong trào giảng dạy và thi OLIMPIC quốc gia như cố GS.TS Vũ Công Ngữ (Trường Đại học Xây dựng), cố GS.TSKH Cao Văn Chí (Trường Đại học Thủy lợi), cố GS.TS Phan Trường Phiệt (Trường Đại học Thủy lợi), GS.TSKH Nguyễn Văn Quảng (Trường Đại học Kiến trúc), GS.TSKH Bùi Anh Định (Trường Đại học Giao thông Vận tải) và nhiều thầy cô khác...

Các trường Ban chuyên môn Cơ học đất qua các thời kỳ (tính từ 1997):

- Cố GS.TS Vũ Công Ngữ, Trường Đại học Xây dựng, Trưởng Ban các năm 1997-1998-1999-2000
- Cố GS. TSKH Cao Văn Chí, Trường Đại học Thủy lợi, Trưởng Ban các năm 2001-2002-2003-2004
- PGS.TS Vương Văn Thành, Trường Đại học Kiến trúc, Trưởng Ban các năm 2005 đến 2016
- PGS.TS Hoàng Việt Hùng, Trường Đại học Thủy lợi, Tổng Thư ký Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật Công trình Việt Nam, Trưởng Ban các năm từ 2017 đến nay.



Những năm khởi đầu OLIMPIC môn Cơ học đất (1997), số trường tham gia thi là 5 trường và tổng số 35 sinh viên tham dự. Nhưng đến năm 2025, số trường tham gia thi là 21 trường và 191 sinh viên tham dự, lượng tăng đều của sinh viên tham gia khoảng 15% mỗi năm. Như vậy cho thấy mức độ tiếp cận về chuyên môn, tầm quan trọng của môn học và sự hấp dẫn của môn thi đã được đánh giá cao.

Tài liệu tham khảo

- [1] GS.TS Nguyễn Công Mẫn (2022) Lịch sử Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình
- [2] Các kỷ yếu OLIMPIC Cơ học toàn quốc từ năm 1997 đến nay
- [3] R. Whitlow - Cơ học đất-Bản dịch của Nguyễn Uyên, Trịnh Văn Cương-Nhà Xuất bản Giáo dục (1996).
- [4] N.A. Xư tô vic - Cơ học đất-Bản dịch của Đỗ Bằng, Nguyễn Công Mẫn-Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội (1987).



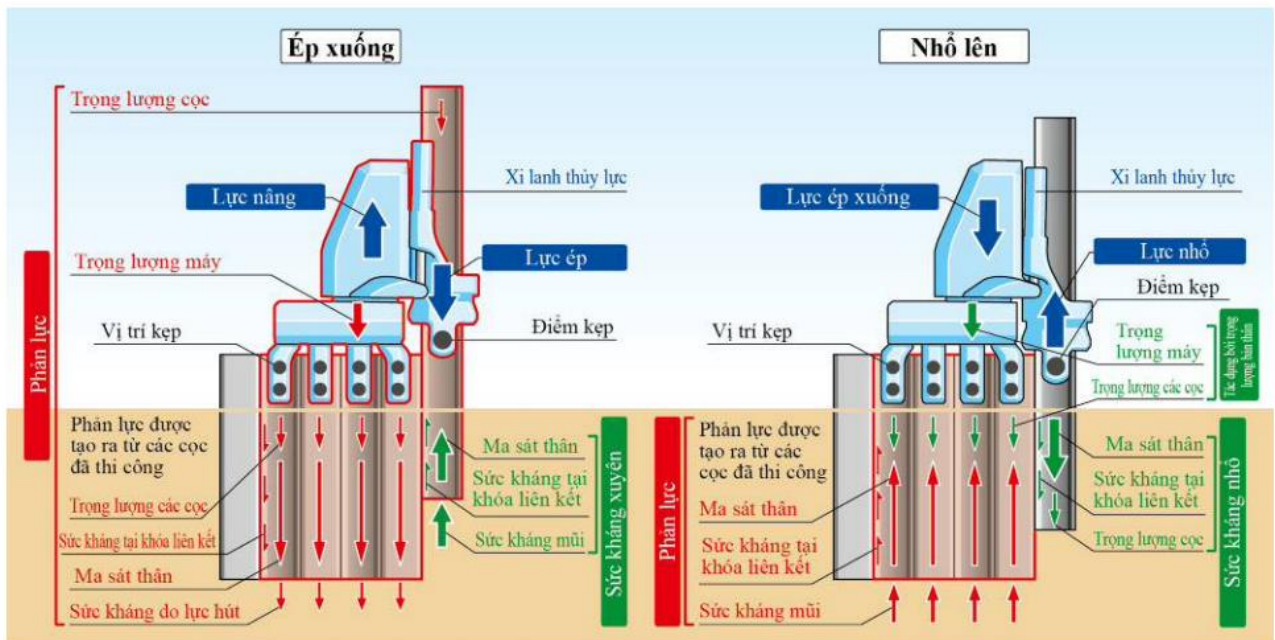
Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình Việt Nam tham quan hiện trường công trình gia cố đập Hồ Kéo Coi tại tỉnh Thái Nguyên

Vũ Anh Tuấn

Học viện Kỹ thuật quân sự. E-mail: vuanhtuan@mta.edu.vn

Ngày 17/6/2025, đoàn cán bộ, hội viên của Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình Việt Nam (VSSMGE) do Tiến sĩ Phùng Đức Long – Chủ tịch Hội làm trưởng đoàn đã có chuyến tham quan hiện trường công trình gia cố đập Hồ Kéo Coi tại tỉnh Thái Nguyên (huyện Nari, tỉnh Bắc Kạn cũ) để tìm hiểu về công nghệ mới trong lĩnh vực xây dựng lần đầu tiên được áp dụng tại Việt Nam, đó là Công nghệ Press-in dạng khoan cắt.

Công nghệ Press-in là một giải pháp kỹ thuật mới được sử dụng để thi công hạ cọc vào nền đất bằng lực ép tĩnh, giúp giảm thiểu việc gây tiếng ồn và chấn động trong quá trình thi công. Hình 1 mô tả cơ chế hoạt động của máy ép cọc Press-in dạng “đi trên cọc”.



Hình 1. Cơ chế hoạt động của máy ép cọc Press-in dạng “đi trên cọc”.

(Nguồn: International Press-in Association, *Press-in Retaining Structures: A Handbook*, 2021)

Phương pháp thi công cọc bằng Công nghệ Press-in không chỉ áp dụng được cho các nền đất cát, đất sét như các phương pháp thi công truyền thống mà còn có thể áp dụng đối với các nền đất, đá cứng, những nền có vật cản ngầm như các khối bê tông cốt thép. Đối với nền đất, đá cứng hoặc có vật cản ngầm, phương pháp Press-in sử dụng giải pháp phun nước cao áp hoặc các lưỡi khoan cắt để hỗ trợ quá trình thi công hạ cọc (Hình 2 và Hình 3).

Công nghệ Press-in đã được áp dụng thành công trong lĩnh vực xây dựng ở nhiều quốc gia trên thế giới như Nhật Bản, Anh, Mỹ, Hà Lan, Canada, Brazil, Australia, Singapore, Thái Lan, Malaysia... Đây là lần đầu tiên Công nghệ Press-in dạng khoan cắt được áp dụng tại Việt Nam để khắc phục sự cố hư hỏng đập Hồ chứa nước Kéo Coi tại tỉnh Thái Nguyên.



Hình 2. Phương pháp Press-in dạng phun nước cao áp.

(Nguồn: International Press-in Association, *Press-in Retaining Structures: A Handbook*, 2021)



Hình 3. Phương pháp Press-in dạng khoan cắt.

(Nguồn: International Press-in Association, *Press-in Retaining Structures: A Handbook*, 2021)

Đập Hồ chứa nước Kéo Coi bị sự cố nứt vỡ, rò rỉ nước. Do địa chất nền đất phức tạp nên các phương pháp gia cố, chống thấm truyền thống không hiệu quả. Vì vậy, các chuyên gia Nhật Bản đã nghiên cứu, đưa ra giải pháp sử dụng Công nghệ Press-in dạng khoan cắt để sửa chữa, khắc phục sự cố. Công ty Cổ phần HOPE E&C, đơn vị trực tiếp thi công công trình, mời các chuyên gia, các nhà quản lý trong lĩnh vực xây dựng tham quan, trực tiếp chứng kiến việc áp dụng Công nghệ Press-in dạng khoan cắt để khắc phục sự cố tại hiện trường Hồ chứa nước Kéo Coi. Đây là một cơ hội quý báu để trực tiếp tìm hiểu về Công nghệ Press-in tại Việt Nam. Vì vậy, VSSMGE đã hưởng ứng nhiệt tình lời mời tham từ phía Công ty Cổ phần HOPE E&C và tổ chức đoàn tham quan hiện trường (Hình 4).



Hình 4. Đoàn cán bộ, hội viên của VSSMGE tham quan hiện trường Hồ Kéo Coi.

Dưới đây là một số hình ảnh thi công tại công trình:





Hình 5. Một số hình ảnh thi công tại công trình.

Trực tiếp tham dự buổi giới thiệu về dự án khắc phục sự cố và chứng kiến quá trình thi công tại hiện trường, đoàn cán bộ, hội viên VSSMGE không chỉ tiếp thu được kiến thức mới trong quá trình thiết kế, giải pháp công nghệ tiên tiến mà còn trực tiếp chứng kiến quá trình kiểm soát chất lượng thi công công trình của nhà thầu xây dựng đến từ Nhật Bản.



GÓC NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

3D analysis of piled raft foundation for settlement and safety factor under varying conditions

Tính toán 3D độ lún và hệ số an toàn của móng bè cọc trong các điều kiện khác nhau

Lê Bá Vinh

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh. Email: lebavinh@hcmut.edu.vn

Trần Văn Tuấn

Khoa Xây dựng, Trường Bách khoa - Đại học Cần Thơ. E-mail: tvtuan@ctu.edu.vn

Trương Quỳnh Như

Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Kasetsart. E-mail: tquynhnhu29@gmail.com

Nguyễn Tuấn Thông

Trường Đại học Cần Thơ. E-mail: thongM4223019@gstudent.ctu.edu.vn

Abstract

Piled raft foundation is commonly used for many foundations particularly in heavy structures. This study investigates the effects of pile configuration, length, and load type on the bearing capacity, settlement, and safety factor of piled raft foundations in two layers of clayey soil in Ho Chi Minh City, Vietnam. A three-dimensional finite element analysis was performed using Plaxis 3D with a Mohr-Coulomb model under a 100 kPa vertical load. The model of piled raft with 70 piles and raft size of 20 m x 100 m was considered for three configurations and other effects. The results indicated that at 0.02 m settlement, the bearing capacities for regular, staggered, and 3-row configurations were 185.9 MPa, 165.3 MPa, and 86.3 MPa, respectively. Corresponding factor of safety were 30.75, 29.85, and 8.61, with settlements over 2 years being about 0.046 m for regular and staggered, and 0.162 m for 3-row. Furthermore, increasing pile length from 20 m, 30m to 50 m improved bearing capacity from 83.09 MPa to 176.3 MPa, reduced settlement from 0.98 m to 0.51 m, and increased safety factor from 12.90 to 24.59. The effect of vertical loading and combined vertical (100 kPa) and horizontal (200 kPa) loading, settlement in 15000 days increased significantly from 0.69 m to 7.00 m, and the factor of safety at 0.2 m settlement dropped from 5.409 to 3.402. This study highlights the importance of design parameters in piled raft performance and provides insight into optimizing foundation behavior under different conditions.

Keywords: 3D analysis, piled raft foundation, safety factor, settlement

Tóm tắt

Móng bè cọc thường được sử dụng cho nhiều loại móng, đặc biệt là trong các công trình lớn. Nghiên cứu này khảo sát ảnh hưởng của cấu hình cọc, chiều dài và các loại phân bố tải trọng đến sức chịu tải, độ lún và hệ số an toàn của móng bè cọc trong hai lớp đất sét tại thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam. Phân tích phần tử hữu hạn ba chiều được thực hiện bằng sử dụng Plaxis 3D với mô hình Mohr-Coulomb dưới tải trọng thẳng đứng 100 kPa. Mô hình móng bè cọc với 70 cọc và bè kích thước 20 m x 100 m được xem xét cho ba dạng cấu hình bố trí cọc và các điều kiện khác nhau. Kết quả chỉ ra rằng tại độ lún 0,02 m, sức chịu



tải của cấu hình đều, so le và 3 hàng lần lượt là 185,9 MPa, 165,3 MPa và 86,3 MPa. Hệ số an toàn là 30,75, 29,85 và 8,61 tương ứng với độ lún trong 2 năm là khoảng 0,046 m đối với cọc đều và cọc so le, và 0,162m đối với cọc 3 hàng. Hơn nữa, việc tăng chiều dài cọc từ 20m, 30m lên 50m đã tăng sức chịu tải từ 83,09 MPa lên 176,30 MPa, giảm độ lún từ 0,98m xuống 0,51m, và tăng hệ số an toàn từ 12,90 lên 24,59. Ảnh hưởng của tải trọng thẳng đứng và tải trọng kết hợp thẳng đứng (100kPa) và ngang (200kPa), độ lún trong 15000 ngày tăng đáng kể từ 0,69m lên 7,00m, và hệ số an toàn tại độ lún 0,2m giảm từ 5,409 xuống 3,402. Nghiên cứu này nhấn mạnh tầm quan trọng của các thông số thiết kế đối với hiệu suất của bè cọc và cung cấp thông tin chi tiết về tối ưu hóa ảnh hưởng của nền móng trong các điều kiện khác nhau.

Keywords: Phân tích 3D, móng bè cọc, hệ số an toàn, độ lún

Introduction

Piled raft foundations have emerged as an effective and economical solution for supporting heavy structures, particularly in soft or heterogeneous soils where traditional shallow foundations may fail to meet performance criteria. The concept integrates both the piles and the raft to share the applied loads, thereby enhancing bearing capacity and reducing settlement (Poulos, 2009). While the raft provides a large contact area with the soil, piles contribute additional stiffness and control differential settlement, making piled raft foundations advantageous for high-rise buildings, bridges, and offshore structures (Horikoshi & Randolph, 1999).

Numerous studies have investigated the behavior of piled raft foundations under various conditions. Factors such as pile configuration (including number, spacing, and layout), pile length, and type of loading (vertical, horizontal, or combined) significantly influence the performance of the system (Mandolini et al., 2005; Nguyen et al., 2013; Nasr and Sorour, 2016). However, many of these studies rely on simplified analytical or two-dimensional numerical models, which may not capture the full interaction mechanisms in three dimensions.

With the advancement of computational tools, three-dimensional finite element (3D FE) analysis has become a powerful method to model the complex soil–structure interaction in piled raft foundations more realistically. It allows for the detailed evaluation of bearing capacity, settlement behavior, and safety factors under various design configurations and loading scenarios (Lee and Jeong, 2010). Quang et al. (2021) investigated the effect of settlement on piled raft foundations for high-rise buildings in Ho Chi Minh City using Plaxis 3D. Modak and Singh (2022) investigated the influences of pile number, pile spacing, pile length, and loading intensity on the settlement using an analysis method with the Plaxis 3D software. Additionally, numerical models based on a 3D FE analysis were used to identify optimum design parameters of piled raft foundations (Alesmael and Ekmen, 2025).

The parametric factor was formulated based on the relationship between the impedance of the piled raft, and the pile foundation obtained by parametric numerical analyses in the frequency domain. This study aims to conduct 3D FE analysis to investigate the effects of pile configuration, pile length, and load type on the bearing capacity, settlement, and safety factor of piled raft foundations of Ho Chi Minh city. The findings are expected to provide deeper insights into the optimal design of piled raft foundation and enhance the understanding of their performance under different engineering conditions.

3D Finite element modeling

Material Properties

Two layers of clayed soils were modelled in the standardized Mohr-Coulomb model under undrained type. The soil properties were mostly obtained from borehole investigations conducted in Ho Chi Minh City. Both total stress analysis (TSA) and effective stress analysis (ESA) parameters were obtained from triaxial. The elastic modulus (E') values of ESA data were then determined using Eq. (1). Table 1 summarizes the material parameters used in the analysis.



Table 1 Soil and foundation structure parameters

| Parameter | Unit | Soil 1 | | Soil 2 | |
|---------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|
| | | TSA | ESA | TSA | ESA |
| Unsaturated Density | γ_{unsat} (kN/m ³) | 20.25 | 20.25 | 19.93 | 19.93 |
| Saturated Density | γ_{sat} (kN/m ³) | 20.25 | 20.25 | 19.93 | 19.93 |
| Elastic Modulus | E_s (MPa) | 8.33 | - | 39.44 | - |
| Elastic Modulus | E' (MPa) | - | 4.74 | - | 6.81 |
| Poisson's ratio | ν | 0.35 | 0.30 | 0.35 | 0.30 |
| Cohesion | c_{ref} (kN/m ²) | 136.0 | 9.80 | 162.0 | 4.2 |
| Friction angle | ϕ (°) | 3.09 | 28.0 | 2.47 | 31 |
| Dilation angle | ψ (°) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Permeabilities | k (m/day) | 5.50x10 ⁻³ | | 8.64x10 ⁻³ | |

TSA: total stress analysis; ESA: effective stress analysis

The raft was simulated using a plate element with a thickness of 2.0 m. The piles were modeled as embedded beam elements with a diameter of 1.0 m and a length of 30 m. The pile-soil interaction at the pile skin and the pile toe was considered to be layer-dependent. Furthermore, both the raft and pile materials were considered linear elastic with a rigid connection between them. The geometric configurations of the piled raft evaluated in the analysis are shown in Table 2.

Table 2 Properties of piled raft foundation

| Parameter | Unit | Pile | Raft |
|-----------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|
| Unit weight | γ (kN/m ³) | 0 | 0 |
| Elastic Modulus | E_s (MPa) | 3.0x10 ⁴ | 3.0x10 ⁴ |
| Poisson's ratio | ν | - | 0.15 |
| Pile length | L (m) | 30.00 | - |
| Number of piles | n | 70.00 | - |
| Diameter | d (m) | 1.00 | - |
| Thickness | T (m) | - | 2.00 |

Modeling of Piled Raft Foundation

A 3D FE-analysis was performed using Plaxis 3D to investigate the behavior of piled raft foundations subjected to a vertical load of 100 kPa. The analysis was conducted with a medium mesh and the \$K_0\$ procedure for initial stress generation. The typical 3D model implementation is indicated in Fig. 1. The model dimensions were set at 300 m (length) x 220 m (width) x 100 m (height). The model boundaries were fixed at the bottom and sides, preventing displacement in all directions. The total finite element mesh consisted of 8,416 elements and 15,947 nodes. The water level was assumed to be located at the ground surface.

The piled raft system consisted of a rectangular raft measuring 20 m x 100 m with a thickness of 2.0 m, supported by 70 piles with a length of 30.0 m. Three different pile arrangements were examined to investigate the influence of geometric configuration on the behavior of the piled raft foundation system. Fig. 2 shows the detailed different geometric configurations including regular, staggered and 3-row configurations.

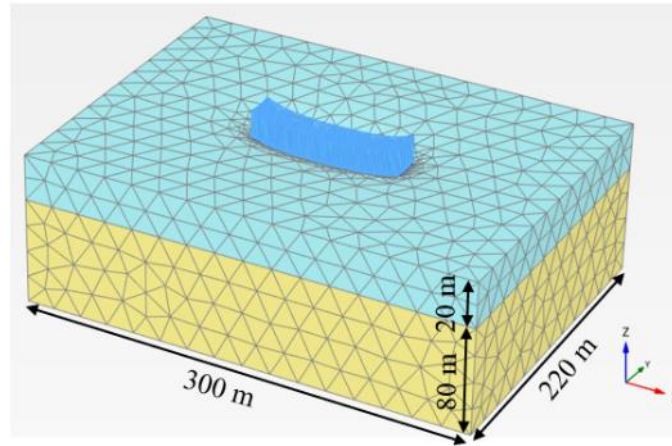


Fig.1 Typical 3D modeling in Plaxis 3D

Later, the initial analysis was extended by investigating three different configurations for the piles to specifically consider the effect of pile length and load type on the bearing capacity, settlement, and factor of safety of the piled raft foundation. This research explores various scenarios of pile length and dimension to determine the load contribution under an applied vertical loading of 100 kPa.

The analysis also investigated the effects of varying pile length (20 m, 30 m, and 50 m) and load type, including a dedicated vertical load of 200 kPa and a combined vertical and horizontal load (100 kPa vertical and 100 kPa horizontal).

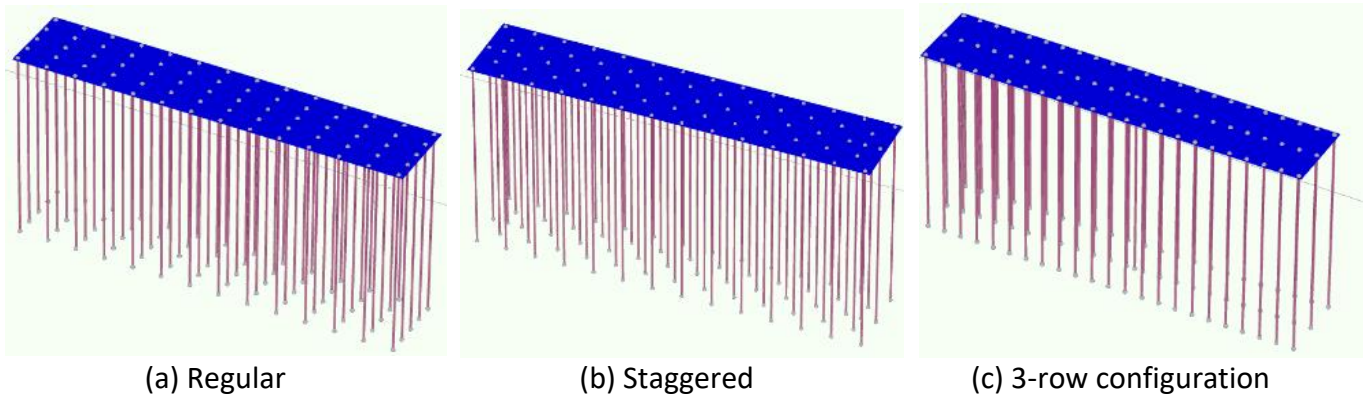


Fig.2 Three types of configurations

Results and Discussions

Effect of Configuration on Piled Raft

Bearing capacity

Fig. 3 indicated the variation in bearing capacity corresponding to a uniform settlement of 0.02 m for the three different pile configurations. The results show a significant difference in performance among the configurations. The regular configuration achieved the highest bearing capacity at 185.9 MN, followed by the staggered configuration at 165.3 MN, while the 3-row configuration demonstrated the lowest bearing capacity of 46.3 MN.

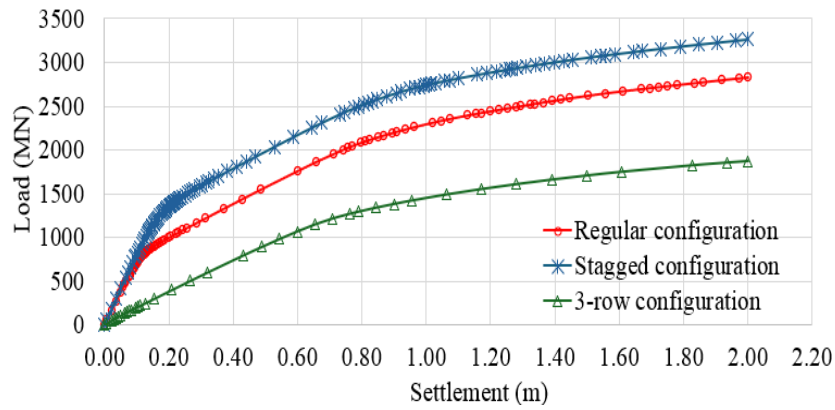


Fig.3 Bearing capacity of piled raft in three configurations

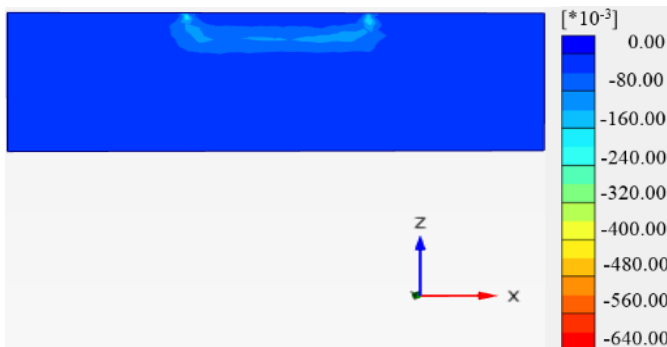
Fig.4. indicates the failure zone corresponding to the ultimate bearing capacity load. The failure zone was taken as the total principal strain. It showed the developed failure zone without bottom and both of side boundaries. The results demonstrated that the bearing capacity was not affected by the boundary conditions.



Total principal strain ϵ_1 (scaled up 50.0 times)
 Maximum value = $-0.01178 \cdot 10^{-3}$
 Minimum value = -0.1822
 (a) Regular



Total principal strain ϵ_1 (scaled up 50.0 times)
 Maximum value = $-0.01020 \cdot 10^{-3}$
 Minimum value = -0.2818
 (b) Staggered



Total principal strain ϵ_1 (scaled up 50.0 times)
 Maximum value = $-0.01439 \cdot 10^{-3}$
 Minimum value = -0.1821
 (c) 3-row configuration

Fig.4 Failure zone (total principal strain)

Settlement

The settlements of regular and staggered piled arrangements within 2 years were about 0.046 m while about 0.162 m for the 3-row arrangement, as shown in Fig.5. These results emphasize the importance of pile arrangement in controlling time-dependent settlement behavior in piled raft foundations.



Factor of safety

The factor of safety of the regular, staggered and 3-row configurations were 30.75, 29.85 and 8.61 respectively, as indicated in Fig. 6.

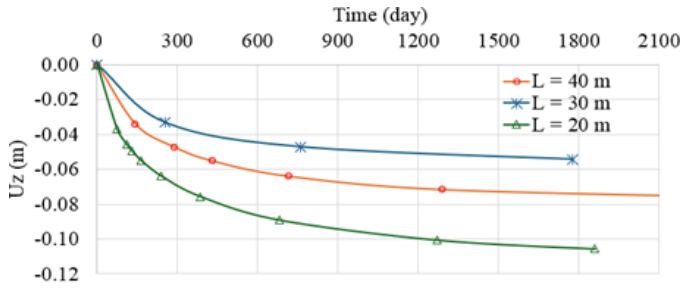


Fig. 5 Settlement of piled raft in three configurations

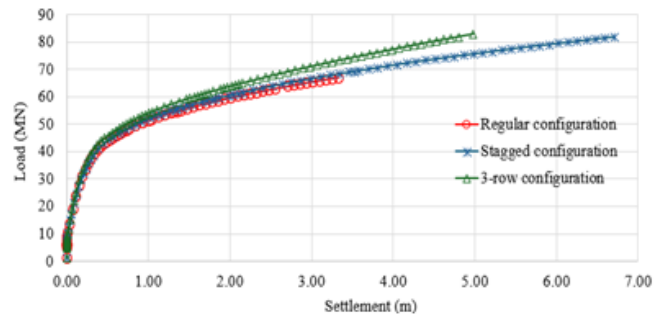


Fig. 6 Factor of safety in three configurations

Parametric Study

The behavior was evaluated of a piled raft for the foundation by analyzing varying the length of piles, and load type include vertical with 200 kPa and horizontal combined vertical applied loads.

Effect of the length of piles

Fig. 7 shows the relationship between pile length and bearing capacity at a settlement of 0.02 m. The results clearly show that the bearing capacity increases significantly with longer pile lengths. The piled length was changed from 20 m, 30 m and 50 m, the bearing capacity were 83.09 MPa, 125.05 MPa and 176.33 MPa, respectively.

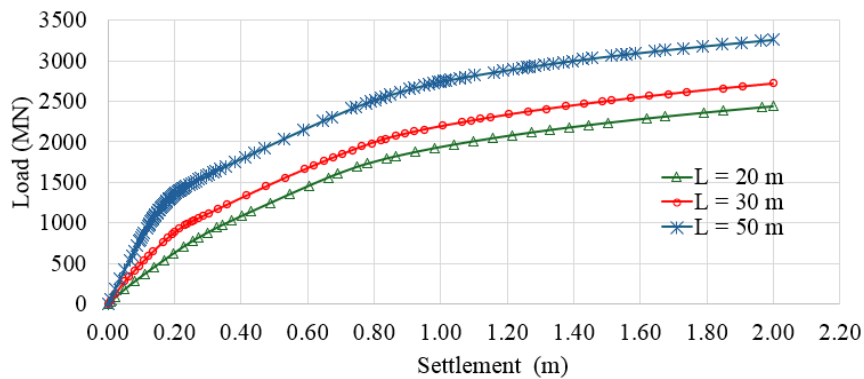


Fig. 7 Effect of piled length on bearing capacity

On the other hand, the settlements in 1200 days decreased 0.98 m, 0.72 m and 0.51 m with increasing pile length of 20, 30 and 50 m, as shown in Fig. 8. While the factor of safety was increased as 12.90, 13.29 and 24.59 respectively (Fig. 9). Therefore, the longer pile was most reasonable to achieve the minimal settlement.

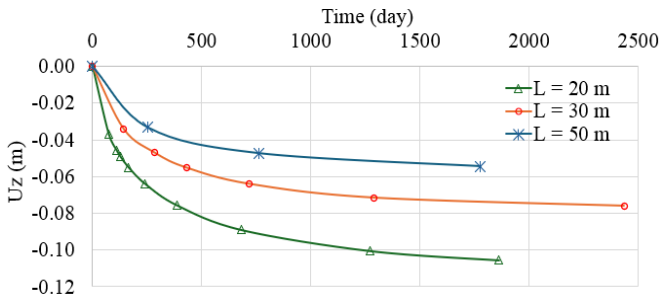


Fig. 8 Effect of piled lengths on settlement

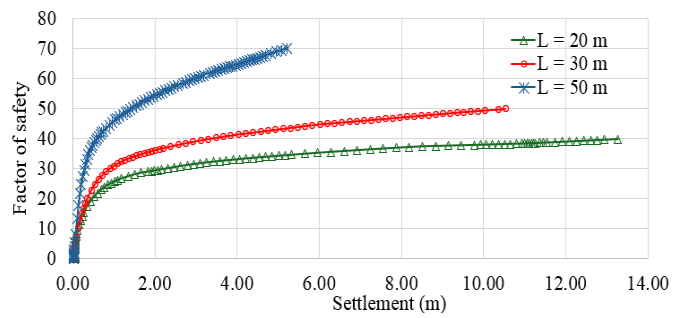


Fig. 9 Effect of piled length on factor of safety

Effect of load type

The results from the effect of applied load include vertical load of 200 kPa and combined horizontal – vertical loads of 100 kPa are shown in Fig. 10 and 11. Under vertical loading alone, settlement was 0.69 m. When combined vertical and horizontal loads were applied, settlement increased to 0.72 m. The factor of safety at settlement of 0.2 m decreased from 14.45 to 13.20 (Fig. 11).

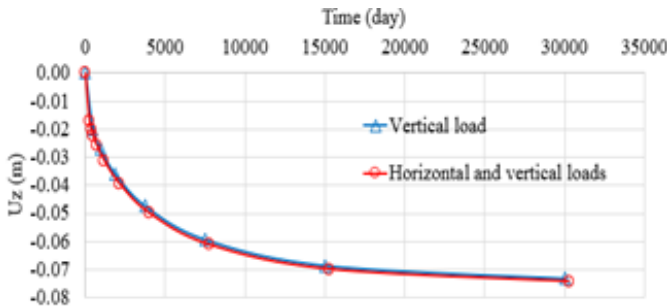


Fig. 10 Effect of horizontal and vertical load on settlement

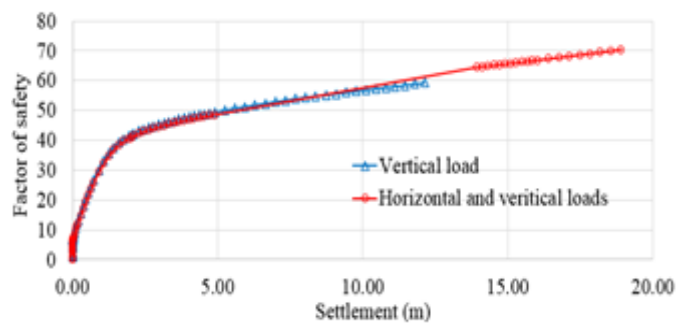


Fig. 11 Effect of horizontal and vertical load on factor of safety

Conclusion

In this study, 3D FE analyses were conducted to evaluate the performance with different configurations, pile lengths, and loading conditions of piled raft foundations in Ho Chi Minh City, Vietnam. The bearing capacity, settlement, and corresponding factor of safety were analyzed in detail. The main conclusions:

The regular and staggered configurations provided higher bearing capacity (up to 185.9 MPa) and lower settlement (approximately 0.046 m) than the 3-row configuration. Increasing the pile length from 20 m to 50 m significantly improved bearing performance and safety, while reducing settlement. Under combined vertical and horizontal loading, the settlement increased from 0.69 m to 7.00 m, and the safety factor dropped from 5.409 to 3.402 compared to vertical loading alone.

This study highlights the importance of considering both pile arrangement and pile length when designing piled raft foundations. Furthermore, since combined vertical and horizontal loading conditions lead to higher settlement and lower safety of factor, horizontal loads should be explicitly included in practical design to ensure stability and structural safety.

References

- [1] Poulos H.G., Piled raft foundations: design and applications, Géotechnique, Vol. 51, No. 2, 2009, pp.95–113.
- [2] Horikoshi K., and Randolph M.F., Estimation of overall settlement of piled rafts, Soils and foundations, Japanese Geotechnical Society, Vol. 39, No. 2, 1999, pp.59–68.
- [3] Mandolini A., Russo G., and Viggiani C., Pile foundations: Experimental investigations, analysis and design, XVI ICSMGE, Vol. 1, 2005, Osaka, pp.137–149.



- [4] Nguyen D.D.C., Jo S., and Kim D., Design method of piled-raft foundations under vertical load considering interaction effects, *Computers and Geotechnics*, Vol. 47, 2013, pp. 16–27.
- [5] Nasr N.E., and Sorour T.M., 3-D Analysis of a Piled-Raft Foundation Subjected to Vertical and Lateral Loads, *Fourth Geo-China International Conference, ACSE*, 2016, pp. 193-200.
- [6] Lee J., Kim Y., and Jeong S., Three-dimensional analysis of bearing behavior of piled raft on soft clay, *Computers and Geotechnics*, Vol. 37, 2010, pp.103–114.
- [7] Quang H.T., Amornfa K., and Tuan V.T., Piled raft - an effective foundation design method for high-rise buildings in Ho Chi Minh city, Viet Nam, *International Journal of GEOMATE*, Vol. 21, Issue 87, 2021, pp.102-109.
- [8] Modak R., and Singh B., A parametric study of large piled raft foundations on clay soil, *Ocean Engineering*, Vol. 262, 2022.
- [9] Alesmael A., and Ekmen A.B., Artificial intelligence supported optimization of piled raft foundations based on three-dimensional finite element analyses, *Structures*, Vol. 77, 2025.
- [10] Dang T.X., Nguyen T.A., Nguyen P.T., and Tran H.V.T., Enhancing soil elastic modulus estimation through derivative calculations and consolidation test, *International Journal of GEOMATE*, Vol. 27, Issue 121, 2024, pp. 77-84.
- [11] Plaxis bv P.O. Box 572 A.D., Netherlands, *Plaxis 3D Manual-Material Models Manual*. 2023: Netherlands.
- [12] German House Project, Ho Chi Minh city, Vietnam. 2014, Vietnam.



Ứng dụng phương pháp phần tử hữu hạn và mạng nơ-ron truyền thẳng trong đánh giá hiệu quả gia cố nền đất yếu bằng trụ đất xi măng (CDM): Nghiên cứu điển hình công trình hố đào khu vực Nhà Bè, thành phố Hồ Chí Minh

Application of the Finite Element Method and Feedforward Artificial Neural Network in Evaluating the Effectiveness of Cement Deep Mixing (CDM) Ground Improvement: Case Study of the Deep Excavation Project in Nhà Bè, Ho Chi Minh City

Đỗ Thanh Hải

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh. Email: dthai@hcmut.edu.vn

Lê Minh Hoàng

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh. Email: hoang.leminh03@hcmut.edu.vn

Trần Minh Nhựt

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh. Email: nhut.tran03@hcmut.edu.vn

Tóm Tắt

Nghiên cứu trình bày giải pháp lựa chọn số liệu trụ đất xi măng (CDM) cho hố đào có tường cừ Larsen trong điều kiện đất yếu khu vực Nhà Bè, TP. Hồ Chí Minh. Mạng nơ-ron truyền thẳng (MLP) được huấn luyện trên 1.065 mẫu cấp phối và chỉ tiêu đất để dự đoán cường độ nén không thoát nước (MAE \approx 138,9 kPa; RMSE \approx 361,4 kPa; MAPE \approx 38,9%), trong đó giá trị qu dự báo (\approx 0,97 MPa) được tích hợp vào PLAXIS 2D để mô phỏng phương án CDM với tỷ lệ gia cố 25%, cọc đường kính 1 m, đỉnh -6,7 m và mũi -14,7 m theo giả thiết nền tương đương. So với nền chưa gia cố, mô phỏng cho thấy chuyển vị ngang lớn nhất của tường giảm từ 0,3843 m xuống 0,05471 m (\approx 85%), mô-men uốn cực đại giảm từ \sim 773,3 kNm/m xuống \sim 109,2 kNm/m (\approx 86%), lực nén lớn nhất trong thanh chống giảm từ \sim 1783,8 kN xuống \sim 506,44 kN (\approx 72%), lún nền ngoài hố giảm từ \sim 0,3411 m xuống \sim 0,05234 m (\approx 85%) và trồi đáy từ \sim 0,3021 m xuống \sim 0,0205 m (\approx 93%). Giải pháp đồng thời hỗ trợ sàng lọc nhanh kịch bản và tối ưu phương án CDM, giảm đáng kể nhu cầu thí nghiệm. Các kết quả nghiên cứu này có thể tham khảo để đánh giá chi phí khi gia cố bằng CDM với sử dụng tường vây barret, qua đó định hướng lựa chọn phương án hiệu quả kinh tế.

Abstract

This study presents an approach for selecting CDM data for excavations supported by Larsen sheet piles under the soft-soil conditions of Nha Be. A feedforward neural network (MLP) was trained on 1,065 samples of mix proportions and soil indices to predict the undrained compressive strength (MAE \approx 138.9 kPa; RMSE \approx 361.4 kPa; MAPE \approx 38.9%). The predicted strength value (\approx 0.97 MPa) was then integrated into PLAXIS 2D to simulate the CDM scheme with a 25% improvement ratio, 1-m column diameter, top elevation -6.7 m, and toe elevation -14.7 m, based on the equivalent-ground assumption. Compared with the untreated ground, the simulations show that the maximum lateral wall displacement decreases from 0.3843 m to 0.05471 m (\approx 85%), the peak bending moment decreases from \sim 773.3 kNm/m to \sim 109.2 kNm/m (\approx 86%), and the maximum axial force in the struts decreases from \sim 1783.8 kN to \sim 506.44 kN (\approx 72%). The ground settlement outside the excavation decreases from \sim 0.3411 m to \sim 0.05234 m (\approx 85%), while base heave reduces from \sim 0.3021 m to \sim 0.0205 m (\approx 93%). The method also supports rapid scenario screening and optimization of the CDM solution, significantly reducing the need for laboratory testing. The



results serve as a basis for the cost-assessment problem when comparing CDM improvement and Barrette diaphragm walls, thereby guiding the selection of the economically efficient option.

Keywords: trụ đất xi măng (CDM), hố đào Nhà Bè, mạng nơ-ron MLP, phương pháp phần tử hữu hạn, biến dạng tường cừ Larsen

Đặt vấn đề

Khu vực Nhà Bè, Tp Hồ Chí Minh phát triển trên trầm tích Holocene mềm-rất mềm, có sức kháng/khả năng chịu tải thấp, khiến nền đất dễ biến dạng và kém ổn định khi thi công hố đào hoặc công trình ngầm (Ngo et al. 2021). Ở quy mô đô thị, hiện tượng lún mặt đất tại TP.HCM đã được định lượng bằng kỹ thuật InSAR (PSI/DS-InSAR): phân tích chuỗi ảnh ALOS (2006–2010) cho thấy tốc độ lún trung bình khoảng -8 mm/năm, cực đại xấp xỉ -70 mm/năm, tập trung ven sông Sài Gòn và khu vực phía tây-tây nam; khai thác nước ngầm được nhận diện là nguyên nhân trọng yếu, kéo theo rủi ro ngập tăng cao (Dinh et al. 2015). Bổ sung cho bức tranh này, PSI từ Sentinel-1 (2017–2019) ghi nhận vận tốc lún trung bình ~3.3 mm/năm, với cực đại địa phương tới khoảng 5.3 cm/năm ở các quận/huyện ven đô như Nhà Bè, Thủ Đức, Bình Tân (Duffy et al. 2020).

Kinh nghiệm thực địa về đào sâu trong đất mềm TP.HCM cho thấy chuyển vị tường vây và biến dạng nền có thể đáng kể, phụ thuộc điều kiện địa chất-thủy văn, cấu hình hệ chống và trình tự thi công. Tổng quan các ca điển hình nhấn mạnh nhu cầu hiệu chỉnh tham số địa phương và ứng dụng mô hình đất tiên tiến để kiểm soát biến dạng qua mô phỏng số (Nguyen and Phienwej 2016). Trên cơ sở đó, tham số mô hình Hardening Soil (HSM) dành cho đất sét mềm TP.HCM đã được xác định từ thí nghiệm chất lượng cao và khuyến nghị sử dụng trong phân tích hố đào và dự báo chuyển vị (Nguyen and Phienwej 2019).

Trong các biện pháp cải thiện nền, trộn sâu xi măng (CDM/DM) được ghi nhận tăng cường độ và độ cứng của đất sét mềm; thí nghiệm trên đất mềm khu vực Nhà Bè và các nghiên cứu trong vùng Đồng bằng sông Cửu Long đều cho thấy cải thiện rõ rệt qu khi ổn định bằng xi măng, củng cố cơ sở lựa chọn CDM để giảm biến dạng cho hố đào có chống trong điều kiện đất yếu vùng TP.HCM (Do et al. 2023; Ngo et al. 2021)

Từ bối cảnh trên, nghiên cứu này hướng tới một quy trình “data-to-design” có thể tái lập: (i) dự báo qu đất-xi măng từ dữ liệu bảng (cấp phối, chỉ tiêu đất) bằng mô hình học máy phù hợp; (ii) tích hợp các giá trị dự báo vào phân tích phần tử hữu hạn (PLAXIS 2D).

Cơ sở lý thuyết sử dụng phân tích

Giới thiệu mạng nơ ron nhân tạo truyền thẳng

Mạng nơ-ron truyền thẳng FFNN (hay MLP) là lớp mô hình học sâu trong đó tín hiệu đi một chiều từ lớp vào qua các lớp ẩn tới lớp ra, không có vòng lặp hay trạng thái theo thời gian; đây chính là khuôn mẫu “deep feedforward networks” trình bày trong giáo trình *Deep Learning* của Goodfellow et.al (Ian et al. 2016). Một MLP điển hình gồm **lớp vào**, **k lớp ẩn**, và **lớp ra**. Tại lớp l , phép biến đổi là:

$$h^{(l)} = \phi(W^{(l)}h^{(l-1)} + b^{(l)}), l = 1, \dots, k,$$

Trong đó $\phi(\cdot)$ là hàm kích hoạt (ví dụ ReLU/tanh), $W^{(l)}, b^{(l)}$ là trọng số và độ lệch; lớp ra dùng ánh xạ tuyến tính cho bài toán hồi quy (Ian et al. 2016). Với kiến trúc đủ số lớp/nút ẩn và hàm kích hoạt phi tuyến thích hợp, MLP có khả năng xấp xỉ các ánh xạ (hàm) bất kỳ trên không gian hữu hạn chiều đến sai số mong muốn - kết quả “xấp xỉ phổ quát” kinh điển của (Hornik et al. 1989). Việc huấn luyện FFNN dựa trên thuật toán lan truyền ngược (backpropagation) để tính gradient hiệu quả qua các lớp cột mốc do (Rumelhart et al. 1986) đặt nền tảng kết hợp các phương pháp hạ dốc ngẫu nhiên hiện đại. Trong thực hành, tối ưu thích nghi Adam thường được dùng nhờ ước lượng moment của gradient giúp hội tụ ổn định hơn trên nhiều bài toán; thuật toán và phân tích gốc được mô tả từ (Kingma 2014).

