

**NỘI DUNG****GÓC TRONG NƯỚC (2)**

Hội nghị quốc tế lần thứ 3, VSOE2024 (2)

**GÓC NGHIÊN CỨU KHOA HỌC (7)**

Đánh giá khả năng xây ra xói ngầm (7)

Các giải pháp gia cố mái dốc Hạ Long-Vân Đồn (13)

Đo áp lực đẩy nổi dưới đáy đập bê tông (23)

Ứng dụng cỏ vetiver bảo vệ hạ tầng giao thông (27)

Quan trắc biến dạng và cảnh báo sớm phá hoại (32)

Đào tạo và ứng dụng Địa kỹ thuật ở Việt Nam (37)

**PROJECTS IN FOCUS (39)**

Thi công hầm đô thị bằng công nghệ TBM tại dự án Metro Line 3, Hà Nội (39)

Bán hầm tránh đá rơi - Giải pháp bảo vệ an toàn (51)

Giải pháp bảo vệ mái dốc khu vực đồi núi (55)

Tường chắn bằng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ -

Dự án "Tháp VOV (59)

Giải pháp tường chắn đất có cốt trong ổn định mái

đắp nền đường (64)

Ứng dụng cừ ván thép kiểu mũ chống thấm bản đáy

công trình cống ngăn triều và đập dâng (71)

**GÓC QUỐC TẾ (78)**

Nhật ký ĐKT quốc tế (78)

VSSMGE tham dự Hội nghị quốc tế về công nghệ

hạ cọc Press-in (ICPE2024) tại Singapore (85)

**CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU QUỐC TẾ (87)**

Phương pháp đơn giản hóa FE tính toán nền móng

kết cấu ngoài khơi chịu tải trọng động - Áp dụng cho

cọc Monopile (87)

**BIÊN TẬP CHÍNH**

Phùng Đức Long

**BAN BIÊN TẬP**

Phùng Đức Long

Trịnh Minh Thu

Hoàng Việt Hùng

Nguyễn Đức Mạnh

Đỗ Hữu Đạo

Nguyễn Anh Dũng

Nguyễn Tiến Dũng

Vũ Anh Tuấn

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

Ban biên tập Bản tin hoạt động của Hội, *VSSMGE Bulletin*, kêu gọi các hội viên và những người yêu chuyên ngành ĐKT tham gia bài viết cho Bản tin số 8, dự kiến phát hành vào 15/6/2025 và các số tiếp theo.

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

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

Chúng tôi mong nhận được sự cộng tác và đóng góp của các hội viên và đồng nghiệp trên toàn quốc và quốc tế. 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 VSSMGE Bulletin xin được gửi về địa chỉ mail [phung.long@gmail.com](mailto: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 thảo quốc tế về những tiến bộ khoa học kỹ thuật trong công trình ngoài khơi (lần 3) năm 2024 - VSOE 2024

The 3<sup>rd</sup> Vietnam Symposium on Advances in Offshore Engineering (VSOE 2024), Hanoi, December 12-13, 2024

Nguyễn Tiến Dũng

Công ty FECON. E-mail: [ntdung@fecon.com.vn](mailto:ntdung@fecon.com.vn)

Phan Trung Nghĩa

Công ty FECON. E-mail: [nghiapt@fecon.com.vn](mailto:nghiapt@fecon.com.vn)

Hồ Đức An

Công ty FECON. E-mail: [anhd@fecon.com.vn](mailto:anhd@fecon.com.vn)

Phùng Đức Long

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

Hội thảo Quốc tế VSOE 2024 đã được tổ chức thành công tại Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (HUCE) từ ngày 12 đến 13 tháng 12 năm 2024. Sự kiện do Hội Khoa học và Chuyên gia Việt Nam toàn cầu (AVSE Global) và Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (HUCE) đồng tổ chức, dưới sự bảo trợ của Tiểu ban kỹ thuật TC209 và TC308 thuộc Hội Cơ học Đất và Địa kỹ thuật Công trình Quốc tế (ISSMGE), cùng Hội Cơ học Đất và Địa kỹ thuật Công trình Việt Nam (VSSMGE), xem <https://vsoe2024.sciencesconf.org/>. Hội thảo năm nay thu hút hơn 100 đại biểu đến từ 21 quốc gia. Trong 2 ngày diễn ra hội thảo, 65 bài báo đã được chọn và trình bày tại tám phiên hội thảo song song. Ngoài ra, ba poster nghiên cứu nổi bật cũng được trình bày tại sảnh hội thảo, tạo nên một không gian trao đổi học thuật sôi động và sáng tạo.

Với đường bờ biển dài hơn 3.200 km và tiềm năng lớn về tài nguyên biển, Việt Nam đã và đang chú trọng phát triển các dự án hạ tầng ngoài khơi như các trang trại năng lượng gió, cảng biển, và cơ sở khai thác dầu khí nhằm giảm thiểu các tác động đến môi trường và nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên. Mặc dù có tiềm năng lớn, Việt Nam vẫn đang đối mặt với nhiều thách thức, bao gồm điều kiện tự nhiên khắc nghiệt, yêu cầu công nghệ cao. Để vượt qua những khó khăn này, việc tăng cường hợp tác quốc tế là rất cần thiết. Đồng thời, các chính sách hỗ trợ và định hướng đúng đắn, cơ sở hạ tầng ngoài khơi bền vững sẽ là nền tảng cho sự phát triển kinh tế biển lâu dài và bền vững của đất nước. Do đó, chủ đề chính của hội thảo VSOE 2024 là “*Các giải pháp tích hợp và liên ngành cho cơ sở hạ tầng ngoài khơi bền vững*”, với mục tiêu thúc đẩy phát triển bền vững, tăng cường khả năng phục hồi của cơ sở hạ tầng ngoài khơi, bảo vệ môi trường, và quản lý hiệu quả các hoạt động hàng hải.

Với các mục tiêu trên, các chuyên gia, học giả, doanh nhân, và nhà hoạch định chính sách thảo luận sâu rộng về các vấn đề quan trọng trong 7 chủ đề chính của hội thảo:

- Tiến bộ trong Khoa học Địa chất và Địa kỹ thuật ngoài khơi
- Thách thức và Giải pháp Môi trường trong kỹ thuật ngoài khơi
- Kỹ thuật nền móng và công nghệ dưới biển
- Cơ sở hạ tầng và sự tương tác với môi trường biển
- Năng lượng gió ngoài khơi: thách thức của Việt Nam và xu hướng toàn cầu
- Những đổi mới về chuỗi cung ứng cho năng lượng tái tạo ngoài khơi
- Tính bền vững và khả năng phục hồi trong kỹ thuật ngoài khơi



Điểm nhấn của hội thảo VSOE 2024 chính là bốn bài giảng chuyên đề (keynote lectures) được trình bày bởi những chuyên gia hàng đầu trên thế giới về điện gió ngoài khơi:

- **Bài giảng chuyên đề 1:** “Global Trends and Challenges to Offshore Wind Energy in Vietnam” (Prof. Carlos Guedes Soares, Instituto Superior Técnico, University of Lisbon, Portugal).
- **Bài giảng chuyên đề 2:** “Supply Chain Innovations for Offshore Renewable Energy” (Bùi Hoàng Diệp, Deputy Director of PTSC Mechanical & Construction, Vietnam).
- **Bài giảng chuyên đề 3:** “An Overview of Recent Advances in Offshore Data Acquisition and Processes” (Ms. Nancy Chan, Director, Joint Ventures APAC, Fugro, Singapore).
- **Bài giảng chuyên đề 4:** “Can Data Science Help Us Make Better Geotechnical Decision?” (Prof. Phil Watson, Shell Professor of Offshore Engineering, University of Western Australia, Australia).

Bên cạnh 4 bài giảng chuyên đề, các đại biểu của hội nghị cũng được nghe 4 bài giảng mời do các chuyên gia trên thế:

- **Bài giảng mời 1:** Artificial Intelligence in Offshore Infrastructure, (Prof. Pijush Samui, National Institute of Technology, Patna, India).
- **Bài giảng mời 1:** The GREEN Reuse of Dredged Marine Soils in Civil Engineering Works, GS. Chee Ming Chan (Chee Ming Chan, Professor, University Tun Hussein Onn, Malaysia).
- **Bài giảng mời 3:** Advanced SPH framework for Coupled Large Deformation and Soil-Structure Interaction in Offshore Engineering (Prof. Hà Bùi, Monash University, Australia).
- **Bài giảng mời 4:** Mass Stabilization Solution for Soft Marine Clay Soil and Dredging Mud Improvement Apply Into Vietnamese Coastal Projects (Mr. Kim Cuong Dao Trieu, Chairman of TELICO Jsc. Company, Vietnam).

## Tuyển tập hội thảo

Tất cả các bài báo sẽ được các chuyên gia trong lĩnh vực xem xét, đánh giá dựa trên các tiêu chí bao gồm tính độc đáo, ý nghĩa, chất lượng và sự rõ ràng. Kỷ yếu hội thảo VSOE 2024 sẽ được xuất bản bởi Springer và có chỉ số trên các cơ sở dữ liệu Scopus và EI Compendex. Sách tóm tắt của hội thảo được đăng trên trang web chính thức: <https://vsoe2024.sciencesconf.org/>.

## MỘT SỐ HÌNH ẢNH TẠI HỘI NGHỊ VSOE2024





GS. TS. Nguyễn Hoàng Giang, Phó hiệu trưởng Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, phát biểu khai mạc hội thảo



TS. Huỳnh Đạt Vũ Khoa, Hội Khoa học và Chuyên gia Việt Nam toàn cầu và Viện Địa kỹ thuật Na Uy, phát biểu khai mạc



TS. Đoàn Đình Hồng, Hội Khoa học và Chuyên gia Việt Nam toàn cầu và Công ty TotalEnergies, phát biểu khai mạc



Bài giảng chuyên đề: “Global Trends and Challenges to Offshore Wind Energy in Vietnam”, GS. Carlos Guedes Soares (Bồ Đào Nha) trình bày.



Bài giảng chuyên đề: “Can Data Science Help Us Make Better Geotechnical Decision?”, GS. Phil Watson (Australia) trình bày.



Bài giảng chuyên đề: “Supply Chain Innovations for Offshore Renewable Energy”, Ông. Bùi Hoàng Diệp (PTSC-Việt Nam) trình bày.



Bài giảng chuyên đề: “An Overview of Recent Advances in Offshore Data Acquisition and Processes”, Bà. Nancy Chan (Singapore) trình bày.



Bà Rebecca Ball, Ủy Viên Thương Mại Chính Phủ Úc tại Việt Nam và TS. Phùng Đức Long, Chủ Tịch Hội VSSMGE đơn vị đồng bảo trợ Hội thảo.



Một số hội viên Hội cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình Việt Nam (VSSMGE) tham gia hội thảo



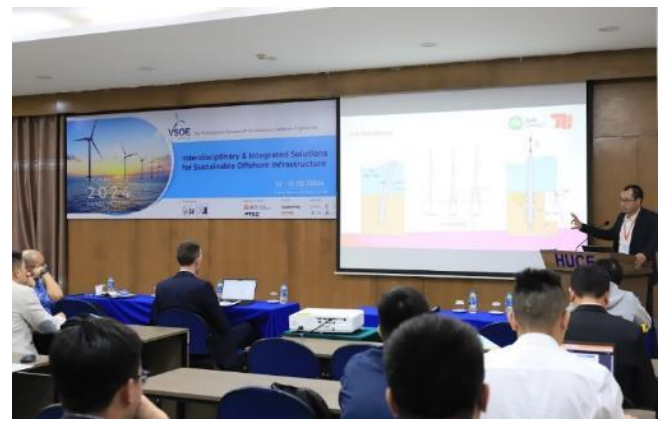
Ban tổ chức trao giấy chứng nhận và thư cảm ơn cho nhà tài trợ



Trình bày báo cáo tại Hội thảo



Trình bày báo cáo tại Hội thảo





## GÓC NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

### Đánh giá khả năng xảy ra xói ngầm tại công trình cảng-đường thủy Assesment of the potential for internal erosion In port and waterway engineering

Nguyễn Đức Mạnh

*Khoa công trình thủy. Trường đại học xây dựng Hà Nội. E-mail: [manhnd@huce.edu.vn](mailto:manhnd@huce.edu.vn)*

Đình Quang Thanh

*Trung tâm ứng dụng và phát triển KHCN cảng - đường thủy. E-mail: [amshanoi@gmail.com](mailto:amshanoi@gmail.com)*