Đối với bài toán của nghiên cứu này - hồi quy phi tuyến trên dữ liệu bảng (các đặc trưng cấp phối xi măng-nước-đất và chỉ tiêu cơ lý để dự báo q_u) - FFNN phù hợp vì không đòi hỏi cấu trúc chuỗi/không gian, có thể học quan hệ phi tuyến phức tạp; các thực hành như chuẩn hoá đặc trưng đầu vào, chọn hàm



kích hoạt rectifier, và đánh giá bằng MAE/RMSE/R² là những khuyến nghị phổ quát trong khuôn khổ deep feedforward networks.

Mô tả cơ sở dữ liệu

Bộ dữ liệu của nghiên cứu gồm 1.065 mẫu thí nghiệm trộn sâu xi măng (CDM) được tổng hợp từ nhiều công trình nghiên cứu trong và ngoài nước. Các biến đầu vào bao quát thành phần hạt (tỷ lệ sét, phần hạt mịn), các tính chất vật lý của đất (tỷ trọng hạt, dung trọng, độ ẩm, hệ số rỗng, độ bão hòa), chỉ tiêu cơ lý (góc ma sát trong, lực dính, giới hạn chảy, giới hạn dẻo, chỉ số dẻo) cùng thông số công nghệ trộn (tỷ lệ nước, hàm lượng xi măng) và tuổi mẫu. Biến mục tiêu là cường độ nén của đất–xi măng tại hai mốc 3 ngày và 28 ngày. Dữ liệu chủ yếu ở dạng số liên tục, có khả năng xuất hiện giá trị khuyết/ngoại lai và phân bố cường độ lệch (nhiều mẫu yếu, ít mẫu mạnh), do đó cần quy trình tiền xử lý chặt chẽ (làm sạch, chuẩn hóa, xử lý ngoại lai/mất cân bằng) và chiến lược huấn luyện–đánh giá phù hợp để bảo toàn tính đại diện và giảm thiên lệch mô hình.

Phương pháp nghiên cứu

Các bước hiện thực bài toán dự đoán bằng mạng nơ ron nhân tạo truyền thẳng

- **Bước 1: Tiền xử lý số liệu và chia dữ liệu**

Dữ liệu thí nghiệm CDM ban đầu được đọc từ file CSV và tiến hành tiền xử lý để loại bỏ giá trị khuyết, chuẩn hóa định dạng số liệu (chuyển dấu phẩy thành dấu chấm, ép về dạng số) và thay thế các giá trị rỗng nhằm tránh lỗi khi huấn luyện mô hình. Sau đó, dữ liệu được tách thành hai phần: tập đặc trưng (features) gồm các thông số đất – xi măng – nước và tập mục tiêu (target) là cường độ nén theo tuổi mẫu thí nghiệm. Tiếp theo, dữ liệu được chia theo tỷ lệ 60% dùng cho huấn luyện và 40% dùng cho kiểm thử, đảm bảo phân phối ngẫu nhiên và có thể tái lập kết quả. Cuối cùng, các tập train và test được lưu thành các tập CSV riêng biệt để phục vụ cho bước huấn luyện và đánh giá mô hình ở các phần tiếp theo

- **Bước 2: Huấn luyện mô hình**

Quy trình huấn luyện mô hình dự đoán cường độ nén của mẫu đất – xi măng theo tuổi thí nghiệm được tiến hành dựa trên dữ liệu đầu vào từ các tập CSV. Các thông số đặc trưng được chuẩn hóa bằng phương pháp StandardScaler, đưa toàn bộ dữ liệu về cùng một thang đo nhằm hỗ trợ quá trình huấn luyện nhanh và ổn định hơn. Sau đó, nhóm sử dụng mô hình TabularNN – một mạng nơ-ron truyền thẳng nhiều lớp (MLP) với cấu trúc gồm hai lớp ẩn có số nút lần lượt là 128 và 64, kết hợp hàm kích hoạt ReLU để trích rút và học đặc trưng. Quá trình huấn luyện được thực hiện trên máy tính thông thường, với dữ liệu được chia thành các lô nhỏ (batch = 64), sử dụng hàm mất mát MSE và bộ tối ưu Adam cùng tốc độ học 1e-3. Huấn luyện được lặp lại trong 2000 vòng, và trong suốt quá trình, mô hình tốt nhất (có sai số nhỏ nhất) sẽ được lưu lại dưới dạng tệp .pt, đồng thời bộ chuẩn hóa dữ liệu cũng được lưu để phục vụ cho giai đoạn dự đoán. Bên cạnh đó, các thông tin quan trọng như tên đặc trưng đầu vào, đầu ra và sai số nhỏ nhất cũng được ghi lại trong tệp meta, đảm bảo tính toàn vẹn và khả năng tái sử dụng mô hình ở các bước kiểm tra và ứng dụng tiếp theo.

| | | |
|------------|--|-------------------|
| Epoch 1800 | | loss=40517.713705 |
| Epoch 1850 | | loss=40746.279750 |
| Epoch 1900 | | loss=40306.150740 |
| Epoch 1950 | | loss=40363.039081 |
| Epoch 2000 | | loss=40166.560314 |

Hình 1. Kết quả huấn luyện



Quá trình huấn luyện được chạy đến 2000 epoch. Tuy nhiên, từ khoảng epoch 1800 trở đi, giá trị hàm mất mát gần như không thay đổi nhiều, luôn dao động quanh ~40.000 (Hình 1). Điều này cho thấy mô hình đã ổn định, việc huấn luyện thêm không giúp cải thiện kết quả mà chỉ tốn thời gian. Vì vậy, có thể dừng sớm ở khoảng 2000 epoch là hợp lý.

• **Bước 3: Đánh giá mô hình**

Chương trình tiến hành kiểm tra và đánh giá mô hình TabularNN đã được huấn luyện trước đó bằng bộ dữ liệu kiểm tra độc lập. Dữ liệu đặc trưng và giá trị mục tiêu thực tế được nạp từ các tệp CSV, sau đó được chuẩn hóa bằng bộ scaler đã lưu để đảm bảo tính nhất quán. Mô hình TabularNN được khởi tạo, nạp trọng số từ quá trình huấn luyện và chuyển sang chế độ dự đoán để tính toán kết quả. Các giá trị dự đoán thu được được so sánh với giá trị thực tế thông qua các chỉ số đánh giá gồm MAE, MSE, RMSE, R² và MAPE, phản ánh mức độ sai số và khả năng mô hình giải thích dữ liệu. Toàn bộ kết quả, bao gồm cả giá trị thực tế và dự đoán, được lưu vào tệp predictions.csv nhằm phục vụ cho phân tích và báo cáo sau này.

• **Bước 4: Quy trình dự đoán**

Chương trình thực hiện dự đoán giá trị cường độ nén từ dữ liệu đầu vào mới dựa trên mô hình TabularNN đã được huấn luyện trước đó. Dữ liệu cần dự đoán được nạp từ tệp CSV và được chuẩn hóa bằng bộ scaler đã lưu trong quá trình huấn luyện, đảm bảo tính thống nhất với dữ liệu ban đầu. Sau đó, mô hình TabularNN được khởi tạo, nạp trọng số và chuyển sang chế độ dự đoán để tính toán kết quả. Các giá trị dự đoán được xuất ra tệp predictions_ketqua.csv với tên cột được xác định rõ ràng, giúp thuận tiện cho việc lưu trữ, phân tích và ứng dụng thực tiễn.

Các bước hiện thực bài toán bằng mô hình Plaxis 2D

• **Bước 1: Khai báo thông số mô hình**

Thông số đất nền dựa trên hồ sơ địa chất khu dân cư xã Phước Kiển khu vực Nhà Bè thành phố Hồ Chí Minh.

Bảng 1 Thông số đất nền và giao diệnja bài toán (soil and interfaces)

| Đặc trưng Output factor | Đơn vị | Lớp 2 | Lớp 3 | Lớp 4 | Lớp 5 | Lớp 6 |
|--------------------------------|-------------------|--|--|------------------------------|--|--|
| Comment | Non | Lớp bùn sét, màu xám xanh đen, trạng thái chảy | Lớp sét bụi, sét pha, màu xám xanh đen dẻo mềm | Lớp cát pha màu xám xanh đen | Lớp sét pha bụi, màu xám xanh, dẻo cứng - nửa cứng | Lớp cát hạt trung - thô lẫn sét, màu xám trắng, xám vàng |
| Soil model Mô hình | Non | Hardening Soil | Hardening Soil | Hardening Soil | Hardening Soil | Hardening Soil |
| Drained type Loại ứng xử | Non | Undrained A | Undrained A | Drained | Undrained A | Undrained A |
| Độ ẩm | | 80.74 | 23.89 | 19.58 | 19.97 | 15.11 |
| Gs | | 2.63 | 2.68 | 2.66 | 2.66 | 2.66 |
| Bề dày | m | 17.2 | 13.2 | 6.8 | 4.1 | 2.6 |
| Tọa độ | | 0- (-17.2) | (-17.2) | (-30.4) | (-37.2) | (-41.3) |
| | | | - | - | - | - |
| | | | (-30.4) | (-37.2) | (-41.3) | (-46) |
| γ_{unsat} | kN/m ³ | 14.73 | 18.8 | 19.43 | 19.33 | 19.73 |
| γ_{sat} | kN/m ³ | 14.82 | 19.45 | 19.99 | 20.25 | 20.59 |
| e _{init} - hệ số rỗng | Non | 2.19 | 0.71 | 0.6 | 0.56 | 0.51 |
| n _{init} | Non | 0.69 | 0.42 | 0.38 | 0.36 | 0.34 |

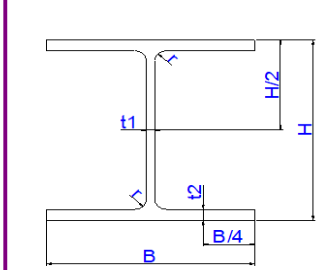
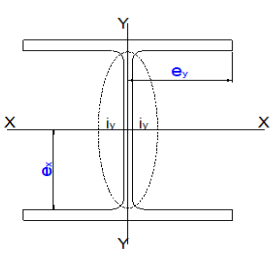


| | | | | | | |
|------------------------------------|----------|--------|-------|----------|--------|----------|
| $k_x = k_y$ | m/day | 550.37 | 11.57 | 31363.56 | 212.46 | 59187.23 |
| φ' | độ | 2.63 | 6.9 | 26.86 | 13.26 | 26.16 |
| c' | kN/m^2 | 10 | 20.43 | 7.26 | 18.59 | 11.36 |
| ψ | độ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| v_u | | 0.495 | 0.495 | 0.495 | 0.495 | 0.495 |
| v_{ur} | - | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| $E'_{50}{}^{ref}$ | | 1000 | 13000 | 15000 | 10000 | 26000 |
| $E'_{oed}{}^{ref}$ | | 1000 | 13000 | 15000 | 10000 | 26000 |
| $E'_{ur}{}^{ref}=3E'_{50}{}^{ref}$ | | 3000 | 39000 | 45000 | 30000 | 78000 |
| R_{inter} | | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.5 |

Bảng 2. Thông số hệ shoring – kingpost (beam)

CHỌN THÉP:

H400x400

| CÁC KÍCH THƯỚC CHUẨN (mm) | | | | Diện tích MCN (cm ²) | Khối lượng (kg/m) | Mô men quán tính (cm ⁴) | | Bán kính quán tính (cm) | | Mô men kháng uốn (cm ³) | |
|---------------------------|----|----|----|----------------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------|-------------------------|------|-------------------------------------|------|
| HxB | t1 | t2 | r1 | | | Ix | Iy | ix | iy | Zx | Zy |
| H400X400 | 13 | 21 | 22 | 218.7 | 172 | 66600 | 22400 | 17.5 | 10.1 | 3330 | 1120 |

Bảng 3 Thông số cừ Larsen (plates)

| Loại cừ | Đặc trưng | Ký hiệu | Giá trị | Đơn vị |
|-----------------------------|-----------------------------|----------|--------------------|----------|
| FSP-IV | Chiều cao quy đổi của tường | d | 0.1667 | m |
| | Module đàn hồi theo trục 1 | E_1 | 21×10^7 | kN/m^2 |
| | Module đàn hồi theo trục 2 | E_2 | 10.5×10^6 | kN/m^2 |
| | Module cắt trong mặt phẳng | G_{12} | 10.5×10^6 | kN/m^2 |
| | Module cắt ngoài mặt phẳng | G_{13} | 5.1×10^6 | kN/m^2 |
| | Module cắt ngoài mặt phẳng | G_{23} | 1.53×10^6 | kN/m^2 |
| | Khối lượng riêng | g | 11.42 | kN/m^3 |
| | Khả năng chịu uốn của tường | [M] | 476.7 | kNm |
| Khả năng chịu cắt của tường | [Q] | 1318 | kN | |

- Bước 2: Thông số đất nền tương đương

Gia cố CDM với đường kính $d=1m$, cao độ đỉnh -6.7, cao độ đáy -14.7

Để đơn giản tính toán coi các hàng cọc CDM gia cố là hình chữ nhật bề rộng 1m, chiều dài bố trí theo mặt bằng. Kết quả tính toán thu được diện tích gia cố $a=25\%$ (



Hình 2).

Theo mục 3.1 trong tài liệu của Nguyễn Viết Trung & Vũ Minh Tuấn (Cọc đất xi măng – Phương pháp gia cố nền đất yếu), khi tỷ lệ gia cố CDM vượt khoảng 20% có thể giả định đất nền và cọc cùng tham gia chịu lực (Nguyễn and Vũ 2010). Trên cơ sở đó, mặt bằng gia cố được mô hình hoá theo nền tương đương; các thông số tương đương được xác định như sau:

$$\begin{aligned} \gamma &= a_s * \gamma_1 + (1 - a_s) * \gamma_2 \\ c &= a_s * c_1 + (1 - a_s) * c_2 \\ \varphi &= a_s * \varphi_1 + (1 - a_s) * \varphi_2 \\ E &= a_s * E_1 + (1 - a_s) * E_2 \end{aligned}$$

Trong đó:

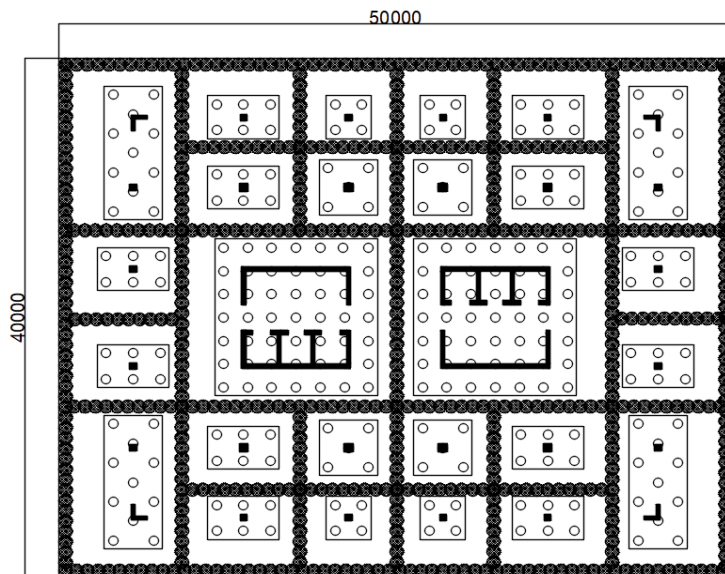
$\gamma, \gamma_1, \gamma_2$: Trọng lượng riêng của đất nền tương đương, trụ đất xi măng, đất nền

c, c_1, c_2 : Lực dính của đất nền tương đương, trụ đất xi măng, đất nền

$\varphi, \varphi_1, \varphi_2$: Góc ma sát trong của đất nền tương đương, trụ đất xi măng, đất nền

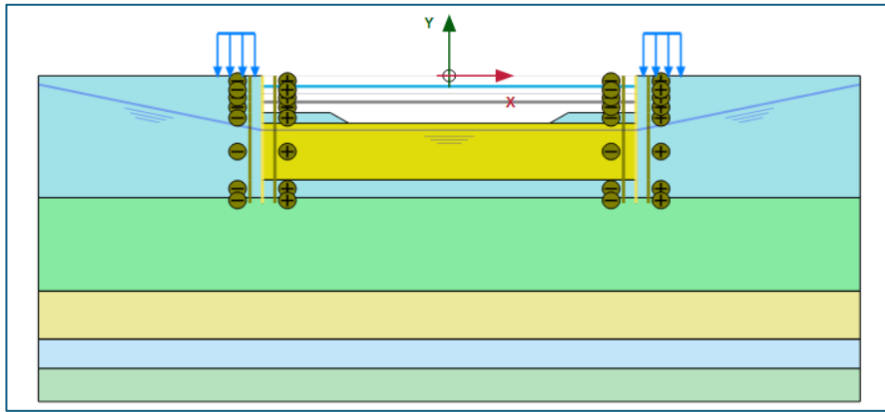
E, E_1, E_2 : Mô đun đàn hồi của đất nền tương đương, trụ đất xi măng, đất nền

a_s : Tỷ lệ diện tích cải tạo (là tỷ lệ giữa diện tích xi măng đất trên diện tích nền cải tạo)



Hình 2. Mặt bằng bố trí CDM

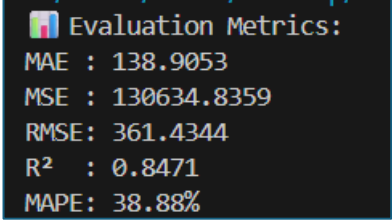
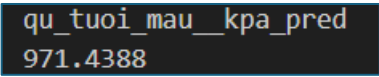
- Bước 3: Thiết lập trình tự thi công
Thi công hạ MNN từ -4.7m xuống -7.7m. Sau đó thi công đào đất đợt 3 đến cao độ -6.7m (Error! Reference source not found.).



Hình 3. Thi công đào đất đợt 3 đến cao độ -6.

Kết quả phân tích mô hình

Kết quả đánh giá mô hình và kết quả dự đoán của mô hình

| | |
|--|--|
|  |  |
| Hình 4. Kết quả đánh giá mô hình | Hình 5. Kết quả dự đoán |

Hình 4. Kết quả đánh giá mô hình bao gồm các chỉ số đánh giá mô hình MLP trên tập kiểm tra: MAE = 138.91 kPa, RMSE = 361.43 kPa, R² = 0.847, MAPE = 38.88%. Đơn vị lực: kPa; MSE tính theo (kPa)². Sai số tương đối còn cao ở một số cấu hình trộn (thể hiện qua RMSE > MAE), cần kiểm tra ngoại lai và hiệu chỉnh theo dữ liệu địa phương trước khi dùng cho thiết kế.

Với bộ thông số đất của lớp 2 và hàm lượng xi măng 250 kg/m³, mô hình MLP dự báo $q_u = 971.44$ q u =971.44 kPa (Hình 5. Kết quả dự đoán). Đây là mức cường độ đặc trưng của soil-cement tạo bởi CDM, vượt trội so với nền tự nhiên và phản ánh rõ rệt hiệu quả tăng độ cứng-sức kháng sau xử lý. Kết quả này đủ tin cậy cho bước sàng lọc thiết kế và làm cơ sở đặt tham số đầu vào cho mô phỏng biến dạng-nội lực.

Thông số đất nền tương đương

Kết quả đất nền tương đương khi gia cố CDM với $q_u=0.971$ MPa và tỷ lệ gia cố 25%

Bảng 4 Thông số đất nền tương đương

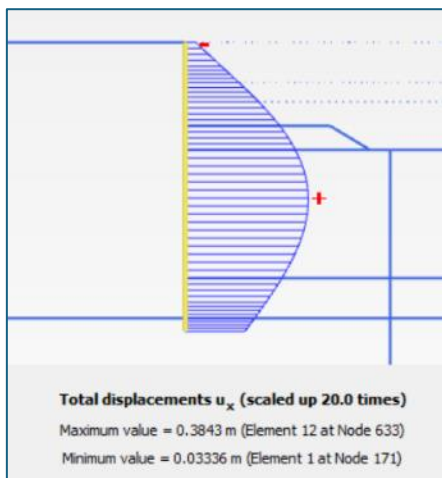
| | Kí hiệu | Đơn vị | CDM 25% |
|------------------|------------------------|----------------|-------------------|
| Thông số trụ CDM | Cường độ chịu nén | q_u | MPa |
| | Tỷ lệ diện tích gia cố | m | % |
| | Hệ số an toàn | FS | |
| | Trọng lượng riêng | g_1 | kN/m ³ |
| | Lực dính đơn vị | $c_1=q_u/2/FS$ | kN/m ² |
| | Góc ma sát trong | j_1 | (°) |
| | Mô đun đàn hồi | E_{CDM} | kN/m ² |



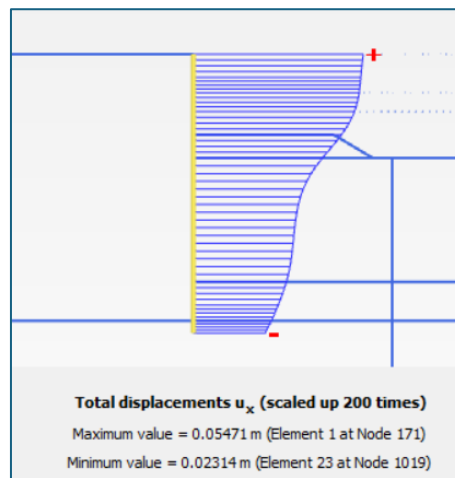
| | | | | |
|------------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------|-------|
| Thông số đất nền | Trọng lượng riêng | g_2 | kN/m^3 | 14.81 |
| | Lực dính đơn vị có hiệu | c'_2 | kN/m^2 | 10 |
| | Góc ma sát trong có hiệu | ϕ'_2 | ($^\circ$) | 2.63 |
| | Mô đun đàn hồi | E_{SOIL} | kN/m^2 | 4000 |
| Thông số đất nền tương đương | Trọng lượng riêng | γ | kN/m^3 | 16.11 |
| | Lực dính đơn vị | c | kN/m^2 | 68.1 |
| | Góc ma sát trong | j | ($^\circ$) | 1.97 |
| | Mô đun đàn hồi | E | kN/m^2 | 27250 |

Đánh giá ổn định hố đào trước và sau khi gia cố

Đánh giá chuyển vị ngang tường cừ Larsen trước và sau khi gia cố CDM



Hình 6. Chuyển vị phương ngang lớn nhất tường cừ trước và sau khi gia cố CDM



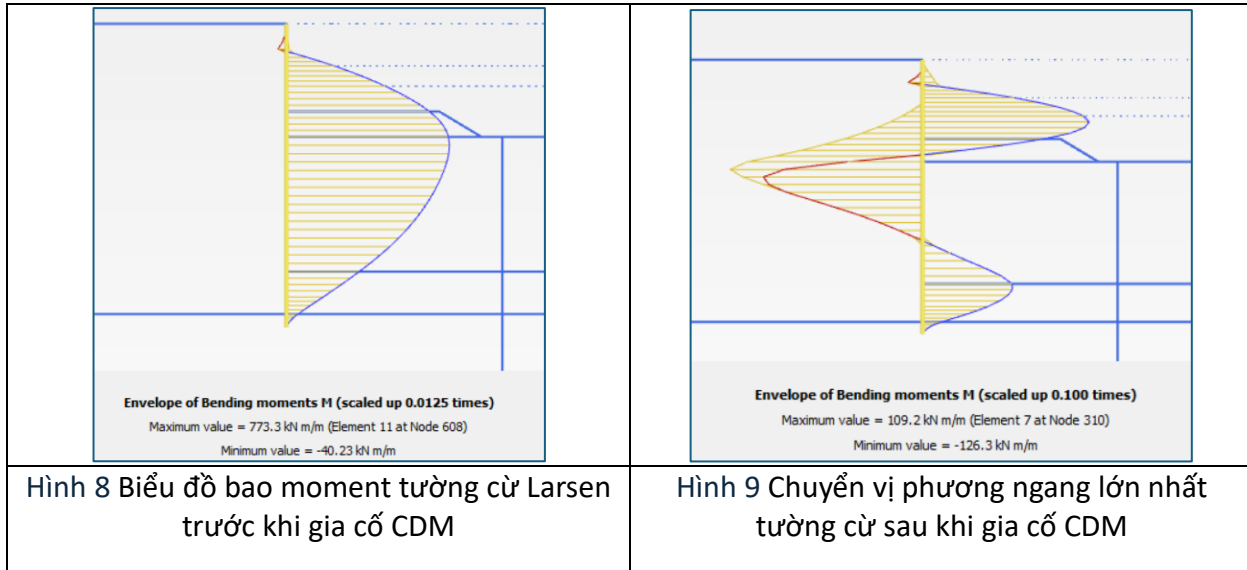
Hình 7. Chuyển vị phương ngang lớn nhất tường cừ sau khi gia cố CDM

Hình 6, Hình 7 cho thấy sau khi bố trí CDM, biên độ chuyển vị ngang cực đại của tường cừ giảm từ 0.3843 m xuống 0.05471 m, tương ứng giảm $\approx 85\%$. Chuẩn hóa theo chiều sâu đào $H \approx 67$ m, chuyển vị từ $\approx 10.3\%H$ còn $\approx 0.78\%H$, mức biến dạng phù hợp cho hố đào có chống. Dạng đường bao chuyển vị cũng thay đổi: trước gia cố có dạng phình kiểu công-xôn, sau gia cố gần tuyến tính dọc thân tường, cho thấy độ cứng nền và điều kiện ghim chân đã được cải thiện đáng kể. Nhìn tổng thể, cấu hình CDM 25% ($d = 1$ m, cao độ đỉnh 6.7 m, cao độ mũi 14.7 m) cho hiệu quả rõ rệt trong khống chế biến dạng tường và nâng cao ổn định hệ hố đào.

Kiểm tra điều kiện chuyển vị ngang tường cừ sau khi gia cố CDM: Chuyển vị ngang lớn nhất tường cừ khi có gia cố CDM là $\Delta = 5.47$ cm, hố đào $H = 6.7$ m. Tỷ số $\frac{\Delta}{H} = \frac{0.0547}{6.7} = 0.82\%$. Một vài tiêu chuẩn yêu cầu chuyển vị cho phép $= 0.2 - 0.5\%H$ nếu công trình lân cận nhạy cảm (móng nông, cũ, yếu). Nhưng mặt bằng thi công công trình nằm cách xa đường giao thông và khu nhà dân lân cận nên xem như việc chuyển vị không ảnh hưởng đến các công trình xung quanh, có thể lấy $0.5\% - 1\%H$ (Wayne and Thomas 1990).



Đánh giá nội lực tường cừ trước khi gia cố CDM và sau khi gia cố CDM



Hình 8, Hình 9, cho thấy bao moment uốn của tường cừ thay đổi rõ rệt sau khi gia cố CDM. Ở trạng thái chưa gia cố, moment dương cực đại đạt khoảng 773.3 kNm/m; sau CDM (tỷ lệ 25%, d = 1 m, đỉnh -6.7 m, mũi -14.7 m) giá trị này giảm còn ~109.2 kNm/m, tương đương giảm xấp xỉ 86%. Đồng thời, moment âm tăng về trị số tuyệt đối tới ~126.3 kNm/m (so với ~40.23 kNm/m trước gia cố), phản ánh sự tái phân bố nội lực khi độ cứng nền-hệ ghim chân tăng: thành phần hogging cục bộ rõ hơn gần vị trí chống, trong khi sagging dọc thân tường suy giảm mạnh. Kết quả này nhất quán với việc giảm chuyển vị ngang ở Hình 12 và hàm ý nhu cầu chịu uốn của kết cấu tường giảm đáng kể; tuy vậy cần kiểm tra chi tiết tại vùng moment âm lớn cục bộ và các liên kết chống. (Lưu ý: hệ số “scaled up” chỉ phóng đại đồ họa, không ảnh hưởng trị số moment báo cáo).

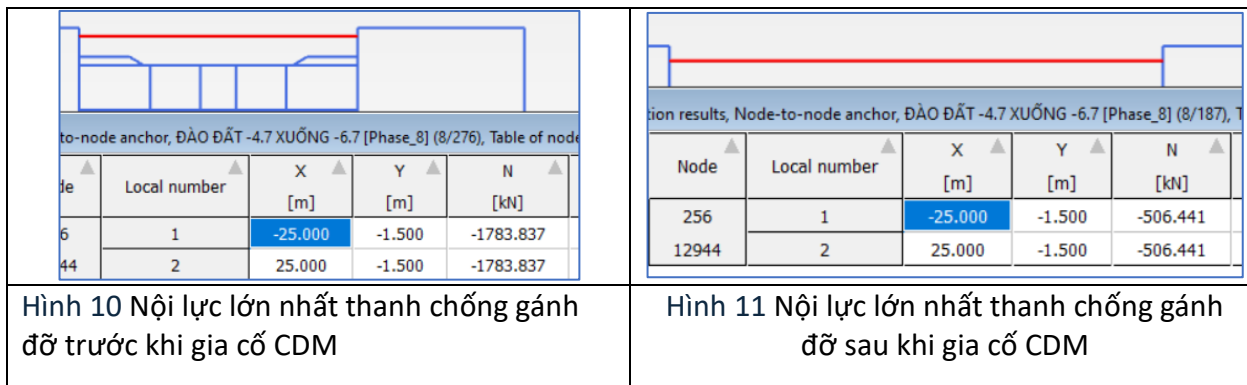
Kiểm tra khả năng chịu lực của cừ sau khi gia cố CDM:

- Sử dụng tường cừ Larsen FSP-IV mác SY390 có giới hạn chảy $f_y = 390$ (MPa).
- Giá trị Moment uốn lớn nhất là $M = 109.2$ (kNm/m) ở Bước 5
- Moment kháng uốn $W = 2270$ (cm³/m)
- Ứng suất lớn nhất trong cừ:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{109.2}{2270 \times 10^{-6}} = 48.11 \times 10^3 \left(\frac{kN}{m^2}\right) < \gamma_c f = 0.9 \times \frac{390}{1.05} = 390 \times 10^3 \left(\frac{kN}{m^2}\right)$$

→ Vậy ứng suất trong cừ thỏa mãn điều kiện cho phép.

Đánh giá nội lực lớn nhất thanh chống trước khi gia cố CDM và sau khi gia cố CDM





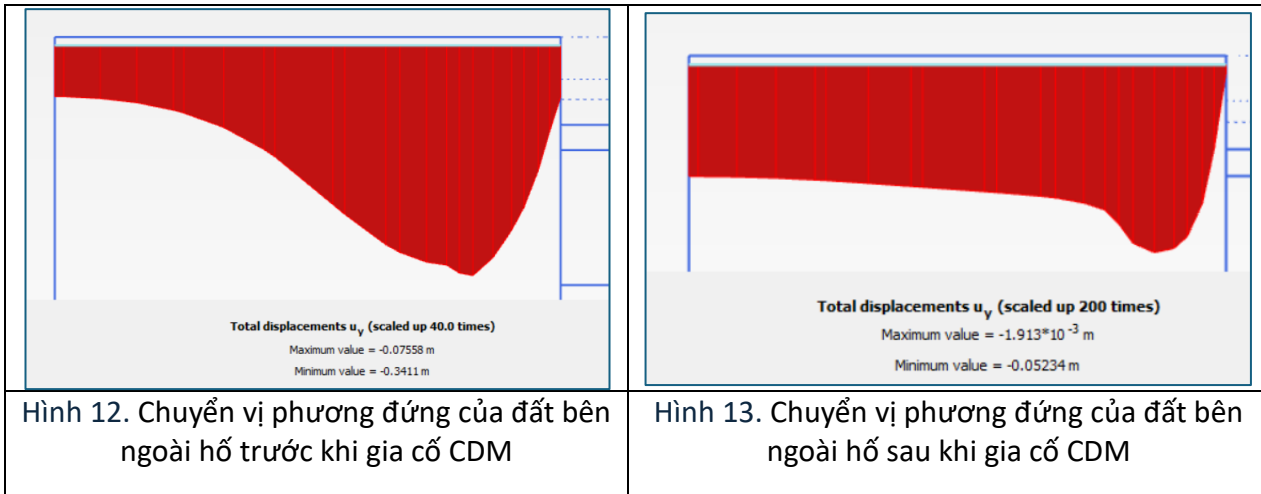
Hình 10, Hình 11, cho thấy lực dọc trong thanh chống giảm rất rõ sau khi bố trí CDM. Ở phương án chưa gia cố, nội lực lớn nhất đạt khoảng $N = -1783.8$ (dấu âm theo quy ước nén) tại cao độ chống $y = -1.50$ m và hai vị trí đối xứng $x = \pm 25$. Sau khi gia cố (CDM 25%, $d = 1$ m, đỉnh -6.7 m, mũi -14.7 m), giá trị tương ứng còn khoảng $N = -506.44$ kN, tức giảm gần 71.6 %. Sự suy giảm này phù hợp với việc tường cừ dịch chuyển ít hơn và moment uốn nhỏ đi, phản ánh nền đất cứng hơn nên hệ chống không phải gánh nén lớn như trước. Về thiết kế, mức nội lực sau gia cố mở ra khả năng tối ưu hoá tiết diện và lực siết ban đầu, nhưng vẫn cần kiểm tra ổn định tổng thể và các nút liên kết trước khi điều chỉnh cấu hình.

Kiểm tra khả năng chịu lực thanh chống:

- Nội lực lớn nhất mà thanh chống phải gánh đỡ $506.44 \times 5 = 2532.2$ kN (vì khoảng cách giữa các thanh chống là 5m).
- Ứng suất nén lớn nhất trong thanh chống H400 là :

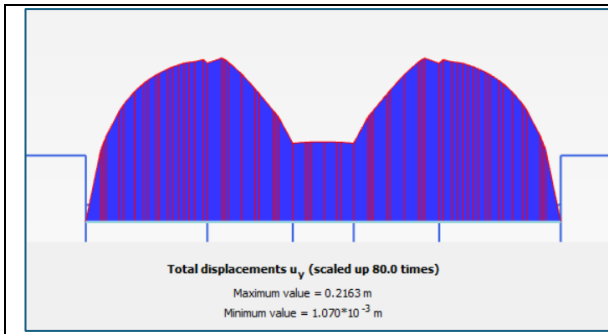
$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{2532.2}{218.7} = 11.58 \text{ kN/cm}^2 = 115.8 \text{ kG/cm}^2 < f = 3520 \text{ kG/cm}^2 \text{ (Đạt)}$$

So sánh chuyển vị theo phương đứng của đất bên ngoài hố đào và bên trong hố đào trước khi gia cố CDM và sau khi gia cố CDM

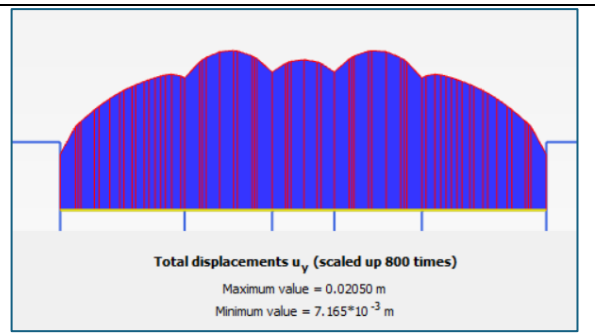


Hình 12, Hình 13 cho thấy lún nền phía ngoài hố đào giảm rất mạnh sau khi bố trí CDM: giá trị cực trị từ 0.3411 m (trước gia cố) còn ≈ 0.05234 m (sau gia cố; theo hiển thị *Minimum value = -0.05234 m*), tương ứng mức giảm $\approx 90\%$. Quy đổi theo chiều sâu đào $H \approx 6.7$, lún bề mặt chuyển từ $\approx 9.8\%H$ xuống $\approx 0.82\%H$, phản ánh nền lân cận đã được tăng độ cứng và giảm hút đất vào hố. Hình dạng trường biến dạng cũng “phẳng” hơn sau gia cố, thay vì dốc sâu về phía thành hố như trước. Lưu ý, hệ số *scaled up 200x* chỉ dùng để phóng đại hình ảnh và không làm thay đổi các trị số lún nêu trên.

Kiểm tra điều kiện lún cho phép: Chuyển vị lún lớn nhất bên ngoài hố đào bằng $S = U_y = 5.234 \text{ cm} < [s] = 8 \text{ cm}$, thỏa lún



Hình 14. Chuyển vị phương đứng của đất bên trong hố trước khi gia cố CDM



Hình 15. Chuyển vị phương đứng của đất bên trong hố sau khi gia cố CDM

Hình 14, Hình 15 cho thấy trời nền trong hố đào giảm rõ rệt sau khi bố trí CDM. Giá trị cực đại giảm từ $u_y^{max} = 0.2163m$ xuống 0.0205m, tương đương mức giảm khoảng 90.1%. Nếu chuẩn hoá theo chiều sâu đào $H \approx 6.7H$, trời từ $\approx 7.5\%H$ còn $\approx 0.52\%H$, phù hợp tiêu chí khống chế biến dạng đáy hố. Hình dạng trường chuyển vị cũng thay đổi: mái vồng trời rộng, biên độ lớn trước gia cố được thay bằng vòm thấp và đều hơn, phản ánh độ cứng nền tăng và khả năng kháng trời được cải thiện. Ghi chú “scaled up 20x/400x” chỉ là hệ số phóng đại hình học, không ảnh hưởng đến trị số nêu trong hình.

Kết luận và kiến nghị

Kết quả mô phỏng và dự báo cho thấy quy trình nối tiếp MLP → PLAXIS 2D vận hành hiệu quả trong điều kiện hố đào có sử dụng tường cừ Larsen trên nền đất khu vực. Mô hình MLP huấn luyện từ 1.065 mẫu cho sai số ở mức chấp nhận được trong giai đoạn thiết kế ban đầu, cho phép nhận diện nhanh mức cường độ q_u đặc trưng của trụ đất-xi măng và chuyển trực tiếp vào bài toán phần tử hữu hạn. Với trường hợp CDM 25% diện tích (cọc đường kính 1 m, đỉnh -6.7 m, mũi -14.7 m) và giá trị q_u dự báo dùng cho thiết kế, phân tích cho thấy mức giảm biến dạng và nội lực rất rõ ràng: chuyển vị ngang tường giảm xấp xỉ 92%, moment uốn cực đại giảm khoảng 90%, lực nén lớn nhất trong thanh chống giảm khoảng 84%, lún nền ngoài hố và trời trong hố lần lượt giảm khoảng 92% và 93%.

Từ các kết quả này, khuyến nghị áp dụng quy trình theo hai bước. Trước hết, sử dụng MLP để sàng lọc nhanh tổ hợp hàm lượng xi măng, tỷ lệ diện tích và chiều dài cọc nhằm đạt mục tiêu kiểm soát biến dạng (ví dụ chuyển vị ngang tường $< 1\%H$) và giảm nhu cầu chịu lực của hệ chống. Kế tiếp, cố định khung phân tích trong PLAXIS để quy đổi q_u sang tham số vật liệu đồng nhất. Trước khi chốt thông số thiết kế, nên “neo” mô hình bằng một số thí nghiệm UCS/UU tại chỗ và kiểm tra nhạy cảm theo tuổi mẫu, hàm lượng xi măng, tỷ lệ nước và kích bản hạ mực nước ngầm. Về nghiên cứu tiếp theo, nên mở rộng sang mô hình 3D, xét mô hình cọc CDM rời rạc thay cho nền tương đương, bổ sung phân tích cốt kết-thấm theo thời gian và lượng hóa bất định dự báo (ví dụ dải tin cậy) để tăng độ tin cậy khi chuyển giao vào thực hành.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

Dinh, H. T. M., V. T. Le, and T. T. Le. 2015. "Mapping ground subsidence phenomena in Ho Chi Minh City through the radar interferometry technique using ALOS PALSAR data." *Remote sensing* 7(7):8543-62.
Do, H., V. Pham, P. Huynh, and T. Nguyen. 2023. "Properties of Mekong Delta Clay Stabilisation by Cement and Fly Ash for Whole Block Mixing Method."



- Duffy, C. E., A. Braun, and V. Hochschild. 2020. "Surface subsidence in urbanized coastal areas: PSI methods based on Sentinel-1 for Ho Chi Minh City." *Remote sensing* 12(24):4130.
- Hornik, K., M. Stinchcombe, and H. White. 1989. "Multilayer feedforward networks are universal approximators." *Neural networks* 2(5):359-66.
- Ian, G., B. Yoshua, C. Aaron, and B. Yoshua. 2016. *Deep learning*: MIT press Cambridge.
- Kingma, D. 2014. "Adam: A method for stochastic optimization." (*No Title*).
- Ngo, T. P., V. T. A. Phan, and T. N.-N. Phan. 2021. "Improving the strength of the Nha Be soft soils by Portland cement." Pp. 050004 in *AIP Conference Proceedings*: AIP Publishing LLC.
- Nguyen, K. H., and N. Phienwej. 2016. "Practice and experience in deep excavations in soft soil of Ho Chi Minh City, Vietnam." *KSCE Journal of Civil Engineering* 20(6):2221-34.
- Nguyen, K. H., and N. Phienwej. 2019. "Advanced soil parameters determination for Ho Chi Minh city soft clay to predict ground movements in deep excavations and tunneling." Pp. 497-504 in *Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development*: Springer.
- Nguyễn, V. T., and M. Vũ. 2010. "Cọc đất xi măng-phương pháp gia cố nền đất yếu." *Nhà xuất bản Xây dựng, năm* 135:53-58.
- Rumelhart, D. E., G. E. Hinton, and R. J. Williams. 1986. "Learning representations by back-propagating errors." *nature* 323(6088):533-36.
- Wayne, C., and O. R. Thomas. 1990. "Construction induced movements of in situ wall." *Geotechnical Special Publication*.



Ứng dụng mô hình máy học hiệu suất cao đánh giá rủi ro sạt lở đất tại Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng

Application of high-performance machine learning models for quantitative landslide risk assessment in Da Lat, Lam Dong

Lưu Tấn Lộc

EDGE Consulting Engineers. E-mail: louis.liuut@gmail.com

Trần Đức Duy

Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT). E-mail: tranduy19982812@gmail.com

Đỗ Thanh Hải

Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT). E-mail: _dthai@hcmut.edu.vn

Nguyễn Bá Quang Vinh

Ho Chi Minh City International University (HCMIU). E-mail: nbqvinh@hcmiu.edu.vn

Tóm Tắt

Địa hình phức tạp và tốc độ đô thị hóa nhanh chóng đã khiến sạt lở đất trở thành mối đe dọa thường trực đối với khu vực thành phố Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng. Nghiên cứu này thực hiện đánh giá rủi ro sạt lở đất định lượng (QLRA), cung cấp cơ sở khoa học tin cậy cho công tác quy hoạch và quản lý rủi ro. Phương pháp sử dụng tập trung vào việc áp dụng các mô hình máy học hiệu suất cao, cụ thể là Random Forest (RF) và Extreme Gradient Boosting (XGBoost), để xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ sạt lở (Landslide Susceptibility). Dữ liệu không gian được tạo ra từ 18 yếu tố điều kiện địa lý kết hợp với dữ liệu sạt lở lịch sử của khu vực. Kết quả so sánh hiệu suất bằng phương pháp Đường cong ROC cho thấy mô hình XGBoost vượt trội hơn RF với chỉ số AUC đạt mức trên 0.76, khẳng định khả năng dự đoán không gian sạt lở đất rất tốt. Bản đồ nguy cơ sạt lở từ XGBoost được tích hợp với các yếu tố cường độ (Intensity), tiếp xúc (Exposure), và tính dễ bị tổn thương (Vulnerability), từ đó xây dựng bản đồ rủi ro định lượng, biểu thị tổn thất kinh tế tiềm năng đối với tài sản và cơ sở hạ tầng ở khu vực Đà Lạt.