Phạm Thái Long

*Đại học khoa học tự nhiên, Đại học quốc gia Hà Nội.*

**Tóm tắt:** Xói ngầm là hiện tượng các hạt đất bị mang đi dưới ảnh hưởng của dòng thấm trong công trình. Quá trình hình thành và phát triển của xói ngầm là phức tạp. Việc dự báo và xác định xói ngầm trong công trình cũng còn gặp nhiều khó khăn. Xói ngầm là nguyên nhân gây ra nhiều sự cố trong công trình. Phần đầu của bài báo này sẽ trình bày chi tiết về cơ chế hình thành, cũng như các tiêu chí đánh giá xói ngầm của công trình. Phần sau bài báo sẽ phân tích đánh giá khả năng xói ngầm của một vài dạng công trình đặc trưng ngành ngành cảng đường thủy - kè gầm bến, ụ tàu. Các phân tích đánh giá được dựa trên việc tính toán các ngưỡng gây xói, kết hợp với việc mô hình hóa dòng thấm bằng phần tử hữu hạn thông qua phần mềm Geo-Studio.

**Abstract:** Internal erosion is the displacement of the fine particles of a soil under the action of an internal flow. The mechanisms responsible for internal erosion are complex, evolutionary and depend on several parameters. This mechanism could be the origin of the damage on embankments. In the first part of the article gives an overview of internal erosion. The following part will assess the potential for internal erosion in port and waterway engineering. The assessment is based on the calculation the critical parameter to cause erosion, combined with seepage modeling using finite element method (FEM)

**Keywords:** internal erosion, port and waterway, revetment, dry dock, Geo-Studio

### Đặt vấn đề

Xói ngầm là hiện tượng các hạt đất bị rửa trôi bởi tác dụng của dòng nước trong đất. Quá trình hình thành và phát triển của xói ngầm là phức tạp. Tồn tại bốn kiểu hình thành xói ngầm khác nhau: xói dạng ống, xói khuyếch tán, xói ngược và xói tiếp xúc. Sự phát triển của xói ngầm theo thời gian thường diễn ra chậm, và ít có biểu hiện ra ngoài. Do đó việc dự báo và xác định xói ngầm trong công trình cũng còn gặp nhiều khó khăn.

Trong công trình cảng – đường thủy hiện nay, vấn đề xói ngầm mới chỉ được đề cập trong việc thiết kế và thi công lớp lọc cho các công trình bến, cho mái dốc kè, đê bảo vệ bờ ... Việc đánh giá khả năng xói ngầm của công trình chưa được đề cập đầy đủ, cũng như các nguyên nhân hình thành của vấn đề này chưa được chỉ ra cụ thể.

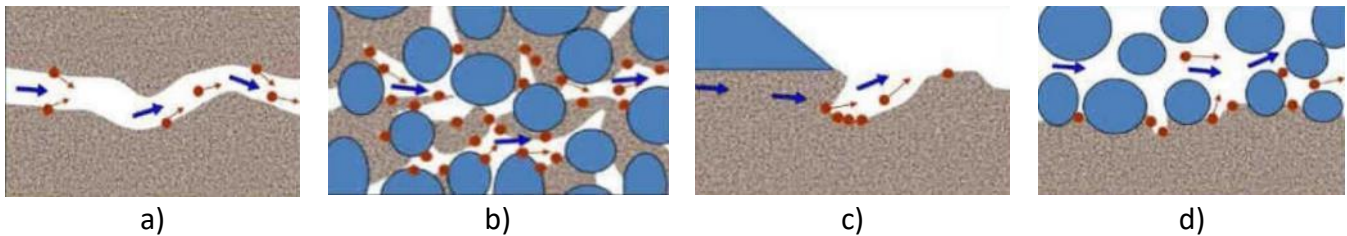
Bài báo này sẽ đề cập đến quá trình hình thành xói ngầm, tập trung vào việc đánh giá khả năng xảy ra xói ngầm của công trình cảng đường thủy. Hai kiểu công trình được sử dụng trong bài báo này là công trình kè gầm bến và ụ tàu. Kiểu công trình thứ nhất chịu ảnh hưởng của sự thay đổi mực nước thay thời gian, trong khi kiểu công trình thứ hai có sự chênh lệch cột nước lớn.



### Cơ chế hình thành xói ngầm

Đặc tính chung của các loại công trình thủy là sự tiếp xúc giữa đất và nước. Dưới ảnh hưởng của các lực do nước gây ra, các hạt đất sẽ bị lôi đi, khi đó quá trình xói sẽ diễn ra. Sự xuất hiện của xói ngầm sinh ra sự thay đổi các đặc tính cơ lý và thủy lực của đất, đặc biệt là hệ số thấm của đất. Bốn cơ chế hình thành xói ngầm được phân biệt :

- *Xói dạng ống (Concentrated leak erosion)*: xảy ra đối với các lỗ mở, vết nứt trong đất, khi tác động của dòng nước đủ để tách các hạt đất ở thành.
- *Xói ngược (Backward erosion piping)*: xuất hiện ở vị trí mà dòng thấm đi ra khỏi công trình. Lực tác dụng lên các hạt đất là cân bằng giữa lực đẩy của nước và trọng lượng riêng của hạt. Khi đó các hạt đất bị tách ra và bị kéo đi bởi dòng nước.
- *Xói khuếch tán (Suffusion)*: xuất hiện khi các hạt đất nhỏ bị tách ra và di chuyển trong không gian lỗ rỗng giữa các hạt đất lớn hơn. Hiện tượng xói ngầm khuếch tán chỉ phát triển trong đất rời, đặt biệt trong trường hợp đất cát pha phù sa.
- *Xói tiếp xúc (Contact erosion)*: là hiện tượng tách các hạt đất ở lớp tiếp xúc giữa hai loại đất khác nhau dưới ảnh hưởng của dòng thấm song song với bề mặt tiếp xúc.



Hình 1. Các cơ chế của xói ngầm (Mériaux, 2013)  
a) Xói dạng ống; b) xói khuếch tán; c) xói ngược; d) xói tiếp xúc

Hai điều kiện cần phải đạt được đối với vấn đề xói ngầm: sự tách rời các hạt đất, và sự vận chuyển của các hạt đất. Hai điều kiện này liên hệ chặt chẽ với tính chất hạt đất và đặc trưng dòng thấm trong đất. Trong giới hạn của bài báo này chỉ đề cập đến việc đánh giá khả năng xói ngầm khuếch tán và xói ngầm tiếp xúc của công trình. Đối với xói ngầm tiếp xúc, công thức của Brauns (1985) thường được sử dụng, trong khi đối với xói ngầm tiếp xúc, cần kết hợp công thức của Kenney và Lau (1985) và của Li (2008). Chi tiết các phương pháp đánh giá có thể xem trong Bonneli (2012).

### Dòng thấm trong đất

Dòng thấm trong đất bão hòa và không bão hòa được mô tả theo định luật Darcy:

$$v = k \times i \tag{1}$$

trong đó,  $v$  là vận tốc Darcy của dòng thấm (m/s),  $k$  là hệ số thấm của đất (m/s), và  $i$  là gradient thủy lực của dòng thấm. Hệ số thấm của đất bão hòa là một hệ số không đổi, trong khi đó đối với đất không bão hòa, hệ số thấm thay đổi như một hàm của độ ẩm và áp lực nước lỗ rỗng.

Phương trình cân bằng khối lượng như sau :

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( k_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( k_y \frac{\partial H}{\partial y} \right) + Q = \frac{\partial \theta}{\partial t} \tag{2}$$

trong đó,  $H$  là chiều cao cột nước (m),  $k_x$  hệ số thấm theo phương  $x$  (m/s),  $k_y$  hệ số thấm theo phương  $y$  (m/s),  $Q$  lưu lượng tính toán (m<sup>3</sup>/s),  $\theta$  hàm lượng nước thể tích trong đất (m<sup>3</sup>),  $t$  là thời gian (s). Phương trình (2) chỉ ra sự chênh lệch giữa dòng chảy vào và ra của một khối phần tử đất ở một thời điểm nào đó. Sự chênh lệch này cân bằng với sự thay đổi thể tích nước trong đất theo thời gian. Lời giải của chương



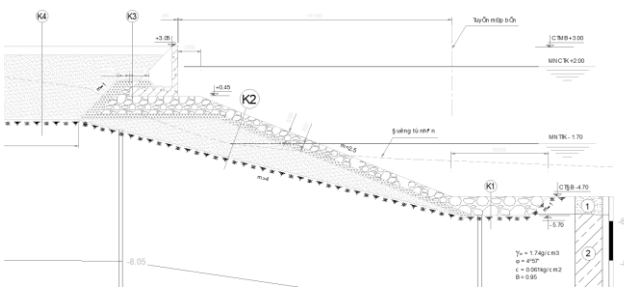
trình, cho phép ta tính toán được đường thấm trong đất, cũng như tính toán được đặc trưng thủy lực của mọi điểm trong đất (bao gồm chiều cao cột nước, áp lực nước lỗ rỗng, gradient thủy lực, trường vận tốc).

**Đánh giá khả năng xói ngầm của công trình**

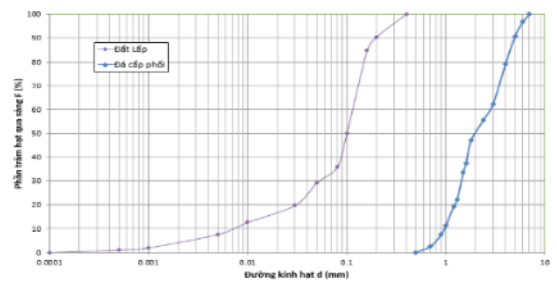
Để đánh giá khả năng xảy ra xói ngầm của công trình, ban đầu phải xuất phát từ tính chất của đất công trình để xác định giá trị ngưỡng gây xói của các thông số: gradient thủy lực, vận tốc dòng thấm. Phần mềm Geo/Seep được sử dụng để xác định các yếu tố của dòng thấm thực tế của công trình. Cuối cùng giá trị tính toán thực tế sẽ được so sánh với giá trị ngưỡng, từ đó có thể kết luận khả năng xói ngầm của công trình.

**Kè gầm bến**

Bài toán đặt ra trong bài báo này là đánh giá khả năng xói ngầm của kè gầm bến. Số liệu được sử dụng trong bài toán là kè gầm bến nhập liệu, nhà máy thép Hòa Phát, Kinh Môn, Hải Dương (Hình 3). Mái kè được gia cố bằng đá học, kết hợp tầng lọc ngược để bảo vệ cho lớp đất lấp phía trong.



Hình 2. Mặt cắt ngang bến



Hình 3. Đường kính thước hạt

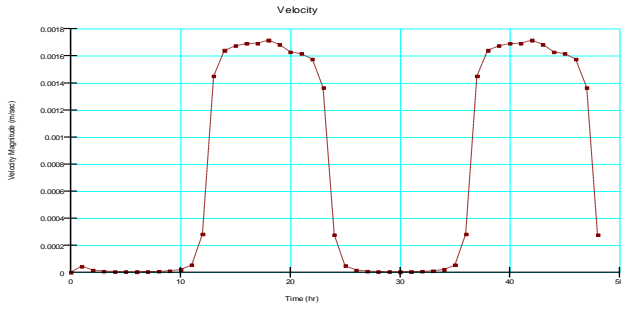
Dựa trên tính chất, đường kích thước hạt của đất (Hình 4), có thể đánh giá được khả năng xảy ra xói ngầm của từng loại đất của kè. Như đã đề cập ở trên, xói ngầm khuyếch tán chỉ xảy ra đối với đất rời, do đó trong trường hợp này, chỉ có đất lấp sau bến là có khả năng xảy ra xói ngầm kiểu khuyếch tán. Áp dụng tiêu chí đánh giá xói ngầm của Kenney và Lau (1985), đất lấp được xác định là có khả năng xói ngầm theo tiêu chí đường kích thước hạt (bảng 1).