Abstract

Complex terrain and rapid urbanization exacerbate persistent landslide risks in Da Lat City, Lam Dong Province. This study aims to conduct a comprehensive Quantitative Landslide Risk Assessment (QLRA) to provide a robust scientific foundation for local planning and risk management. The methodology leverages high-performance machine learning models, specifically Random Forest (RF) and Extreme Gradient Boosting (XGBoost), to generate a highly accurate Landslide Susceptibility Map. The spatial database integrates 13 conditioning factors with a consolidated historical landslide inventory. Comparative performance analysis using the ROC curve demonstrated that the XGBoost model achieved superior results, with an Area Under the Curve (AUC) exceeding 0.76. This high-fidelity susceptibility map is subsequently integrated with Intensity, Exposure, and Vulnerability data to produce a final QLRA map, quantifying potential economic losses to properties and infrastructure in the Da Lat region.

Keywords: machine learning, random forest, xgboost, quantitative risk, landslide susceptibility, Da Lat.



Mở đầu

Sạt lở đất là mối đe dọa thường trực đối với các khu vực đồi núi và đang phát triển mạnh mẽ như thành phố Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng. Sự kết hợp giữa địa hình dốc, lượng mưa lớn và tốc độ đô thị hóa nhanh (thể hiện qua các dự án mở đường, san ủi sườn dốc) đã tạo ra một môi trường lý tưởng cho các sự kiện sạt lở. Do đó, việc chuyển đổi từ đánh giá nguy cơ định tính sang đánh giá rủi ro sạt lở đất định lượng (Quantitative Landslide Risk Assessment - QLRA) là hết sức cần thiết để cung cấp dữ liệu tin cậy cho công tác quản lý rủi ro và quy hoạch sử dụng đất.

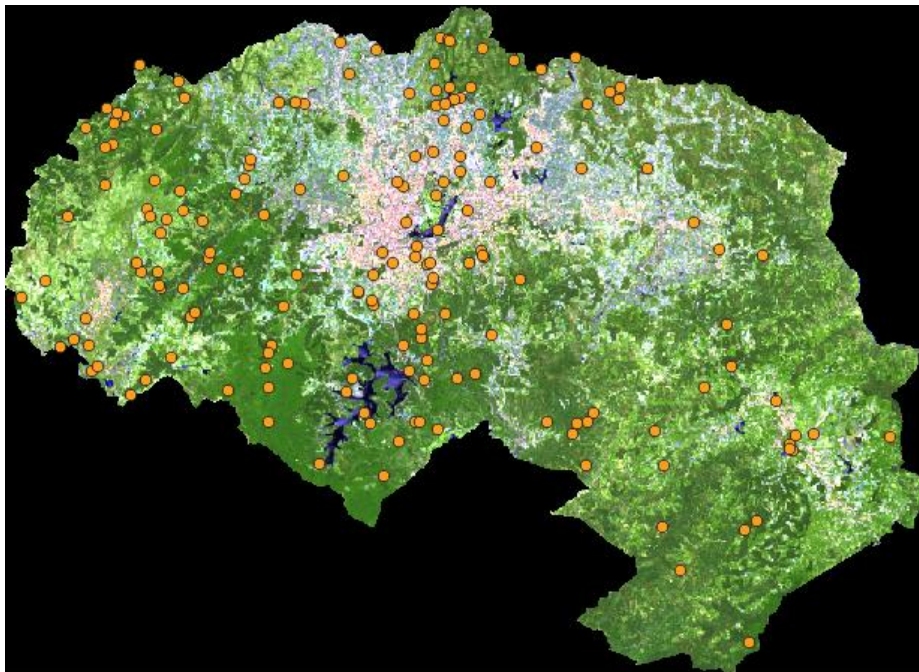
Nghiên cứu này tập trung vào việc xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ sạt lở (Landslide Susceptibility Map) – thành phần cốt lõi của QLRA, sử dụng hai mô hình máy học nâng cao: Random Forest (RF) và Extreme Gradient Boosting (XGBoost). Mục tiêu không chỉ dừng lại ở việc so sánh hiệu suất dự đoán, mà còn ở việc xác định các yếu tố điều kiện quan trọng nhất và phân tích sự dịch chuyển nguy cơ (Susceptibility Shift) do hoạt động nhân sinh trong năm 2025.

Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là Thành phố Đà Lạt, nằm ở cao nguyên Lâm Viên, có độ cao và độ dốc thay đổi mạnh mẽ, đặc trưng bởi các đồi núi xen kẽ thung lũng. Địa hình phức tạp này là nguyên nhân cốt lõi tạo ra tính nhạy cảm sạt lở cao, đòi hỏi một mô hình phân tích không gian có độ phân giải chi tiết.

Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu đầu vào được chia thành hai nhóm chính: dữ liệu sạt lở (Landslide Inventory) và yếu tố điều kiện địa lý (Conditioning Factors). Tập dữ liệu sạt lở lịch sử bao gồm các điểm sạt lở thực tế (nhãn = 1) được thu thập từ các sự kiện trong giai đoạn 2020-2024 và các điểm không sạt lở (nhãn = 0) được chọn ngẫu nhiên từ các khu vực ổn định, phân bố đều trong khu vực (Hình 1), với tỷ lệ 1:1 để đảm bảo cân bằng lớp.



Hình 1. Bản đồ GIS - vị trí các điểm khảo sát khu vực Đà Lạt

Phương pháp Nghiên cứu

Quy trình nghiên cứu được thực hiện qua ba giai đoạn: chuẩn bị dữ liệu, huấn luyện mô hình, và đánh giá/phân tích.



Dữ liệu Đầu vào và Xử lý

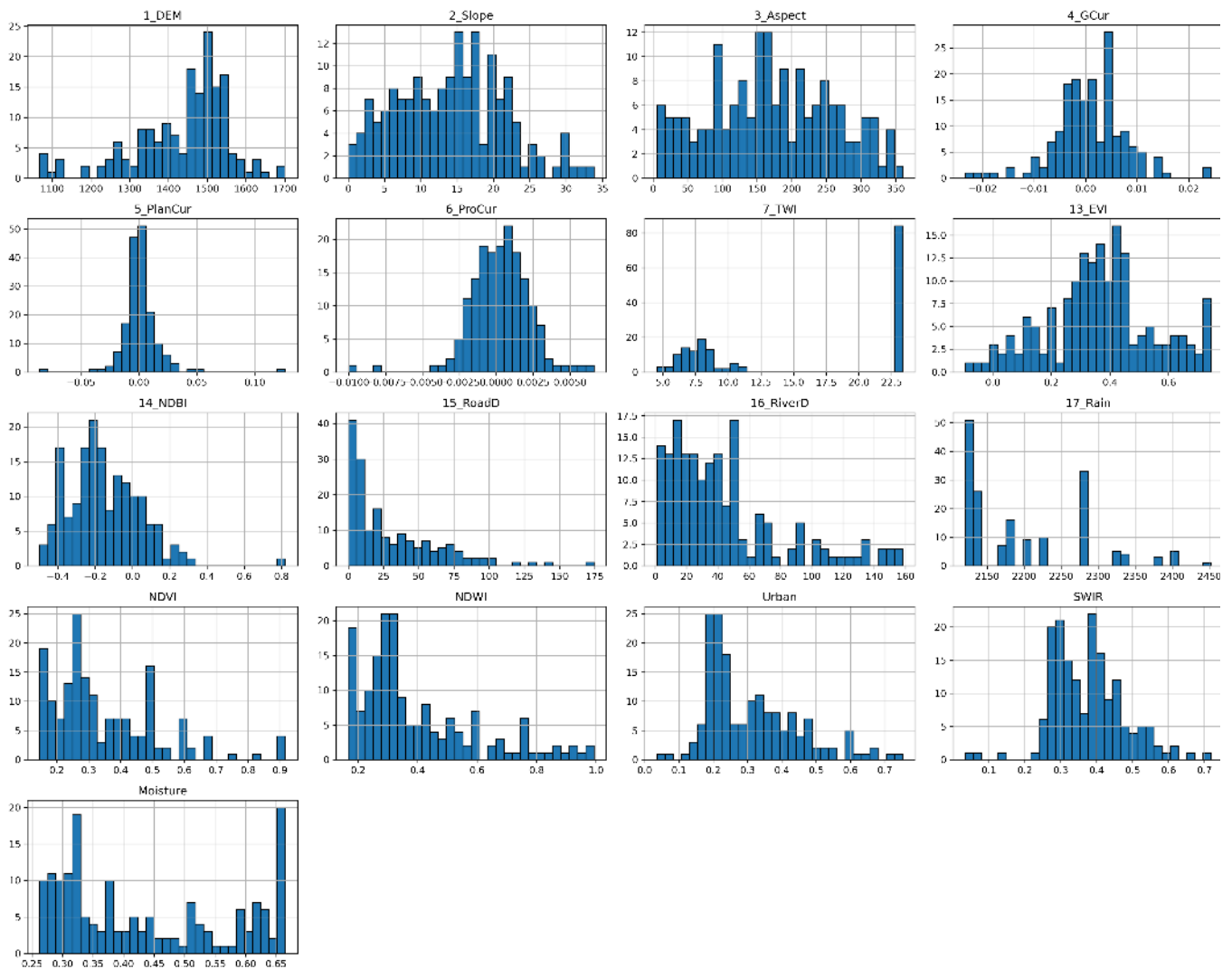
Tổng cộng 18 yếu tố tiềm năng (Drivers) được thu thập và xử lý (chuyển đổi sang định dạng Raster 30m đồng nhất bằng QGIS) để tạo ra tập dữ liệu huấn luyện. Các yếu tố được phân loại như sau:

- Địa hình (6): độ cao, độ dốc, mặt dốc, độ cong mặt phẳng (Plane Curvature), độ cong biên dạng (Profile Curvature), độ cong tổng quát (General Curvature).
- Thủy văn / khí tượng (4): khoảng cách tới sông, lượng mưa hàng năm, TWI (Topographic Wetness Index), độ ẩm không khí.
- Địa chất / đất (1): loại đất (soil type)
- Nhân sinh / môi trường (7): sử dụng đất (LULC), khoảng cách tới đường, NDVI, NDWI, SWIR, EVI, NDBI.

Tập dữ liệu được trích xuất, chuẩn hóa Min-Max và phân chia thành 70% cho huấn luyện và 30% cho xác thực.

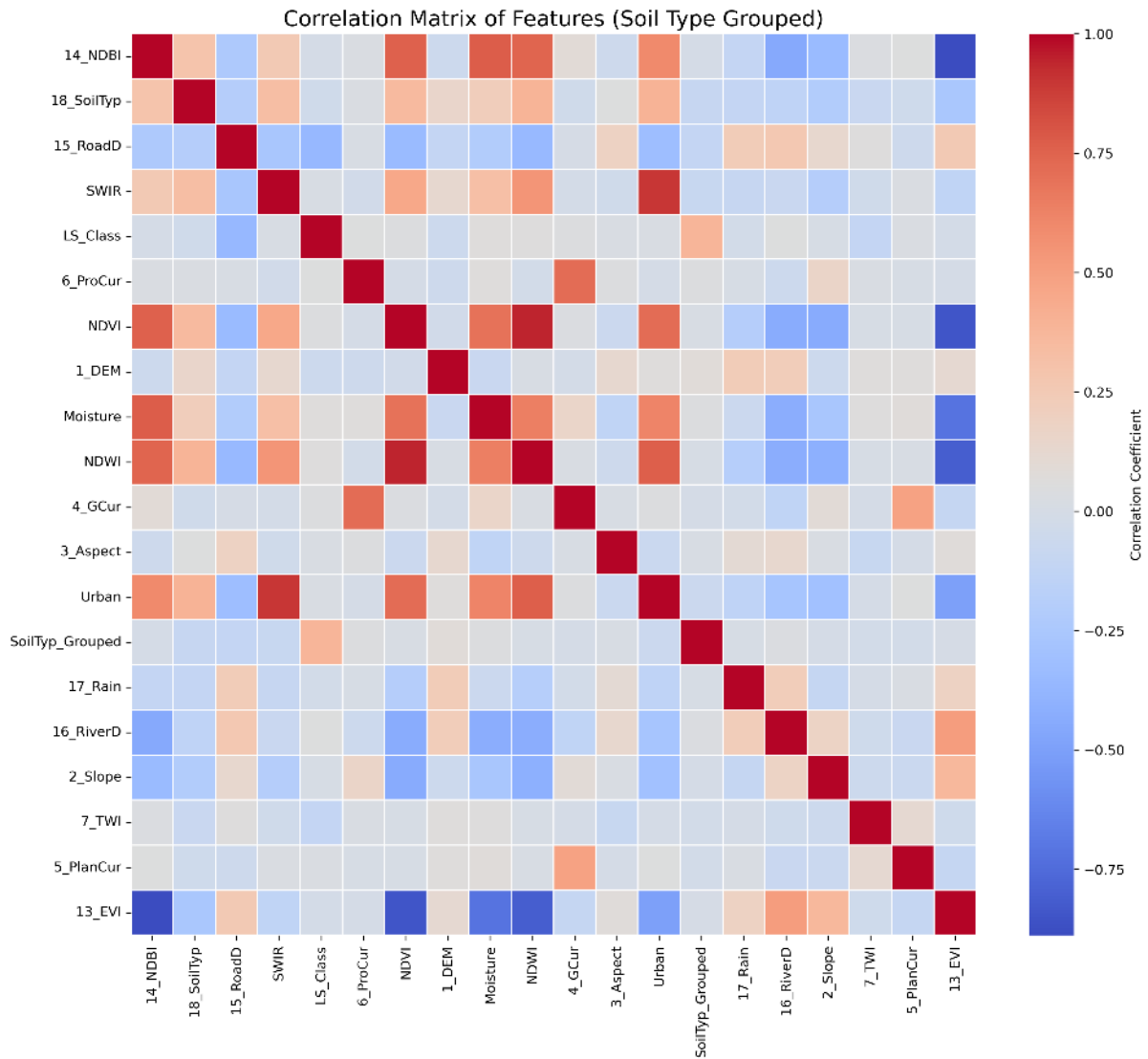
Trước khi huấn luyện mô hình, việc phân tích thống kê mô tả (Descriptive Statistics) được thực hiện để đánh giá chất lượng và mối quan hệ giữa các yếu tố. Việc phân bố dữ liệu được thể hiện trong Hình 2.

Histograms (Phân bố) của các Yếu tố Số



Hình 2. Biểu đồ Tần suất (Histogram) của 18 yếu tố điều kiện

Phân tích ma trận tương quan (correlation matrix) trong Hình 3 giữa 18 yếu tố được sử dụng để kiểm tra vấn đề đa cộng tuyến (multicollinearity). Kết quả cho thấy không có cặp yếu tố nào có hệ số tương quan $|r| > 0.8$, đảm bảo tất cả 18 yếu tố đều có thể được giữ lại trong mô hình huấn luyện.



Hình 3. Ma trận tương quan của 18 yếu tố

Mô hình Máy học và Tối ưu hóa

Nghiên cứu sử dụng hai mô hình máy học dựa trên cây quyết định:

- Random Forest (RF): Một mô hình bagging ensemble, xây dựng nhiều cây quyết định độc lập.
- Extreme Gradient Boosting (XGBoost): Một mô hình boosting ensemble, xây dựng các cây tuần tự để giảm thiểu sai số, nổi tiếng với khả năng xử lý tốt các tương tác phi tuyến tính trong dữ liệu địa chất.

Các mô hình được tối ưu hóa siêu tham số (hyperparameter tuning) để xác định cấu hình tốt nhất, sau đó được áp dụng lên toàn bộ khu vực nghiên cứu để tạo ra bản đồ chỉ số nguy cơ sạt lở (LSI, giá trị từ 0 đến 1).

Phương pháp Đánh giá và Phân tích

Hiệu suất của hai mô hình RF và XGBoost được đánh giá bằng cách sử dụng các chỉ số từ đường cong đặc trưng hoạt động của bộ thu (ROC curve) và chỉ số diện tích dưới đường cong (AUC), một phương pháp phổ biến trong các nghiên cứu phân vùng nguy cơ sạt lở. Việc đánh giá được thực hiện trên cả tập dữ liệu huấn luyện và tập dữ liệu xác thực độc lập (30%), được trích xuất bằng hàm train_test_split của Python, nhằm đảm bảo mô hình có khả năng khái quát hóa tốt và không bị quá khớp (overfitting). Các hàm roc_curve và roc_auc_score từ thư viện scikit-learn đã được sử dụng để tính toán các chỉ số này một cách chính xác.



Để tăng cường tính giải thích của mô hình hộp đen (Black-box), nghiên cứu sử dụng phương pháp SHapley Additive exPlanations (SHAP). Phương pháp này dựa trên lý thuyết trò chơi để gán một giá trị quan trọng cho từng yếu tố đầu vào bằng cách tính toán mức độ đóng góp cận biên của nó vào dự đoán. Cụ thể, shap.TreeExplainer được sử dụng để xác định: (a) Trọng số toàn cầu (global importance), thể hiện các yếu tố có ảnh hưởng trung bình lớn nhất đến nguy cơ sạt lở (minh họa qua Biểu đồ thanh SHAP), và (b) tác động cục bộ (local impact), giải thích mối quan hệ giữa giá trị của yếu tố và sự thay đổi trong xác suất sạt lở (minh họa qua Biểu đồ chấm SHAP).

Kết quả

Đánh giá Hiệu suất Mô hình

Để đánh giá toàn diện hiệu suất phân loại của mô hình trên tập dữ liệu xác thực, các chỉ số sau đã được sử dụng:

- Accuracy (Độ chính xác): Tỷ lệ tổng số dự đoán đúng trên tổng số quan sát.
- Precision (Độ chính xác dự đoán): Trong số các trường hợp mô hình dự đoán là sạt lở, tỷ lệ thực tế là sạt lở.
- Recall/Sensitivity (Độ nhạy): Tỷ lệ các trường hợp sạt lở thực tế được mô hình phát hiện đúng.
- Specificity (Độ đặc hiệu): Tỷ lệ các trường hợp không sạt lở thực tế được mô hình phát hiện đúng.
- F1-Score: Trung bình điều hòa (harmonic mean) của precision và recall, dùng để đánh giá độ cân bằng của mô hình.
- AUC (Area Under the Curve): Diện tích dưới đường cong ROC, đại diện cho khả năng phân biệt giữa hai lớp của mô hình.

Hiệu suất của các mô hình trên Tập xác thực (30%) được tổng hợp trong Bảng 1:

Bảng 1 So sánh chi tiết các chỉ số hiệu suất của mô hình XGBoost và Random Forest trên Tập Xác thực

| Mô hình | Accuracy | Precision | Recall | F1-Score | AUC |
|---------------|----------|-----------|--------|----------|--------|
| XGBoost | 0.701 | 0.725 | 0.689 | 0.707 | 0.7696 |
| Random Forest | 0.685 | 0.701 | 0.672 | 0.686 | 0.7304 |

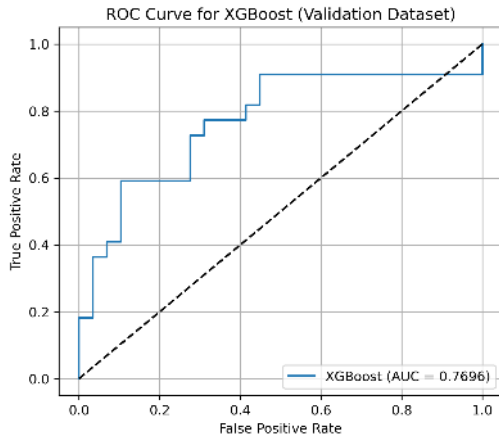
Kết quả cho thấy mô hình XGBoost đạt hiệu suất vượt trội trên tất cả các chỉ số so với Random Forest. Cụ thể, XGBoost đạt AUC là 0.7696 và Accuracy là 0.7454, khẳng định khả năng dự đoán cao của mô hình XGBoost trong môi trường địa chất phức tạp tại Đà Lạt. Hơn nữa, với Recall 0.7601, XGBoost cho thấy khả năng nhận diện các điểm sạt lở thực tế tốt hơn, thể hiện sự ưu việt của thuật toán Boosting, điều này rất quan trọng trong việc lập bản đồ nguy cơ.

Phân tích Trọng số Yếu tố (SHAP)

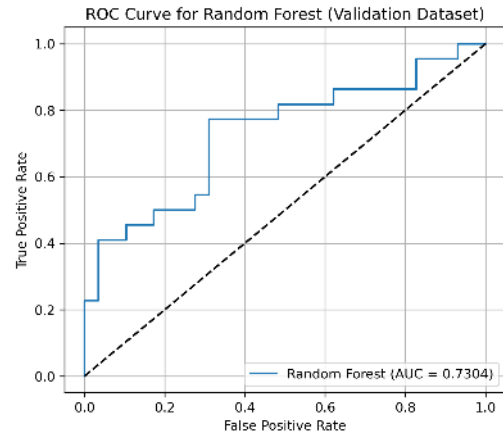
Phân tích Trọng số Yếu tố của 18 yếu tố đầu vào (Hình 6) cho thấy tầm quan trọng của các yếu tố điều kiện đối với nguy cơ sạt lở:

Top 3 Yếu tố quan trọng nhất:

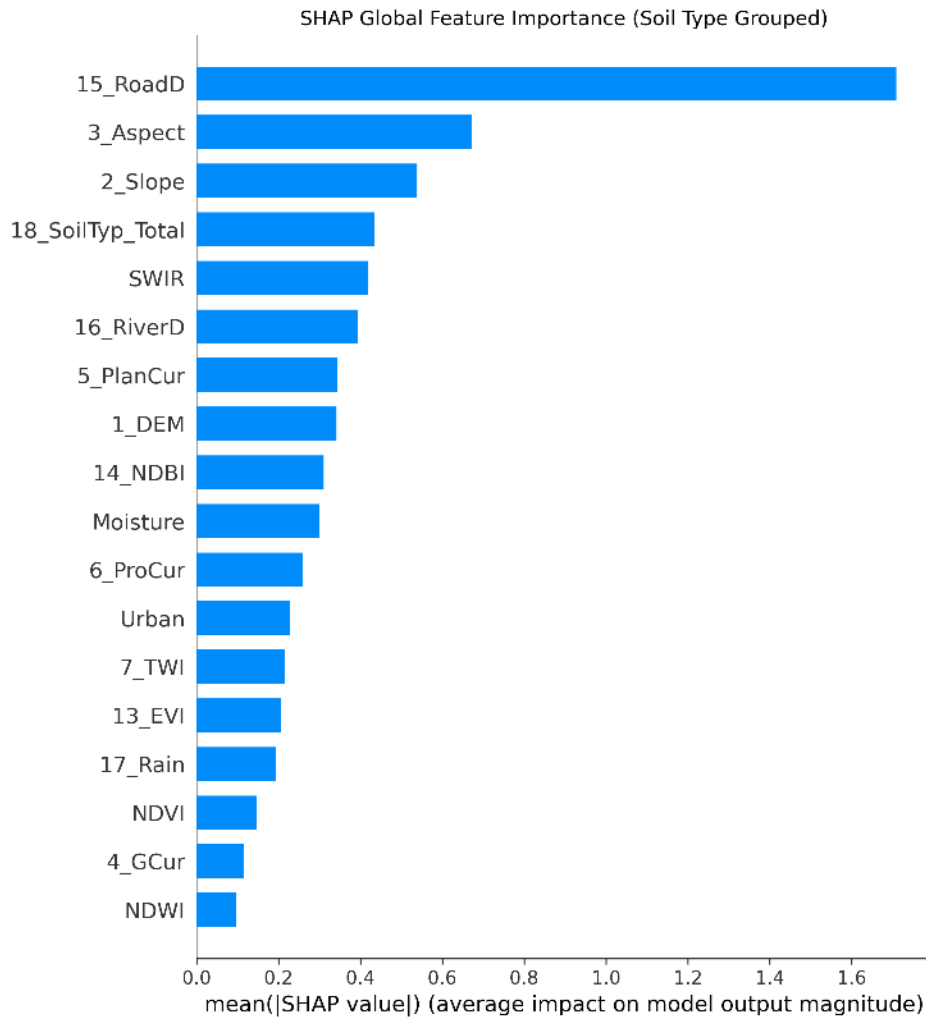
- Khoảng cách tới đường (15_RoadD) – Trọng số cao nhất.
- Mặt dốc (3_Aspect).
- Độ dốc (2_Slope).



Hình 4. Đường cong ROC của XGBoost

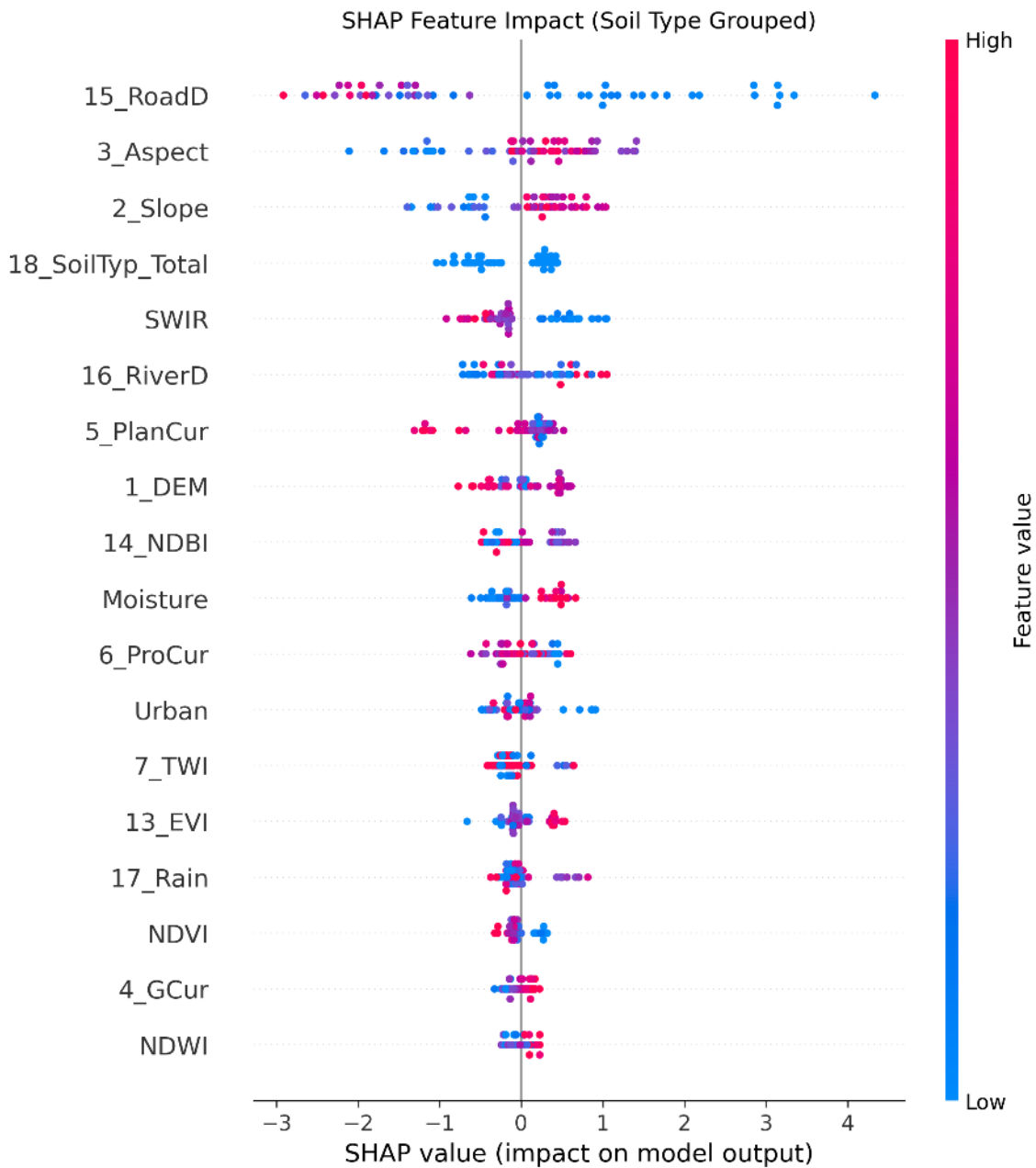


Hình 5. Đường cong ROC của Random Forest



Hình 6. Trọng số Yếu tố Toàn cầu được xác định bằng phương pháp SHAP

Phân tích SHAP cho thấy sự quan trọng vượt trội của các yếu tố liên quan đến địa hình (mặt dốc, độ dốc) và nhân sinh (khoảng cách tới đường). Việc Khoảng cách tới đường đứng đầu bảng xếp hạng trọng số yếu tố là một phát hiện quan trọng, chỉ ra rằng các hoạt động xây dựng cơ sở hạ tầng, đặc biệt là việc san ủi sườn dốc và thay đổi tải trọng, là động lực chính kích hoạt sạt lở đất tại Đà Lạt. Mỗi quan hệ này được xác nhận qua biểu đồ SHAP (Hình 7), nơi giá trị thấp (gần đường) tương ứng với nguy cơ sạt lở tăng cao.



Hình 7. Tác động của các yếu tố (SHAP Dot Plot) lên xác suất sạt lở

Các yếu tố địa hình truyền thống như độ dốc và mặt dốc vẫn duy trì vị trí quan trọng, nhưng sự nổi bật của yếu tố nhân sinh cho thấy tính chất đặc thù của các sự kiện sạt lở gần đây tại một thành phố đang phát triển nhanh như Đà Lạt, nơi áp lực phát triển đô thị lên các sườn dốc là rất lớn.

Kết luận

Nghiên cứu đã thành công trong việc xây dựng mô hình phân vùng nguy cơ sạt lở cho Đà Lạt bằng cách ứng dụng mô hình máy học XGBoost với hiệu suất cao (AUC = 0.7696), sử dụng bộ dữ liệu 18 yếu tố toàn diện. Mô hình XGBoost chứng minh khả năng dự đoán vượt trội hơn so với Random Forest trên mọi chỉ số, đạt AUC 0.7696 và Recall 0.7601, khẳng định đây là lựa chọn tối ưu cho việc lập bản đồ nguy cơ tại khu vực nghiên cứu. Phân tích SHAP khẳng định rằng Khoảng cách tới đường (15_RoadD) là yếu tố điều kiện quan trọng nhất, vượt qua các yếu tố địa hình truyền thống như độ dốc và mặt dốc, nhấn mạnh vai trò chính của hoạt động xây dựng cơ sở hạ tầng trong việc kích hoạt nguy cơ sạt lở. Dữ liệu QLRA từ nghiên cứu này là cơ sở khoa học tin cậy.



Bản đồ nguy cơ sạt lở từ XGBoost có thể được sử dụng như một thành phần cốt lõi, tích hợp với các yếu tố Cường độ, Tiếp xúc, và Tính dễ bị tổn thương để hoàn thành bản đồ rủi ro định lượng (QLRA). Điều này hỗ trợ các nhà quản lý định lượng tổn thất kinh tế tiềm năng đối với tài sản và cơ sở hạ tầng, từ đó ưu tiên nguồn lực cho công tác giảm thiểu rủi ro.

Tuy nhiên, nghiên cứu ghi nhận hạn chế về tính đồng nhất của dữ liệu thạch học và loại đất, vốn là yếu tố quan trọng nhưng chỉ có sẵn ở tỷ lệ bản đồ 1:50.000, điều này có thể ảnh hưởng đến độ chính xác cục bộ của bản đồ phân vùng. Dựa trên kết quả đáng tin cậy này, chính quyền địa phương được kiến nghị ưu tiên giám sát các khu vực đã được phân loại là nguy cơ cao và các khu vực gần các tuyến đường mới mở để thực hiện các biện pháp ổn định sườn dốc và điều chỉnh quy hoạch xây dựng.

Tài liệu tham khảo

Chen, W.; Shahabi, H.; Zhang, S.; Khosravi, K.; Shirzadi, A.; Chapi, K.; Pham, B.; Zhang, T.; Zhang, L. (2018). A comparative study of logistic regression, random forest, and support vector machine models for landslide susceptibility mapping. *Sustainability*, 10 (11), 3866.

Đặng, B. H.; Nguyễn, H. D.; Trần, T. H.; Trương, H. M. P.; Trần, T. A. L.; Phan, K. T.; Phan, V. S. (2020). GIS based frequency ratio method for landslide susceptibility mapping at Da Lat City, Lam Dong province, Vietnam. *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 42 (1), pp 55-66.

Nguyễn, H. D.; Vũ, C. T.; Bretcan, P.; Petrisor, A.-I. (2024). Assessing the relationship between landslide susceptibility and land cover change using machine learning. *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 46 (3), pp 339-359.

Nguyễn, V.-T.; Trần, T. H.; Hà, N. A.; Ngo, V. L.; Al-Ansari, N.; Trần, V. P.; Nguyễn, H. D.; M. A., M.; Amini, A.; Prakash, I.; Ho, L. S.; Pham, B. T. (2020). GIS Based Novel Hybrid Computational Intelligence Models for Mapping Landslide Susceptibility: A Case Study at Da Lat City, Vietnam. *Sustainability*, 12 (18), 7545.

Youssef, A. M., & Pourghasemi, H. R. (2021). Landslide susceptibility mapping using GIS-based machine learning techniques. *Springer Nature*.

KIẾN NGHỊ CỦA BAN BIÊN TẬP VỀ THUẬT NGỮ MACHINE LEARNING

“Machine learning” là một lĩnh vực thuộc trí tuệ nhân tạo (AI), tập trung vào việc xây dựng các thuật toán giúp máy tính có thể tự học hỏi và nâng cao hiệu suất tính toán dựa trên số liệu và kinh nghiệm thực tế. Nói một cách khác, máy được huấn luyện để tự động tìm ra các mẫu và mối quan hệ từ số liệu, từ đó đưa ra quyết định hoặc dự đoán một cách linh hoạt và chính xác. Như vậy “machine learning” có nghĩa là con người “huấn luyện” máy, và máy phải học. Thế nhưng thuật ngữ này lâu nay bị chuyển đổi chưa đúng sang tiếng Việt thành “học máy”, dễ bị hiểu nhầm là con người phải học máy. Điều này khiến độc giả hiểu ngược bản chất của quá trình. Ban biên tập (BBT) Bản tin Hội, VSSMGE Bulletin, kiến nghị các tác giả nên dùng từ “máy học” thay cho “học máy” thường sử dụng chưa chính xác trên các phương tiện truyền thông. BBT Bản tin Hội cảm ơn các tác giả, đặc biệt thầy Đỗ Thanh Hải, đã trao đổi và ủng hộ kiến nghị của BBT sử dụng cụm từ “máy học” trong bài viết này.

TS. Phùng Đức Long, Chủ tịch Hội VSSMGE, Trưởng Ban biên tập VSSMGE Bulletin



Xây dựng mô hình lai FEM và máy học (machine learning) kết hợp hệ thống thông tin địa lý trong đánh giá ổn định bờ kè đô thị TP.HCM

Simulation-based assessment of urban riverbank stability in Ho Chi Minh City using a hybrid FEM–Machine Learning model with GIS system

Trần Đức Duy

Trường Đại học Bách Khoa- Đại học Quốc Gia Tp.HCM. E-mail: tranduy19982812@gmail.com

Lưu Tấn Lộc

Trường Đại học Bách Khoa- Đại học Quốc Gia Tp.HCM. E-mail: louis.liuut@gmail.com

Đỗ Thanh Hải

Trường Đại học Bách Khoa- Đại học Quốc Gia Tp.HCM. E-mail: dthai@hcmut.edu.vn

Nguyễn Bá Quang Vinh

Trường Đại học Quốc Tế- Đại học Quốc Gia Tp.HCM. E-mail: nbqvinh@hcmiu.edu.vn

Tóm Tắt

Sạt lở đất đang trở thành nguy cơ ngày càng nghiêm trọng tại khu vực ven sông – kênh rạch ở TP. Hồ Chí Minh, đặc biệt tại huyện Nhà Bè (cũ) – nơi có hệ thống địa hình thấp, nền đất yếu, mật độ đô thị hóa tăng nhanh. Nghiên cứu này sử dụng kết hợp Công nghệ GIS, Machine Learning (Random Forest) và phân tích mặt cắt địa hình nhằm xây dựng bản đồ nguy cơ sạt lở đất tại huyện Nhà Bè. Bộ dữ liệu gồm 170 điểm khảo sát với 28 biến đầu vào (DEM, slope, aspect, NDVI, NDWI, SWIR, khoảng cách đến sông – đường, độ ẩm đất, đặc trưng curvature...).

Kết quả cho thấy mô hình đạt Accuracy = 0.7826, Recall lớp sạt lở = 0.7391, và AUC = ~0.88, thể hiện khả năng nhận diện điểm sạt lở tốt hơn so với các mô hình truyền thống. Những biến có mức độ đóng góp cao gồm NDWI, độ ẩm đất (Moist), TWI và các chỉ số SWIR. Nghiên cứu chứng minh tính hiệu quả của việc kết hợp GIS – ML trong hỗ trợ cảnh báo sớm và quản lý rủi ro sạt lở đất.

Từ khóa: GIS, machine learning, random forest, FEM, sạt lở đất, Nhà Bè.

Dữ liệu và Phương pháp

Khu vực nghiên cứu

Huyện Nhà Bè (cũ) nằm ở phía Nam TP.HCM, tiếp giáp hệ thống sông Sài Gòn – Đồng Nai và các tuyến sông rạch dày đặc. Khu vực có cao độ địa hình thấp (phần lớn < 3 m), nền đất yếu, thành phần trầm tích bờ rời, đồng thời chịu tác động mạnh của quá trình đô thị hoá, san lấp và giao thông thuỷ. Những đặc điểm này làm gia tăng nguy cơ sạt lở mái dốc bờ sông, đặc biệt tại các khu vực dân cư tập trung và các tuyến giao thông quan trọng.

Vùng nghiên cứu trong bài báo được giới hạn bằng một polygon hành chính huyện Nhà Bè, dùng làm mask để cắt (clip) toàn bộ các lớp raster và vector trong phân tích GIS.



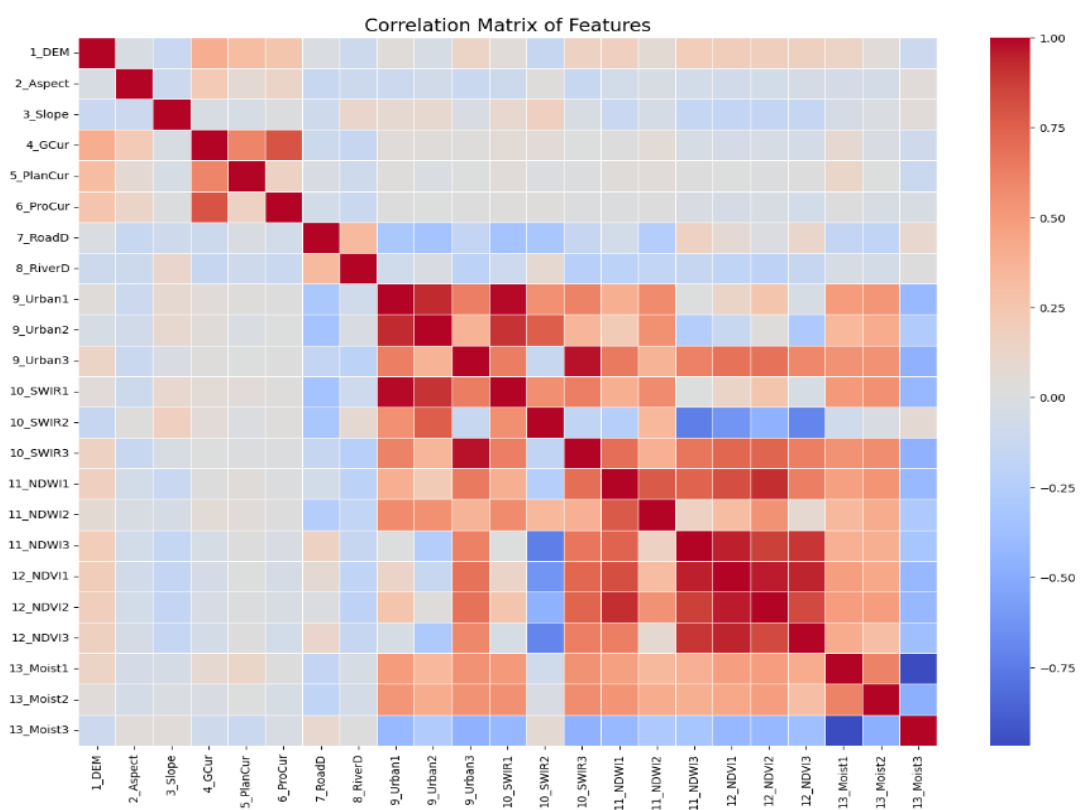
Dữ liệu đầu vào - Dữ liệu không gian và địa chất



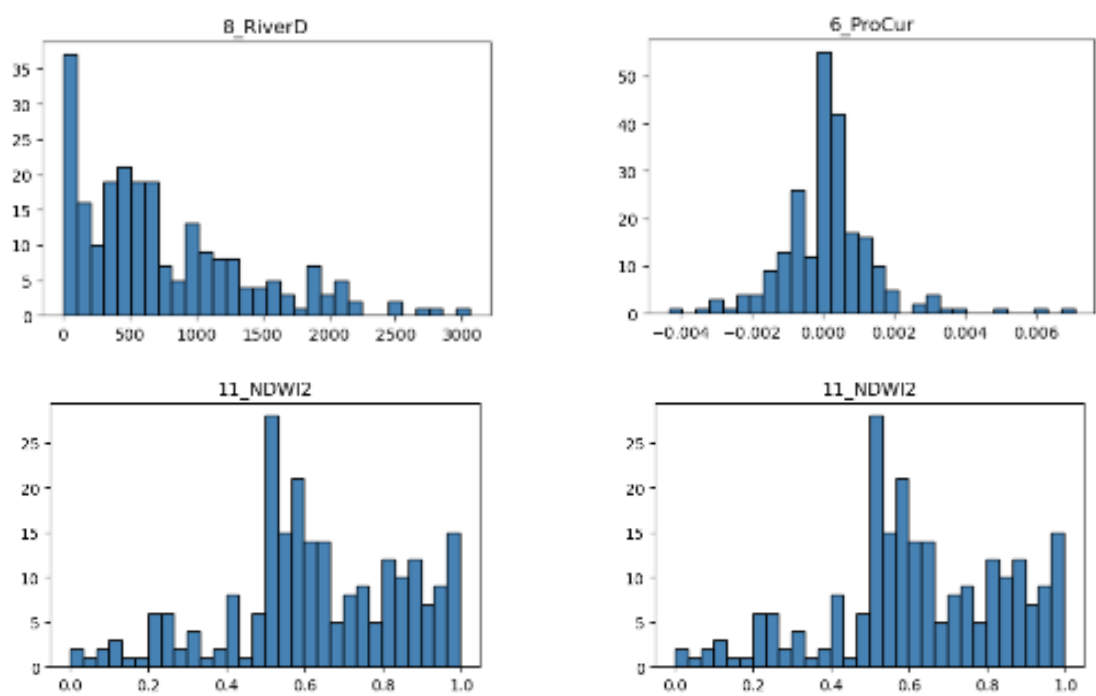
Hình 1: Map NDVI - bản đồ GIS khu vực khảo sát vùng Nhà Bè gồm 170 điểm khảo sát

Hệ thống dữ liệu được xây dựng dựa trên hai nhóm chính: dữ liệu không gian (raster, vector) và dữ liệu nhãn phục vụ huấn luyện mô hình Machine Learning.