Bảng 1. Thông số các lớp đất của kè

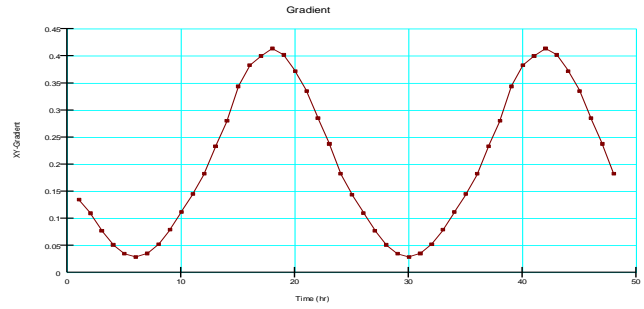
Stt	Loại đất	Hệ số thấm K (m/s)	Khả năng xói khuyếch tán
1	Đất san lấp (cát pha)	$5 \times 10^{-3}$	Có
2	Lớp 1 - Bùn sét pha	$2 \times 10^{-6}$	không
3	Lớp 2 – Sét pha cát	$6 \times 10^{-4}$	không
4	Lớp 3 – Sét pha	$1 \times 10^{-5}$	không

Đặc trưng của kè gầm bến trong trường hợp tính toán là chịu ảnh hưởng của sự thay đổi mực nước trong ngày. Biên độ dao động mực nước lớn nhất trong ngày là 3.3m. Bài toán được xét đến ở đây, trong trường hợp cực đoan khi mà trời mưa, hệ thống thoát nước hoạt động không hiệu quả, mực nước ngầm trong bãi tăng cao hơn mực nước cao nhất trong sông, bằng cao độ dưới của lớp kết cấu bãi. Khi đó sự chênh lệch mực nước cao nhất có thể lên đến 4m. Giả thiết trên mặt bãi không có hàng hóa thiết bị.

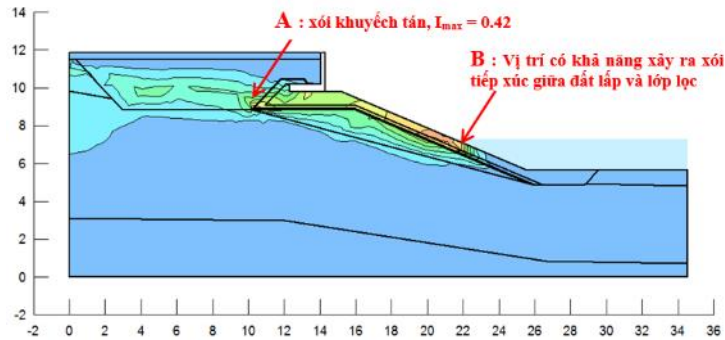
Sử dụng phần mềm Geo-Studio, mô đun Seep kết hợp Sigma cho phép mô tả dòng thấm, cũng như trạng thái ứng suất tại mọi điểm của công trình. Kết quả tính toán chỉ ra rằng, dòng thấm tập trung tại vị trí gần chân tường chắn, vị trí tiếp giáp giữa đất lấp và lớp lọc (điểm A), ngoài ra dòng thấm tập trung dọc theo lớp tiếp giữa đất lấp và lớp lọc (Hình 7). Sự thay đổi mực nước theo thời gian kéo theo sự thay đổi của gradient thủy lực tại điểm A (Hình 5), và vận tốc dòng thấm tại điểm B (Hình 6). Các giá trị này tăng giảm tuần hoàn theo chu kỳ lên xuống của mực nước.



Hình 4 Vận tốc thấm tại vị trí B



Hình 5. Gradient thủy lực tại vị trí A



Hình 6. Trường vận tốc dòng thấm, khi mực nước trong sông là thấp nhất

Đọc theo lớp tiếp xúc giữa đất lấp và tầng lọc ngược, do sự khác nhau về kích thước hạt và hệ số thấm, do đó dòng nước có khả năng tập trung tại vị trí này, vận tốc thấm lớn nhất là  $V_{max}=0.0017m/s$ . Tuy nhiên giá trị này vẫn nhỏ hơn rất nhiều giá trị vận tốc xói tiếp xúc giữa hai loại đất  $V_{tx}=0.214m/s$ . Do đó không xảy ra xói ngầm tiếp xúc giữa hai lớp đất này.

Tại vị trí điểm A, sử dụng công thức (2) xác định được giá trị gradient ngưỡng gây xói khuếch tán là  $I_{ck}=0.39$ . Giá trị này là nhỏ hơn giá trị gradient tính toán được  $I_{max}=0.42$ . Do đó, tại vị trí A, đất bị xói ngầm. Vấn đề xói ngầm của đất tại vị trí này là cục bộ, và nó xảy ra theo tính tuần hoàn, và thời gian đất bị xói ngầm là không dài (Hình 7). Tuy nhiên, dọc theo lớp tiếp xúc đất lấp và lớp lọc, một kênh dẫn nước có thể hình thành tại vị trí này, do đó xói ngầm kết hợp với kênh dẫn nước sẽ tạo điều kiện thuận lợi để mang hạt di chuyển trong thân công trình, thậm chí có thể bị mang ra khỏi công trình. Sự di chuyển của các hạt đất kéo theo sự thay đổi độ rỗng và hệ số thấm tại các vị trí khác nhau trong công trình. Quá trình này tiếp tục có thể hình thành những vùng tập trung nước trong thân công trình, đó là những vị trí khuyết tật cục bộ, nguy cơ xảy ra xói ngầm tại những vị trí đó là cao hơn.

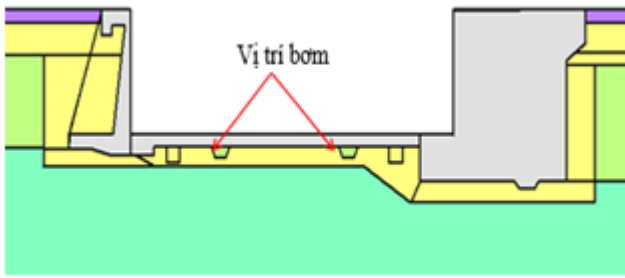
Kết quả của việc hình thành những khuyết tật cục bộ trong công trình là có thể dẫn đến công trình bị sụt lún cục bộ, có thể gây sạt trượt của mái kè, phá hoại công trình.