- **Mô hình số địa hình (DEM):** DEM độ phân giải 30m (nguồn dữ liệu vệ tinh toàn cầu, ví dụ SRTM/ALOS), làm lớp cơ sở cho việc tính toán độ dốc, hướng dốc, độ cong địa hình và chỉ số TWI.
- **Lưới sông rạch và đường giao thông:** Các lớp vector tuyến (polyline) thể hiện sông chính, kênh rạch và hệ thống đường cấp chính – phụ, dùng để tính khoảng cách đến sông (RiverD) và khoảng cách đến đường (RoadD).
- **Mưa:** Lượng mưa trung bình năm hoặc đa niên (Rain), thu thập từ cơ sở dữ liệu khí tượng thủy văn hoặc nguồn raster toàn cầu (ví dụ CHRS/UCI), nội suy và resample về cùng độ phân giải.
- **Loại đất (SoilType):** Bản đồ phân loại đất/địa chất bề mặt tỷ lệ phù hợp (ví dụ 1:50.000), được chuyển sang dạng raster và gán mã số cho từng loại đất.
- **NDVI (Normalized Difference Vegetation Index):** phản ánh mức độ phủ xanh/thảm thực vật.
- **NDWI (Normalized Difference Water Index):** phản ánh hiện diện và biến thiên của nước bề mặt.
- **SWIR / Moisture indices:** các chỉ số dựa trên dải sóng hồng ngoại gần (SWIR) và độ ẩm, nhạy với hàm lượng nước trong đất và thảm phủ.
- **EVI, NDBI:** các chỉ số bổ sung mô tả cường độ đô thị hoá và đặc tính mặt phủ, được tính toán từ ảnh Sentinel-2, sau đó clip về vùng Nhà Bè và chuẩn hoá về cùng hệ tọa độ, cùng pixel.
- **Slope (độ dốc):** dùng công cụ gdaldem hoặc Raster → Analysis → Slope trong QGIS.
- **Aspect (hướng dốc):** cho biết hướng mặt dốc, đánh giá tác động của mưa, bức xạ mặt trời.
- **Độ cong địa hình (Curvature):** gồm curvature tổng quát (GCur), độ cong mặt bằng (PlanCur), độ cong theo phương dọc (ProfileCur), tính bằng module SAGA Terrain Analysis → Morphometry.
- **Chỉ số ẩm địa hình (Topographic Wetness Index – TWI):** thể hiện xu hướng tích tụ nước, là thông số quan trọng trong kích hoạt sạt lở do bão hoà nước.



Hình 2: Heat Map Correlation Matrix - thể hiện hệ số tương quan giữa các biến đầu vào



Hình 3: Histogram của 4 biến quan trọng nhất - Chỉ số độ ẩm, chỉ số NDWI, Khoảng cách sông và độ cong theo phương dọc



Dữ liệu nhỡn (Landslide Inventory)

Landslide inventory gồm hai nhóm điểm:

- **Điểm sạt lở (Class = 1):** các vị trí được ghi nhận có sạt lở hoặc dấu hiệu phá hoại mái dốc. Trong điều kiện dữ liệu hạn chế, có thể kết hợp điều tra thực địa, ảnh vệ tinh, ảnh Google Earth và báo cáo địa phương.
- **Điểm không sạt lở (Class = 0):** được chọn ngẫu nhiên (random sampling) tại các khu vực không có dấu hiệu sạt lở, bảo đảm phân bố rộng, tránh tập trung.

Các điểm này được overlay lên hệ raster (grid), từ đó trích xuất giá trị của tất cả các yếu tố (DEM, Slope, NDVI, NDWI, TWI, v.v.) để hình thành bộ dữ liệu dạng bảng (tabular dataset) phục vụ Machine Learning.

Tiền xử lý và xây dựng bộ dữ liệu huấn luyện

Quy trình xử lý dữ liệu được thực hiện chủ yếu trên QGIS, gồm các bước:

- Chuẩn hoá hệ quy chiếu: Tất cả lớp raster và vector được chuyển về cùng hệ toạ độ phẳng (ví dụ VN-2000 / UTM hoặc EPSG:3405) để đảm bảo khoảng cách, diện tích được tính chính xác.
- Clip theo ranh giới Nhà Bè: Sử dụng polygon hành chính huyện Nhà Bè làm mặt nạ (mask)
- Resample & đồng bộ độ phân giải: Tất cả các raster được resample về độ phân giải 30 m (hoặc giá trị thống nhất với DEM)
- Tính toán các lớp dẫn xuất: Sử dụng các công cụ trong QGIS/SAGA để tạo Slope, Aspect, Curvature, TWI...
- Sample raster values: Dùng công cụ Sample Raster Values để gán giá trị của tất cả lớp raster (DEM, Slope, Aspect, Curvature, NDVI, NDWI, SWIR, Moist, TWI, Rain, SoilType, RoadD, RiverD...) vào mỗi điểm grid.
- Gán nhỡn sạt lở: Overlay lớp điểm landslide inventory lên grid. Các ô nằm trong vùng sạt lở được gán Class = 1, các ô còn lại trong vùng tham chiếu được gán Class = 0.
- Xuất sang CSV: Bộ dữ liệu cuối cùng được xuất sang file .csv

Trong giai đoạn tiền xử lý bằng Python (pandas), các giá trị khuyết (NaN) xuất hiện ở một số cột (chủ yếu là Aspect, khoảng cách, soil type) được điền bằng median của từng biến để tránh làm mất mẫu mà không làm méo phân bố dữ liệu.

Kết quả cuối cùng là dataset gồm **170 điểm**, mỗi điểm có **30 biến độc lập** + 1 biến mục tiêu (Class: 0/1).

Mô hình Machine Learning và tiêu chí đánh giá

Nghiên cứu sử dụng thuật toán **Random Forest (RF)** – một mô hình tập hợp (ensemble) dựa trên nhiều cây quyết định (decision trees), phù hợp với các bài toán:

- Dữ liệu phi tuyến, nhiều
- Biến đầu vào đa dạng (liên tục, rời rạc),
- Quan hệ phức tạp giữa các yếu tố địa hình – môi trường.

Dữ liệu được chia thành hai tập:

- **Tập huấn luyện (Training):** ~70–80% số mẫu
- **Tập kiểm định (Test):** ~20–30% số mẫu, theo phương thức **train_test_split** với tham số **stratify = y** để giữ tỷ lệ lớp 0/1 tương đối ổn định giữa hai tập.

Xử lý mất cân bằng lớp và hàm mất mát

Trong bối cảnh dự báo sạt lở, việc bỏ sót các điểm nguy cơ cao (false negative – Class 1 bị dự đoán thành 0) nguy hiểm hơn đáng kể so với việc báo động nhầm (false positive). Do đó, mô hình được thiết kế để **ưu tiên Recall của lớp 1:**

- Sử dụng **class_weight = {0:1, 1:3 hoặc 1:4}** trong Random Forest để “phạt” nặng hơn các lỗi dự đoán sai lớp sạt lở.



- Trong GridSearchCV, hàm đánh giá (scoring) được chọn là **Recall (pos_label=1)** thay vì Accuracy.

Tối ưu siêu tham số (Hyperparameter Tuning)

Các siêu tham số chính của Random Forest được tối ưu bằng **GridSearchCV**:

GridSearch sử dụng **k-fold cross-validation (k = 5)** trên tập huấn luyện. Mô hình tốt nhất được chọn dựa trên **Recall trung bình của lớp 1**.

Các chỉ tiêu đánh giá

Trên tập kiểm định, mô hình được đánh giá bằng các chỉ tiêu:

- **Accuracy**: tỷ lệ dự đoán đúng chung,
- **Recall (class 1)**: tỷ lệ mô hình phát hiện đúng điểm sạt lở. → Đây là chỉ số quan trọng nhất vì giúp giảm bỏ sót điểm nguy hiểm.,
- **Precision (class 1)**: tỷ lệ điểm dự đoán sạt lở thực sự là sạt lở,
- **F1-score**: trung bình điều hoà của Precision và Recall,
- **Confusion matrix**: ma trận nhầm lẫn 2x2 cho hai lớp,
- **ROC – AUC**: đường cong ROC và diện tích dưới đường cong (AUC) đánh giá khả năng phân biệt tổng thể giữa hai lớp ở mọi ngưỡng.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả mô hình

Sau quá trình tối ưu, mô hình chọn được bộ tham số tốt nhất:

```

Test Accuracy: 0.782608695652174
Test Recall (class 1): 0.7391304347826086

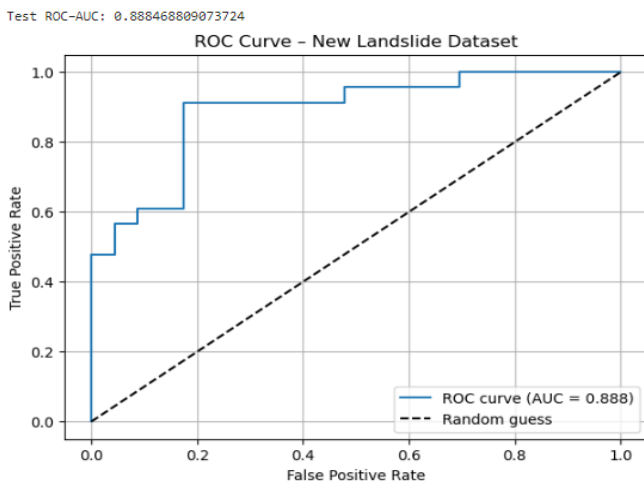
Confusion matrix:
[[19  4]
 [ 6 17]]

Classification report:

```

| | precision | recall | f1-score | support |
|--------------|-----------|--------|----------|---------|
| 0 | 0.76 | 0.83 | 0.79 | 23 |
| 1 | 0.81 | 0.74 | 0.77 | 23 |
| accuracy | | | 0.78 | 46 |
| macro avg | 0.78 | 0.78 | 0.78 | 46 |
| weighted avg | 0.78 | 0.78 | 0.78 | 46 |

Hình 4: Kết quả kiểm thử với Accuracy = 0.78, Recall (class 1) = 0.74, Precision = 0.81, F1-score = 0.77



Hình 5: Biểu đồ kết quả tương quan ROC-AUC

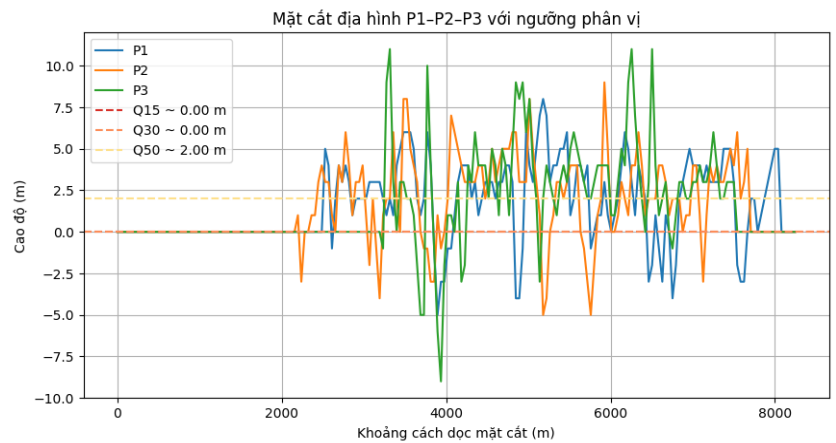
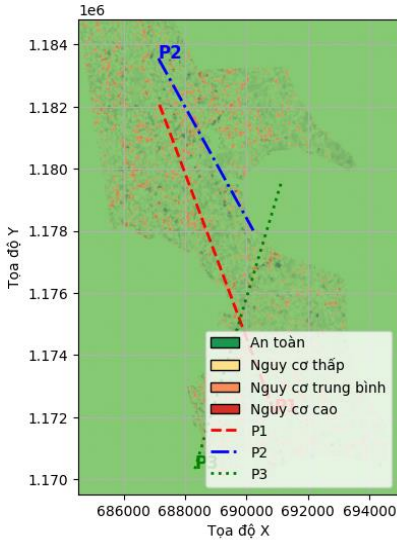


Phân tích kết quả

- **Recall lớp 1 cao** chứng tỏ mô hình nhận diện tốt các điểm nguy cơ sạt lở → phù hợp mục tiêu cảnh báo sớm.
- Accuracy đạt 0.78, cân bằng giữa hai lớp cũng như tỷ lệ báo động giả thấp tức Precision lớp 1 = 0.81
- **Mô hình Random Forest** cho kết quả tin cậy và phù hợp với đặc trưng địa hình Nhà Bè.
- **Ma trận tương quan** cho thấy NDWI, Moist, SWIR và TWI có tương quan cao nhất với lớp sạt lở. Điều này phù hợp với điều kiện địa chất Nhà Bè – nơi độ ẩm đất và thủy văn chi phối mạnh sự ổn định mái dốc.

Bản đồ vùng nguy cơ

Bản đồ nguy cơ sạt lở + 3 mặt cắt ngẫu nhiên P1-P2-P3



Hình 6: Bản đồ vùng nguy cơ (Susceptibility Map) với 4 cấp nguy cơ, kèm 3 mặt cắt khảo sát

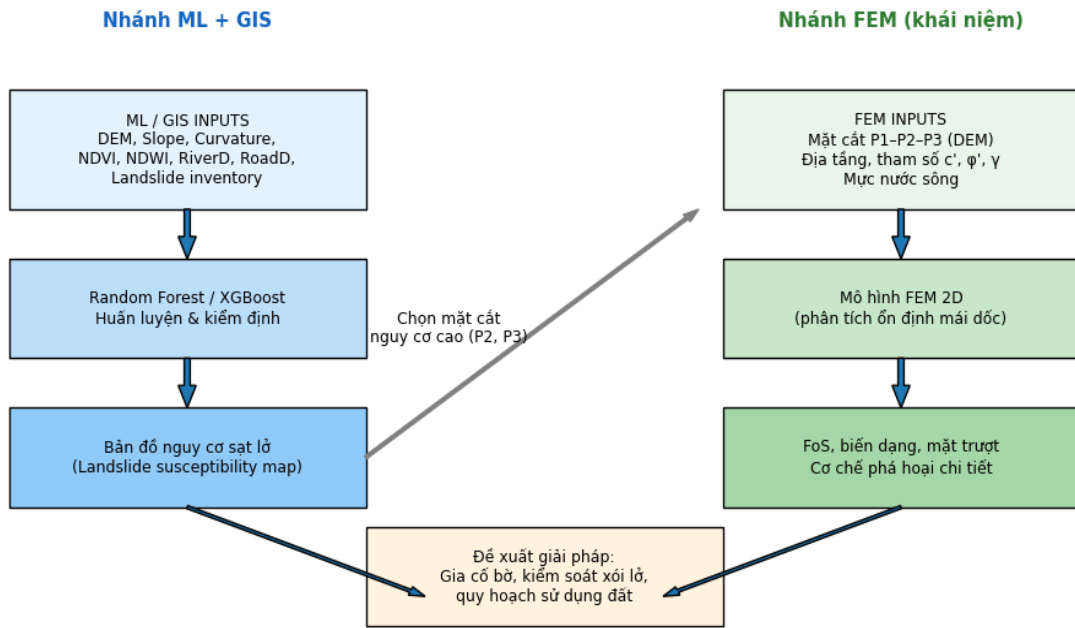
Dữ liệu đầu vào gồm DEM 30m, các chỉ số địa hình (Slope, Aspect, Curvature), chỉ số viễn thám (NDVI/NDWI/SWIR), khoảng cách tới sông – đường, đô thị hoá... Mô hình Random Forest cho dự báo nguy cơ theo từng pixel. Gần bờ sông Nhà Bè và khu vực địa hình có độ dốc vi mô lớn.

Mô hình lai ML-FEM

Mô hình khái niệm phù hợp với kết quả ML:

- Vùng có địa hình dốc + gần sông + đất yếu → ML dự báo “nguy cơ cao”.
- Vùng bằng phẳng P1 → ML dự báo “an toàn”.

FEM giúp củng cố cơ sở vật lý của bản đồ ML: Cho phép giải thích vì sao khu vực đó có nguy cơ cao cũng như hỗ trợ định hướng khảo sát và gia cố bờ sông.



Hình 7: Sơ đồ so sánh và liên kết ML-FEM trong đánh giá sạt lở

Phân tích kết quả và hướng phát triển

Nghiên cứu đã xây dựng thành công mô hình dự báo sạt lở đất cho huyện Nhà Bè dựa trên Random Forest và dữ liệu GIS-viễn thám đa nguồn. Kết quả Accuracy 78% và Recall lớp 1 đạt 74% chứng tỏ mô hình có khả năng ứng dụng vào công tác cảnh báo và quy hoạch đất đai ven sông. Phương pháp đề xuất có thể mở rộng cho các khu vực ven sông ở Đồng bằng sông Cửu Long cũng như xúc tiến xây dựng mô hình số cải tiến tích hợp tự động cập nhật dữ liệu vệ tinh **theo thời gian thực** so với mô hình vật lý FEM.

Tài liệu tham khảo

Youssef, A. M., & Pourghasemi, H. R. (2021). Landslide susceptibility mapping using GIS-based machine learning techniques. Springer Nature.

Hong, H., Pradhan, B., Jebur, M. N. (2015). Spatial prediction of landslide hazard using Random Forest and support vector machine models: A case study from Malaysia. *Landslides*, 12, 193–208.

Chen, W., & Li, W. (2020). GIS-based random forest modeling for landslide susceptibility assessment. *Environmental Earth Sciences*, 79(4), 1–14.

Pham, B. T., Tien Bui, D., Prakash, I., Dholakia, M. (2017). A comparative study of different machine learning methods for landslide susceptibility mapping: A case study from India. *Geocarto International*, 32(4), 351–374.

Zhang, S., Li, Z., & Peng, J. (2019). Landslide susceptibility assessment using frequency ratio, statistical index, and weights-of-evidence models in GIS. *Geoenvironmental Disasters*, 6(1), 1–14.

Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, 45(1), 5–32.

Xu, C., Dai, F. C., & Li, S. (2012). GIS-based support vector machine modeling for earthquake-triggered landslide susceptibility mapping. *Mathematical Geosciences*, 44(5), 597–620.

Shirzadi, A., Bui, D. T., Pham, B. T. (2017). A GIS-based hybrid computational intelligence approach for landslide susceptibility assessment. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(3), 1–21.



PROJECTS IN FOCUS

Công nghệ Jet Grouting đường kính lớn và trụ RAS - Giải pháp tiên tiến cho các dự án ngầm và cơ sở hạ tầng tại Việt Nam

Large Diameter Jet Grouting & RAS Column Technologies -Advanced Solutions for Underground & Infrastructure Projects in Vietnam

Đỗ Ngọc Phong

Công CP công trình ngầm FECON RAITO. E-mail: phongdn@fecon.com.vn, dongocphong.th@gmail.com

Nguyễn Văn Hào

Công ty cổ phần công trình ngầm FECON RAITO. E-mail: Haonv4@fecon.com.vn,

Nakajima Tomo

Công ty RAITO KOGYO. E-mail: tomo@raito.co.jp

Tóm Tắt

Trong bối cảnh nhu cầu xây dựng hạ tầng ngầm, metro, cảng biển và các công trình quy mô lớn ngày càng gia tăng tại Việt Nam, công nghệ xử lý nền bằng trụ đất – xi măng đường kính lớn đang trở thành xu thế tất yếu. Bài viết giới thiệu tổng quan về hai công nghệ chủ đạo: Jet Grouting đường kính lớn (Large Diameter Jet Grouting – BDJ) và RAS Column (Reliable Accord Soil Column) – thế hệ mới của phương pháp trộn sâu cải tiến. Nội dung bài viết phân tích lịch sử phát triển, nguyên lý, ưu điểm kỹ thuật – kinh tế, so sánh với công nghệ đường kính nhỏ, đồng thời tổng hợp xu hướng ứng dụng trên thế giới và tại Việt Nam.

Abstract

In the context of increasing demand for underground infrastructure, metro systems, seaports, and other large-scale projects in Vietnam, ground improvement technology using large-diameter soil–cement columns are becoming an inevitable trend. This article provides an overview of two key technologies: Large Diameter Jet Grouting (BDJ) and RAS Column (Reliable Accord Soil Column) – the new generation of the improved deep mixing method. The content analyzes their development history, principles, technical and economic advantages, compares them with small-diameter technologies, and summarizes global and domestic application trends.

Keywords: Jet grouting, BDJ, RAS, Large diameter, soil improvement, underground construction.

Bối cảnh và sự cần thiết của công nghệ đường kính lớn

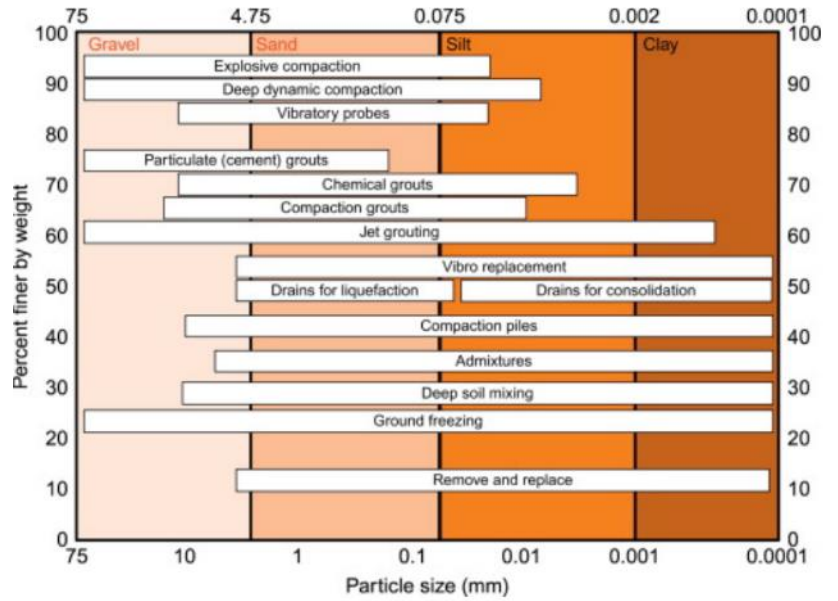
Điều kiện địa chất Việt Nam, đặc biệt tại đồng bằng sông Hồng, miền Trung ven biển và đồng bằng sông Cửu Long, chứa nhiều lớp đất yếu, bão hòa nước, tính nén lún cao. Các dự án metro, đường hầm, trạm bơm, nhà máy, cầu cảng... đòi hỏi giải pháp xử lý nền có khả năng:

- Tạo khối chống thấm lớn,
- Chịu tải tập trung cao,
- Giảm lún và biến dạng,
- Thi công trong không gian chật hẹp đô thị,
- Rút ngắn tiến độ và đảm bảo an toàn công trình lân cận.

Công nghệ Jet Grouting đường kính lớn và RAS Column đáp ứng chính xác các yêu cầu trên nhờ khả năng tạo trụ có đường kính từ 1,4 đến 5,5 m, giảm số lượng mũi khoan, tăng độ đồng nhất và hiệu quả kinh tế.



Hình 1. Phân bố đất yếu



Hình 2. Phương pháp gia cố nền đất

Công nghệ Jet Grouting đường kính lớn

Lịch sử phát triển

Jet Grouting xuất hiện tại Nhật Bản và Ý từ thập niên 1960, ban đầu chỉ tạo được trụ đường kính nhỏ (0,6–1,0 m). Nhờ cải tiến áp lực bơm (300 đến 700 bar), tốc độ quay và thiết kế vòi phun, đến thập niên 1995–2005 công nghệ chính thức bước vào giai đoạn “Large Diameter Jet Grouting”, đạt đường kính 1,5–3,0 m. Từ năm 2015 đến nay, các tập đoàn như Raito Kogyo, Kajima, Soilmec, Keller đã thương mại hóa hệ thống Jet Grouting siêu lớn, cho phép tạo trụ đường kính lên đến 3–6 m tùy điều kiện đất.

Bảng 1 Lịch sử phát triển của công nghệ trộn Jet Grouting

| 1960–1980 Giai đoạn ban đầu | 1980–1995 Mở rộng và cải tiến thiết bị | 1995–2005 "Phương pháp phun vữa áp lực cao đk lớn" chính thức ra mắt | 2005–2015 Nhu cầu về đường kính lớn tăng mạnh | 2015– Hiện tại Thương mại hóa thiết bị chuyên dụng |
|---|---|---|--|---|
| Công nghệ phun vữa áp lực cao (Jet Grouting) lần đầu tiên xuất hiện ở Nhật Bản và Ý vào những năm 1960 (Gondwana, Yamakado, G-Ground). Tạo ra các trụ đất-xi măng có đường kính từ 0,6 đến 1,0 m , chủ yếu để cải thiện nền đất yếu và kiểm soát thấm. | Các nhà thầu ở Nhật Bản, Đức và Ý bắt đầu thử nghiệm với việc tăng đường kính trụ. Tuy nhiên, đường kính > 1 m vẫn không ổn định, thường chỉ đạt được 1,2–1,4 m trong đất sét hoặc đất mềm. | Nhật Bản và Châu Âu bắt đầu định nghĩa Phun hai pha: đường kính 1,5–2,0 m . Phun ba pha: đường kính 2,0–3,0 m . Ứng dụng bắt đầu xuất hiện trong Công trình tàu điện ngầm, Xử lý nền đất cho giếng thẳng đứng Mở rộng đường đô thị. | Các dự án tàu điện ngầm lớn trên khắp châu Á (Tokyo, Osaka, Hồng Kông, Seoul, Đài Bắc) đã thúc đẩy nhu cầu về trụ Jet Grouting 2-4 m cho các tường chống thấm, Khối xi măng đất cho các công trình ngầm và đường hầm ngang Ổn định mái dốc và giảm thiểu sụt lở đất, v.v. | Các nhà sản xuất như Raito/Kajima (Nhật Bản), Soilmec (Ý), Keller (Đức) và Trevi (Ý) đã phát triển các hệ thống bơm vữa siêu tốc có khả năng: Đạt đường kính từ 3–6 m , tùy thuộc vào điều kiện đất. |

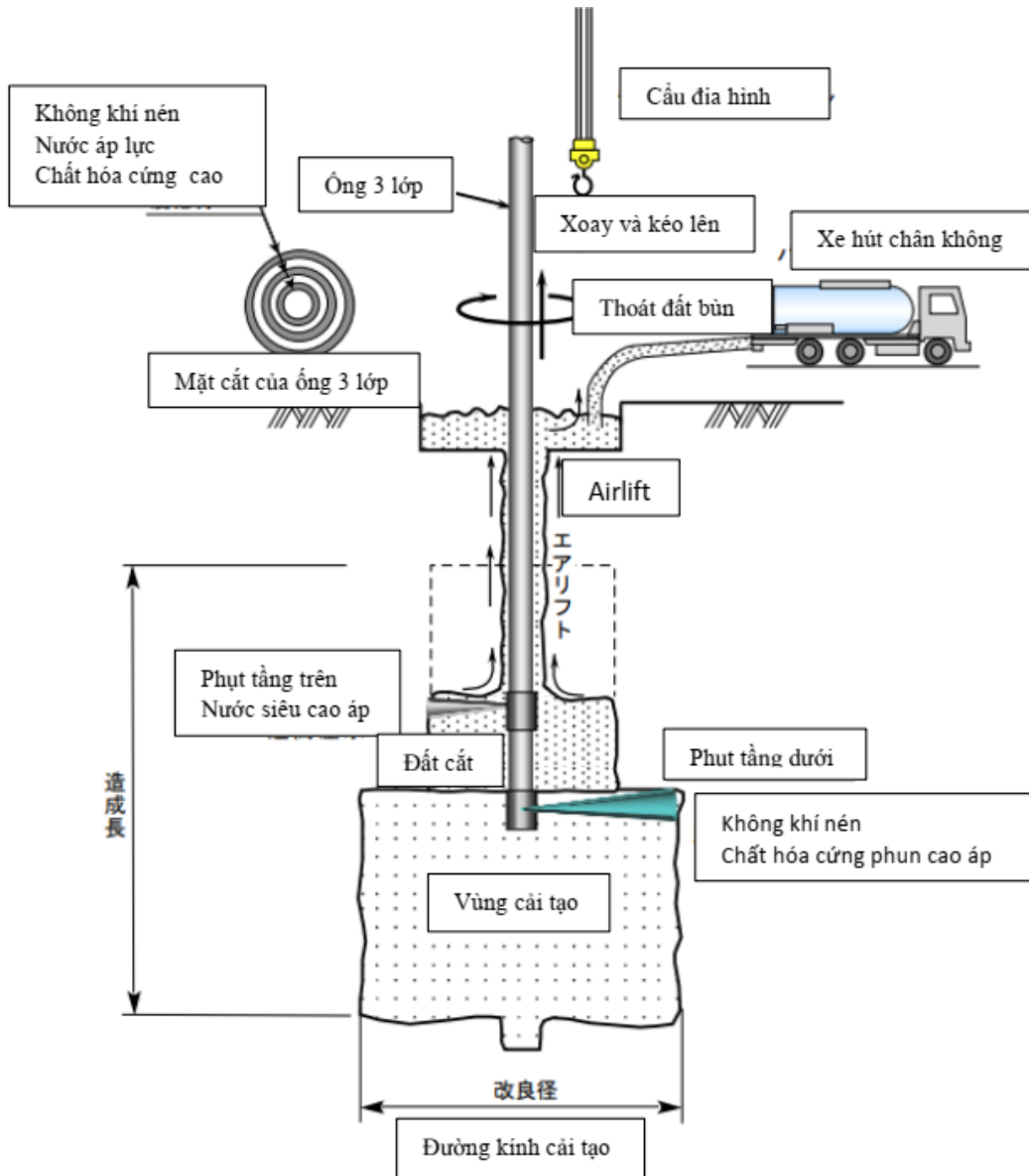


Nguyên lý tạo trụ đường kính lớn

Jet Grouting đường kính lớn sử dụng đồng thời:

- Vữa xi măng (slurry)
- Khí nén (air)
- Nước áp lực cao (water jet)

hình thành năng lượng phá vỡ – xáo trộn đất mạnh hơn nhiều so với công nghệ một pha truyền thống. Năng lượng này quyết định trực tiếp kích thước trụ.



Hình 3. Phương pháp Jet grouting 3 pha đường kính lớn

Quy trình thi công và kiểm soát chất lượng

Quy trình gồm: thiết lập thiết bị; khoan đến cao độ thiết kế; phun – trộn khi rút cần; hoàn thiện và nghiệm thu.

Công tác QC/QA yêu cầu:

- Thi công thử nghiệm,
- Giám sát lưu lượng – áp lực – tốc độ nâng cần,
- Lấy mẫu, khoan lõi kiểm tra đường kính, giao thoa,
- Thí nghiệm cường độ nén (UCS) và thí nghiệm kiểm tra hệ số thấm.



Hình 4. Khoan lõi kiểm tra chất lượng trụ Jet grouting



Hình 5. Đào lộ kiểm tra đường kính trụ Jet grouting

Ứng dụng của Jet grouting đường kính lớn

Jet Grouting đường kính lớn hiện là lựa chọn ưu tiên cho:

- Tường chống thấm cho hố đào sâu,
- Trạm bơm và giếng đứng,
- Khối bịt (plug) phục vụ thi công TBM,
- Cải tạo nền cảng biển, sân bay, nhà máy,
- Xử lý sạt lở và mái dốc.

Công nghệ Trụ RAS – thế hệ mới của trộn sâu đường kính lớn

Công nghệ CDM truyền thống (1970–1990) chỉ tạo trụ 0,6–1,0 m. Khi nhu cầu nền móng sâu và yêu cầu đồng nhất tăng lên, hệ twin-shaft và triple-shaft ra đời (đường kính 1,5–2,5 m). Đến năm 2005, Raito (Nhật Bản) phát triển RAS Column, với các cải tiến lớn:

- Mô men xoắn 300–600 kN·m,
- Cánh trộn mở rộng,
- Kiểm soát tự động,
- Đường kính 1,4–2,5 m,
- Độ sâu thi công 40–60 m.

Bảng 2 Lịch sử phát triển của công nghệ trộn sâu cơ khí

| 1970–1985 Giai đoạn phát triển ban đầu – Mô hình CDM truyền thống | 1985–1995 Sự xuất hiện của hệ thống trục đôi – Ứng dụng mở rộng | 1995–2005 Giới thiệu hệ thống ba trục và thế hệ đường kính lớn đầu tiên | 2005–2015 Công nghệ RAS – Thế hệ thứ hai của công nghệ trộn đường kính lớn | 2015– Hiện tại Mở rộng thương mại – Hệ thống RAS tiên tiến |
|--|---|--|--|---|
| Ban đầu, nó sử dụng hệ thống trục đơn, tạo ra các trụ có đường kính từ 0,6 đến 1,0 m . Các mục đích chính bao gồm cải tạo nền đất yếu cho các khu vực ven biển, kè biển, bãi container và | Đường kính trụ từ 1,0–1,5 m Nhật Bản, Hàn Quốc và Đài Loan đã ứng dụng rộng rãi phương pháp này cho: móng cảng biển, đê chắn sóng, giảm thiểu hiện tượng hóa lỏng đất. | Đường kính trụ từ 2,0–2,5 m Nhật Bản và Đài Loan đã tiêu chuẩn hóa phương pháp đào sâu và thi công các dự án tàu điện ngầm. | Công ty Raito Kogyo (Nhật Bản) đã giới thiệu RAS – Reliable Accord, với các đặc điểm nổi bật: cánh trộn quay mở rộng, đường kính trụ từ 1,4-2,5 m , khả năng trộn ở độ sâu 40-60 m. | Các hệ thống RAS hiện đại có các đặc điểm sau: mô-men xoắn vượt quá 700 kN·m, cánh tay trộn được tối ưu hóa thủy lực, điều khiển tự động (mô-men xoắn, vòng quay mỗi phút, tốc độ xuyên |

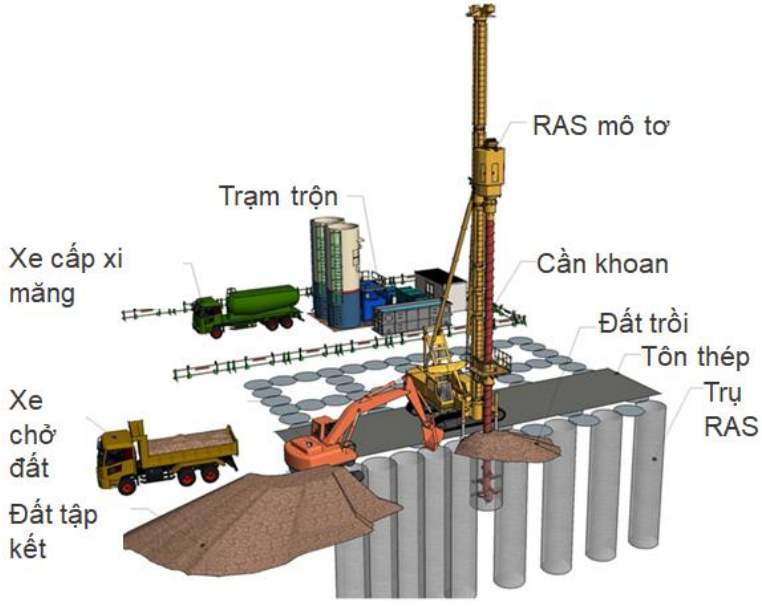


| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| 1970–1985 Giai đoạn phát triển ban đầu – Mô hình CDM truyền thống | 1985–1995 Sự xuất hiện của hệ thống trục đôi – Ứng dụng mở rộng | 1995–2005 Giới thiệu hệ thống ba trục và thể hệ đường kính lớn đầu tiên | 2005–2015 Công nghệ RAS – Thế hệ thứ hai của công nghệ trộn đường kính lớn | 2015– Hiện tại Mở rộng thương mại – Hệ thống RAS tiên tiến |
| các cơ sở công nghiệp. | | | Ứng dụng đã nhanh chóng mở rộng trong: hệ thống tàu điện ngầm (tường ngăn), đường sắt đô thị, móng cầu, gia cố nền móng cảng và bãi container. | thấu), đường kính trụ từ 1,4-2,5 m . Được sử dụng rộng rãi cho: các giải pháp thay thế cho tường chắn, khối chắn quy mô lớn, móng nhà ga và kho bãi tàu điện ngầm, tường chống hóa lỏng dày. |

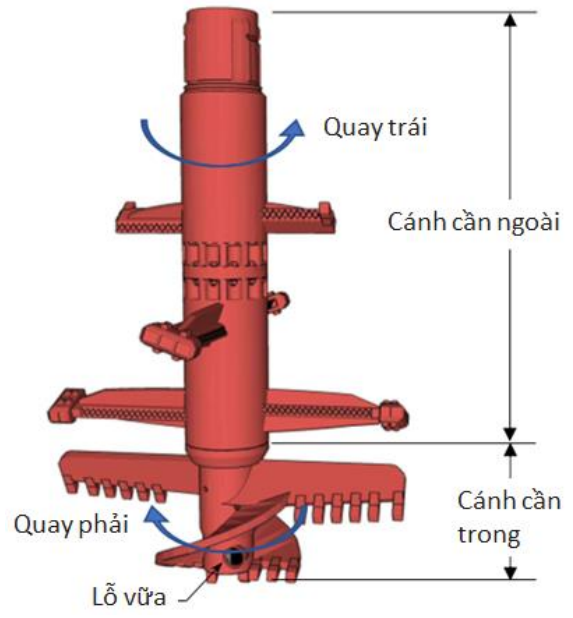
Nguyên lý

RAS sử dụng trục kép quay ngược chiều nhau, giúp:

- Trộn đất – xi măng đồng nhất,
- Loại bỏ hoàn toàn hiện tượng “xoay cùng chiều”,
- Khoan xuyên qua lớp đất cứng hoặc đất lẫn vật liệu khó thi công bằng CDM thường.



Hình 6. Bố trí thiết bị RAS



Hình 7. Cấu tạo đầu khoan trộn RAS

Ưu điểm kỹ thuật

- Độ đồng nhất cao,
- Kiểm soát độ thẳng đứng tốt,
- Ít sai số hình học, ít rung động
- Thích hợp cho tường chống thấm, chống lún, chống trượt, chống hóa lỏng.



Ứng dụng của trụ RAS

RAS được ứng dụng rộng rãi cho các công trình:

- Nền cảng, bãi container, kho bãi,
- Tường chắn, giếng đứng,
- Đường đắp, đê kè,
- Xử lý lún và ổn định mái dốc,
- Nền nhà máy, kết cấu chịu tải lớn.



Hình 8. Thi công trụ RAS



Hình 9. Đào lộ kiểm tra đường kính trụ RAS

So sánh chung giữa công nghệ thi công đường kính lớn và đường kính nhỏ

Trụ đường kính lớn cho năng suất cao hơn 1,5–3 lần nhờ giảm số điểm khoan và tăng thể tích xử lý mỗi trụ.

Tường/cụm trụ lớn giảm khe hở giữa các trụ, tăng hệ số kín nước; trong khi trụ nhỏ dễ tạo khe rỗng hoặc vùng không trộn đủ.

Khối cải tạo từ trụ lớn có mô đun đàn hồi cao, ít điểm yếu nên giảm lún và giảm chuyển vị ngang hiệu quả hơn.

Dù đơn giá trên m³ cao hơn 10–20%, tổng chi phí dự án lại giảm nhờ:

- Giảm số lượng trụ,
- Tiến độ rút ngắn,
- Giảm chi phí kiểm soát lún và khắc phục rủi ro.

Trụ lớn tạo ít hố khoan hơn → giảm bùn thải, tiếng ồn và chấn động, phù hợp với khu đô thị.

Bảng 3 Tóm tắt các tiêu chí so sánh

| Tiêu chí | Đường kính lớn | Đường kính nhỏ |
|---|--------------------------------|------------------------------|
| Hiệu quả kỹ thuật tổng thể | ★★★★★ | ★★★ |
| Năng suất | ★★★★★ | ★★☆ |
| Kiểm soát lún và biến dạng | ★★★★★ | ★★★ |
| Độ kín nước | ★★★★★ | ★★★ |
| Hiệu quả kinh tế cho diện tích >1000 m ² | ★★★★★ | ★★★ |
| Yêu cầu thiết bị và kỹ năng vận hành | ★★★★★ | ★★★ |
| Phù hợp địa hình chật hẹp đô thị | ★★★★☆ | ★★★ |
| Mức độ phổ biến tại Việt Nam (2025) | ★★☆ (đang phát triển nhanh) | ★★★★★ (phổ biến rộng rãi) |



Xu hướng ứng dụng trên thế giới và Việt Nam

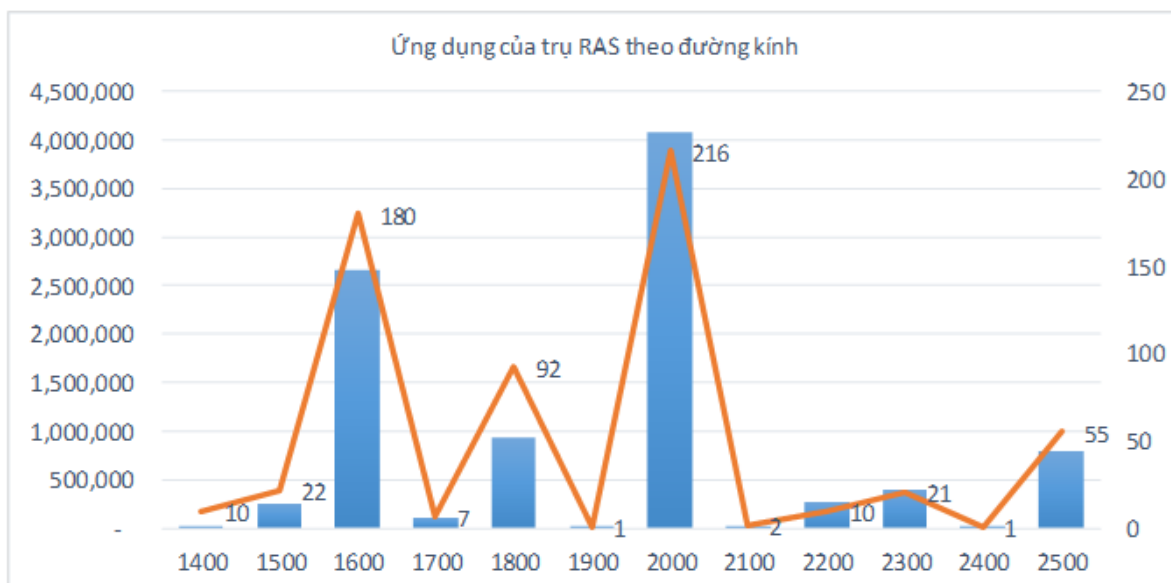
Nhật Bản, Hàn Quốc, Singapore: tiêu chuẩn hóa Jet Grouting & CDM đường kính lớn cho metro, giếng đứng, trạm bơm.

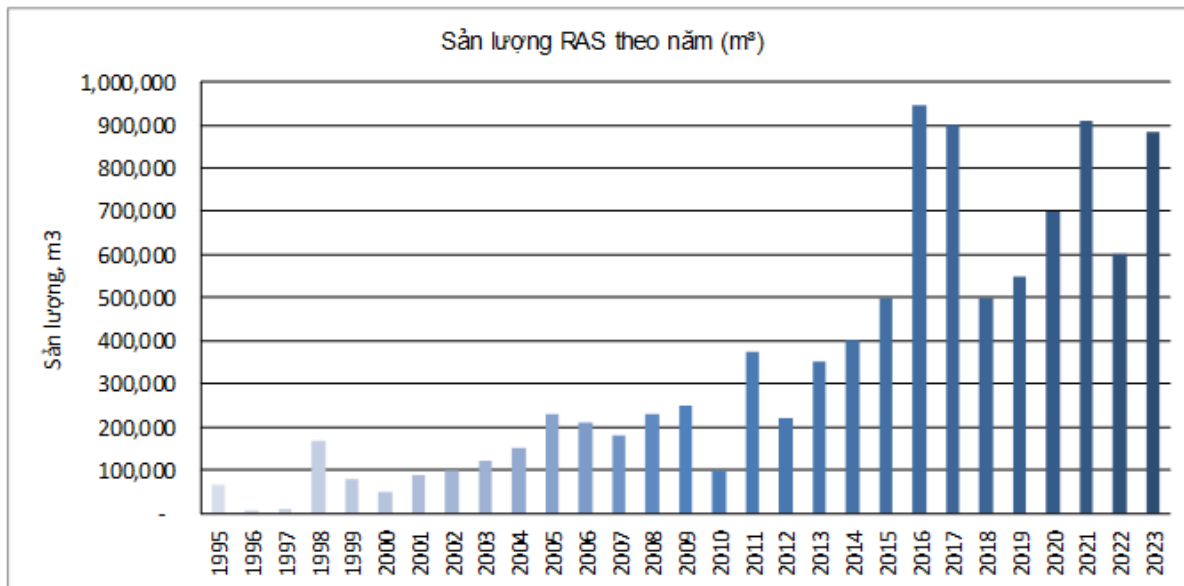
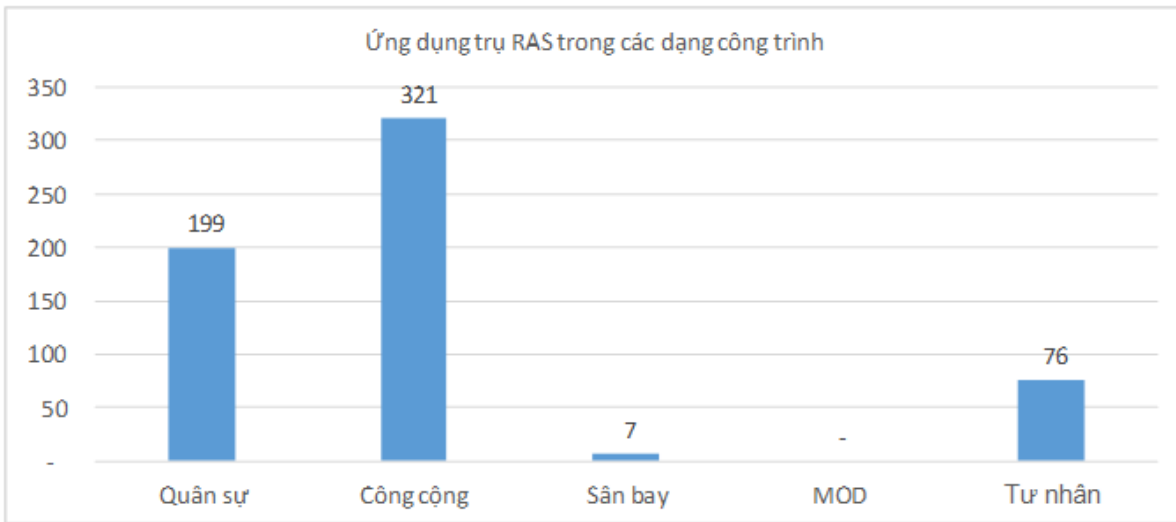
Châu Âu: áp dụng công nghệ đường kính lớn cho đường hầm, trạm điện ngầm, ga metro.

Đông Nam Á: đặc biệt Bangkok, năng suất tăng 2–3 lần so với công nghệ trụ nhỏ.

Bảng 4 Các dự án Jet grouting đường kính lớn điển hình trên thế giới

| STT | Dự án | Địa điểm | Công nghệ & kích thước (đường kính / chiều sâu) |
|-----|--|--------------------|---|
| 1 | MRTA Blue Line Extension – TBM retrieval shaft | Bangkok, Thái Lan | Jet Grouting đường kính lớn: $\varnothing \sim 3.2$ m, sâu ~ 43.8 m. Thai Journal Online |
| 2 | Dự án hàng đê & kè sông – Meixiang River tributary | Trung Quốc | Jet Grouting “large diameter, ipsilateral, multi nozzle, high pressure” (cut off wall) MDPI |
| 3 | Case Study Jet Grouting – Maragheh, Iran | Iran | Jet Grouting: chiều sâu ~ 16 m, đường kính thử ~ 1.06 m (vẫn chưa lớn nhưng kết quả tốt) ResearchGate |
| 4 | Dự án tại Nhật Bản – danh sách của JAFEC USA, Inc. “Jet Grouting Projects” | Nhật Bản | Nhiều dự án cải tạo lớn: $\varnothing 2000$ mm, $\varnothing 3500$ mm, $\varnothing 5000$ mm. jafecusa.com |
| 5 | Thí nghiệm tại Đài Bắc – pilot large diameter Jet Grouting | Đài Bắc, Đài Loan | Jet Grouting đường kính 2.0 m & 3.2 m. ISSMGE |
| 6 | Dự án “Large diameter ultra-deep high pressure jet grouting construction method” (bằng sáng chế) | Trung Quốc | Phương pháp đường kính lớn, khoan lớn, trụ tốt. Patsnap Eureka |
| 7 | Nghiên cứu tổng quan “V Jet method” – Công nghệ Jet Grouting đường kính lớn đến 5.5 m | Toàn cầu | Jet Grouting đường kính 2 m tới 5 m. Preprints |
| 8 | Case “Ground Stabilization in Difficult Geology by Jet Grouting Columns” | Thụy Điển (Sweden) | Jet Grouting: 288 trụ dài ~ 5.5 m, $\varnothing \sim 0.80$ m. Wassara |





Tại Việt Nam Jet Grouting đường kính lớn đã được ứng dụng từ năm 2015 trong:

- Metro Hà Nội (Ga S9–S12)
- Metro TP.HCM (Ba Son – Nhà hát – Bến Thành)
- Trạm bơm Đồng Điều
- Tuyến cống Yên Xá
- Các dự án cảng biển, nhà máy thép, nhà máy nước

RAS Column cũng đã được triển khai tại:

- Cảng quốc tế Lạch Huyện – Bến 5,6, tổng khối lượng thực hiện khoảng 508 nghìn m3.
- Cảng Dung Quất – Bến 8, tổng khối lượng thực hiện khoảng 163 nghìn m3.
- Các dự án chuẩn bị áp dụng tại công trình công nghiệp và hạ tầng nặng.

Xu hướng chung cho thấy Việt Nam đang bước vào giai đoạn mở rộng mạnh mẽ việc sử dụng công nghệ đường kính lớn, dự kiến phổ biến trong 3–5 năm tới.

Kết luận

Trụ Jet Grouting và Trụ RAS đường kính lớn đại diện cho bước tiến quan trọng của ngành xử lý nền móng tại Việt Nam. Với khả năng thi công nhanh, chất lượng ổn định, hiệu quả kinh tế cao và phù hợp với các



dự án ngầm quy mô lớn, công nghệ này đang trở thành lựa chọn chiến lược trong xây dựng hạ tầng đô thị hiện đại.

Mặc dù yêu cầu thiết bị chuyên dụng và đội ngũ kỹ thuật trình độ cao, lợi ích mang lại – từ độ an toàn, độ bền công trình đến giảm thiểu rủi ro – vượt trội so với công nghệ truyền thống.

Công nghệ đường kính lớn hứa hẹn đóng góp quan trọng vào sự phát triển bền vững của hệ thống hạ tầng quốc gia, đặc biệt trong bối cảnh Việt Nam đẩy mạnh đầu tư metro, đường hầm, cảng biển và công trình công nghiệp trọng điểm.

Lời cảm ơn

Chân thành cảm ơn sâu sắc đến Công ty FECON RAITO, Công ty RAITO KOGYO và các đồng nghiệp đã hỗ trợ thông tin, đóng góp ý kiến để tác giả hoàn thành bài viết này!

Tài liệu tham khảo

BS EN 12716:2001 – “Execution of special geotechnical works – Jet Grouting”

“Deep Soil Mixing for Engineers” (FHWA/USA)

“The Deep Mixing Method” Masaki Kitazume & Masaaki Terashi

“Jet Grouting Practice: an Overview” (SEAGS & AGSSEA)

HG/T 20691 2017 – “Technical Specification for High Pressure Jet Grouting Construction” (Trung Quốc)

“Phương pháp thi công trụ RAS - Cẩm nang thiết kế và thi công” Hiệp hội nghiên cứu phương pháp xây dựng trụ RAS (Nhật Bản) – 9/2024.

“Phương pháp thi công Jet grouting OPT – Tài liệu kỹ thuật và dự toán chi phí” Hiệp hội nghiên cứu OPT Jet Nhật Bản – Tái bản lần 3.

TCCS 94:2025/IBST – Trụ RAS – yêu cầu thiết kế, thi công và nghiệm thu.

Long. P.V, D.T. Bergado, L.V. Nguyen, A.S. Balasubramaniam, “Design and Performance of Soft Ground Improvement using PVD with and without Vacuum Consolidation”. Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA, Vol.44, No.4, 2013, ISSN 0046-5828.

Soil improvement methods applicable to different range of soil sizes (update by / Nicholson, 2015)



Giải pháp chống xói lòng sông và bảo vệ bờ sông Cổ Chiên, Vĩnh Long

Ngô Đình Tùng

Công ty cổ phần HUDECO. E-mail: tungnd@hudeco.com.vn

Lê Thái Trung

Công ty cổ phần HUDECO. E-mail: trunqlt@hudeco.com.vn

Tóm Tắt

Những năm gần đây, hiện tượng sạt lở bờ sông, kênh, rạch đã và đang xảy ra tại hầu hết các địa phương ở vùng đồng bằng sông Cửu Long gây ảnh hưởng nghiêm trọng cho đời sống người dân khu vực này. Tại Vĩnh Long, các nghiên cứu về sạt lở bờ sông Cổ Chiên chỉ ra nguyên nhân chính do giao thông thủy, sóng thủy triều, khai thác cát... Vào năm 2022, sau khi công bố về tình trạng khẩn cấp có nguy cơ sạt lún của bờ kè sông Cổ Chiên, đến năm 2023, Chính Phủ đã ban hành và phê duyệt các quyết định về việc sửa chữa Kè Cổ Chiên với giải pháp phối hợp đắp đá và rải bao tải cát dưới lòng sông để hạn chế cung trượt do xói lòng sông gây ra. Trong bài viết này Chúng tôi sẽ giới thiệu về trình tự thi công, những thách thức mà các nhà thầu đã gặp phải tại dự án, đề xuất phương án nghiên cứu mở rộng cho dự án này, cũng như những dự án tương tự.

Từ khóa: kè sông, chống xói lòng sông, thi công kè

Mở đầu

Trong các dự án sửa chữa và gia cố kè bờ sông, việc lựa chọn giải pháp kỹ thuật phù hợp luôn là một bài toán tổng hợp, đòi hỏi sự cân nhắc đồng thời giữa điều kiện địa chất nền, đặc điểm thủy lực – xói bồi, mức độ hư hỏng hiện hữu của công trình, cũng như yêu cầu về hiệu quả kinh tế và tính khả thi trong thi công. Đặc biệt đối với các tuyến kè đã tồn tại và đang xảy ra sự cố, mục tiêu ưu tiên thường là ổn định tổng thể mái bờ và hạn chế nguy cơ trượt do xói lòng sông, trong khi vẫn đảm bảo khả năng khai thác và sử dụng công trình sau khi sửa chữa.

Trên cơ sở đánh giá điều kiện địa chất – thủy lực tại hiện trường, mức độ hư hỏng của tuyến kè hiện hữu, cũng như yêu cầu ổn định công trình trong điều kiện khai thác lâu dài, phương án được lựa chọn cho dự án là giải pháp phối hợp giữa gia cố lòng sông và gia cố thân kè. Cụ thể, đá hộc và bao tải cát được đắp, rải dưới lòng sông nhằm hạn chế xói lòng, cắt đứt cung trượt do hạ thấp đáy sông gây ra, qua đó nâng cao ổn định tổng thể mái bờ. Phần mái kè được bảo vệ bằng thảm đá và mái đá hộc chít vữa, trong khi phía trong kè bố trí vỉa hè trên nền cọc để giảm ảnh hưởng của lún không đều. Mặt trước kè được tăng cường bằng các bản ngưỡng, nhằm phân tán năng lượng dòng chảy và hạn chế xói cục bộ tại chân kè.

Giải pháp nêu trên đáp ứng tốt yêu cầu xử lý sự cố trong điều kiện hiện trạng phức tạp, đồng thời đảm bảo khả năng thi công và hiệu quả kinh tế. Tuy nhiên, xét về dài hạn, việc chỉ tập trung gia cố tại vị trí bờ sông chưa giải quyết triệt để các biến động hình thái lòng dẫn. Do đó, bài báo tiếp tục đề xuất và thảo luận phương án kè mở hàn như một hướng tiếp cận bổ sung, nhằm điều chỉnh dòng chảy, thúc đẩy bồi tụ tự nhiên và nâng cao tính bền vững cho công trình kè trong điều kiện đặc thù của sông Cổ Chiên.

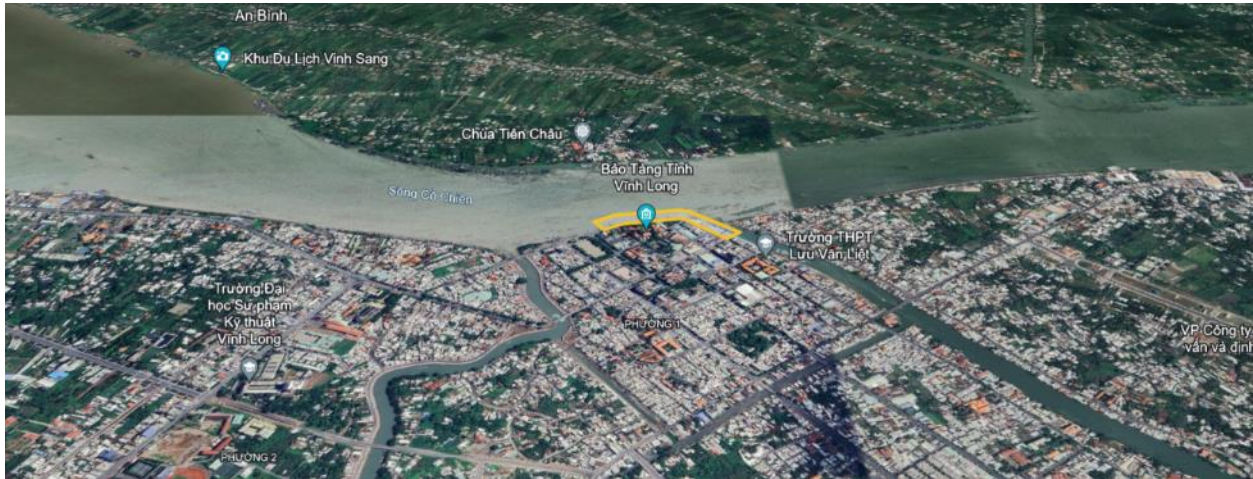
Thông tin dự án sửa chữa kè sông Cổ Chiên

Thông tin về dự án sửa chữa Kè Cổ Chiên được trình bày trong Bảng 1.



Bảng 1. Thông tin dự án

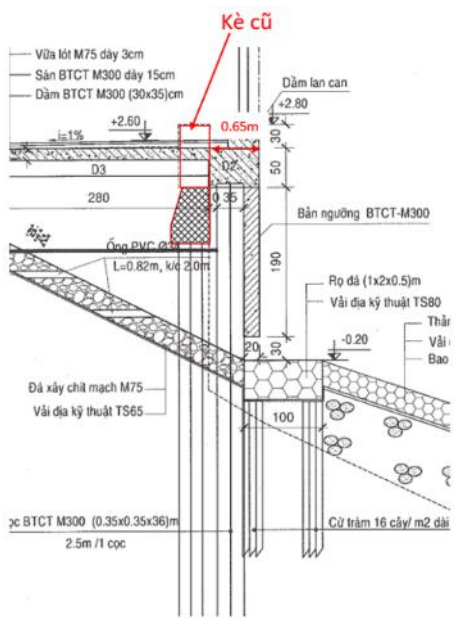
| | |
|-----------------------------|---|
| Công trình | Sửa chữa kè sông Cổ Chiên |
| Địa điểm xây dựng | Phường 1, thành phố Vĩnh Long, tỉnh Vĩnh Long |
| Chủ đầu tư | Ban Quản lý dự án đầu tư xây dựng các công trình nông nghiệp và phát triển nông thôn tỉnh Vĩnh Long |
| Nhà thầu khảo sát, thiết kế | Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam |
| Nhà thầu thi công | Công ty Cổ phần HUDECO |



Hình 1. Vị trí dự án



Hình 2. Phạm vi công việc



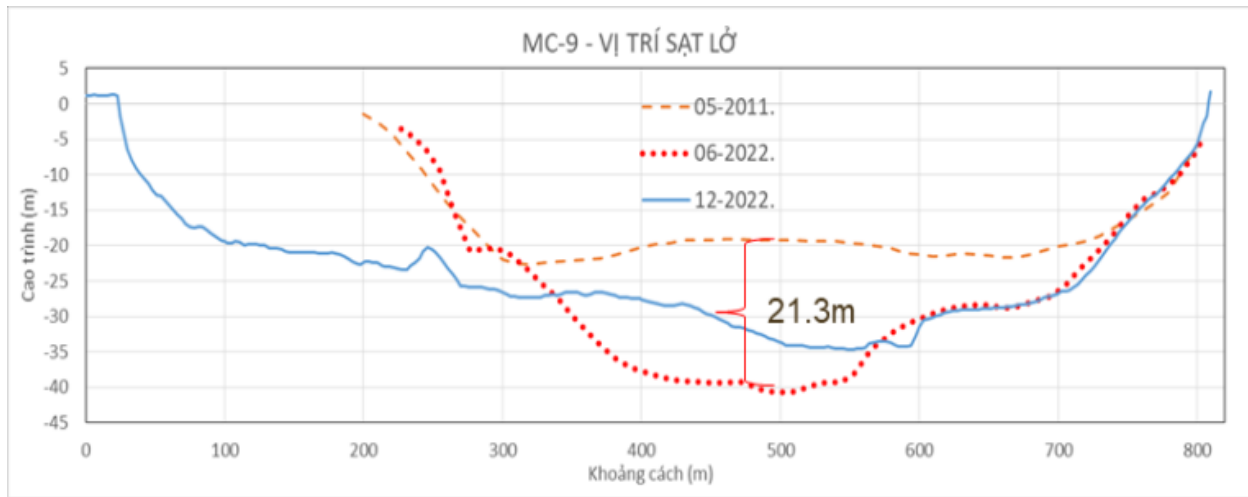
Hình 3. Kết cấu kè trước khi sửa chữa



Hình 4. Kết cấu kè trước khi sửa chữa



Hình 5. Kết cấu vỉa hè trước khi sửa chữa



Hình 6. Biểu đồ đáy sông cổ chiên năm 2011 và 2022

- Dựa trên hình ảnh và kết quả khảo sát đáy sông cổ chiên năm 2011 và năm 2022, lòng sông Cổ Chiên đã bị xói và hạ thấp lòng dẫn tới 21.3m sau 11 năm, chính điều này đã gây sụt lún kết cấu kè và vỉa hè bên trên.

Biện Pháp thi Công

Các công việc chính của nhà thầu thi công sửa chữa kè Cổ Chiên bao gồm:

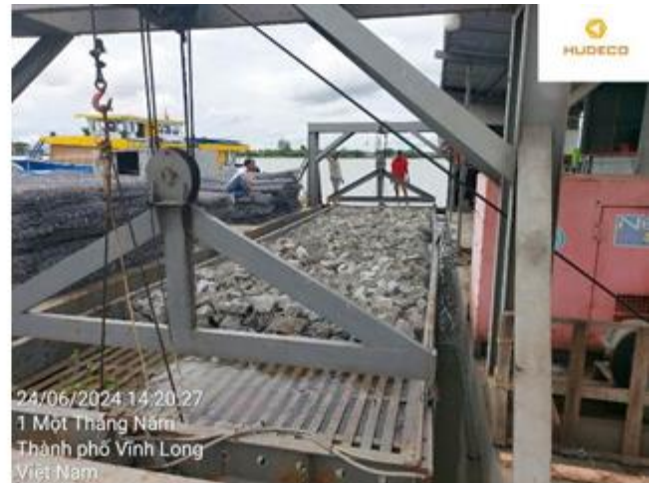
- Tháo dỡ kết cấu kè cũ, lưu trữ, bảo quản vật tư tận dụng lại (như lan can, đá granite).
- Đóng cọc BTCT 350×350.
- Đóng cừ tràm thả thảm đá trên cạn.
- Đắp bao tải cát dưới nước xử lý hố xói sạt lở.
- Trải vải địa kỹ thuật dưới nước.
- Thả thảm đá dưới nước.
- Thi công đá học chít vữa, hệ đầm sàn và bản ngưỡng.
- Thi công hệ thống hố ga, cống và cửa xả.
- Thi công vỉa hè.



Hình 7. Thi công cọc vuông 350 x350



Hình 8. Đóng cừ tràm và thả đá



Hình 9. Thả bao tải cát và thả đá dưới nước



Hình 10. Thi công đá học chít vữa



Hình 11. Lắp đặt bản ngưỡng



Hình 12. Thi công vỉa hè

Những thách thức trong quá trình thi công

- Công trình xây dựng nằm trong khu vực sạt lở, giới hạn tải trọng là 2 tấn/m² gây khó khăn trong việc di chuyển máy móc và thiết bị → Nhà thầu đưa ra phương án vận chuyển bằng đường thủy và sử dụng thiết bị tải trọng nhỏ.
- Thủy triều lên xuống, Thời gian mực nước thấp là rất ngắn, → Nhà thầu cần có nhiều kinh nghiệm để lên kế hoạch tổ chức thi công dựa trên quan trắc mực nước, dòng chảy và phải chuyển đổi một số hạng mục từ thi công đổ bê tông tại chỗ thành phương án lắp ghép cấu kiện bê tông đúc sẵn.
- Dòng chảy sông Cổ chiền khá xiết → Nhà thầu cần có kinh nghiệm để quản lý công tác thả bao tải cát, tránh hiện tượng bị cuốn trôi, lệch vị trí cần thả.



Hình 13. Thi công vỉa hè



Hình 14. Thi công bản ngưỡng theo con nước.

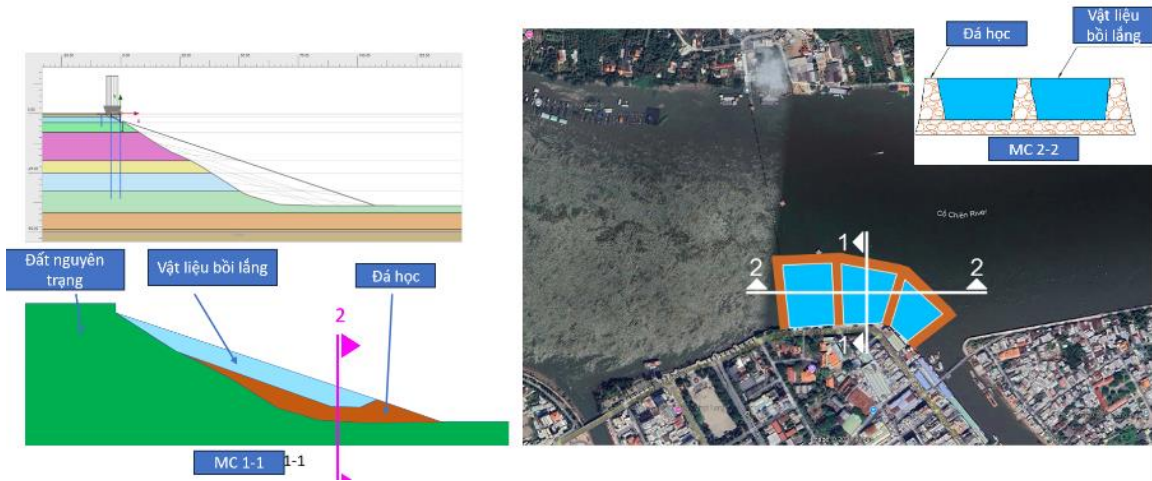


Hình 15. Dòng chảy siết của Sông Cổ Chiên

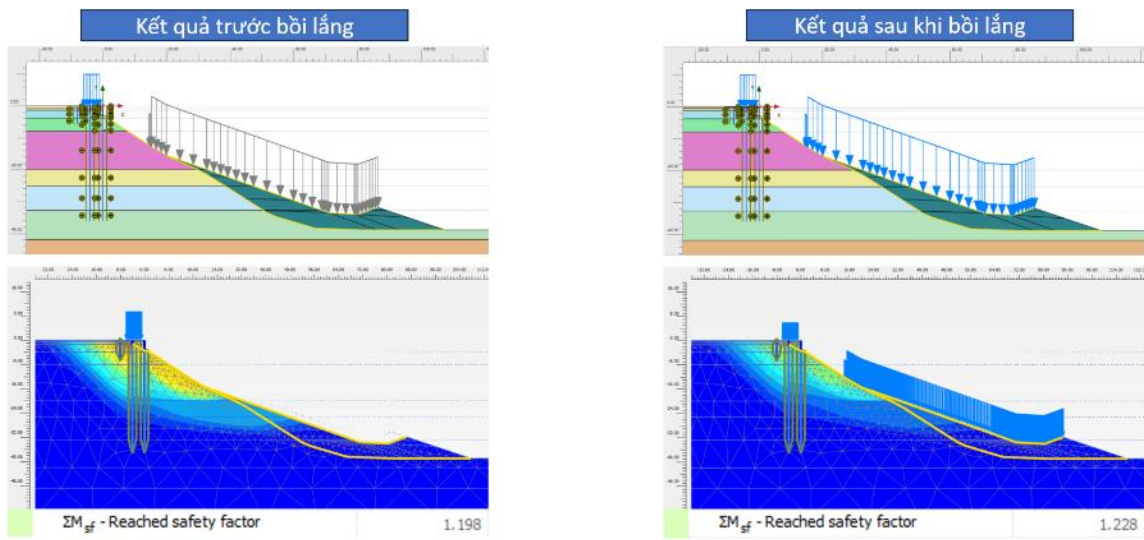
Phương án nghiên cứu mở rộng

Hiện nay, nhu cầu về cát trong nước rất lớn. Từ các dự án đường cao tốc trên cả nước, đến các dự án cảng biển, các dự án đô thị trên nền đất yếu cần san lấp bằng cát, v.v., khiến nguồn cát ở Việt Nam trở nên cực kỳ khan hiếm. Xuất phát từ góc nhìn trên, Nhà thầu đã nghiên cứu tính toán giải pháp kè mở hàn nhằm mang lại hiệu quả bồi lắng tự nhiên cho các khu vực sạt lở cần xử lý, giúp mang lại giá trị lâu dài cho dự án và tiết giảm tài nguyên cát.

Hình 16, 17 trình bày một số kết quả mô phỏng FEM phương án kè mở hàn.



Hình 16. Phương án mô phỏng FEM kè mở hàn



Hình 17. Kết quả tính toán FEM

Kết luận

Từ quá trình thi công sửa chữa kè sông Cổ Chiên tại tỉnh Vĩnh Long, có thể nhận thấy rằng các công trình kè bờ sông trong khu vực Đồng bằng sông Cửu Long luôn phải đối mặt với nhiều thách thức phức tạp, bao gồm nền đất yếu, dòng chảy xiết, biên độ dao động mực nước lớn và sự thiếu hụt bùn cát tự nhiên. Những yếu tố này không chỉ ảnh hưởng đến tính ổn định lâu dài của công trình, mà còn gây khó khăn đáng kể trong tổ chức và kiểm soát thi công.

Thực tế thi công cho thấy, giải pháp sửa chữa kè truyền thống có thể đáp ứng yêu cầu bảo vệ cấp bách trong ngắn hạn, tuy nhiên vẫn tồn tại những hạn chế nhất định, đặc biệt là nguy cơ xói lở chân kè và suy giảm hiệu quả theo thời gian nếu không có các giải pháp hỗ trợ phù hợp về mặt thủy động lực học.

Trên cơ sở đó, bài báo đã đề xuất phương án kè mở hàn như một giải pháp bổ sung hoặc thay thế, với ưu điểm là điều chỉnh hướng và vận tốc dòng chảy, thúc đẩy quá trình bồi tụ tự nhiên, từ đó giảm áp lực tác động trực tiếp lên mái và chân kè chính. Giải pháp này không chỉ góp phần nâng cao tính ổn định lâu dài của bờ sông, mà còn có tiềm năng giảm chi phí bảo trì và hạn chế can thiệp cứng vào dòng sông, phù hợp với xu hướng phát triển bền vững hiện nay.

Tài liệu tham khảo

Huệ, V.H. (2023). Đánh giá ổn định bờ sông Cổ Chiên, tỉnh Vĩnh Long. Tạp chí Khí tượng Thủy văn 2023, 752, trang 12-28.



Ứng dụng cọc khoan nhồi phụt vữa thân cọc cho nhà cao tầng tại thành phố HCM

Application of shaft grouting bored piles for high rise buildings in HCM city

Nguyễn Duy Quang

Công ty cổ phần Fecon South. E-mail: quang.nd@fecon.com.vn

Trần Hoài Nam

Công ty cổ phần Fecon South. E-mail: nam.ht@fecon.com.vn

Tóm Tắt

Trước đây tại Việt Nam, việc áp dụng kỹ thuật phụt vữa thân cọc (shaft-grouting) là chưa phổ biến vì còn ít các nghiên cứu thực nghiệm từ các công trình thực tế. Trong những năm gần đây nhiều nhà cao tầng tại Thành phố Hồ Chí Minh áp dụng kỹ thuật này trong thiết kế và thi công móng cọc vì tính hiệu quả và tiết kiệm được chi phí cũng như sức chịu tải cọc tương đương với phương án móng cọc truyền thống. Một số công trình điển hình như Empire City (30 tầng nổi và 3 tầng hầm), Sóng Việt 1.13&1.14 (32 tầng nổi, 3 tầng hầm và 36 tầng nổi và 4 tầng hầm), Friendship Tower (21 tầng nổi và 4 tầng hầm), Emerald 68 (39 tầng nổi và 3 tầng hầm), ... Vì ngày càng được phổ biến nên nhiều nghiên cứu thực nghiệm từ kết quả nén tĩnh được thực hiện để ước tính ma sát thân cọc cực hạn của phương pháp Shaft-grouting. Bài viết này nhằm mục đích giới thiệu việc ứng dụng ngày càng rộng rãi của phương pháp Shaft-grouting cho cọc khoan nhồi ở các dự án tại Việt Nam đặc biệt là tại Tp Hồ Chí Minh và các vùng lân cận.

Abstract

Previously in Vietnam, the application of shaft-grouting technique was not popular due to the lack of experimental studies from actual projects. However, City this technique has recently applied for many high-rise buildings in Ho Chi Minh due to its efficiency and cost saving, as well as the pile load capacity equivalent to the traditional pile foundation method. Some typical projects such as the Empire City (30 floors and 3 basements), the Sóng Việt 1.13 & 1.14 (32 floors, 3 basements và 36 floors và 4 basements), the Friendship Tower (21 floors and 4 basements), the Emerald 68 (39 floors and 3 basements), etc. Because it becomes more and more popular, many emperical studies from static load test results have been conducted to estimate the ultimate pile friction for the shaft-grouting method. This article aims to introduce the increasingly widespread application of the shaft-grouting method for bored piles in projects in Vietnam, especially in Ho Chi Minh City and surrounding areas.

Keywords: shaft grouting; bored pile; Ho Chi Minh City

Mở đầu

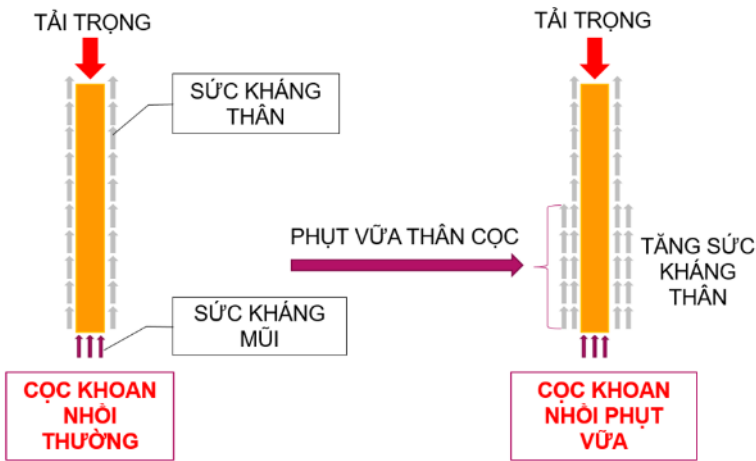
Sự kết hợp phụt vữa thân cọc tạo ra khả năng tăng chịu tải cho cọc đã được chứng minh trong nghiên cứu của Littlechild & Cộng sự (1998) [1], trong đó tác giả đã mô tả sự gia tăng gấp đôi giá trị ma sát đối với cọc có phụt vữa so với cọc không phụt vữa được thi công trong cả đất cát và đất sét ở Bangkok. Tại Việt Nam, tác giả Phan Văn Khánh & Phạm Quốc Dũng (2013) [2] đã trình bày tóm tắt phương pháp thi công và các kết quả thí nghiệm cọc thi công tại Thành phố Hồ Chí Minh. Tác giả đã đề xuất hệ số tính ma sát đơn vị của cọc khoan nhồi theo kinh nghiệm sau khi phụt vữa trong đất cát và đất sét dựa theo giá trị N_{spt} ($8.0 * N_{spt}$) và giá trị ma sát đơn vị giới hạn cho mỗi loại đất (240 kN/m² đối với đất sét và 300 kN/m² đối với đất cát). Nguyên cứu của T.D. Nguyễn [3] thuộc Viện Nghiên cứu R&D của Fecon, phân tích từ kết quả thử



tính của 6 dự án điển hình cọc khoan nhồi phụt vữa thân cọc ở khu vực TPHCM, ma sát đơn vị của các cọc được phụt vữa gấp 1.9 đến 2.2 lần so với ma sát đơn vị của cọc không phụt vữa.

Kỹ thuật công nghệ phụt vữa thân cọc Shaft-Grouting

Kỹ thuật phụt vữa thân cọc (Shaft-grouting) nhằm tạo ra lớp vữa bao quanh thân cọc, tăng cường tiếp xúc với đất làm tăng sức kháng ma sát xung quanh thân cọc. Trong quá trình phụt vữa thiết bị double parker sẽ được đưa vào các ống phụt vữa với các lỗ được bố trí sẵn (manchette) và được lắp đặt trên lồng thép ngay từ giai đoạn gia công lồng thép.

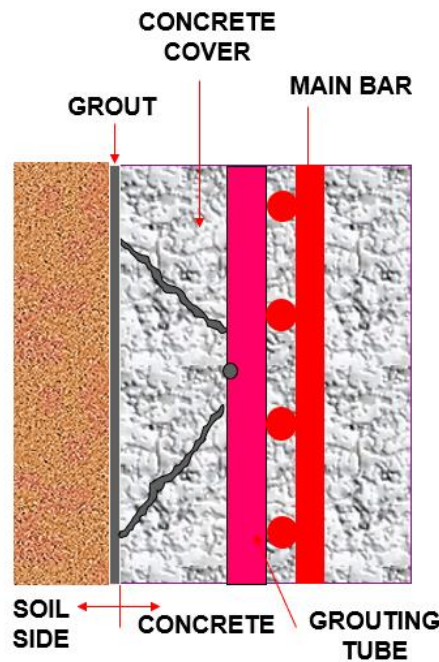
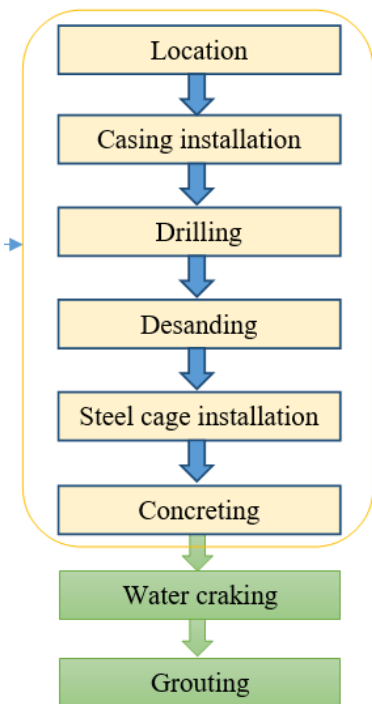


Hình 1 Cơ chế gia tăng sức chịu tải cọc bằng phương pháp phụt vữa thân cọc



Hình 2 Lát cắt cọc sau khi phụt vữa thân cọc

Quy trình thi công gồm các bước



Hình 3. Quy trình thi công cọc khoan nhồi phụt vữa thân cọc



So với cọc khoan nhồi đổ tại chỗ thông thường, quy trình phục vữa thân cọc sẽ có thêm hai bước: Phá nước và phục vữa. Quy trình phục vữa và phá nước được thực hiện tương tự nhau nhưng dùng 2 bộ điều khiển bơm khác nhau. Kết quả của quá trình phục vữa là tạo ra một lớp vữa giữa bề mặt cọc và đất.

Hiện nay chưa có tiêu chuẩn quy định cụ thể lượng vữa trên diện tích bề mặt cọc. Qua các công trình thi công thực tế có kiểm chứng thì lượng vữa trên mỗi lỗ đục sẵn (Manchette) nằm trong khoảng 25-35 lít/m². Áp suất thông thường cho việc bơm vữa là 25 bar tối đa là 40 bar. Tỷ lệ vữa trộn cho 100 lít: Xi măng (100 kg), nước (66.6 lít), Bentonite (1.5 kg), Sika 2000AT (0.8-1.2 lít), với tỷ lệ này cường độ vữa đạt được sau 14 ngày và 28 ngày lần lượt là 18 MPa và 20 MPa.



Hình 4. Sơ đồ bố trí hệ thống thi công cọc khoan nhồi phục vữa thân cọc tại công trường

Công thức xác định ma sát thân cọc phục vữa

Phạm vi đất tiếp xúc giữa cọc khoan nhồi và đất xung quanh thân cọc thường sẽ bị xáo trộn trong quá trình khoan làm giảm ma sát giữa phần bê tông cọc và đất nền. Do đó, lượng vữa được bơm xung quanh thân cọc đối với giải pháp cọc khoan nhồi có phục vữa sẽ giúp phục hồi sức kháng cắt ma sát đất xung quanh thân cọc. Đối với cọc khoan nhồi thông thường, theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 10304:2025 về thiết kế móng cọc, giá trị f_s được xác định là $10/3 N$ cho đất cát và $f_s = \alpha C_u$ (Với $C_u = 6.25 N$) cho đất sét. Tuy nhiên, trong trường hợp cọc có phục vữa thân cọc thì giá trị f_s là $(8-10) N$ cho đất cát và $C_u = (8-10)N$ cho đất sét (công thức kinh nghiệm của Fecon)



Bảng 1. Tương quan giữa giá trị SPT và ma sát hông đơn vị (không phụt vữa và có phụt vữa)

$$R_{c,u} = R_b + R_s = \alpha_b \times A_b + U \times \sum(f_s \times L_i)$$

| f_s | Normal Pile | Shaft grouting |
|---------|--|---|
| Lớp Sét | $f_s = \alpha_p \times C_u$ $C_u = 6.25 \times N$ (TCVN 10304:2014) | $f_s = \alpha_p \times C_u$ $C_u = (8 \sim 10) \times N$ (Kinh nghiệm FECON) |
| Lớp Cát | $f_s = (10/3) \times N$ (TCVN 10304:2014) | $f_s = (8 \sim 10) \times N$ (Kinh nghiệm FECON) |

Tính hiệu quả công nghệ shaft-grouting cho cọc khoan nhồi có phụt vữa

So với cọc khoan nhồi không phụt vữa, kỹ thuật phụt vữa thân cọc (shaft-grouting) đem lại hiệu quả kinh tế và tăng sức chịu tải của cọc, đồng thời rút ngắn chiều dài cọc nhưng vẫn đảm bảo khả năng chịu tải thiết kế cọc. Ngoài ra còn có thể chuyển đổi thiết kế từ cọc PHC sang cọc khoan nhồi có phụt vữa. Một số kết quả cho các dự án điển hình mà Fecon South đã thực hiện đduowcj trìnhf bayf trong Bangr 2.

Bảng 2. Danh sách các dự án cọc khoan nhồi phụt vữa Fecon South đã thi công

| STT | Tên dự án | Địa chỉ | Năm |
|-----|-------------------------|-------------------------------|-----|
| 1. | Empire City (MU4&MU7) | Thủ Thiêm, Q2, HCM | |
| 2. | Friendship Tower | 39 Lê Duẩn, Q1, HCM | |
| 3. | Song Viet (1.13 &1.14) | Thủ Thiêm, Q2, HCM | |
| 4. | Emerald 68 | QL13, Thuận An, Bình Dương | |
| 5. | Riviera Point 1C | Tân Phú, Quận 7, HCM | |
| 6. | A&T Saigon Riverside | Hiệp Bình Phước, Thủ Đức, HCM | |
| 7. | Urban Green Block A&B | Hiệp Bình Phước, Thủ Đức, HCM | |
| 8. | TTI SHTP | Khu CN cao, Thủ Đức, HCM | |
| 9. | Khu Đô Thị 3/2 Vũng Tàu | Đường 3/2, TP Vũng Tàu | |

Tài liệu tham khảo

- [1] Littlechid et al (1998) “Shaft grouted piles in sand and clay in Bangkok”, Deep Foundations International Conference 1998, 171-178.
- [2] Phan Van Khanh & Pham Quoc Dung (2013) “Analysis of load bearing capacity of shaft grouted barrettes based on experiential coefficients and its effects on piling design in Vietnam” Advances in Geotechnical Infrastructure, 18th Southeast Asian Geotechnical Conference cum Inaugural AGSSEA Conference, 865-872.
- [3] Nguyen, T.D. et al (2019) “Shaft resistance of shaft-grouted bored piles and barrettes recently constructed in Ho Chi Minh City”, Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA, 155-162.



Cọc ván thép tổ hợp HAT-H

Combined steel sheet pile HAT-H

Hitoshi Ohki

Công ty TNHH Nippon Steel Việt Nam. E-mail: ohki.gc2.hitoshi@vn.nipponsteel.com

Nguyễn Nhật Tuấn

Công ty TNHH Nippon Steel Việt Nam. E-mail: nguyen.6y9.nhattuan@vn.nipponsteel.com

Trương Quang Mạnh

Công ty TNHH Nippon Steel Việt Nam. E-mail: truong.5pe.quangmanh@vn.nipponsteel.com

Tóm Tắt

Trước yêu cầu ngày càng đa dạng của thực tế dự án thi công mái dốc cao hay hố đào sâu đòi hỏi kết cấu tường chắn có khả năng chịu lực lớn hơn nhiều so với cọc ván thép đơn truyền thống, và cọc ván thép tổ hợp HAT-H đã được ra đời nhằm bổ sung cho cọc ván thép thông thường.

Cọc ván thép tổ hợp HAT-H được tổ hợp từ cọc ván kiểu mũ và cọc hình chữ H bằng liên kết hàn, công tác hàn nối có thể được thực hiện bởi các nhà thầu địa phương tại nhà máy hoặc trên công trường. Việc bổ sung thép hình chữ H, giúp tăng chiều cao làm việc và momen quán tính của tiết diện giúp tăng vượt trội khả năng chịu uốn và cắt của tường chắn. Ngoài ra, có nhiều lựa chọn về thông số của thép hình H và cọc Mũ, các tùy chọn thiết kế và đặc tính của mặt cắt kết cấu tường có thể thay đổi gần như vô hạn.

Với các ưu điểm kể trên như dễ dàng chế tạo, thi công; đa dạng trong thiết kế với nhiều đặc trưng mặt cắt; mang lại hiệu quả chi phí cao cho dự án, kết cấu cọc ván thép tổ hợp HAT-H đã được áp dụng tại nhiều dự án trong nước và trên thế giới. Vì vậy, bài viết này giới thiệu về kết cấu cọc ván thép tổ hợp HAT-H và ứng dụng thực tế cho các dự án ở Việt Nam.

Abstract

With the increasingly diverse requirements of project reality (large slopes or deep excavations require retaining wall structures with much higher load-bearing capacity than steel sheet piles), HAT-H combined steel sheet piles were invented to supplement conventional steel sheet piles.

HAT-H composite steel sheet piles are combined from Hat-type sheet piles and H-shaped piles by welding, the welding work can be performed by local contractors at the factory or the construction site. The addition of H-shaped increases the working height and moment of inertia of the cross-section, greatly increasing the bending and shear resistance of the retaining wall. In addition, there are many options for parameters of H-shaped and Hat type sheet pile, the design options and characteristics of the cross-section of the wall structure can change almost infinitely.

With the above advantages such as easy fabrication and construction; diverse in design with many cross-section characteristics; high-cost efficiency, HAT-H steel sheet pile structure has been applied in many projects in Vietnam and over the world. Therefore, this article introduces HAT-H steel sheet pile structure and practical application for projects in Vietnam.

Từ khóa: cọc ván thép HAT-H, tường chắn, cọc ván thép kiểu mũ



Giới thiệu cọc ván thép tổ hợp HAT-H

Với sản phẩm cọc ván thép thông thường, do không đủ độ cứng kháng uốn cần thiết nên phạm vi áp dụng bị giới hạn (độ sâu đào tối đa khoảng 9m) hoặc để hạn chế biến dạng của tường chắn đất cần sử dụng hệ văng chống nhiều tầng, dẫn đến tăng thời gian thi công và hạn chế không gian đào đất. Vì vậy, để giải quyết vấn đề này, cọc ván thép tổ hợp HAT-H đã được phát triển và đưa vào ứng dụng thực tế.