### Công trình ụ tàu

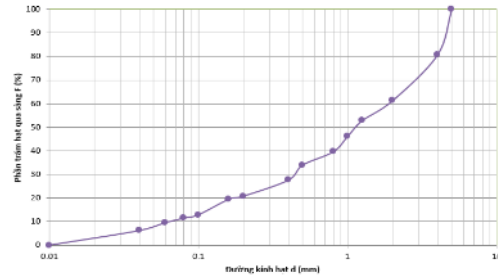
Trong bài toán này sẽ tính toán khả năng xảy ra xói ngầm của một ụ tàu (Bến Kiên – Hải Phòng). Cao độ mực nước ngầm tương đương mực nước trong sông, cao nhất là 3.26m, nằm trong tầng đất đắp. Sự chênh lệch mực nước lớn nhất khi ụ khô là 8m. Để đánh giá khả năng xói ngầm xảy ra, xét trường hợp mực nước trong sông cao nhất - tương ứng với mực nước ngầm cao nhất, và khi phải bơm hút khô đáy ụ.

Bảng 2. Thông số đầu vào

Stt	Loại đất	Hệ số thấm K (m/s)	Khả năng xói khuếch tán
1	Đất lấp	$1.2 \times 10^{-4}$	Có
2	Lớp 1 - Bùn sét	$2.1 \times 10^{-7}$	không
3	Lớp 2 – Sét dẻo mềm	$3.0 \times 10^{-6}$	không
4	Lớp 3 – Sét dẻo chảy	$1.5 \times 10^{-6}$	không

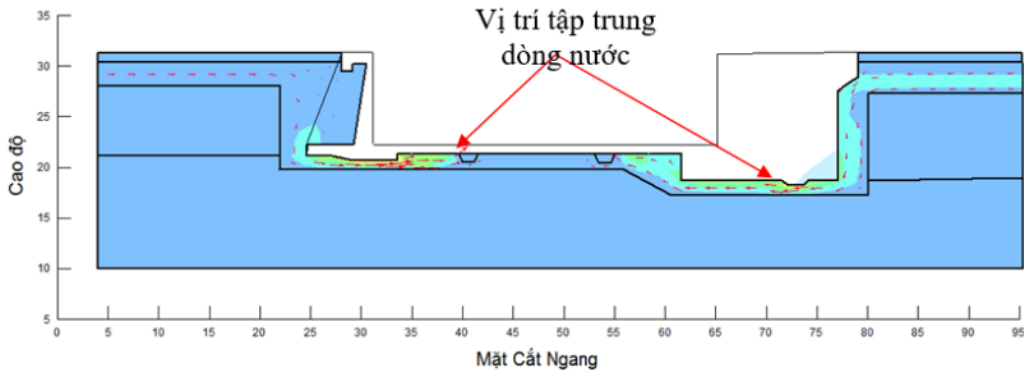


Hình 7. Mặt cắt ngang ụ tàu



Hình 8. Đường kích thước hạt đất lấp

Sử dụng phương pháp Kenney và Lau (1985) xác định được đất lấp có khả năng xảy ra xói ngầm. Do lớp 1 và lớp 2, 3 là những lớp bùn, sét là những loại đất không thấm nước, do đó khi bơm, nước di chuyển chủ yếu trong lớp đất san lấp. Từ kết quả tính mô hình nhận thấy rõ dòng nước chảy tập trung trong lớp đất san lấp, dọc theo kết cấu ụ (Hình 10). Tại vị trí tiếp xúc đất-kết cấu, do sự tập trung dòng nước, nên khả năng xảy ra xói ngầm ở những vị trí này là rất cao.



Hình 9. Vận tốc và đường dòng thấm



Hình 10. Gradient thủy lực dòng thấm tại vị trí dưới đáy ụ

Kết quả tính toán cho thấy giá trị gradient xói ngầm là  $I_{kk}=0.45$ . Giá trị này nhỏ hơn một vài giá trị gradient thủy lực tại vị trí dưới đáy ụ (Hình 11). Vận tốc dòng thấm lớn tập trung ở đáy ụ, gần vị trí bơm hút nước, hoặc ở vị trí có sự thay đổi của kết cấu ụ. Do đó khả năng xói ngầm có thể xảy ra tại vị trí đáy ụ là lớn hơn vị trí khác. Khi quá trình xói xảy ra, sự di chuyển các hạt đất làm thay đổi hệ số rỗng của đất, có những vị trí đất trở nên rỗng hơn, những vị trí khác đất chặt hơn. Vị trí đất bị xói có thể xảy ra lún cục bộ, làm ảnh hưởng kết cấu bãi ở phía trên. Ngoài ra xói ngầm có thể làm tập trung các hạt đất ở gần khu vực thu nước, dẫn đến bồi tắc, làm giảm khả năng bơm thoát nước buồng ụ, ảnh hưởng đến hoạt động công trình.

### Kết luận

Trong bài báo này, hai chế độ hình thành xói ngầm là xói tiếp xúc và xói khuếch tán được sử dụng để đánh giá khả năng xói của công trình. Việc đánh giá được thực hiện khi xem xét các thông số khác nhau của đất. Kết quả mô hình hóa đã cho phép chỉ ra những vị trí mà có khả năng xảy ra xói, cũng như các cơ



chế hình thành xói ngầm khác nhau. Một vài kết quả cụ thể thu được liên quan đến nguyên nhân chính sinh ra xói ngầm :

Xói ngầm có thể phát triển dọc theo lớp tiếp xúc giữa đất - kết cấu. Đây là vị trí tập trung dòng nước, có vận tốc dòng thấm lớn hơn những vị trí khác. Trong trường hợp lớp đất tiếp xúc kết cấu không được xử lý tốt (do quá trình thi công - đầm nén), xói ngầm dễ xảy ra.

Tại những vị trí tiếp xúc giữa hai lớp đất khác nhau, có khả năng xảy ra xói tiếp xúc. Xói tiếp xúc có thể kết hợp với xói khuyếch tán làm cho quá trình xói ngầm phát triển nhanh hơn.

Đối với xói ngầm khuyếch tán, cần đặc biệt chú đến các loại đất rời, mà có đường kích thước hạt phân bố đều trên một dải rộng.

Trong trường hợp mực nước thay đổi, sẽ tạo ra sự thay đổi tính chất dòng thấm theo thời gian. Xói ngầm xảy ra kết hợp với sự thay đổi đường mực nước bão hòa trong đất là nguyên nhân làm tăng nguy cơ mất ổn định công trình (sụt lún, sạt trượt công trình).