Cọc ván thép tổ hợp HAT-H được tổ hợp từ cọc ván thép kiểu mũ và thép hình H bằng liên kết hàn, thường được sử dụng làm tường chắn tạm thời hoặc vĩnh cửu, đặc biệt ở những vị trí yêu cầu sức chịu tải cao hay yêu cầu tiến độ thi công nhanh. Công tác hàn nối có thể được thực hiện bởi các nhà thầu địa phương tại nhà máy hoặc trên công trường (Hình 1). Việc bổ sung thép hình, giúp tăng chiều cao làm việc và momen quán tính của tiết diện, tăng vượt trội khả năng chịu uốn và cắt của tường chắn. Từ đó, có thể giảm số lượng tầng chống, rút ngắn thời gian thi công. Ngoài ra, có nhiều lựa chọn về thông số của thép hình H và cọc ván thép kiểu Mũ, các tùy chọn thiết kế và đặc tính của mặt cắt kết cấu tường có thể thay đổi gần như vô hạn.

Khác với cọc ván thép Larsen IV có bề rộng 400 (mm), cọc ván thép kiểu Mũ có chiều rộng là 900 (mm). Ngoài ra, tại nối của cọc Larsen IV là đối xứng trái - phải (cọc ngược – cọc xuôi) nên yêu cầu thi công các cây cọc luân phiên đảo chiều nhau, trong khi đó, cọc ván thép kiểu Mũ sẽ được thi công trên cùng một chiều, không chỉ giúp tăng khả năng chịu tải của tường cọc Mũ mà còn giúp hình thành kết cấu cọc ván thép tổ hợp HAT-H (Hình 2).



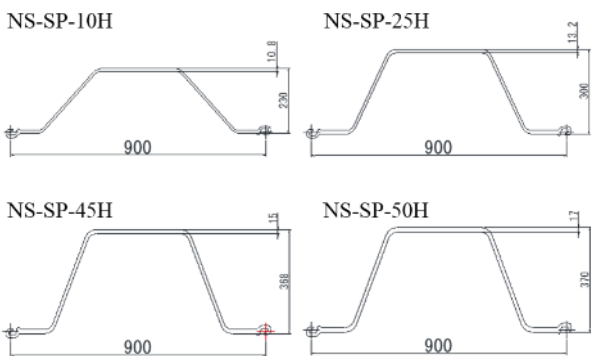
Hình 1. Công tác hàn nối cọc ván thép tổ hợp



Hình 2. Kết cấu cọc ván thép tổ hợp

Đặc tính kỹ thuật chính

Cọc ván thép tổ hợp được cấu thành từ hai cấu kiện. Cấu kiện thứ nhất là cọc ván thép kiểu Mũ và cấu kiện thứ hai là thép hình H. Cọc ván thép kiểu mũ có 4 loại (Hình 3) với các đặc trưng mặt cắt được thể hiện trong Bảng 1, được lựa chọn tùy thuộc vào các điều kiện thiết kế như chiều cao của tường chắn và điều kiện địa chất. Thép hình H có thể điều chỉnh các thông số mặt cắt như chiều cao, chiều dày bản cánh, bản bụng,... sao cho phù hợp với yêu cầu của dự án.



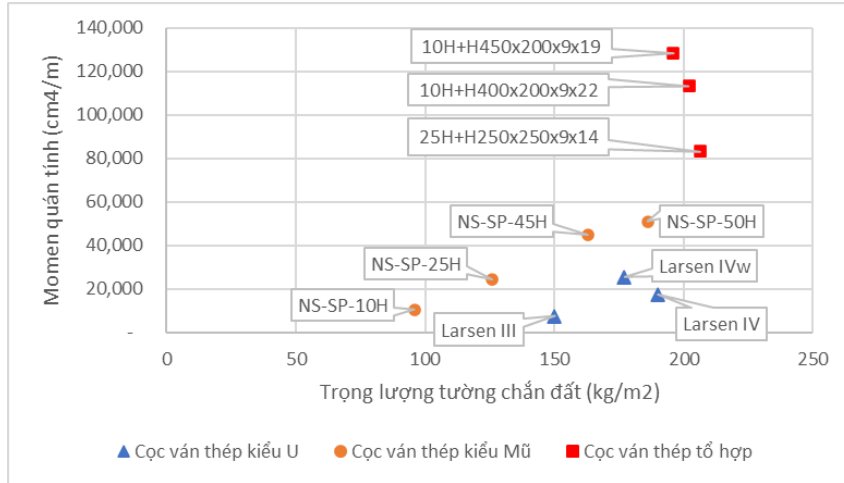
Hình 3. Các loại cọc ván thép kiểu Mũ

Bảng 1. Đặc trưng mặt cắt cọc ván thép kiểu Mũ

| Phân loại | Mômen quán tính (cm ⁴ /m) | Môđun mặt cắt (cm ³ /m) | Khối lượng đơn vị (kg/m ²) |
|-----------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| NS-SP-10H | 10,500 | 902 | 96 |
| NS-SP-25H | 24,400 | 1,610 | 126 |
| NS-SP-45H | 45,000 | 2,450 | 163 |
| NS-SP-50H | 51,100 | 2,760 | 186 |



Như vậy, bằng cách kết hợp hai cấu kiện kể trên, chúng ta sẽ có được kết cấu hợp lý về chịu lực, tiết kiệm về chi phí, phù hợp về thi công theo từng bài toán đặt ra. Hình 4 dưới đây so sánh một số kết cấu tường chắn đất về trọng lượng và độ cứng kháng uốn của mặt cắt. Có thể thấy kết cấu cọc ván thép tổ hợp có trọng lượng tương đương nhưng momen quán tính (khả năng kháng uốn) lớn hơn rất nhiều, do đó, có thể giảm được số lượng văng chống cũng như đẩy nhanh tiến độ thi công so với kết cấu cọc ván thép thông thường.



Hình 4. So sánh độ cứng và khối lượng một số kết cấu tường chắn phổ biến (*)

(*) Độ cứng kháng uốn của tường chắn cọc ván thép Larsen (kiểu U) đã được nhân với hệ số triết giảm quy định trong TCVN 9860:2013 – Kết cấu cọc ván thép trong công trình giao thông – Yêu cầu thiết kế.

Biện pháp thi công cọc ván thép tổ hợp HAT-H

Hiện nay, phương pháp thi công bằng búa rung là biện pháp thi công phổ biến (Hình 5). Do độ cứng của kết cấu tăng lên, cọc ổn định hơn trong quá trình rung hạ nên thực tế ghi nhận tường cọc ván thép tổ hợp cải thiện được độ thẳng đứng cũng như có thể thi công với chiều dài lớn hơn, xuyên sâu hơn vào tầng đất cứng so với cọc ván thép thông thường. Ngoài ra, khi hạ cọc vào nền đất cứng, có thể sử dụng kết hợp với vòi phun tia nước áp lực (xói nước) (Hình 6) hoặc máy khoan dẫn.



Hình 5. Thi công bằng búa rung



Hình 6. Biện pháp xói nước

Ứng dụng làm tường chắn tạm thi công trạm bơm dự án nhà máy nước mặt sông Hồng

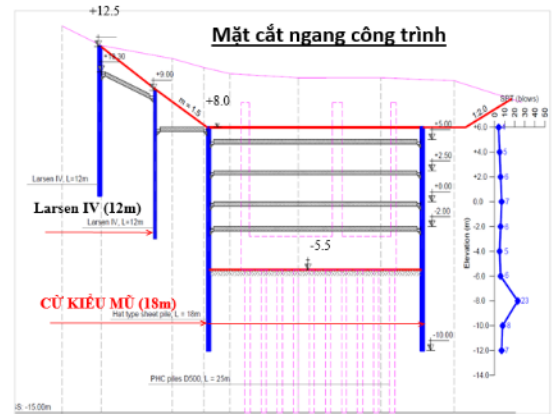
Dự án sử dụng cọc ván thép tổ hợp làm tường chắn tạm để thi công Trạm bơm nước mặt sông Hồng (Hà Nội). Khung vây hố móng sử dụng tường chắn cọc ván thép kết hợp 4 tầng khung chống. Khung vây có 3 mặt giáp sông, một mặt giáp với đê sông Hồng (Hình 7).



Chiều sâu hố đào 11.5m tính từ cao độ mặt đất. Riêng khu vực giáp đê, chênh cao giữa mặt đê và đáy hố móng là 18m (Hình 8). Trong đó, 3 mặt giáp sông sử dụng cọc ván thép kiểu Mũ NS-SP-25H, mặt giáp đê sử dụng kết cấu cọc ván thép tổ hợp HAT-H (NS-SP-25H + H250x250x9x14). Kết cấu cọc ván thép kiểu mũ có chiều dài 18m, thép hình H dài 6m (nằm trong phần có momen lớn nhất trên mặt cắt). Sau khi thi công, mối hàn giữa cọc ván thép và thép hình H là hàn điểm (hàn 50% chiều dài liên kết) nên có thể tách rời và tiếp tục tái sử dụng cho các công trình khác. Các công tác gia công chế tạo hay thi công cọc ván thép tổ hợp đều có thể được thực hiện bởi nhà thầu địa phương tại công trường (Hình 9 đến 11)



Hình 7. Hiện trạng thi công tổng thể



Hình 8. Mặt cắt ngang thi công



Hình 9. Công tác gia công chế tạo tại công trường



Hình 10. Rung hạ cọc ván thép kiểu Mũ và cọc ván thép tổ hợp



Hình 11. Hiện trạng tường chắn sau khi đào đào đất

Thay lời kết

Trong thực tế, kết cấu cọc ván thép tổ hợp HAT-H vẫn còn khá mới đối với các đơn vị tư vấn, nhà thầu hay chủ đầu tư. Bởi lẽ, từ trước tới nay, kết cấu cọc ván thép sử dụng chủ yếu ở Việt Nam là cọc ván thép Larsen IV, với đặc thù cấu tạo một cây ngược và một cây xuôi, không phù hợp làm kết cấu cọc ván thép tổ hợp. Điều đó, khiến cho việc lựa chọn giải pháp đặc biệt cho một số bài toán khó, phức tạp vẫn còn gặp nhiều khó khăn, lúng túng. Vì vậy, thông qua bài viết với những thông tin rất cơ bản này, mong rằng những kết cấu, sản phẩm mới ưu việt như cọc ván thép tổ hợp HAT-H sẽ được phổ biến rộng rãi trong các công trình xây dựng tại Việt Nam, từ đó, có thêm nhiều những lựa chọn, giải pháp phù hợp hơn để góp phần hướng đến phát triển bền vững, hiện đại ngành xây dựng.

Tiêu chuẩn tham khảo

- TCVN 9860:2013 Kết cấu cọc ván thép trong công trình giao thông - Yêu cầu thiết kế
- TCVN 9685:2013 Cọc ván thép cán nóng
- TCVN 9686:2013 Cọc ván thép cán nóng hàn được



GÓC QUỐC TẾ

Nhật ký ĐKT quốc tế, 15/12/2025

International Geotechnical Diary

Lê Việt Hưng

Technische Universität Berlin. E-mail: v.le@tu-berlin.de

Phùng Đức Long

Chủ tịch Hội CHĐ & ĐKTCT VN. E-mail: phung.long@gmail.com

Cập nhật lịch các sự kiện hội nghị, hội thảo quốc tế trong thời gian tới

Theo trang Web của hội ĐKT Quốc Tế ISSMGE, một loạt các hội thảo, hội nghị quốc tế sẽ diễn ra như thường lệ trong thời gian tới. Dưới đây là danh mục một số hội nghị, hội thảo tiêu biểu được chọn lọc từ quý I đến hết quý IV năm 2026, trích dẫn từ trang Web của ISSMGE (www.issmge.org). Thông tin chi tiết xin được cập nhật trên website của đơn vị tổ chức.

| Thời gian | Sự kiện | Nơi diễn ra |
|------------------------|---|--|
| 28.01. – 30.01.2026 | 2026 Southeast Asian Geotechnical Conference (Hội nghị Địa kỹ thuật Đông Nam Á năm 2026) | Taguig – Philippines https://pssmge.org/ |
| 11.03 – 13.03.2026 | International Symposium on Tailings Deposits (Hội thảo quốc tế về bãi chứa chất thải) | Hermosillo - Mexico https://2sisdj-hermosillo-2026.com.mx/ |
| 17.03 – 20.03.2026 | 2 nd International Scientific and Practical Conference on Soil Mechanics, Geotechnics and Foundation Engineering. Intelligence on Guard of Mechanical Safety - GEOMOS26 (Hội nghị Khoa học và Thực hành Quốc tế lần thứ 2 về Cơ học Đất, Địa kỹ thuật và Kỹ thuật Nền móng. Thông tin về An toàn Cơ khí - GEOMOS26) | Moscow – Nga https://geomos.rssmgfe.ru/en/ |
| 25.03. – 28.03.2026 | Pan Mediterranean Geotechnical Engineering Conference (Hội nghị Kỹ thuật Địa kỹ thuật Toàn Địa Trung Hải) | Beirut – Li Băng http://pmgec-leb.com/ |
| 16.04. – 17.04.2026 | 8 th International Conference on Geotechnics, Civil Engineering and Structures (CIGOS) (Hội nghị quốc tế lần thứ 8 về Địa kỹ thuật, Kỹ thuật xây dựng và Kết cấu (CIGOS)) | TP Hồ Chí Minh – Việt Nam https://cigos2026.sciencesconf.org/ |
| 26.04. – 29.04.2026 | 10 th African Young Geotechnical Engineers Conference (Hội nghị Kỹ sư Địa kỹ thuật Trẻ Châu Phi lần thứ 10) | Lagos – Nigeria https://nige.org.ng |
| 28.04. – 01.05.2026 | Landslide Geo-Education and Risk (LaGER) 2026 - JTC1 & JTC3 workshop (Giáo dục Địa chất và Rủi ro Sạt lở đất (LaGER) 2026 - Hội thảo JTC1 & JTC3) | Queenstown – New Zealand http://landsliderisk.nz/ |
| 11.06. – 14.06.2026 | 8 th International Young Geotechnical Engineers Conference (Hội nghị Kỹ sư Địa kỹ thuật trẻ quốc tế lần thứ 8) | Graz – Áo https://iygec2026.tugraz.at |
| 14.06. – 19.06.2026 | 21 st International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (Hội thảo quốc tế lần thứ 21 về cơ học đất và địa kỹ thuật) | Viena – Áo https://www.icsmge2026.org/en |



| | | |
|------------------------|--|--|
| 06.08. – 10.08.2026 | 12 th International Symposium on Field Monitoring in Geomechanics 2026 (Hội nghị chuyên đề quốc tế lần thứ 12 về quan trắc hiện trường trong cơ học địa chất 2026) | Indore - Ấn Độ https://isfmg2026.com/ |
| 24.08. – 26.08.2026 | International Conference on Advances and Innovations in Soft Soil Engineering 2026 (Hội nghị quốc tế về những tiến bộ và đổi mới trong kỹ thuật đất yếu 2026) | Delft – Hà Lan ISSMGE Technical Committee 214 |
| 24.08. – 25.08.2026 | International Conference on Geotechnical Engineering - ICGE-Colombo 2026 (Hội nghị quốc tế về Kỹ thuật địa kỹ thuật - ICGE-Colombo 2026) | Colombo – Sri Lanka https://icgecolombo2026.org/ |
| 07.09. – 08.09.2026 | The 3 rd International Conference on Construction Resources for Environmentally Sustainable Technologies, CREST 2026 (Hội nghị quốc tế lần thứ 3 về Tài nguyên xây dựng cho Công nghệ bền vững môi trường, CREST 2026) | Cambridge – Anh https://engage-events.ifm.eng.cam.ac.uk/IC-CREST2026#/ |
| 16.09. – 18.09.2026 | 4 th international Symposium on Geotechnical Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites (Hội nghị chuyên đề quốc tế lần thứ tư về địa kỹ thuật bảo tồn di tích và di tích lịch sử) | Athens – Hy Lạp https://tc301-athens.com |
| 21.09. – 23.09.2026 | 2 nd International Conference on In-Situ Measurement of Soil Properties and Case Histories - INSITU 2026 (Hội nghị quốc tế lần thứ 2 về đo đạc hiện trường các đặc tính của đất và lịch sử trường hợp - INSITU 2026) | Bali – Indonesia http://www.insitu2026.com |
| 13.10. – 16.10.2026 | 6 th International Conference on Information Technology in Geo-Engineering (Hội thảo quốc tế lần thứ 6 về công nghệ thông tin trong kỹ thuật địa chất) | Graz – Áo https://www.icitg2026.com/ |
| 26.11. – 27.11.2026 | 6 th The International Conference on Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development – GEOTEC HANOI (Hội nghị quốc tế về Địa kỹ thuật cho Phát triển cơ sở hạ tầng bền vững lần thứ 6 – GEOTEC HANOI) | Hà Nội – Việt Nam https://geotechn.vn/ |

Tin văn quốc tế của ISSMGE đến hết năm 2025

- Bản tin hội ISSMGE tháng 3-2024: <https://www.issmge.org/publications/issmge-bulletin/vol-18-issue-1-march-2024>
- Bản tin hội ISSMGE tháng 6-2024: <https://www.issmge.org/publications/issmge-bulletin/vol-18-issue-2-june-2024>
- Bản tin hội ISSMGE tháng 9-2024: <https://www.issmge.org/publications/issmge-bulletin/vol-18-issue-3-september-2024>
- Bản tin hội ISSMGE tháng 12-2024: <https://www.issmge.org/publications/issmge-bulletin/vol-18-issue-4-december-2024>
- Bản tin hội ISSMGE tháng 3-2025: <https://www.issmge.org/publications/issmge-bulletin/vol-19-issue-1-march-2025>
- Bản tin hội ISSMGE tháng 6-2025: <https://www.issmge.org/publications/issmge-bulletin/vol-19-issue-2-june-2025>
- Bản tin hội ISSMGE tháng 9-2025: <https://www.issmge.org/publications/issmge-bulletin/vol-19-issue-3-september-2025>



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

Các tiểu ban kỹ thuật được ISSMGE thành lập nhằm mục đích phối hợp, đề xuất các nghiên cứu cấp bách, đưa ra các văn bản hướng dẫn cũng như hỗ trợ các hội thành viên, tổ chức hội thảo, khóa học cũng như tập huấn trong lĩnh vực chuyên môn hẹp. Hiện tại đã có tổng cộng 38 tiểu ban kỹ thuật được thành lập (<https://www.issmge.org/committees/technical-committees>). Trong số đó VSSMGE có đại diện trong 20 tiểu ban khác nhau. Dưới đây là danh sách hội viên quốc tế năm 2025 của Hội ta:

International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering

Société Internationale de Mécanique des Sols et de la Géotechnique



Secretary General
Dr. Andrew McNamara
Department of Civil Engineering
City, University of London
Northampton Square
London
EC1V 0HB, UK
Tel: +44 7976 610 662
E-mail: secretary_general@issmge.org

VIETNAM SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING ISSMGE MEMBERSHIP 2025

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

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



**International Society for Soil Mechanics and
Geotechnical Engineering**

**Société Internationale de Mécanique des
Sols et de la Géotechnique**



Secretary General
Dr. Andrew McNamara
Department of Civil Engineering
City, University of London
Northampton Square
London
EC1V 0HB, UK

Tel: +44 7976 610 662
E-mail: secretary.general@issmge.org

**VIETNAM SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING
ISSMGE MEMBERSHIP 2025**

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

| | Family name | Initial |
|----|--------------------|-----------------|
| 61 | Pham | Thanh Nam |
| 62 | Pham | Viet Khoa |
| 63 | Phan | Huu Duy Quoc |
| 64 | Phan | Khac Long |
| 65 | Phung | Duc Long |
| 66 | Su | Minh Dang |
| 67 | Ta | Cong Thanh Vinh |
| 68 | Tran | Huy Hung |
| 69 | Tran | Quang Dat |
| 70 | Tran | Thi Thanh |
| 71 | Tran | Thu-Hang |
| 72 | Tran | Tuan Anh |
| 73 | Tran | Van Tuan |
| 74 | Tran | Tan Van |
| 75 | Trinh | Minh Thu |
| 76 | Truong | Quang Manh |
| 77 | Vu | Ba Thao |
| 78 | Vu | Anh Tuan |
| 79 | Nguyen | Trung Thanh |
| 80 | Bui | Van Duc |



Trong năm 2025, VSSMGE có 20 hội viên tham gia vào 20 Tiểu ban kỹ thuật (Technical Committee) của ISSMGE, xem danh sách dưới đây.

DANH SÁCH THÀNH VIÊN CÁC TC CỦA VSSMGE, NĂM 2025

| 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 |
| TC202 | Transportation Geotechnics | Nguyễn Trung Thành |
| 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, Nguyễn Bảo Việt |
| TC209 | Offshore geotechnics | Lê Việt Hưng, Đoàn Đình Hồng, Nguyễn Việt Hưng |
| TC211 | Ground improvement | Nguyễn Đức Mạnh, Nguyễn Bảo Việt, Trần Huy Hùng |
| 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 | Nguyễn Trung Thành, Phùng Đức Long |
| Tổng: 20 | | Tổng: 20 Hội viên, Tổng số người-TC: 40 |

Chú thích: Trong danh sách này, tên màu xanh là thành viên được đề cử (nominated member), còn tên màu đen là coresponding member. Mỗi hội thành viên quốc gia chỉ được đề cử 2 thành viên nominated member tại mỗi TC.



Giới thiệu hội nghị GEOTEC HANOI 2026

Introduction of GEOTEC HANOI 2026

Nguyễn Tiến Dũng

FECOM R&D. E-mail: ntdung@fecon.com.vn

Phùng Đức Long

VSSMGE. E-mail: phung.long@gmail.com

Giới thiệu chung

Tiếp nối thành công của các kỳ hội nghị trước, Hội nghị GEOTEC HANOI lần thứ 6 (GH2026) sẽ được tổ chức vào ngày tại Trung tâm Hội nghị Quốc gia (NCC), Hà Nội, Việt Nam. GH2026 sẽ được đồng tổ chức bởi đơn vị: công ty cổ phần FECOM, Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình Việt Nam (VSSMGE), và Hội Cơ học Đất và Kỹ thuật Địa chất công trình Trung Quốc (CISMGE), dưới sự bảo trợ của Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình Quốc tế (ISSMGE). GH2026 được giới thiệu trên trang web của ISSMGE tại đường link: <https://www.issmge.org/events/geotec-hanoi-2026-gh2026>.

Hội nghị quốc tế “vì sự phát triển hạ tầng bền vững” – GEOTEC HANOI (<https://geotechn.vn/>) đã 5 lần được tổ chức thành công qua các năm 2011, 2013, 2016, 2019 và 2023. Hội nghị đã trở thành một sự kiện uy tín ở Việt Nam cũng như tại Châu Á và quốc tế về chất lượng chuyên môn và quy mô tổ chức. Số lượng bài báo cáo, khách tham dự và gian hàng triển lãm không ngừng tăng qua năm kỳ hội nghị (Bảng 1). Gần đây nhất GEOTEC HANOI 2023 (GH2023) đã được tổ chức tại Trung tâm Hội nghị Quốc gia vào ngày 14 và 15 tháng 12 năm 2023 (Hình 1), với sự tham dự của hơn 1200 đại biểu đến từ 40 quốc gia thuộc năm châu lục trên thế giới.

Bảng 1 Số lượng khách tham dự, quốc gia, bài báo và gian hàng triển lãm qua các kỳ Hội nghị

| | 2011 | 2013 | 2016 | 2019 | 2023 |
|---------------------|------|------|------|------|------|
| Khách tham dự | 450 | 500 | 600 | 815 | 1214 |
| Quốc gia | 24 | 27 | 31 | 37 | 40 |
| Bài báo | 110 | 112 | 145 | 186 | 204 |
| Gian hàng triển lãm | 18 | 35 | 42 | 48 | 48 |



Hình 1 Phiên khai mạc tại Hội nghị GH2023

Hội nghị GH2023 đã vinh dự đón nhận các bài giảng chuyên sâu trong lĩnh vực Địa kỹ thuật của các chuyên gia hàng đầu trên thế giới: GS. Alessandro Mandolini (Ý), GS. Giulia Viggiani (Anh), GS. Rainer



Massarsch (Thụy Điển), GS. Antonio Gens (Tây Ban Nha), GS. Mitsu Okamura (Nhật Bản), GS. Richard Jardine (Anh), GS. Marc Ballouz (Mỹ), GS. Keh-Jian Shou (Đài Loan) (Hình 2). Hội nghị lần thứ 5 này đã "phá kỷ lục" các kỳ GEOTEC HANOI trước với hơn 1200 người tham dự và 204 bài báo được chấp thuận xuất bản trên tạp chí Springer (<https://doi.org/10.1007/978-981-99-9722-0>).



Hình 2. Ban tổ chức và các diễn giả chính tại Hội nghị GH2023

Các chủ đề chính của hội nghị GH2026

Các chủ đề thảo luận tại GEOTEC HANOI đề là những chủ đề quan trọng trong lĩnh vực địa kỹ thuật công trình, phục vụ cho sự phát triển hạ tầng. Tại GH2026, Hội nghị sẽ 8 tiểu ban kỹ thuật với các chủ đề sau đây:

- TIỂU BAN 1: MÓNG SÂU,
- TIỂU BAN 2: HẦM VÀ CÔNG TRÌNH NGẦM,
- TIỂU BAN 3: GIA CỐ NỀN ĐẤT YẾU,
- TIỂU BAN 4: MÔ HÌNH SỐ VÀ QUAN TRẮC ĐỊA KỸ THUẬT,
- TIỂU BAN 5: TRƯỢT LỞ VÀ XÓI MÒN,
- TIỂU BAN 6: KỸ THUẬT NỀN MÓNG BỜ BIỂN VÀ NĂNG LƯỢNG GIÓ NGOÀI KHƠI
- TIỂU BAN 7: ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO (AI) TRONG ĐỊA KỸ THUẬT VÀ
- TIỂU BAN 8: ĐỊA KỸ THUẬT CHO ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO.

Kêu gọi viết bài và tham dự hội nghị

Ban tổ chức (BTC) hội nghị xin trân trọng kính mời quý hội viên VSSMGE và các đồng nghiệp trong và ngoài nước gửi bài viết và tham dự hội nghị. Dưới đây là một số mốc thời gian quan trọng của hội:

- Hạn nộp abstracts: 31/12/2025
- Hạn nộp full papers: 30/03/2026
- Thông báo chấp nhận full papers: 30/05/2025

Abstracts và full papers xin được gửi về hệ thống thu nhận bài của hội nghị: <https://geotechn.vn/programme-2026-2/#prg-paper-submission>. Các bài báo được chấp nhận sẽ được xuất bản trong series tuyển tập điện tử "Lecture Notes in Civil Engineering" của nhà xuất bản Springer (được đánh chỉ mục trong hệ thống Scopus): <https://link.springer.com/series/15087>.



Các bài giảng chuyên sâu (keynote lecture) tại GH2026

Cho đến nay 8 giáo sư đã nhận lời giảng bài chuyên sâu tại 8 tiểu ban kỹ thuật của hội nghị GH2026. Chúng tôi xin giới thiệu các giáo sư cùng tên các bài giảng keynote tại hội nghị GH2026.

| CHỦ ĐỀ-TIỂU BAN | GIÁO SƯ KEYNOTE | TÊN BÀI GIẢNG | CHÂN DUNG |
|--|--|---|---|
| 1. DEEP FOUNDATIONS | Prof. Raffaele Di Laora. Secretary of TC212 Deep Foundations, University of Campania, Italia. | Innovative methods for pile foundation design |  |
| 2. TUNNELLING AND UNDERGROUND SPACES | Prof. Xiangsheng Chen. Shenzhen University, China. | State-of-the-Art, Tunnel Engineering in Mainland China |  |
| 3. GROUND IMPROVEMENT | Prof. Stefan Larsson. Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden. | The Nordic Dry Deep Mixing method for infrastructure development |  |
| 4. LANDSLIDE AND EROSION | Prof. Limin ZHANG. Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong, China. | AI & Digital-twin Empowered Landslide Risk Management |  |
| 5. OFFSHORE WIND POWER AND COASTAL GEOTECHNICS | Prof. Byron Byrne. Oxford University, U.K. | Design of Monopiles for Offshore Wind Turbines |  |
| 6. GEOTECHNICAL MODELLING AND SMART MONITORING | Prof. David M. Potts. Imperial College, London, U.K. | Simulating strain softening behaviour and progressive failure in geotechnical analysis |  |
| 7. AI IN GEOTECHNICAL ENGG | Prof. Gang Zheng, Tianjin University, P.R. China. | AI-Empowered Geotechnical Engineering: Coping with Complexity and Uncertainty |  |
| 8. GEOTECHNICS FOR HIGH-SPEED RAILWAYS | Prof. Tatsuya Ishikawa. TC202 Chair, Hokkaido University, Japan | Transportation Geotechnics toward Sustainable and Resilient High-Speed Railways |  |

CHÀO MỪNG CÁC BẠN THAM DỰ HỘI NGHỊ GEOTEC HANOI 2026!



Kênh học bổng ScholarshipIdea.net – Cánh cửa rộng mở đến tri thức toàn cầu

ScholarshipIdea.net – Sharing Opportunities, Connecting Knowledge, Building Community

Phạm Anh Tuấn

Royal Institute of Technology (KTH), Sweden. E-mail: atpham@kth.se; anhtuanpham2703@gmail.com

Tóm Tắt

Trong bối cảnh hội nhập quốc tế mạnh mẽ, nhu cầu tìm kiếm cơ hội học bổng, việc làm học thuật và hợp tác nghiên cứu ngày càng trở nên cấp thiết với sinh viên, nghiên cứu sinh và giảng viên trẻ. ScholarshipIdea.net ra đời như một nền tảng chia sẻ thông tin minh bạch, cập nhật và đáng tin cậy, giúp cộng đồng học thuật tiếp cận hiệu quả với các học bổng, vị trí nghiên cứu, công việc giảng dạy và diễn đàn học thuật. Bài viết này trình bày lịch sử, mục tiêu, các tính năng nổi bật, giá trị cốt lõi, và tác động thực tiễn của ScholarshipIdea.net, qua đó khẳng định vai trò của kênh như một cánh cửa rộng mở để thế hệ trẻ Việt Nam vươn ra toàn cầu. Bài viết này cũng hy vọng qua đó góp phần hỗ trợ cộng đồng học thuật Việt Nam tiếp cận tri thức thế giới, nâng cao năng lực nghiên cứu và hội nhập quốc tế.

Abstract

In an increasingly interconnected academic world, timely and reliable access to scholarship and academic job opportunities is more crucial than ever. ScholarshipIdea.net serves as a dynamic platform offering transparent, diverse, and continuously updated listings of scholarships, postdoctoral and faculty positions, along with an interactive forum and membership features. This article highlights the platform's mission, services, and its role in empowering Vietnamese scholars to engage in global academic opportunities and collaborative networks.

Keywords: scholarships, academic jobs, postdoctoral positions, forums, research community, higher education, international opportunities,

Mở đầu

Trong bối cảnh giáo dục và nghiên cứu toàn cầu đang thay đổi nhanh chóng, việc tìm kiếm học bổng và cơ hội nghề nghiệp quốc tế là một thử thách lớn đối với sinh viên và giảng viên trẻ. Hàng năm, hàng nghìn chương trình học bổng được công bố, nhưng thông tin thường phân tán, thiếu minh bạch và không phải lúc nào cũng dễ tiếp cận (Hình 1). Điều này khiến nhiều ứng viên tiềm năng bỏ lỡ cơ hội quý giá. Xuất phát từ thực tế đó, ScholarshipIdea.net được hình thành từ một suy nghĩ giản dị: “Trong hành trình học tập và làm việc, đôi khi điều chúng ta cần chỉ là một cơ hội – một học bổng, một công việc, hay đơn giản chỉ là một diễn đàn để được chia sẻ và lắng nghe.”

Với tất cả tâm huyết và nguồn lực cá nhân, các biên tập viên đã xây dựng nên một “cây cầu nối” để mở rộng cánh cửa tri thức.

Đến ngày hôm nay, trang web đã vận hành tương đối hoàn thiện, với thông tin học bổng, cơ hội việc làm, diễn đàn trao đổi học thuật và cuộc sống được cập nhật hàng ngày.

- Ở đó, các bạn học sinh có thể tìm thấy định hướng cho tương lai để có sự chuẩn bị tốt nhất.
- Các bạn sinh viên tìm thấy học bổng cho những năm tháng tiếp theo.
- Các bạn học sinh sẽ tìm thấy giấc mơ để có kế hoạch học tập và chuẩn bị hồ sơ tốt



- Các kỹ sư, giảng viên và đồng nghiệp có thể tìm thấy việc làm, kết nối và chia sẻ.
- Các quý thầy cô, nhà nghiên cứu có thể tìm thấy các nguồn quỹ tài trợ (Funding and Grants)
- Hướng tới xây dựng một kênh để xét duyệt và trao học bổng sinh viên xuất sắc vượt khó.
- Còn cộng đồng thì thêm một điểm hẹn tri thức và cảm hứng.

Chúng tôi làm điều này vì một mong muốn giản dị: góp phần mở ra cơ hội, nâng bước những hành trình mới trong một kỷ nguyên mới của đất nước. Kính mời quý độc giả, các bạn học sinh, sinh viên, đồng nghiệp ghé thăm: <https://scholarshipidea.net/> – biết đâu, bạn sẽ tìm thấy một cánh cửa mới cho chính mình.



“

Trong hành trình học tập và làm việc, đôi khi điều chúng ta cần chỉ là một cơ hội – một học bổng, một công việc, hay đơn giản chỉ là một diễn đàn để được chia sẻ và lắng nghe

Hình 1. Ý tưởng cho việc thành lập scholarshipidea.net

Scholarshipidea.net – Tính năng và dịch vụ

Học bổng đa dạng và cập nhật thường xuyên

Scholarshipidea.net tổng hợp thông tin từ hàng trăm nguồn khác nhau, bao gồm các chương trình học bổng toàn phần, bán phần, học bổng chính phủ (Fulbright, Chevening, Erasmus Mundus, DAAD, MEXT, CSC...), và học bổng của các trường đại học, nhóm nghiên cứu, viện nghiên cứu uy tín. Người dùng có thể tìm kiếm học bổng phù hợp với cấp bậc (cử nhân, thạc sĩ, tiến sĩ, sau tiến sĩ) và lĩnh vực nghiên cứu.

Vị trí học thuật và việc làm

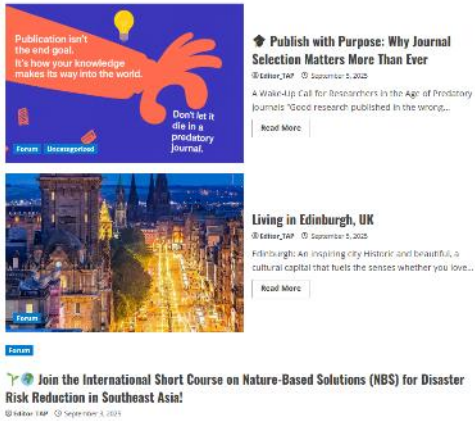
Bên cạnh học bổng, trang web còn cung cấp thông tin về các vị trí nghiên cứu sau tiến sĩ, giảng viên, giáo sư, cũng như các cơ hội việc làm trong lĩnh vực khoa học và kỹ thuật. Đây là một điểm khác biệt quan trọng, vì nó hỗ trợ toàn bộ lộ trình nghề nghiệp của học giả, từ khi còn là sinh viên đến khi trở thành giảng viên và nhà nghiên cứu độc lập.

Diễn đàn học thuật (Forum)

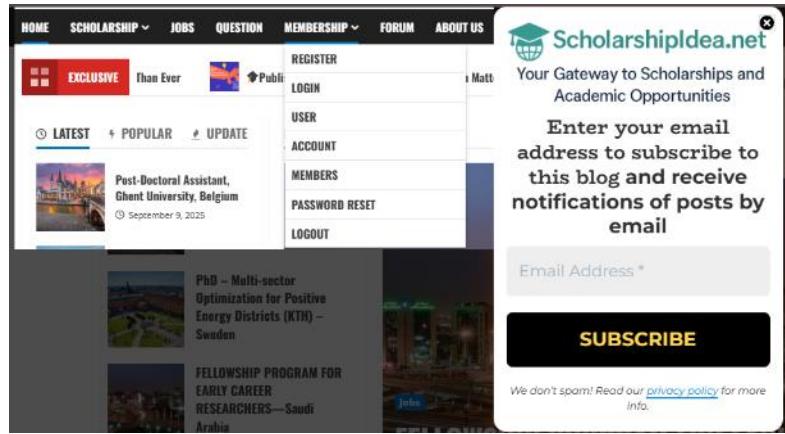
Scholarshipidea.net xây dựng một diễn đàn tương tác, nơi các thành viên có thể đặt câu hỏi, chia sẻ kinh nghiệm ứng tuyển, thảo luận về quy trình phỏng vấn, chuẩn bị hồ sơ, và hỗ trợ lẫn nhau cũng như các vấn đề liên quan xuất bản, nghiên cứu. Đây là môi trường khuyến khích sự gắn kết và học hỏi từ cộng đồng (Hình 2).



Forum



Hình 2. Một số bài viết trong mục Forum



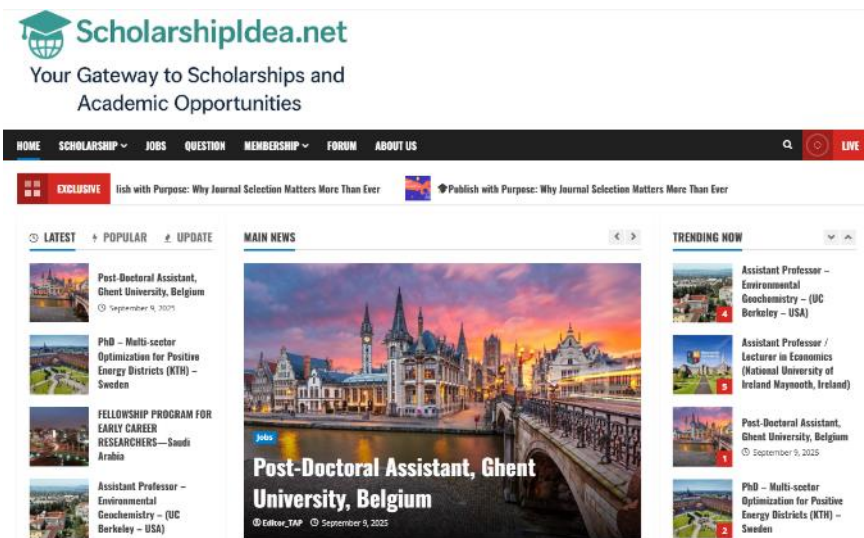
Hình 3. Hình ảnh về Membership và thông báo cá nhân hóa

Membership và thông báo cá nhân hóa

Hệ thống thành viên cho phép người dùng đăng ký để lưu trữ cơ hội yêu thích, quản lý quá trình ứng tuyển, và nhận thông báo phù hợp với lĩnh vực nghiên cứu của mình. Điều này giúp tiết kiệm thời gian và tăng tính hiệu quả trong việc tìm kiếm (Hình 3).

Giao diện trực quan, thân thiện

Với thiết kế dễ sử dụng, các danh mục như Scholarships, PhD, Postdoctoral, Jobs, Forum được phân loại rõ ràng, giúp người dùng nhanh chóng tìm thấy thông tin cần thiết. Ngoài ra, kênh còn tích hợp chia sẻ qua mạng xã hội, tăng khả năng tiếp cận và lan tỏa.



Hình 4. Giao diện từ trang web scholarshipidea.net

Giá trị và tác động

Minh bạch và tin cậy

ScholarshipIdea.net cung cấp các thông tin chính thức, trực tuyến và cập nhật

Tiết kiệm thời gian và nâng cao hiệu quả

Người dùng không cần mất nhiều giờ tìm kiếm rời rạc trên Internet, thay vào đó có thể truy cập một nền tảng tập trung và đầy đủ. Điều này đặc biệt hữu ích cho sinh viên và nghiên cứu sinh đang chịu áp lực thời gian.



Thúc đẩy thành công trong ứng tuyển

Bằng việc cung cấp thông tin chi tiết và kinh nghiệm từ cộng đồng, kênh giúp gia tăng tỷ lệ thành công khi ứng tuyển vào các chương trình học bổng và vị trí nghiên cứu.

Xây dựng mạng lưới học thuật toàn cầu

Thông qua diễn đàn và tính năng chia sẻ, người dùng có cơ hội kết nối với đồng nghiệp và chuyên gia quốc tế, mở rộng hợp tác nghiên cứu và học tập.



Hình 5. Giao diện từ trang web scholarshipidea.net

Scholarshipidea.net và cộng đồng học thuật Việt Nam

Scholarshipidea.net đóng vai trò như một bản đồ học bổng toàn cầu dành cho sinh viên, nghiên cứu sinh và giảng viên Việt Nam. Từ sinh viên giành học bổng du học, nghiên cứu sinh đạt học bổng nghiên cứu, đến vị trí Postdoc hoặc vị trí giảng viên tại các đại học trên thế giới.

Không chỉ dừng lại ở việc cung cấp cơ hội, kênh còn khuyến khích sự hình thành cộng đồng hỗ trợ lẫn nhau, nơi mỗi thành công cá nhân là nguồn cảm hứng cho người khác. Điều này phù hợp với chiến lược quốc gia về phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao và hội nhập quốc tế.

Kết luận và kiến nghị

Scholarshipidea.net không chỉ là một website tổng hợp học bổng, mà là một nền tảng toàn diện kết nối cơ hội học thuật toàn cầu với cộng đồng Việt Nam. Để phát huy tối đa giá trị, bài viết kiến nghị:

- Lan tỏa thông tin rộng rãi hơn trong các trường đại học, viện nghiên cứu và tổ chức học thuật.
- Khuyến khích cộng đồng đóng góp nội dung, đặc biệt từ những người từng thành công với học bổng và vị trí học thuật.
- Tăng cường hợp tác với các tổ chức trong nước và quốc tế để mở rộng nguồn thông tin và tạo thêm giá trị cho người dùng.

Scholarshipidea.net đã, đang và sẽ tiếp tục đồng hành cùng thế hệ trẻ Việt Nam trên hành trình chinh phục tri thức toàn cầu, góp phần xây dựng một cộng đồng học thuật năng động, sáng tạo và hội nhập.

Lời cảm ơn: Tác giả xin gửi lời cảm ơn đến cộng đồng đã đóng góp và lan tỏa thông tin trên Scholarshipidea.net, giúp nền tảng ngày càng phát triển và có tác động tích cực hơn tới xã hội. Scholarshipidea.net cũng đang cần thêm sự chung sức của các đồng nghiệp và chào đón bất cứ thành viên nào muốn tham gia cùng ban biên tập chúng tôi.

Ban biên tập của website: TS. Phạm Anh Tuấn – KTH Royal Institute of Technology, Sweden (Founder and Editor-in-chief), TS. Lê Đình Việt - Kumoh National Institute of Technology, South Korea (Standing Editor)



CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU QUỐC TẾ

Kết quả cuộc thi dự đoán biến dạng cọc dưới tải trọng ngang đơn và lặp (Blind prediction contest)

Results of the blind prediction contest for pile deformation under monotonic and cyclic lateral loading.

Lê Việt Hưng

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

Phùng Đức Long

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

Giới thiệu chung

Thông tin về cuộc thi này đã được các tác giả giới thiệu trong Bản tin Hội VSSMGE Bulletin số 6, phát hành tháng 6 năm 2024. Trong bài viết này kết quả cuộc thi được công bố.

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 được tài trợ bởi chương trình Nghiên cứu và Đổi mới sáng tạo H2020 (Horizon 2020) của Liên minh Châu Âu, kéo dài bốn năm từ 2021 đến 2025. Mười đơn vị thành viên của GEOLAB bao gồm các viện nghiên cứu và các trường đại học sau:

- Đại học Maribor phòng thí nghiệm với thiết bị ba trục quy mô lớn, Slovenia
- Đại học Kỹ thuật Darmstadt với hố thử nghiệm móng cọc, Đức
- Đại học ETH Zürich với máy ly tâm, Thụy sĩ
- Viện Địa kỹ thuật Na Uy NGI với hệ thống thử nghiệm địa chất hiện trường và trong phòng, Na Uy
- Máy ly tâm địa lý Deltares và thùng chứa GeoModel, Hà Lan
- Trung tâm Schofield của Đại học Cambridge, Vương Quốc Anh
- Đại học Kỹ thuật Delf với máy ly tâm địa kỹ thuật và bể hóa lỏng, Hà Lan
- Hợp theo dõi CEDEX, Tây Ban Nha
- Đại học Gustave Eiffel với máy ly tâm địa kỹ thuật của, Pháp
- Tập đoàn KPMG Future Analytics, Ireland

Là một phần của dự án GEOLAB, Viện Địa kỹ thuật của ĐH Darmstadt tổ chức cuộc thi dự đoán biến dạng cọc dưới tải trọng ngang nhằm đánh giá cụ thể và khách quan các phương pháp tính toán khác 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 thí nghiệm dưới tải trọng lặp với hơn 10.000 chu kỳ.

Thông tin và thể lệ cuộc thi:

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 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 tính thực tiễn của các phương pháp tính.



Hình 1: Thí nghiệm mô phỏng trong phòng tại ĐH Darmstadt (Nguồn: Technische Universität Darmstadt)

Thí nghiệm mô phỏng trong phòng kích thước nhỏ (Hình 1, 4) bao gồm các thông số như sau:

- Kích thước hố thử nghiệm cọc: $L \times W \times D = 5,44 \times 5,00 \times 2,60$ m (Hình 2).
- Cọc thí nghiệm bằng thép S235 hai đầu hở, dài 3,00m, đường kính ngoài 324,9 mm, độ dày thành ống 5,25 mm.
- Cọc được chôn 2,00 m trong cát khô. Trọng tải ngang đơn và lặp tác động vào cọc ở độ cao 58 cm so với bề mặt cát.
- Cát khô được đắp 13 lớp và được nén chặt từng lớp bằng máy đầm rung BOMAG BP 10/36e. Sau quá trình nén, cát có trọng lượng 1768 kg/m^3 tương đương độ chặt tương đối $I_D = 89\%$ (Hình 3).
- Trong thí nghiệm đơn, cọc được tác động với tốc độ biến dạng 1mm/phút đến 65 mm. Sau đó lực đẩy được giữ nguyên trong vòng 20 phút. Trong giai đoạn tiếp theo, tác động được hạ xuống với tốc độ tương đồng 1 mm/phút.
- Trong thí nghiệm lặp, lực tác động lặp hình sin với chu kỳ 8 s được chia làm hai gói. Gói tải thứ nhất gồm 10.000 chu kỳ với tải trọng ngang $H = H_{m1} + H_{c1} \cdot \sin(2\pi ft)$, trong đó $H_{m1} = 0,2 \cdot H_f$ và $H_{c1} = 0,1 \cdot H_f$. Trong gói thứ hai với 3.000 chu kỳ, tải trọng ngang được nâng lên $H = H_{m2} + H_{c2} \cdot \sin(2\pi ft)$, trong đó $H_{m2} = 0,5 \cdot H_f$, $H_{c2} = 0,2 \cdot H_f$. Với H_f là sức chịu tải của cọc trong thí nghiệm đơn dưới biến dạng 33 mm.
- Ngoài mô tả thí nghiệm cọc, một loạt kết quả thí nghiệm cơ bản trên cát sử dụng trong thí nghiệm cọc cũng được công bố. Trong đó bao gồm mật độ hạt, phân bố kích thước hạt, độ rỗng e_{min} , e_{max} , thí nghiệm nén oedometer, thí nghiệm nén ba trục đơn, lặp, CPT.



Hình 2: Cọc cỡ nhỏ trong hố thử nghiệm (Nguồn: Technische Universität Darmstadt)



Hình 3: Nén chặt bằng máy đầm rung (Nguồn: Technische Universität Darmstadt)

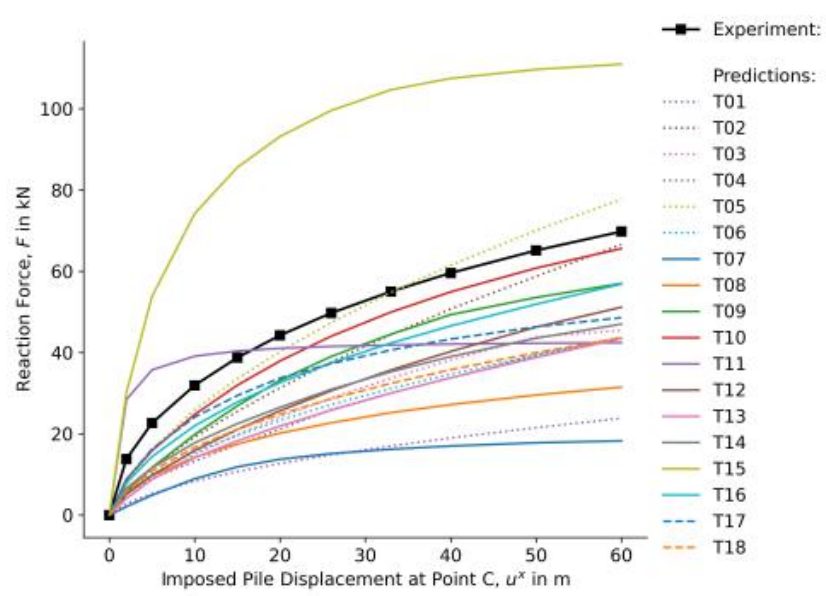


Hình 4: Hệ thống tải thủy lực và các thiết bị quan trắc (Nguồn: Technische Universität Darmstadt)

Thông tin chi tiết của cuộc thi được công bố trên trang Web của khoa ĐKT trường ĐH Darmstadt: https://www.geotechnik.tu-darmstadt.de/forschung_ivg/blind/_blind_prediction_contest_1.en.jsp

Kết quả cuộc thi

Sau thời hạn nộp hồ sơ, tổng cộng 18 đội cũng như cá nhân đã nộp kết quả dự đoán. Các đội có thể nộp dự đoán thí nghiệm tải đơn hoặc cả hai thí nghiệm đơn và lặp.

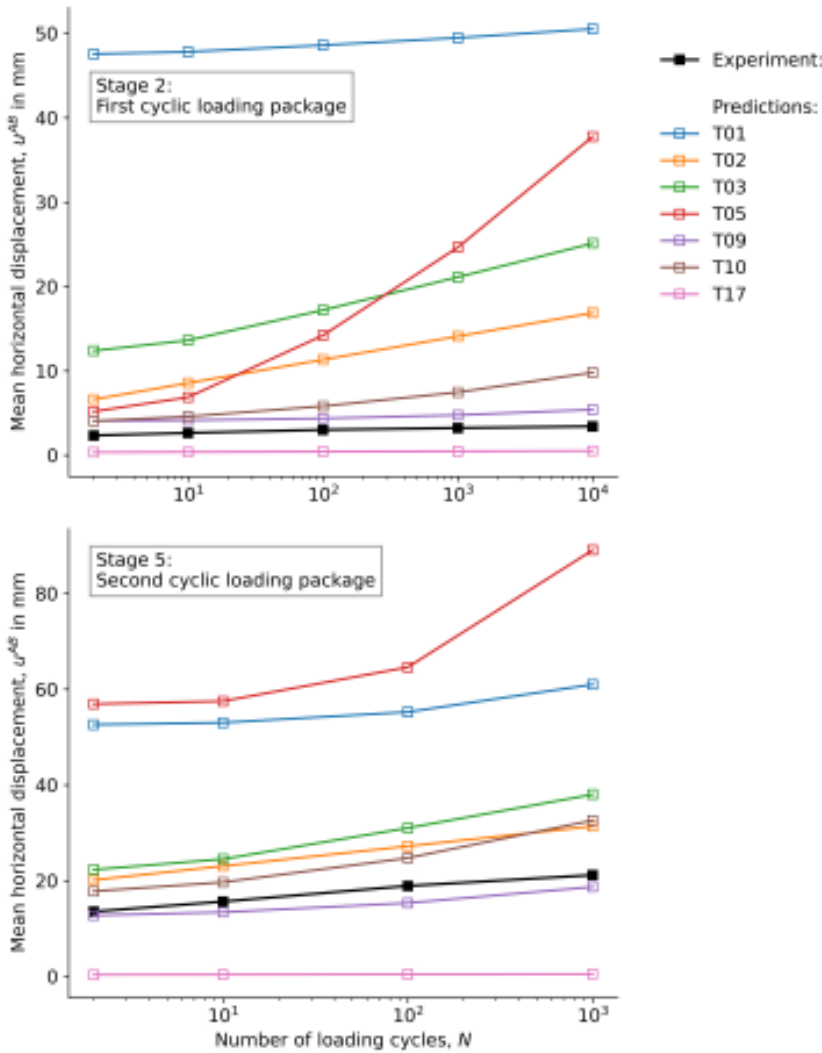


Hình 5: Kết quả dự đoán tải đơn (Nguồn: TUD, Technische Universität Darmstadt)

Trong Hình 5, toàn bộ kết quả dự đoán của các đội tham dự cuộc thi được so sánh với kết quả thí nghiệm. Nhìn chung, phần lớn các phương pháp đều đưa ra dự đoán cọc chịu tải ít hơn so với thực tế (trừ kết quả của đội T05 và T15). Điều này đồng nghĩa các phương pháp tính toán phần lớn cho kết quả an toàn. Kết quả của các phương pháp khác nhau cũng cho thấy chúng phân tán trên một khoảng khá rộng.



Theo kết quả công bố của ban tổ chức, đội đến từ Imperial College London (T10) dành chiến thắng trong phần thi này với điểm số 71 trên 100.



Hình 6: Kết quả dự đoán biến dạng dưới tải trọng lặp (Nguồn: TUD, Technische Universität Darmstadt)

Trong phần dự đoán tải lặp, chỉ 7 trong số 18 đội nộp kết quả dự thi. Điều này cũng phản ánh mức độ phức tạp của bài toán thiết kế công trình dưới tải trọng lặp. Hình 6 trình bày kết quả của các đội dự thi so sánh với kết quả thí nghiệm. Trong phần thi này, phần lớn các sự đoán đều cho thấy cọc biến dạng lớn hơn so với thực tế (ngoại trừ T17 ở gói tải 1 và T17, T09 ở gói tải 2). Điều này cũng đồng nghĩa phần lớn các kết quả dự đoán đều an toàn. Theo kết quả ban tổ chức công bố, đội đến từ ĐH Zhejiang (T09) đã dành chiến thắng trong phần thi này với số điểm 79 trên 100.

Tính chung cả hai phần thi tải đơn và lặp, đội đến từ Imperial College London dẫn đầu. Vị trí thứ hai thuộc về đội của ĐH Zhejiang.

Theo nhận định của tác giả bài viết này, kết quả dự đoán cọc dưới tải trọng lặp phụ thuộc khá nhiều vào kết quả dự đoán sức chịu tải của cọc dưới tác động đơn. Do đó phần đáng giá các phương pháp cho tải trọng lặp trong bài thi này chưa mang tính chủ quan.

Trích dẫn

Trang Web của khoa ĐKT trường ĐH Darmstadt:

https://www.geotechnik.tu-darmstadt.de/forschung_ivg/blind/_blind_prediction_contest_1.en.jsp



Mô hình thay thế và ứng dụng trong bài toán địa kỹ thuật

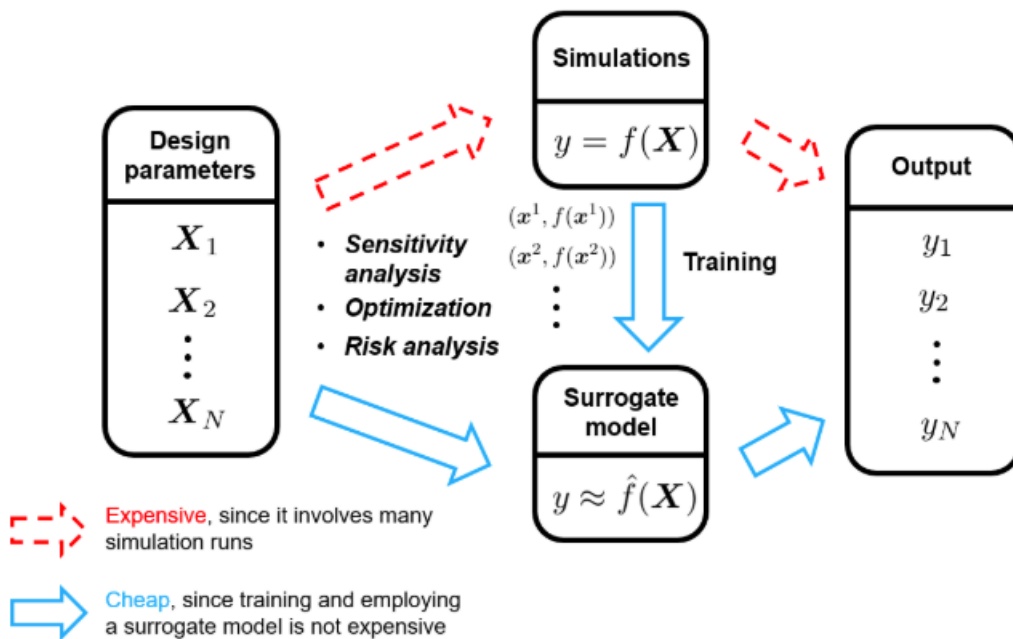
Surrogate model and applications in geotechnical problems

Hồ Mạnh Hùng

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

Trong phân tích và thiết kế địa kỹ thuật xây dựng, các bài toán tối ưu hóa, phân tích ngược (back analysis) và tính toán độ tin cậy thường yêu cầu tính toán số lượng rất lớn và tốn nhất nhiều thời gian khi dùng phương pháp số như FEM hay FDM (Cao et al., 2025; Gao et al., 2025; Hsieh and Chen, 2018; Mao et al., 2020). Do vậy, việc tìm ra mô hình gần đúng để thay thế các mô hình FEM giúp tiết kiệm được rất nhiều thời gian tính toán và phân tích.

Mô hình thay thế, surrogate model, là mô hình gần đúng thay thế các mô hình phức tạp, như FEM, mà không làm giảm đáng kể mức độ chính xác. Mô hình này xây dựng trên số liệu đầu vào và đầu ra và xác định mô hình xấp xỉ, $y = f(x)$, Hình 1 (Guo, 2020).



Hình 1. Sử dụng mô hình surrogate model để thay thế mô hình thực (Guo, 2020)

Các bước xây dựng mô hình thay thế gồm: 1) lấy mẫu (sampling) đầu vào. Trong bài toán phân tích ngược, số liệu đầu vào có thể là các số liệu đất như độ cứng hay góc ma sát trong của đất. 2) số liệu đầu ra của mô hình cần xác định như chuyển vị ngang trong hố đào. 3) xây dựng mô hình thay thế (surrogate model), sử dụng tập huấn luyện (training set) gồm số liệu đầu vào và ra để xây dựng mô hình và đánh giá độ chính xác của mô hình bằng các chỉ số như RMSE. ANN (Artificial Neural Network) được dùng phổ biến hiện nay để xây dựng mô hình surrogate (Gao et al., 2025; Mao et al., 2020).



Các bài toán dựng dựng surrogate model thường yêu cầu số lượng tính toán lớn, cụ thể:

Tối ưu hóa (optimization)

Việc tối ưu hóa các thông số thường chiếm rất nhiều thời gian. Càng nhiều thông số tối ưu, càng yêu cầu số lượng tính toán lớn. Ví dụ trong bài toán móng bè cọc, các thông số tối ưu thường: chiều dài, đường kính, khoảng các cọc và chiều dài, chiều rộng, và chiều dài dài bè móng (raft).

Tính toán ngược (back analysis)

Kết quả dự báo hay thiết kế thường sai lệch so với số liệu đo đạc (do rất nhiều nguyên nhân từ số liệu đầu vào hay quá trình thi công thực tế), nên việc cập nhật lại thông số giúp tăng mức độ tin cậy của mô hình tính toán và đưa ra biện pháp xử lý nếu cần thiết. Trong bài toán hố đào sâu, các thông số đất nền như độ cứng và độ bền thường được tính toán lại và yêu cầu số lượng lớn.

Tính toán độ tin cậy (reliability-based design - RBD)

Mức độ không chắc chắn của số liệu đầu vào trong các bài toán địa kỹ thuật thường rất lớn như số liệu đầu vào đất nền và tải trọng. Do vậy khi tính toán độ tin cậy trong một số trường hợp có thể cần tính toán tới hàng ngàn trường hợp.

Do vậy việc sử dụng surrogate model có thể tiết kiệm được rất nhiều thời gian tính toán và công sức. Ngày nay nhiều phần mềm hỗ trợ tự động hóa như PLAXIS, có thể giúp cho quá trình tính toán được tối ưu hơn, giảm thiểu công sức của người sử dụng.

Tài liệu tham khảo

- Cao, X., Lin, S., Dong, M., Hu, Q., Zheng, H., 2025. A Surrogate Model for the Rapid Prediction of Factor of Safety in Slopes with Spatial Variability. *Mathematics* 13. <https://doi.org/10.3390/math13101604>
- Gao, K., Cheng, Z., Song, Y., Yin, S., Chen, Y., 2025. Machine learning-driven surrogate model development for geotechnical numerical simulation. *Geotechnical Research* 12, 71–84. <https://doi.org/10.1680/jgere.24.00029>
- Hsieh, Y.-M., Chen, H., 2018. A novel surrogate-based back-analysis approach for geotechnical applications, in: *The 2018 World Congress on Advances in Civil, Environmental, & Materials Research*. Songdo Convensia, Incheon, Korea.
- Mao, F.-S., Chen, C.-F., Zhu, S.-M., 2020. Surrogate model method and its application in geotechnical engineering. *Chinese Journal of Ground*. <https://doi.org/10.3785/j.issn.2096-7195.2020.04.005>
- Shuai Guo, 2020, <https://towardsdatascience.com/an-introduction-to-surrogate-modeling-part-i-fundamentals-84697ce4d241/#91b2>



Nền đắp trên cọc có gia cường vật liệu địa kỹ thuật cho công trình đường bộ và đường sắt tốc độ cao - Lý thuyết và thực tiễn

Geosynthetic-reinforced pile-supported embankments for highway and railway infrastructure bridging - Theory and practice

Phạm Anh Tuấn

Royal Institute of Technology (KTH), Sweden. E-mail: atpham@kth.se; anhtuanpham2703@gmail.com

Tóm Tắt

Nền đắp trên cọc có gia cường bằng vật liệu địa kỹ thuật (hệ GRPS) là một giải pháp tiên tiến giúp kiểm soát tổng độ lún và độ lún lệch cho công trình đường bộ và đường sắt trên nền đất yếu. Bài viết giới thiệu tổng quan cơ chế làm việc của hệ GRPS, bao gồm vòm đất, hiệu ứng màng căng, phản lực nền và ma sát tiếp xúc. Các hình ảnh thực nghiệm, mô phỏng số và phân tích cơ học từ các nghiên cứu gần đây được trích dẫn nhằm minh họa rõ ràng các cơ chế truyền tải. Cuối cùng, bài viết thảo luận ý nghĩa thực tiễn và tiềm năng áp dụng của hệ GRPS trong điều kiện nền đất yếu tại Việt Nam.

Abstract

Geosynthetic-Reinforced Pile-Supported (GRPS) embankments provide an effective engineering solution for reducing total and differential settlement in transportation infrastructures over soft ground. This article summarizes the working mechanisms of the GRPS system such as soil arching, tensioned membrane effect, subsoil reaction, and interface friction—supported by experimental observations and numerical simulations. Practical considerations for applying GRPS solutions in Vietnamese geotechnical conditions are also discussed.

Keywords: Soil arching, GRPS embankment, geosynthetics, soft ground improvement, high-speed railway, infrastructure,

Mở đầu

Trong bối cảnh phát triển mạnh mẽ của hạ tầng giao thông đường bộ và đường sắt, việc xây dựng các tuyến đường đi qua vùng đất yếu đang trở thành thách thức thường trực tại nhiều quốc gia, đặc biệt là Việt Nam. Những vấn đề như tổng độ lún lớn, độ lún lệch phức tạp và nguy cơ nứt gãy mặt đường không chỉ ảnh hưởng tới tuổi thọ công trình mà còn tác động trực tiếp đến an toàn vận hành và chi phí bảo trì (Hình 1). Từ thực tiễn đó, nhu cầu về một giải pháp nền móng ổn định, tin cậy và thi công nhanh trở nên cấp thiết hơn bao giờ hết.

Trong hai thập kỷ qua, nền đắp trên cọc có gia cường vật liệu địa kỹ thuật (Geosynthetic-Reinforced Pile-Supported Embankments – GRPS) đã nổi lên như một trong những giải pháp tiên tiến và hiệu quả nhất. Điểm độc đáo của GRPS nằm ở khả năng “kết nối” — kết nối giữa tải trọng và cọc thông qua cơ chế vòm đất, kết nối giữa biến dạng và lực thông qua hiệu ứng màng căng của lớp vật liệu địa kỹ thuật, và quan trọng hơn, kết nối giữa lý thuyết cơ học tương tác đất-kết cấu hiện đại với yêu cầu thực tiễn của kỹ thuật giao thông.

Nhờ sự phối hợp của các cơ chế tương tác này, GRPS không chỉ giảm đáng kể tổng độ lún và độ lún lệch mà còn tối ưu hóa phân bố ứng suất, nâng cao độ bền lâu và tăng tốc độ thi công. Những tiến bộ trong mô phỏng số 3D, thí nghiệm trapdoor và phân tích cơ học trạng thái tới hạn đã giúp cộng đồng vật liệu địa kỹ thuật hiểu sâu hơn về bản chất của các cơ chế này, từ đó phát triển các mô hình thiết kế ngày càng sát thực tế.



Bài viết này nhằm mang lại một góc nhìn tổng hợp nhưng dễ tiếp cận về hệ GRPS: từ nền tảng cơ sở cơ học, các kết quả nghiên cứu nổi bật, đến những bài học thực tiễn trong ứng dụng giao thông tại Việt Nam. Mục tiêu là tạo nên một “cầu nối” giữa nghiên cứu và hiện trường, giúp kỹ sư và nhà quản lý có thêm thông tin để lựa chọn giải pháp nền móng phù hợp, hiệu quả và bền vững.

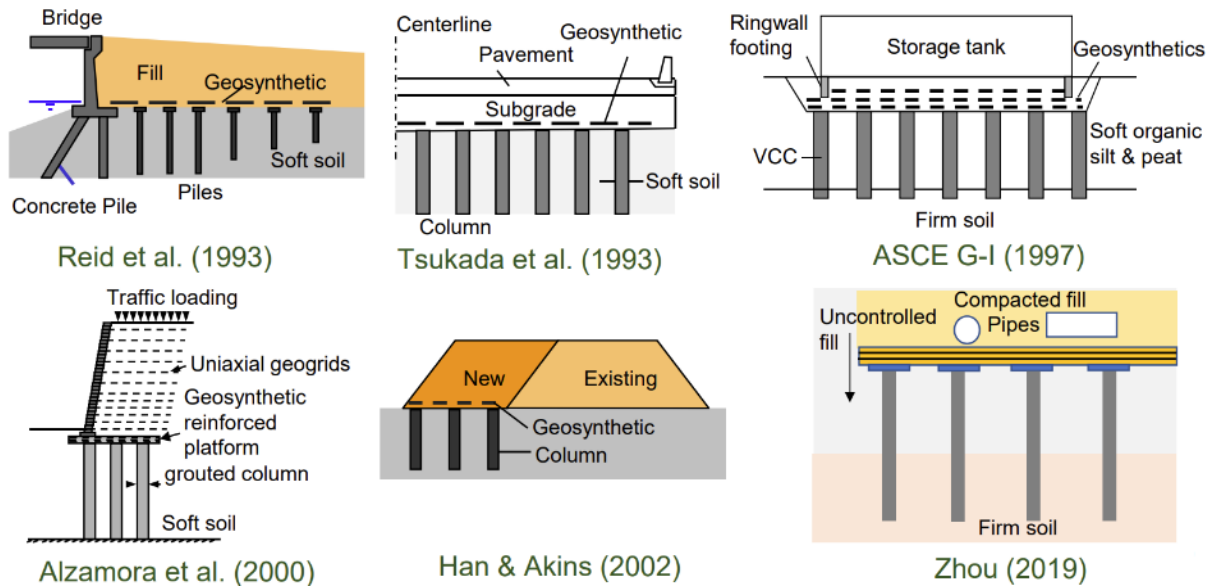


Figure 1. Các dạng hư hỏng do lún lệch trong công trình đường bộ

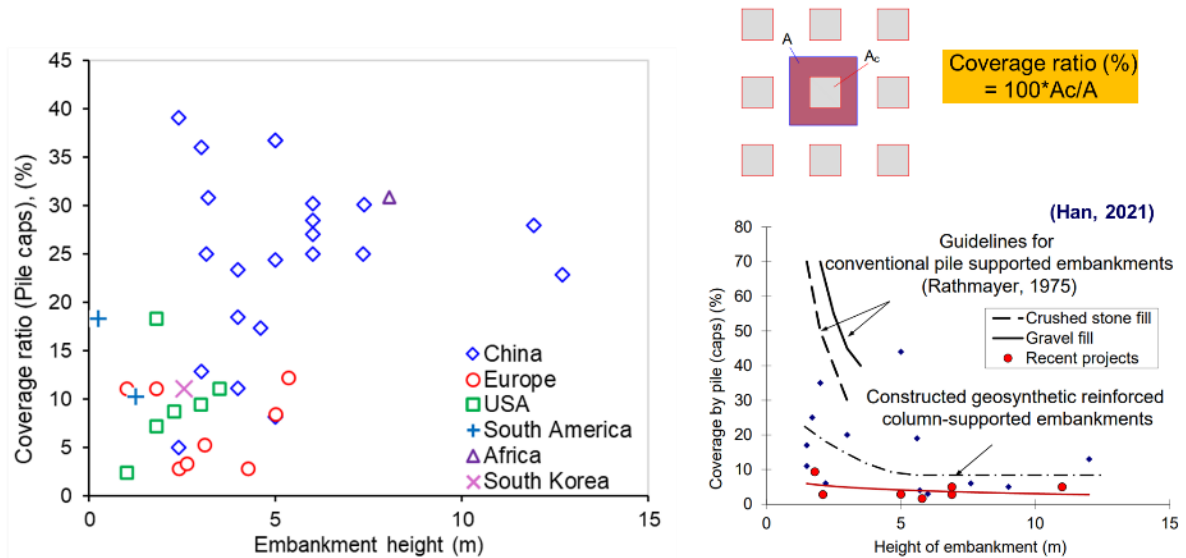
Ứng dụng của giải pháp nền đắp trên hệ GRPS

Hình 2 tổng hợp cho thấy hệ GRPS đã được triển khai trong nhiều bối cảnh công trình khác nhau, từ cầu dẫn (Reid et al., 1993), mặt đường giao thông (Tsukada et al., 1993), bể chứa quy mô lớn (ASCE G-I, 1997), đến nền đường mới nối tiếp nền đường cũ (Han & Akins, 2002) và các nền đắp sử dụng cọc ống (Zhou, 2019). Dù mỗi công trình có mục tiêu và điều kiện địa chất riêng, điểm chung nổi bật là sự tận dụng khả năng phân bố tải mạnh mẽ của lớp geosynthetic kết hợp với hệ cọc để giảm lún không đều và tăng độ ổn định.

Hình 3 cho thấy một xu hướng rất thú vị: trong khi các hướng dẫn truyền thống (Rathmayer, 1975) khuyến nghị tỷ lệ bao phủ cọc (coverage ratio) khá cao cho nền đắp thấp, dữ liệu từ các dự án GRPS hiện đại lại phân bố thấp hơn đáng kể và ổn định hơn theo chiều cao đắp. Điều này phản ánh sự thay đổi trong tư duy thiết kế—khi lớp geosynthetic và cơ chế vòm đất được tận dụng hiệu quả, hệ thống không còn phụ thuộc quá nhiều vào mật độ cọc như trước. Các dự án tại Trung Quốc có coverage ratio từ 20 đến 40%, trong khi các dự án tại châu Âu và Mỹ cho thấy coverage ratio phổ biến chỉ từ 5–20%, nhưng vẫn đạt hiệu quả kiểm soát lún rất tốt. Sự chênh lệch giữa lý thuyết cũ và thực tế hiện đại nhấn mạnh rằng GRPS không chỉ tiết kiệm vật liệu mà còn hiệu quả hơn nhờ hiểu đúng cơ chế truyền tải, mở ra cơ hội tối ưu hóa thiết kế trong các công trình đất yếu tại Việt Nam.



Hình 2. Các ứng dụng phổ biến của giải pháp GRPS



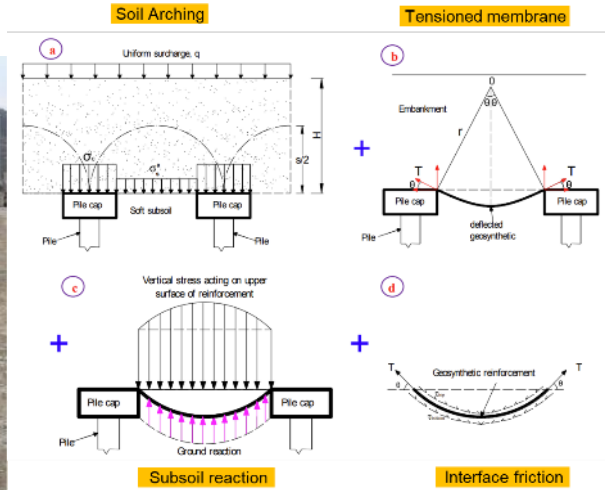
Hình 3. Tỷ lệ bao phủ (coverage ratio) của cọc/mũ cọc trong GRPS embankment

Cơ chế làm việc của nền đắp trên hệ GRPS

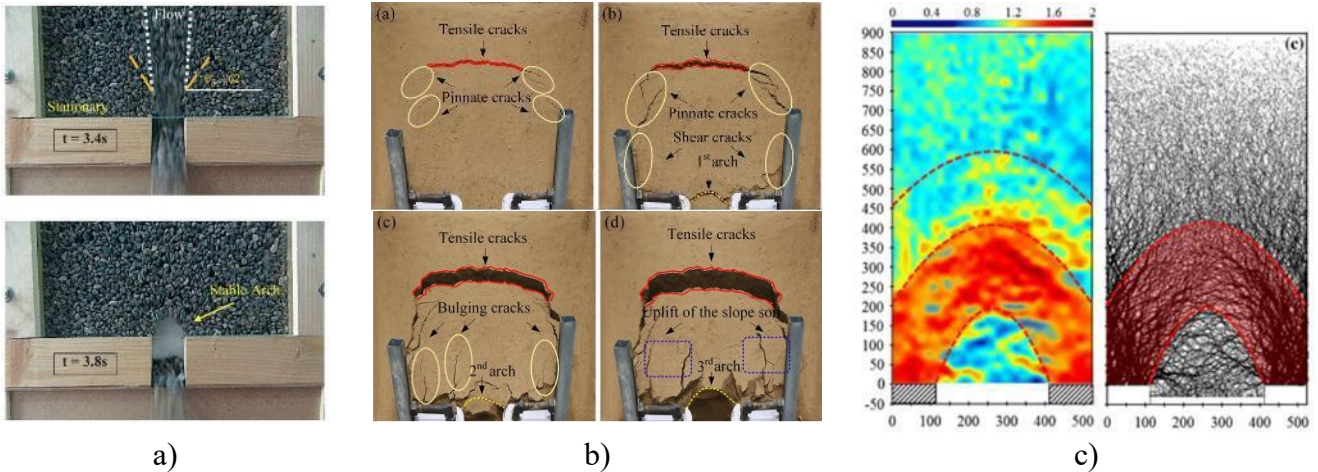
Nền đắp trên cọc có gia cường vật liệu địa kỹ thuật (GRPS) là một hệ kết cấu đặc biệt, nơi bốn thành phần—đất đắp, đất yếu, các lớp geosynthetics và hệ cọc—không hoạt động riêng rẽ mà kết nối chặt chẽ với nhau để tạo nên một cơ chế truyền tải tổng hợp và độc đáo. Chính sự phối hợp hài hòa này giúp GRPS trở thành một trong những giải pháp hiệu quả nhất hiện nay cho các công trình đường bộ và đường sắt trên nền đất yếu (Hình 4).

Cơ chế vòm đất (Soil Arching)

Trước hết, vòm đất (soil arching) hình thành như một phản ứng tự nhiên trong nền đắp khi nền yếu phía dưới lún nhiều hơn khu vực đầu cọc. Đất phía trên các cọc trở thành “nhịp vòm” chịu tải, trong khi vùng đất ở khoảng giữa hai cọc trở thành vùng giảm ứng suất. Chính sự chênh lệch biến dạng này tạo ra hiện tượng tập trung ứng suất lên đầu cọc—một dạng “chuyển tải chọn lọc” đơn giản nhưng cần thiết và hiệu quả. Các thí nghiệm trapdoor và mô phỏng số đã minh chứng cơ chế này một cách trực quan qua các vùng ứng suất đỏ–xanh phân bố rõ rệt (Hình 5).



Hình 4. Hình ảnh thi công và cơ chế làm việc của hệ GRPS embankment (nguồn: Hình bên trái từ Deltare Public Wiki; Hình bên phải từ Pham et al. 2021)



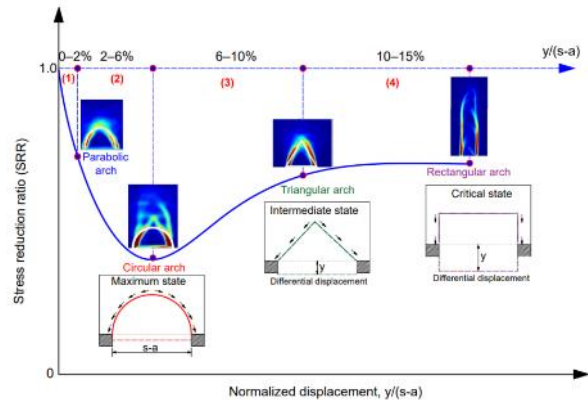
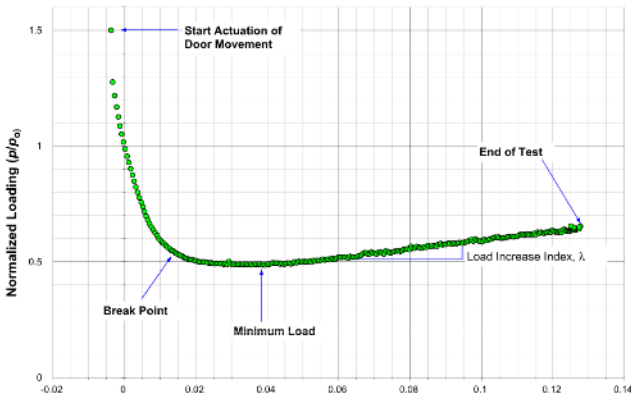
Hình 5. Cơ chế hình thành vòm đất trong nền đắp trên hệ GRPS (nguồn: Hình a từ Ahmadi and Hosseininia 2018; Hình b từ Wang et al. 2024; Hình c từ Lai et al. 2020)

Sự tiến triển của vòm đất (Progressive Development of Soil Arching)

Khác với quan niệm truyền thống cho rằng vòm đất hình thành ngay lập tức và ở trạng thái cố định, các nghiên cứu thực nghiệm và mô phỏng hiện đại cho thấy vòm đất phát triển theo một quá trình *tiến triển*, phụ thuộc chặt chẽ vào chuyển vị tương đối giữa đỉnh cọc và nền đất yếu. Mỗi quan hệ này được gọi là đường cong phản lực đất nền (Ground reaction curve-GRC). Ở giai đoạn đầu, những chuyển vị nhỏ đã khiến đất giữa các cọc bắt đầu tái phân bố ứng suất và tạo vùng giảm tải, nhưng hiệu ứng vòm còn yếu và biên dạng ứng suất chưa rõ rệt.

Khi chuyển vị tăng, đất trên đỉnh cọc chịu nén mạnh trong khi đất ở khoảng giữa bị kéo xuống, hình thành nêm đất – tiền đề của hình thành vòm đất. Các thí nghiệm trapdoor và mô phỏng 3D cho thấy các đường đẳng ứng suất dần cong lại, tạo thành cung vòm chịu nén. Đến khi chuyển vị đủ lớn, vòm đất ổn định với ứng suất dồn đáng kể lên đầu cọc và tải xuống nền yếu giảm mạnh; vùng đất giữa hai cọc gần như tách khỏi quá trình truyền tải.

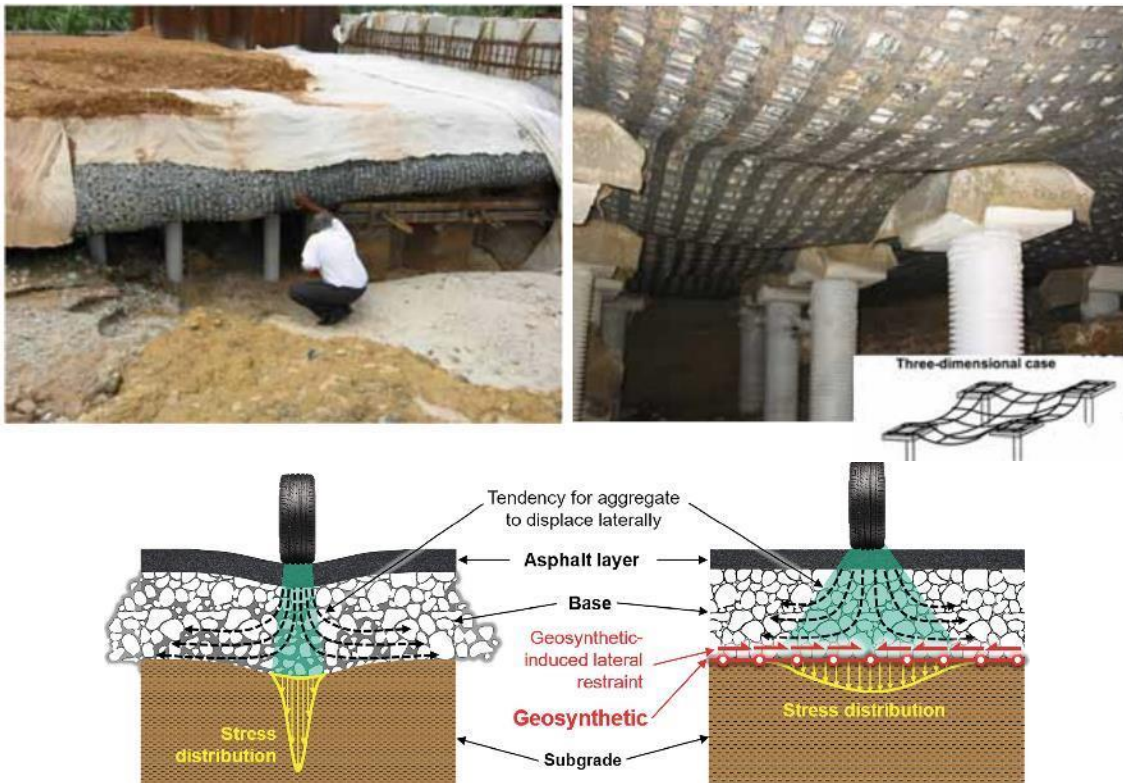
Đáng chú ý, vòm đất tiếp tục điều chỉnh hình dạng khi gia tải thêm, cho thấy đây là một cấu trúc “động”, linh hoạt theo biến dạng và điều kiện ứng suất. Hiểu được sự tiến triển này giúp các mô hình thiết kế thế hệ mới mô phỏng chính xác hơn ứng xử thực tế và tối ưu hóa vật liệu, chiều cao đắp cũng như bố trí cọc trong công trình GRPS (Hình 6).



Hình 6. Ground reaction curve (GRC) trong nền đắp GRPS (nguồn: Hình trái từ Iglesia et al. 2014; Hình phải từ Pham and Han 2025)

Hiệu ứng màng căng (tensioned membrane effect)

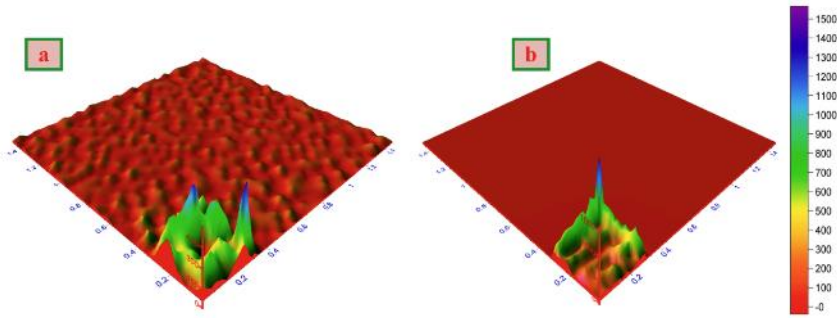
Một đặc điểm khác là rằng khi đất giữa các cọc bị lún và lớp geosynthetic võng xuống, hiệu ứng màng căng (tensioned membrane effect) bắt đầu phát huy tác dụng. Lực kéo trong màng vật liệu địa kỹ thuật giống như một chiếc võng chịu tải, giúp chuyển bớt trọng lượng sang hai điểm tựa là các đầu cọc. Không chỉ đóng vai trò chịu lực, màng căng còn giúp làm phẳng biến dạng mặt nền, giảm lún lệch, và phân bố lại ứng suất một cách hiệu quả hơn. Các nghiên cứu cho thấy biến dạng lớn nhất thường xuất hiện tại mép cọc—nơi mà màng vật liệu địa kỹ thuật chịu kéo mạnh nhất (Hình 7).



Hình 7. Hiệu ứng màng căng trong nền đắp GRPS (nguồn: Hình trên từ Han 2021; Hình dưới từ Zonberg 2017)

Phản lực nền (subsoil reaction)

Song song đó, phản lực nền (subsoil reaction) từ lớp đất yếu vẫn đóng góp một phần sức kháng nhất định, đặc biệt trong giai đoạn đầu khi đất chưa bị phá hoại hoàn toàn. Điều này làm cho GRPS trở thành một hệ chuyển tải ba chiều, nơi đất, cọc và geosynthetic cùng chia sẻ tải trọng theo từng giai đoạn phát triển của biến dạng (Hình 8).



Hình 8. Sự phân bố ứng suất thẳng đứng từ mô hình 3D: (a) phía trên geosynthetic, (b) phía dưới geosynthetic (nguồn: Pham et al. 2021)

Ma sát tương tác giữa Soil-geosynthetic (interface friction)

Cuối cùng, ma sát tiếp xúc giữa đất và geosynthetic (interface friction), dù ít được chú ý trong thực hành, lại đóng vai trò quan trọng trong việc hạn chế trượt và tăng hiệu quả phân bố tải. Ma sát này giúp lớp geosynthetic “neo” tốt hơn vào đất đắp, ổn định hệ thống và tối ưu hóa tác dụng của màng căng.