## Tài liệu tham khảo

- [1] Bonelli, S. (2012) *Erosion in geomaterials*, Hermes: London - ISTE Wiley
- [2] Bùi Việt Đông, Nguyễn Đức Mạnh (2016) Phân tích, đánh giá và đề xuất giải pháp xử lý hiện tượng xói ngầm trong công trình cảng, đường thủy. *Đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường trọng điểm. Đại học Xây dựng*
- [3] Fell, R. et Fry, J.J. (2007) *Internal Erosion of Dams and Their Foundations*, Taylor & Francis Publishers.
- [4] Kenney, T.C. et Lau, D. (1985) « Internal stability of granular filters ». *Canadian Geotechnical Journal*, 22(2), pp.215–225.
- [5] Li. M., (2008) *Seepage induced instability in widely graded soils*. The university of British Columbia, Vancouver, Canada.
- [6] Mériaux, P. (2013) Introduction. In *Méthodologie de reconnaissance et de diagnostic de l'érosion interne des ouvrages hydrauliques en remblai - Projet National ERINOH - Thème H : « Recommandations »*. pp. 14–18.
- [7] Nguyen D. M. (2013) *Méthode Hydro-Géomécanique de caractérisation de la susceptibilité des sols à l'érosion interne*. Université de Grenoble, France.
- [8] Phạm Văn Giáp, Nguyễn Hữu Đầu, Nguyễn Ngọc Huệ (1998) *Công trình bến cảng*. Nhà xuất bản Xây dựng.
- [9] Phạm Văn Giáp, Bùi Việt Đông (2006) *Bến cảng trên nền đất yếu*. Nhà xuất bản Xây dựng
- [10] Terzaghi, K. (1939) « Soil mechanics: a new chapter in engineering science » *Journal, Institution of Civil Engineers*, 12, pp.106 – 141.



## Các giải pháp gia cố mái dốc dọc cao tốc Hạ Long-Vân Đồn: ứng dụng và bài học thực tiễn

Reinforcing methods for slopes along Halong - Vandon expressway: applications and lessons

Đỗ Tuấn Nghĩa

Trường Đại học Thủy lợi. E-mail: [dotuannghia@tlu.edu.vn](mailto:dotuannghia@tlu.edu.vn)

Nguyễn Châu Lân

Trường Đại học Giao thông Vận tải. E-mail: [nguyenchaulan@utc.edu.vn](mailto:nguyenchaulan@utc.edu.vn)

### Tóm tắt

Nghiên cứu này tổng hợp và phân tích các giải pháp gia cố mái dốc dọc cao tốc Hạ Long-Vân Đồn. Các mái dốc được xét đến bao gồm cả mái dốc đất và mái dốc đá. Với mái dốc đất, giải pháp neo ứng lực trước và tường chắn đất có cốt được khảo sát trong khi với mái dốc đá, hệ lưới chắn đá rơi chủ động và bị động được trình bày. Kết quả nghiên cứu cho thấy giải pháp neo dự ứng lực phù hợp với mái dốc đất có khối trượt lớn với mặt trượt sâu trong khi giải pháp tường chắn đất có cốt phù hợp với khối trượt trung bình và cần lưu ý ổn định mái dốc khi thi công. Với mái dốc đá, hệ lưới chắn đá rơi chủ động có khả năng ngăn đá lăn, đá rơi tốt nhưng cần được bố trí đầy đủ trong các khu vực tiềm ẩn nguy cơ đá rơi. Ngược lại, hệ lưới chắn đá rơi bị động không cần bố trí hết chiều cao của mái đá nhưng cần được duy tu, bảo trì, và dọn đá thường xuyên.

### Giới thiệu

Tuyến cao tốc Hạ Long - Vân Đồn được thi công từ tháng 9/2015 tới tháng 12/2018. Dọc tuyến cao tốc đã có rất nhiều điểm sạt lở đã xảy ra. Do điều kiện địa hình, địa chất, và thủy văn thay đổi nhanh cũng như sự phân cắt của địa hình mạnh với góc nghiêng của các mái dốc tương đối lớn, nên các tai biến địa chất xảy ra rất đa dạng như trượt đất, sụt lở, xói sạt, đá lở, đá lăn (theo phân loại của TCVN 13346-2021). Vì vậy, rất nhiều giải pháp gia cố khác nhau đã được sử dụng. Thông thường, mỗi vị trí mái dốc cần gia cố sẽ được áp dụng tổng hợp các giải pháp theo trình tự ưu tiên sau: (1) Cắt đất, hạ tải, tạo cơ trên mái dốc; (2) Hạ mực nước ngầm bằng ống thoát nước sâu từ 10 m đến 30 m trong mái dốc; (3) Giải pháp phi công trình như rọ đá, tường có cốt, ô địa kỹ thuật, v.v.; (4) Giải pháp công trình như tường chắn bê tông cốt thép, đinh đất, đinh đá, neo dự ứng lực, v.v.

Trong nghiên cứu này, việc áp dụng các giải pháp gia cố cho 2 loại mái dốc đất và đá sẽ được tổng hợp và trình bày. Tác giả sẽ tập trung vào phân tích và đánh giá mức độ thành công của các giải pháp nhằm rút ra bài học cho các trường hợp tương tự. Các bài học này sẽ giúp ích cho việc thiết kế gia cố mái dốc ở các trường hợp tương tự, đặc biệt trong điều kiện đất nước đang đẩy nhanh phát triển cơ sở hạ tầng.