Tổng cơ chế tương tác tổng hợp của nền đắp GRPS

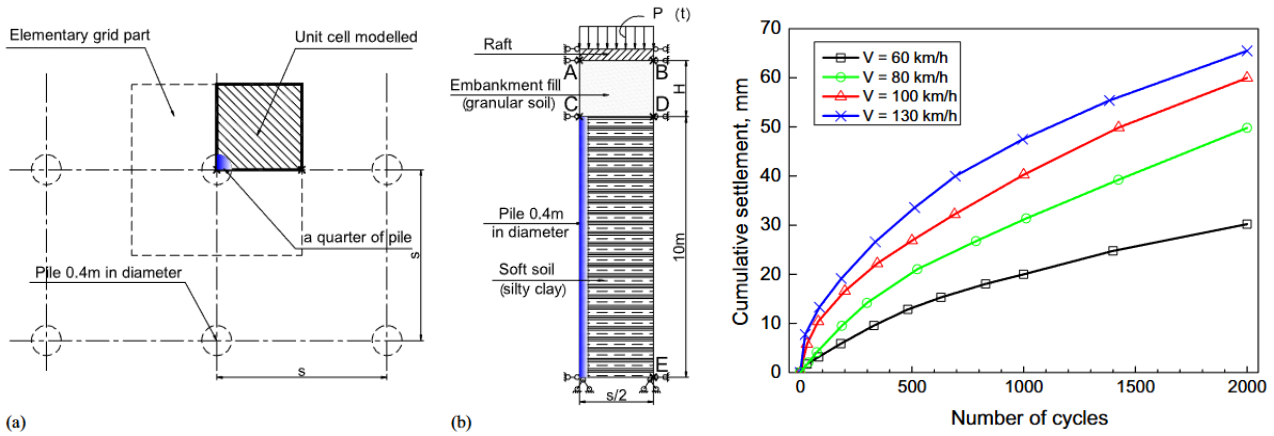
Khi kết hợp, bốn cơ chế trên không chỉ bổ trợ mà còn kích hoạt lẫn nhau, tạo nên một hệ truyền tải tổng hợp mạnh mẽ. Vòm đất giảm tải cho vùng giữa cọc; màng căng điều hòa lại phân bố ứng suất; phản lực nền và ma sát bề mặt giúp “tinh chỉnh” quá trình truyền tải theo từng cấp độ chuyển vị. Chính sự tương tác nhịp nhàng này giải thích vì sao GRPS thường đạt hiệu suất vượt trội trong thực tế, và cũng là lý do các mô hình thiết kế hiện đại ngày càng nhấn mạnh đến tính tiến triển (progressive mechanisms) của hệ.

Hiệu quả của hệ GRPS dưới tải trọng động và ý nghĩa của mô phỏng động lực học

Hiệu năng của nền đắp GRPS dưới tác động của tải trọng động – chẳng hạn chuyển động đoàn tàu, tải xe tải lặp lại hoặc tải trọng va đập – thể hiện rõ khả năng vượt trội của hệ thống này so với các giải pháp truyền thống. Các thí nghiệm và kết quả mô phỏng động gần đây cho thấy cơ chế vòm đất không chỉ tồn tại trong điều kiện tĩnh mà còn phát triển một cách nhạy động khi nền chịu dao động chu kỳ. Đáng chú ý, biên độ ứng suất đo được tại các cảm biến tăng dần theo thời gian và theo số chu kỳ tải, phản ánh quá trình hình thành vòm đất tiến triển ngay cả trong điều kiện dao động mạnh. Điều này khẳng định rằng GRPS không bị phá vỡ cơ chế truyền tải khi chịu tải động mà ngược lại, càng hoạt động hiệu quả hơn khi nền đắp đạt đến chuyển vị đủ lớn.

Trong các nghiên cứu cho đường sắt tốc độ cao, áp lực đất động và ứng suất truyền xuống cọc biến thiên theo chiều sâu, với sự khác biệt rõ rệt giữa vùng trên đỉnh cọc và vùng phía trên nền yếu. Các biểu đồ động cho thấy tải trọng động có xu hướng làm tăng hiệu suất truyền tải vào cọc (pile efficacy), đặc biệt trong giai đoạn đầu của chu kỳ. Tuy nhiên, khi vận tốc tàu tăng lên (80–360 km/h), hiệu suất truyền tải động có thể giảm nhẹ do biên độ dao động lớn làm giảm tính ổn định tạm thời của vòm đất – hiện tượng chỉ có thể đánh giá chính xác thông qua mô phỏng động lực học. Đồng thời, các mô phỏng 3D theo chu kỳ cho thấy lún tích lũy của đỉnh nền đắp (Point B) tăng tuyến tính theo số chu kỳ, trong khi lún của nền đất yếu (Point D) xảy ra nhanh hơn nhưng sớm đạt trạng thái “ổn định dần”, nhờ sự tái phân bố ứng suất từ lớp geosynthetic và hệ cọc (Hình 9).

Việc mô phỏng tải trọng động không chỉ làm rõ quá trình truyền tải phức tạp mà còn là công cụ thiết yếu để dự đoán biến dạng dư, ứng suất dao động và tuổi thọ của công trình nền đường. Trong thiết kế đường sắt tốc độ cao, mô phỏng động cho phép xác định vận tốc giới hạn, lựa chọn chiều cao đắp, độ cứng geogrid và khoảng cách cọc tối ưu nhằm hạn chế lún tích lũy và đảm bảo an toàn vận hành. Những kết quả này khẳng định rằng GRPS, khi được thiết kế với mô phỏng động chính xác, là giải pháp nền móng hiệu quả và bền vững cho các công trình chịu tải trọng lặp lớn, mở ra triển vọng ứng dụng rộng rãi cho các tuyến đường sắt và đường bộ hiện đại tại Việt Nam.

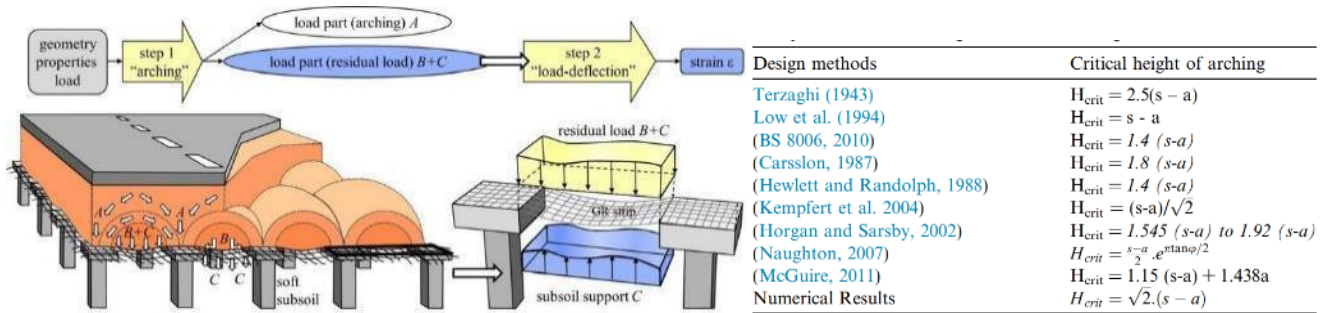


Hình 9. 3D numerical modeling of a piled embankment under cyclic loading (nguồn: Pham and Dias 2019)

Phương pháp thiết kế nền đắp trên hệ GRPS

Quy tắc thiết kế

Thiết kế nền đắp trên cọc có gia cường vật liệu địa kỹ thuật (GRPS) không chỉ là việc xác định tải trọng tác dụng lên cọc hay chọn loại geosynthetic phù hợp, mà là quá trình “giải mã” cách hệ thống truyền tải và biến dạng như một thể thống nhất. Khác với nền đắp truyền thống, GRPS làm việc dựa trên sự kết hợp của nhiều cơ chế phức tạp—vòm đất, màng căng, phản lực nền và tương tác đất–cọc. Do đó, phương pháp thiết kế hiện đại đã được phát triển theo hướng mô tả đúng bản chất của các cơ chế này thay vì chỉ dựa trên các giả định đơn giản hóa.



Hình 10. Quy tắc thiết kế nền đắp GRPS với hai bước tính toán và chiều cao tối hạn

Như minh họa trong Hình, thiết kế GRPS thường được thực hiện theo hai bước chính, phản ánh hai giai đoạn làm việc khác nhau của hệ kết cấu (Hình 10):

Bước 1: Phân tích vòm đất – xác định phân bố tải lên cọc và geosynthetic

Ở giai đoạn đầu, sự chênh lệch biến dạng giữa đầu cọc và nền yếu làm xuất hiện vòm đất (arching), chuyển phần lớn tải trọng xuống các đầu cọc. Mục tiêu của bước này là xác định chính xác tỷ lệ tải trọng được truyền theo cơ chế vòm (phần A) và phần tải trọng còn lại (B + C) vẫn tác dụng lên lớp geosynthetic và đất mềm bên dưới. Đây là bước quan trọng vì nó đặt nền tảng cho toàn bộ thiết kế: nếu dự đoán sai phân bố tải trọng, các tính toán tiếp theo về biến dạng, ứng suất và độ bền của geosynthetic sẽ thiếu chính xác. Các phương pháp phân tích mới hiện nay thậm chí còn mô phỏng sự tiến hóa của vòm đất theo chuyển vị, giúp đánh giá gần với thực tế hơn (Hình 9).

Bước 2: Phân tích quan hệ tải – biến dạng để xác định biến dạng geosynthetic và lún lệch giữa cọc

Sau khi biết được phần tải trọng còn lại tác dụng lên lớp geosynthetic và nền yếu, bước thứ hai mô phỏng độ võng và biến dạng của geosynthetic, đồng thời đánh giá lún lệch giữa các đầu cọc. Lớp geosynthetic làm việc như một màng căng, tiếp nhận phần tải dư và truyền lại xuống cọc qua lực kéo. Thiết kế phải đảm bảo lớp geosynthetic không vượt quá biến dạng cho phép và độ võng không gây ra lún lệch vượt tiêu



chuẩn khai thác. Đây là bước thể hiện rõ vai trò của vật liệu địa kỹ thuật—nếu chọn chưa phù hợp, hệ thống sẽ không đạt hiệu quả dù bố trí cọc tốt.

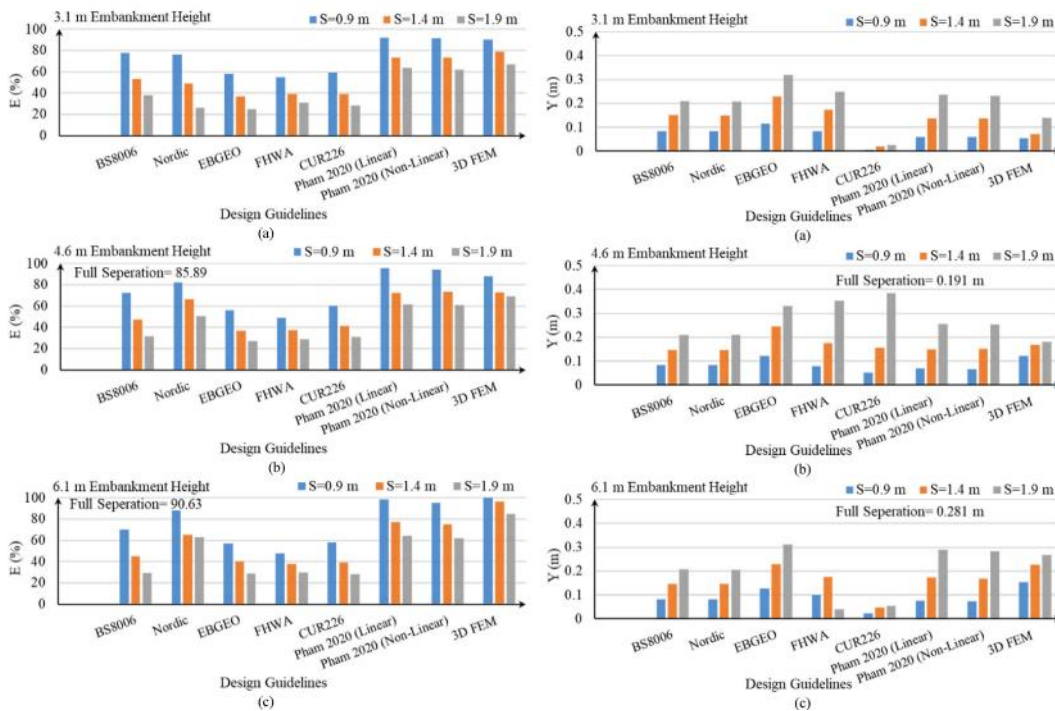
Hai bước thiết kế trên tạo nên một quy trình chặt chẽ, trong đó Bước 1 mô tả cách tải trọng được chia sẻ, còn Bước 2 mô tả cách hệ thống biến dạng để cân bằng tải trọng đó. Sự kết hợp này cho phép kỹ sư vừa kiểm soát được ứng suất, vừa kiểm soát biến dạng, đảm bảo nền đắp GRPS hoạt động bền vững trong điều kiện tĩnh và động. Chính nhờ cách tiếp cận có hệ thống này mà GRPS đã trở thành giải pháp đáng tin cậy cho các công trình đường bộ và đường sắt hiện đại.

Phương pháp thiết kế

Một điểm rất đáng chú ý là hiệu quả truyền tải và biến dạng của GRPS phụ thuộc mạnh vào phương pháp thiết kế được sử dụng. Các biểu đồ so sánh trong Hình cho thấy những khác biệt đáng kể giữa các tiêu chuẩn hiện hành. Các phương pháp truyền thống như BS8006, Nordic hay EBGEO có xu hướng bảo thủ, thường đánh giá hiệu suất truyền tải thấp hơn và dự đoán biến dạng cao hơn, đặc biệt khi khoảng cách cọc lớn hoặc chiều cao đắp tăng. Điều này xuất phát từ các giả định đơn giản hóa về vòm đất (coi như hình thành hoàn chỉnh ngay lập tức) và hiệu ứng màng căng (xem như tuyến tính), vốn không phản ánh được bản chất tiến hóa của cơ chế trong thực tế (Hình 10).

Ngược lại, các mô hình thiết kế Pham (2020) tuyến tính và phi tuyến, vốn xem xét sự phát triển dần của vòm đất và quan hệ tải – biến dạng thực của geosynthetic, cho kết quả gần với mô phỏng số 3D FEM hơn. Sự tương đồng này cho thấy các mô hình mới đã thu hẹp khoảng cách giữa lý thuyết và hiện trường bằng cách mô tả đúng bản chất của GRPS. Trong khi các tiêu chuẩn truyền thống có thể dẫn đến thiết kế dư thừa vật liệu (cọc nhiều, geosynthetic dày), các phương pháp hiện đại cho phép tối ưu hóa cấu hình cọc và vật liệu geosynthetic mà vẫn đảm bảo an toàn và hiệu quả.

Khi tích hợp toàn bộ bằng chứng từ thí nghiệm, mô phỏng và đánh giá thiết kế, có thể thấy rằng GRPS là một hệ kết cấu mà các cơ chế tương tác phát triển theo chuyển vị, và vì vậy đòi hỏi phương pháp thiết kế phản ánh đúng tính tiến hóa đó. Việc ứng dụng các mô hình tiên tiến không chỉ cải thiện độ chính xác mà còn mang lại lợi ích kinh tế đáng kể, đặc biệt trong bối cảnh xây dựng quy mô lớn ở Việt Nam.



Hình 10. Đánh giá hiệu năng của các phương pháp thiết kế (nguồn: Nobahar et al. 2024)

Kết luận và kiến nghị

Các kết quả tổng hợp từ thực nghiệm, mô phỏng số và so sánh phương pháp thiết kế cho thấy nền đắp trên cọc có gia cường vật liệu địa kỹ thuật (GRPS) là một giải pháp hiệu quả để kiểm soát lún tổng, lún lệch



và lún tích lũy dưới tải trọng tĩnh và động. Hiệu quả vượt trội của hệ GRPS đến từ sự cộng hưởng giữa vòm đất, hiệu ứng màng căng của vật liệu địa kỹ thuật (geosynthetic), phản lực nền và tương tác đất–cọc, trong đó cơ chế vòm phát triển mang tính “tiến hóa” theo chuyển vị giữ vai trò quan trọng. Các mô hình thiết kế hiện đại xét tới sự tiến hóa này cho kết quả gần với FEM 3D hơn, cho phép dự đoán hợp lý cả ứng suất và biến dạng của hệ.

Từ góc độ thực hành, có thể rút ra một số khuyến nghị: (i) nên ưu tiên sử dụng hệ GRPS cho các tuyến đường bộ và đường sắt trên đất yếu, đặc biệt khi yêu cầu khống chế độ lún lệch nghiêm ngặt; (ii) lựa chọn cấu hình cọc và vật liệu địa kỹ thuật (geosynthetic) cần dựa trên phân tích đồng thời chiều cao đắp, khoảng cách cọc và tải trọng động dự kiến; (iii) nên sử dụng các mô hình thiết kế tiên tiến kết hợp với mô phỏng số để hiệu chỉnh, thay vì chỉ dựa vào các tiêu chuẩn bảo thủ như BS8006 hay EBGeo; và (iv) với các công trình chịu tải động lớn (đường sắt tốc độ cao, tải xe nặng tác dụng tải trọng lặp lại), việc phân tích động lực học (kể cả lún tích lũy theo chu kỳ) nên được xem như một bước bắt buộc trong thiết kế. Những điều này sẽ giúp thiết kế GRPS vừa an toàn, vừa kinh tế và phù hợp điều kiện thực tế ở Việt Nam.

Lời kết: Bài viết này chuyển thể từ báo cáo của cùng tác giả được đăng ký và trình bày tại Hội nghị khoa học thường niên của Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình Việt Nam năm 2025 (VGD 2025).

Tài liệu tham khảo

- Ahmadi, A., & Hosseininia, E. S. (2018). An experimental investigation on stable arch formation in cohesionless granular materials using developed trapdoor test. *Powder Technology*, 330, 137-146.
- Alzamora, D., Wayne, M. H., & Han, J. (2000). Performance of SRW supported by geogrids and jet grout columns. In *Performance Confirmation of Constructed Geotechnical Facilities* (pp. 456-466).
- Han, J., & Akins, K. (2002). Use of geogrid-reinforced and pile-supported earth structures. In *Deep Foundations 2002: An International Perspective on Theory, Design, Construction, and Performance* (pp. 668-679).
- Han, J. (2021). The 3rd Robert M. Koerner Award Lecture. Geosynthetic-Reinforced Column-Supported Embankments: Bridging Theory and Practice. Geosynthetic conference.
- Iglesia, G. R., Einstein, H. H., & Whitman, R. V. (2014). Investigation of soil arching with centrifuge tests. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 140(2), 04013005.
- Lai, H. J., Zheng, J. J., Cui, M. J., & Chu, J. (2020). “Soil arching” for piled embankments: insights from stress redistribution behaviour of DEM modelling. *Acta Geotechnica*, 15(8), 2117-2136.
- Nobahar, M., Abu-Farsakh, M. Y., & Izadifar, M. (2024). Evaluating the mechanisms and performance of Geosynthetic-Reinforced Load Transfer Platform of pile-supported embankments design methods. *Geotextiles and Geomembranes*, 52(6), 1112-1133.
- Pham, H. V., & Dias, D. (2019). 3D numerical modeling of a piled embankment under cyclic loading. *International Journal of Geomechanics*, 19(4), 04019010.
- Pham, T. A. (2020). Analysis of geosynthetic-reinforced pile-supported embankment with soil-structure interaction models. *Computers and Geotechnics*, 121, 103438.
- Pham, T. A., Tran, Q. A., Villard, P., & Dias, D. (2021). Geosynthetic-reinforced pile-supported embankments– 3D discrete numerical analyses of the interaction and mobilization mechanisms. *Engineering Structures*, 242, 112337.
- Reid, R. A. (1993). *Conventional weapons effects on reinforced soil walls*. Georgia Institute of Technology.
- Tsukada, Y., Isoda, T., & Yamanouchi, T. (1993). Geogrid subgrade reinforcement and deep foundation improvement, Yono City, Japan. *Geosynthetics Case Histories*.
- Wang, L., Jia, H., Jiang, T., Zhang, J., Jia, Y., Li, L., & Wan, L. (2024). Novel evaluation method based on critical arch height as instability criterion for sustaining arch locked-segment-type slopes. *Scientific Reports*, 14(1), 7991.
- Zhou, Y., Chen, F., & Lin, Y. (2019). Solution for low geosynthetic-reinforced embankments subjected to localized sinkholes. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 56(1), 28-36.
- Zornberg, J. G. (2017). Functions and applications of geosynthetics in roadways. *Procedia engineering*, 189, 298-306.



HỒI KÝ ĐỊA KỸ THUẬT

Hồi tưởng về công trình áp dụng công nghệ “đinh đất” đầu tiên ở Việt Nam.

Nguyễn Anh Dũng

VGSSME, Hanoi, Vietnam. E-mail: areniscas50@gmail.com

Vào khoảng năm 1998 tôi mượn được cuốn sách “Deep Excavation a practical manual”, tác giả Malcolm Puller (1996), từ giáo sư người Mỹ Marshall Silver, khi đó đang làm việc cho UNDP và có một công ty riêng là Geotech International Ltd. Ông cũng là người có nhiều đóng góp trong việc đưa vào Việt Nam một số công nghệ mới. Cuốn sách là một nguồn kinh nghiệm quý giá đối với tôi vì vào năm 1997 tôi đã hoàn thành thực hiện một đề tài nghiên cứu cấp Bộ là “Hố đào sâu trong khu vực chật hẹp” và đặc biệt trong cuốn sách có trình bày công nghệ “đinh đất”, mà sau khi đọc tôi cảm nhận nó là tương đồng với giải pháp gia cố mái dốc mà tôi đã thiết kế cho VINAPCO (công ty xăng dầu hàng không) một tường chắn được đắp theo công nghệ đất có cốt bằng geotextile của Polyfelt). Điểm khác biệt là “đinh đất” dùng cho mái dốc nguyên thủy và vải địa kỹ thuật là cốt gia cường cho tường chắn nhân tạo. Từ đó tôi có mong muốn được áp dụng công nghệ đinh đất này cho một công trình thực tế.

Năm 2004, một người bạn ở TP. Hồ Chí Minh, có giới thiệu tôi vào xử lý sự cố mất ổn định mái dốc của một công trình tại thành phố Đà Lạt, Lâm Đồng. Đó là công trình Bưu điện Trung tâm Đà Lạt. Để làm công trình này, người ta phải cắt sườn đồi để lấy diện tích xây dựng và ổn định của mái đào được bảo vệ bằng tường chắn cao khoảng 5 m. Ở cao độ đỉnh tường chắn là một đường giao thông. Sau khi thi công xong tường chắn và thực hiện công đoạn đào đến cao độ nền thì phát hiện tường bị dịch chuyển về phía đào dỡ tải. Trong Hình 1 là hình ảnh trạng thái công trình khi đang được thi công.



Hình 1. Hiện trạng công trình sau hiện tượng dịch chuyển của tường chắn

Sau khi xem xét tài liệu thiết kế và khảo sát tại hiện trường, tôi đã đưa ra phương án gia cố bằng công nghệ đinh đất. Do trạng thái nguy hiểm của sự cố mà phương án thiết kế được thông qua không cần thẩm định. Trong phương án này tường được giữ lại mà các “đinh đất” được cắm vào đất nền sau tường bê tông vào đất bằng cách tạo các lỗ khoan trên tường bê tông. Dự thảo hợp đồng được ký kết và tôi có thời gian chuẩn bị là rất ngắn. Để tạo lỗ khoan qua tường bê tông nhanh nhất, tôi phải đặt mua 10 mũi khoan kim cương của Boart Longyear. Khi công tác chuẩn bị đã sẵn sàng, thì tôi nhận được lời xin lỗi của Bưu điện Đà Lạt do áp lực bên trên. Cho đến nay tôi vẫn còn giữ lại những mũi khoan mà đến nay chúng đã có 21 năm tuổi đời kể từ ngày mua.



Ý định sử dụng công nghệ đỉnh đất ở một vài công trình khác cũng đã không thành công. Tuy nhiên vào một ngày đẹp trời của đầu năm 2011, tôi nhận được điện thoại của anh Trần Huy Tấn (IBST) về giải quyết một sự cố mái dốc cũng ở thành phố Đà Lạt. Đây là công trình trụ sở Vietcombank Đà Lạt. Ngay ngày hôm sau anh Tấn và tôi gặp anh Nam là cán bộ phụ trách xây dựng công trình của Vietcombank ở một quán cà phê ở Hà Nội. Anh Nam đã trình bày sơ bộ tình hình. Thiết kế ban đầu là tường chắn đất đặt trên móng cọc. Để thi công được tường chắn, đất được đào rộng hơn tường chắn vào sâu vùng đất của dân cư xung quanh. Khi đang tiến hành ép cọc, tường của vách đào đổ sập xuống. Sau đó anh Nam đã hỏi tôi là có thể xử lý được không, tôi khẳng khái nhận lời vì nghĩ ngay đến giải pháp đỉnh đất mặc dù cũng chưa có tí kinh nghiệm nào.

Ngày hôm sau, anh Nam, anh Tấn và tôi bay vào Đà Lạt. Sau khi vào Đà Lạt thăm hiện trường, tôi và anh Tấn đã kết hợp thực hiện công việc này. Thiết kế được chuyển về IBST và đơn vị thi công là C&E Consultants, công ty cũ của tôi. Do sự nguy hiểm của hiện tượng có thể gây trượt cho các công trình dân cư trên đỉnh mái, chủ đầu tư đã yêu cầu thực hiện nhanh nhất có thể.

Một vấn đề kỹ thuật nữa chúng tôi phải giải quyết đó là phần có tường thẳng đứng của mái dốc. Đất ở đây là đất bị trượt từ trên xuống (sau khi đào để thi công tường chắn theo thiết kế ban đầu). Tôi đã quyết định giữ nguyên khối đất đã bị phá hoại đó và sử dụng hệ cọc rễ cây có chiều dài từ cao độ chân mái xiên xuống dưới cao độ nền công trình là 3m để gia cường.

Đỉnh đất được tạo trong lỗ khoan D100, có 1 thép và bơm vữa lấp đầy. Do phải thi công ở độ cao hơn 14m, chúng tôi đã phải thiết kế một máy khoan nhẹ cho phép di chuyển dễ dàng bằng sức người cùng hệ giàn giáo. Để đảm bảo an toàn khi thi công trên mái dốc vào mùa mưa, chúng tôi đã sắm một máy trắc đạc để theo dõi hiện tượng dịch chuyển của mái.

Nhiệm vụ thiết kế mới được đặt ra để đảm bảo ổn định lâu dài là:

- Đảm bảo ổn định cho mái dốc, (được chia làm hai phần, phần dưới là thẳng đứng được gia cố bằng cọc rễ cây; phần mái nghiêng bên trên dùng đỉnh đất).
- Đắp trả lại mặt bằng ngoài biên công trình sử dụng gia cường bằng vải địa kỹ thuật.
- Trồng cỏ mặt mái dốc bằng lưới Geo-cell (bên ngoài lớp gia cường vải địa kỹ thuật).

Ngày đầu tiên sau khi tập kết nhân sự và thiết bị đến công trình, kỹ sư giám sát hiện trường lúc đó là anh Hoàng đã cười mỉa và nói với chúng tôi: "Chắc tuần sau là các anh rút lui thôi", tôi cũng chỉ mạnh miệng nói "Hãy chờ đấy". Trước khi bắt đầu tôi nhận thấy trên mái trượt có 1 cây mai lớn (có thể thấy trong ảnh ở Hình 2). Máy trắc đạc được cố định vào một điểm đánh dấu ở gốc cây để xem xét. Sau 1 ngày, điểm chiếu lệch so với điểm ban đầu khoảng 2.5 cm. Lúc đó tôi cũng thấy lo lo vì chưa có kinh nghiệm thực tế mà chỉ qua đọc sách mô tả công nghệ. Tôi quyết định khoan lắp 2 đỉnh ở hai bên cây để xem xét và điều kỳ diệu đã đến, đến ngày hôm sau, cây đứng im phẳng phắc. Thế là tôi yên tâm về Thủ đô.

Công tác tiến hành theo thiết kế và cho thấy hiệu quả rõ rệt. Kỹ sư giám sát cũng vui vẻ và ca ngợi chúng tôi. Trong thời gian đó, có nhiều đơn vị thi công ở Đà Lạt có đến xem và đã xuýt xoa là sao lại dễ thế và kể trước đây công ty họ đã có tai nạn khi thi công đào đất làm tường chắn.

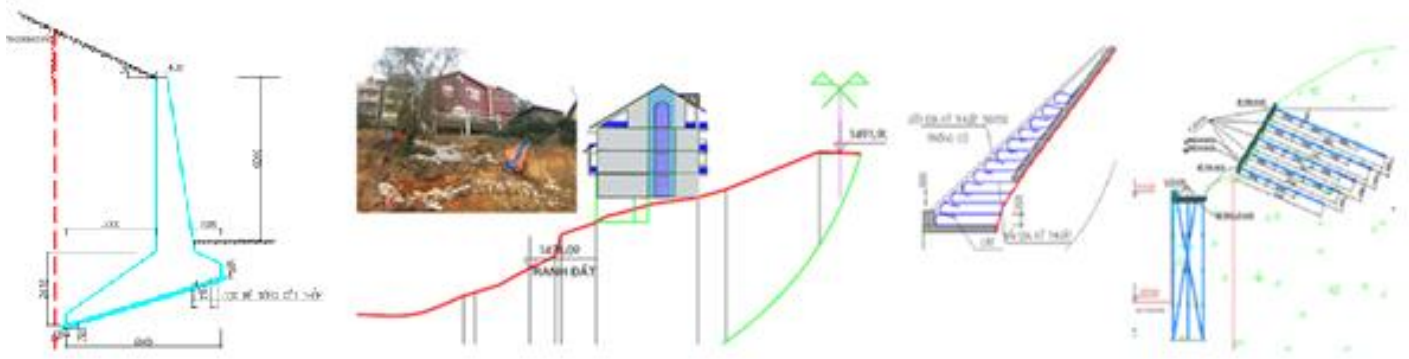
Khi công việc ở giai đoạn cuối, anh Nam người phụ trách xây dựng của Vietcombank có vào và tâm sự trong một bữa nhậu. Nam nói: "Khi anh nói là làm được, em cũng không tin đâu. Tuy nhiên sếp của em ngày nào cũng gọi hỏi, do chịu áp lực của dân cư kiện cáo, lãnh đạo của Tỉnh Lâm Đồng, của báo chí. Mà em cũng đã liên hệ khắp nơi, từ các đơn vị thi công lớn đến các trường Đại học và cơ quan nghiên cứu không ai nhận cả. Cũng giống như bệnh nan y, bệnh viện trả về phải tin vào thầy thuốc "nhân dân" thôi..." Và khi em báo cho sếp, sếp chỉ thị làm ngay. Cho nên em đã yêu cầu thiết kế phải đưa cho IBST đóng dấu, để sau này có làm sao thì có cơ để đổ tội".

Công trình đã hoàn thành sau hơn 3 tháng. Tại công trình cũng đã lắp hai ống đo dịch chuyển ngang (inclinometer). Kết quả quan trắc cho thấy mái dốc hoàn toàn ổn định. Sau đây 2 năm tôi có quay trở lại và thấy công trình của mình là hoàn toàn ổn định.

Khoảng năm 2015, tôi nhận được số điện thoại lạ, người gọi tự giới thiệu. Té ra là của một anh công nhân trẻ lái máy gạt khi thi công đất đắp trên mái dốc công trình chúng tôi làm ở Đà Lạt. Lại gặp nhau ở một quán cà phê ở Hà Nội, anh ta tặng tôi hai gói trà Ô Long của Đà Lạt. Kỷ niệm "xưa" được nhắc lại, vui



chuyện anh ta hồ hởi khoe:” Em bắt chước các anh làm được 3 công trình cho nhà dân”. Một niềm vui mới. Dưới đây là một số hình ảnh về công trình:



Hình 2. Thiết kế ban đầu, Hiện trạng sự cố và thiết kế xử lý



Hình 3. Máy khoan tự chế, thi công đing, đắp đất và tường đứng



Hình 4. Thi công Geo-Cell, tác giả và một góc công trình 2024.



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

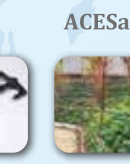
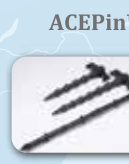
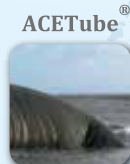
Carbon Reduction

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.



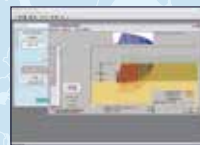
Cung cấp bản vẽ và
thuyết minh thiết kế.



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

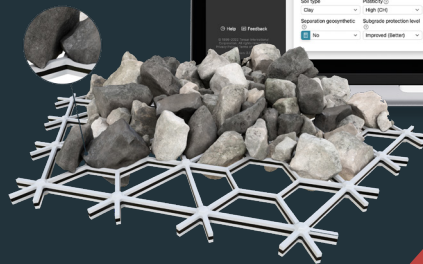
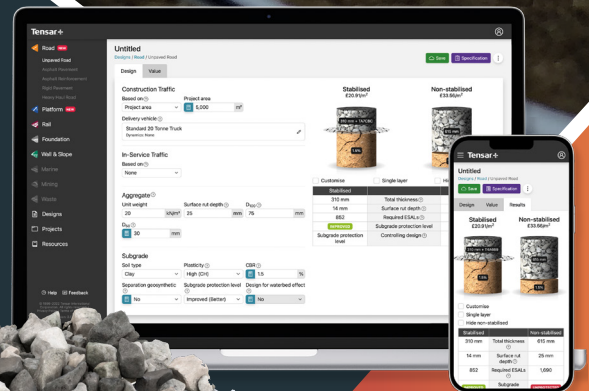


“
*Supporting you to design
& build with confidence*
”

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

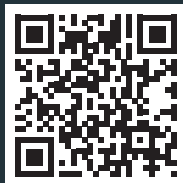
Tensar’s Applications & Solutions

- ✓ 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

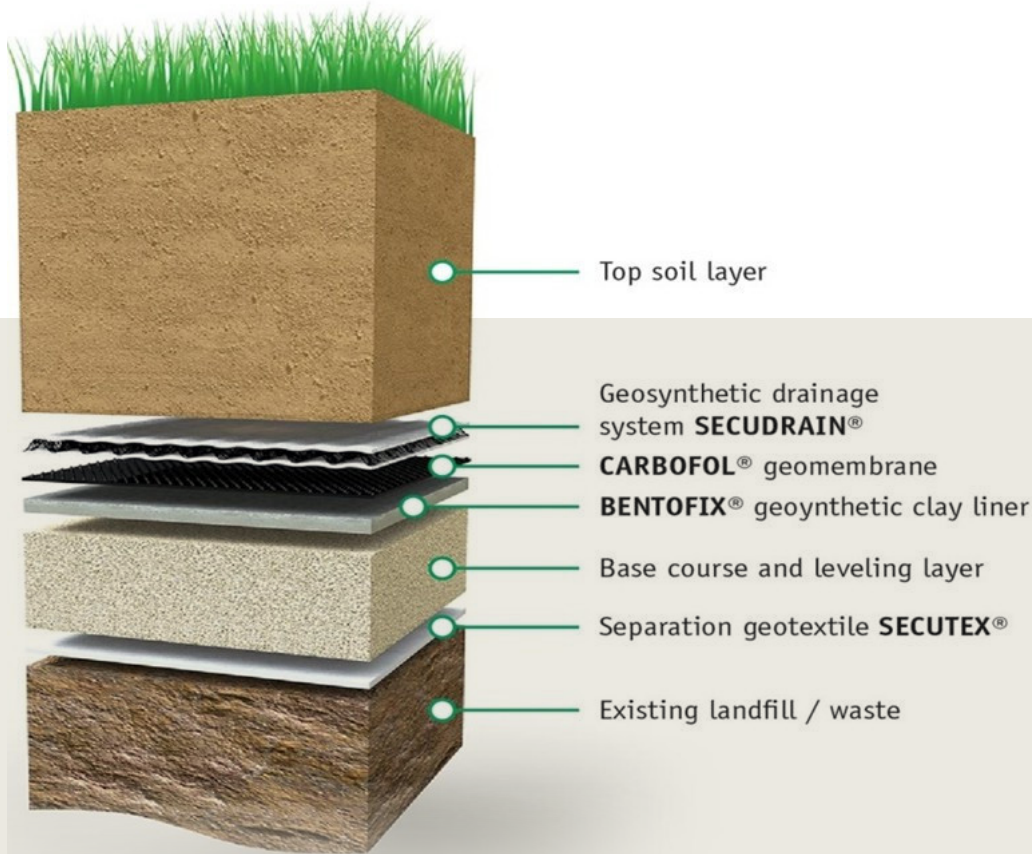


No 92 Nam Ky Khoi Nghia Str, Ben Nghe ward, District 1,
Ho Chi Minh City

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 Thấm 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

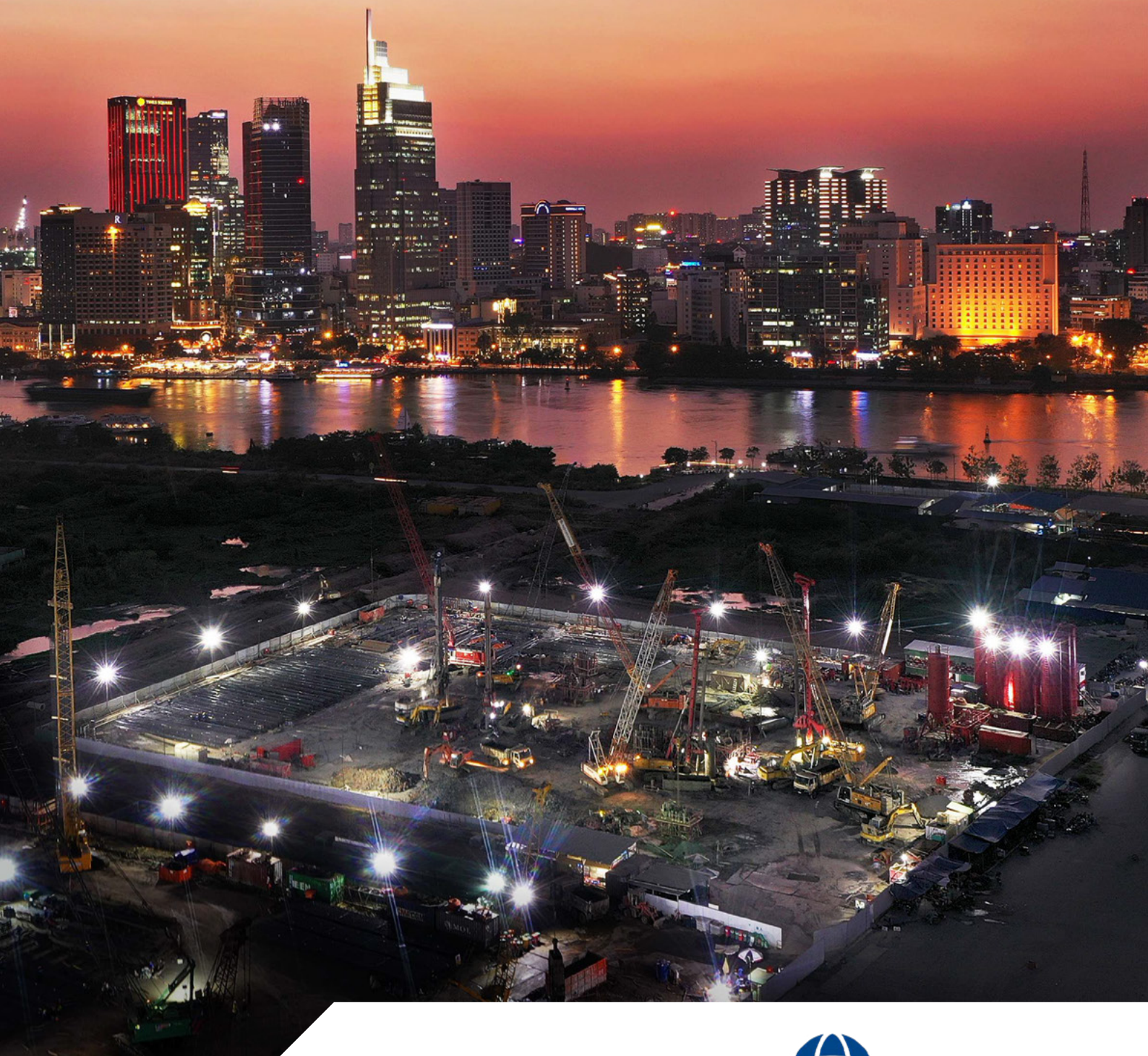
Phan Vu Group

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



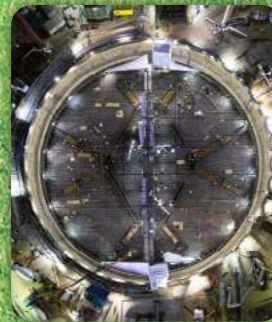
Supreme Cast

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

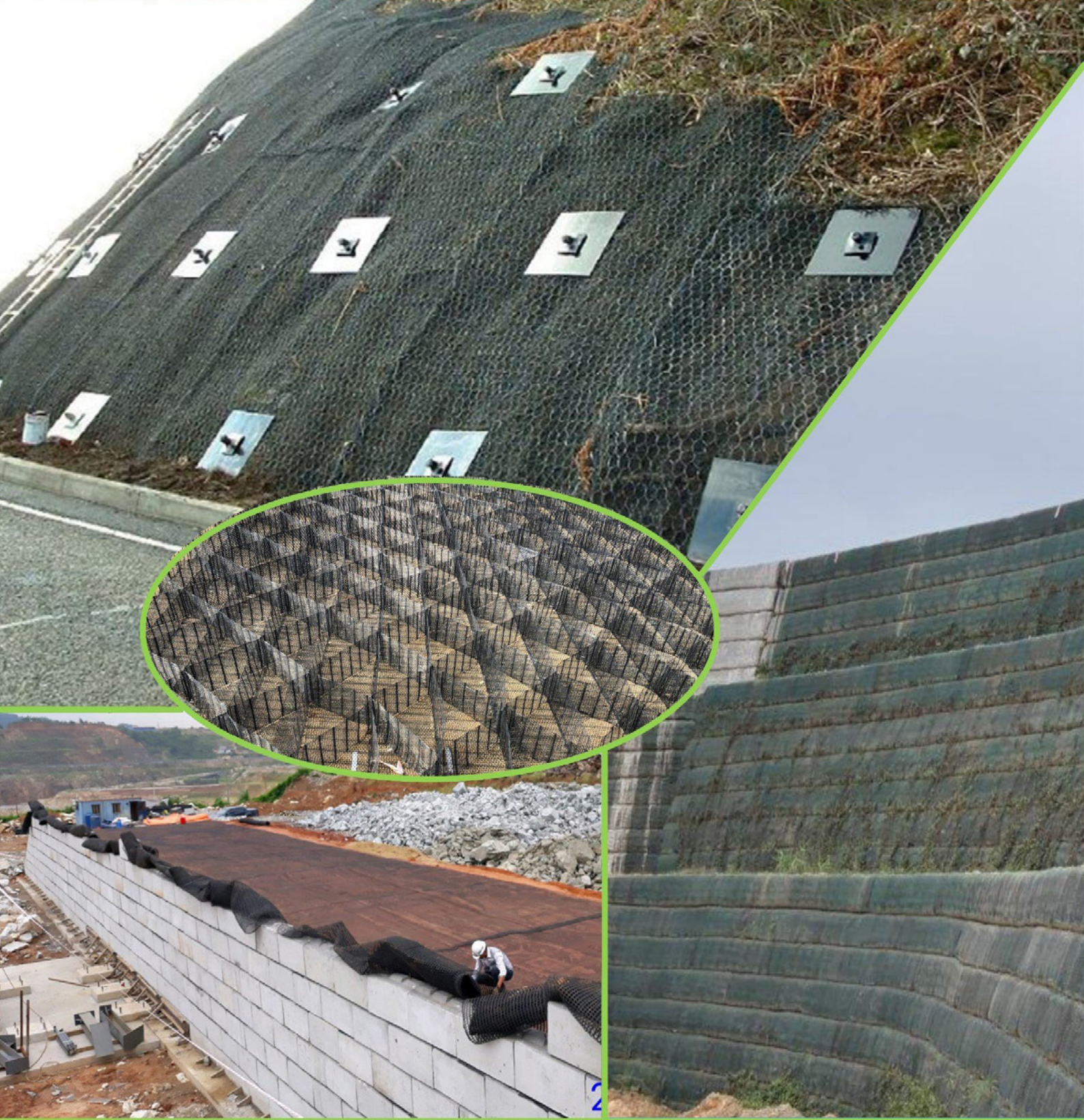


International experts and specialists in
Geotechnical / Structural / Coastal engineering

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 civilized. “

HUNG VIET

BRING OPTIMAL SOLUTIONS TO YOUR PROJECT



HUNG VIET CONSTRUCTION INVESTMENT 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