### Giải pháp gia cố mái dốc đất

#### *Giải pháp đinh đất và neo dự ứng lực*

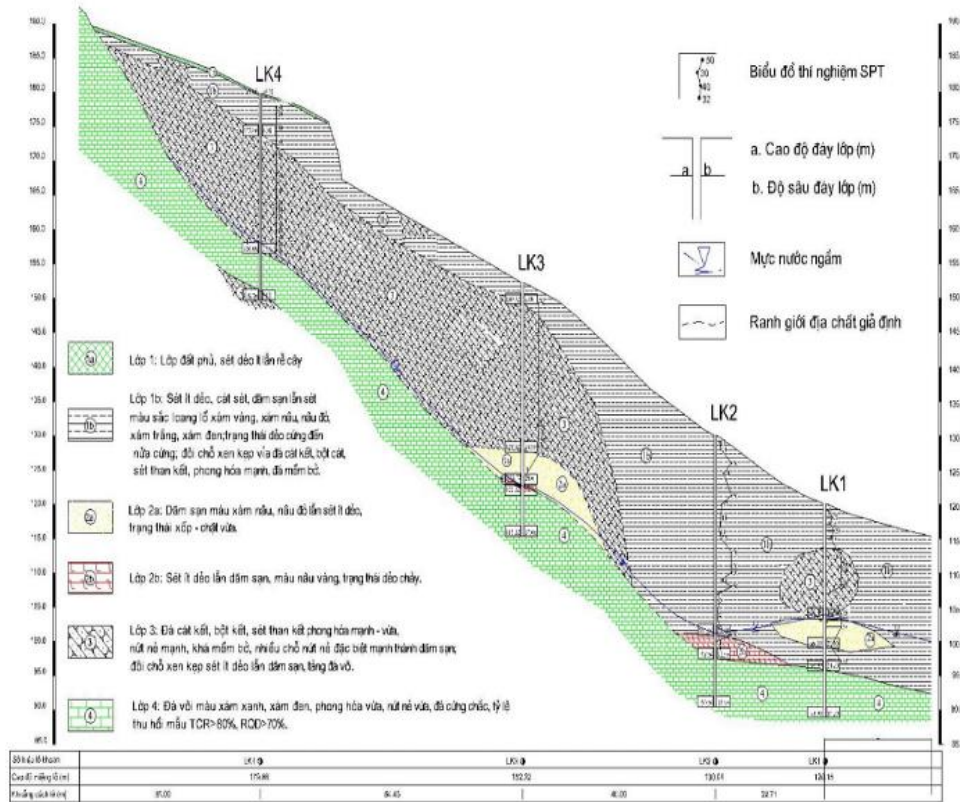
Hình 1 trình bày một trường hợp mái dốc đất bị sụt lở tại km 27+900 (trái tuyến) trên cao tốc Hạ Long - Vân Đồn (Nguyễn và nnc, 2020). Khối sụt có chiều cao gần 100 m và bề rộng khoảng 70 m. Vách sụt chính trên đỉnh lớn nhất là 3,5 m và các vách sụt phụ có chiều cao 1,2 m. Sụt lở đã kéo theo gần 70.000 m<sup>3</sup> đất đá tràn xuống lòng đường. Ta có thể quan sát thấy nước trong khối đất thoát ra tại phía chân mái dốc.



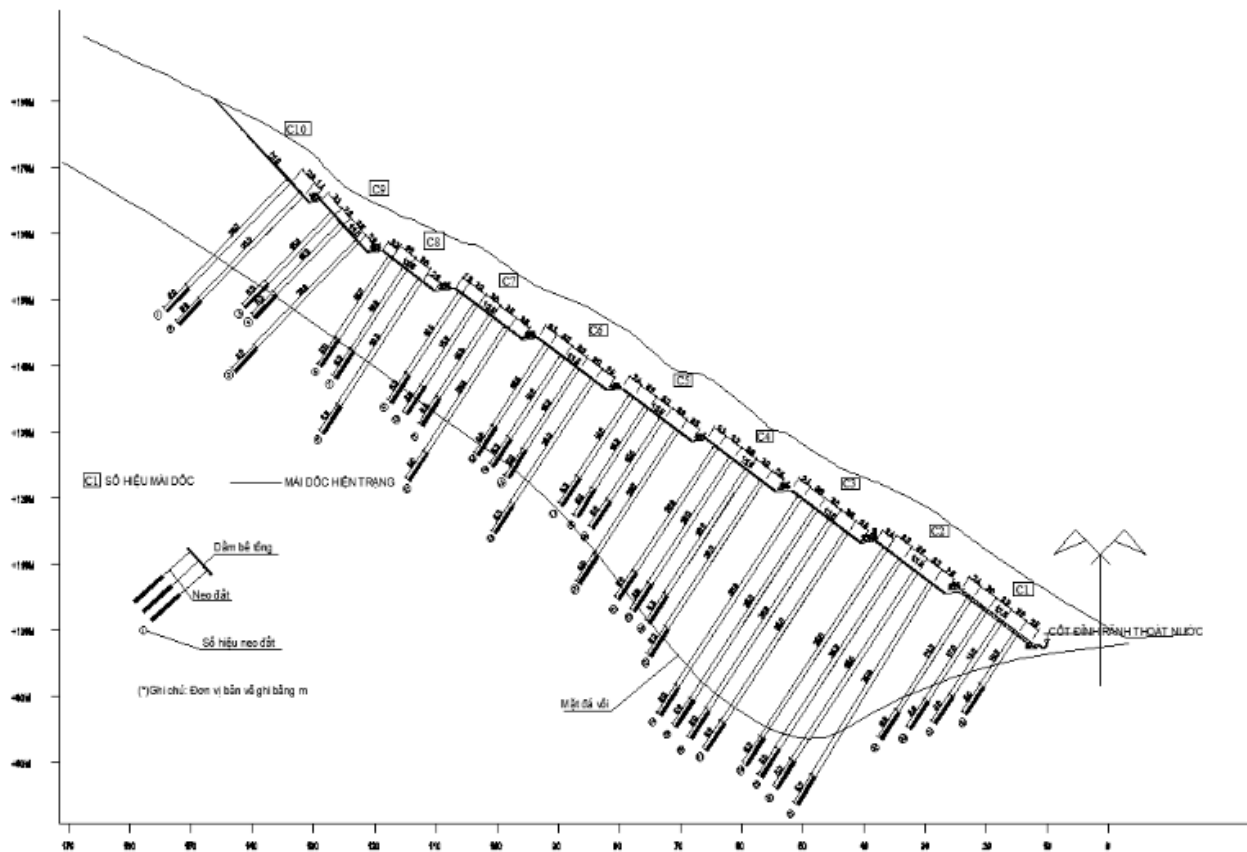
Hình 1. Khối trượt tại km 27+900 (Nguyen và nnk)

Mặt cắt địa chất được trình bày trong Hình 2 qua 4 lỗ khoan LK1, LK2, LK3, và LK4. Về cơ bản, lớp 1b xuất hiện ở bề mặt mái dốc với bề dày dao động từ 5 m tới 25 m. Đây là sét ít dẻo, cát sét, dăm sạn lẫn sét màu sắc loang lổ xám vàng, xám nâu, nâu đỏ, xám trắng, xám đen; trạng thái dẻo cứng đến nửa cứng; đôi chỗ xen kẹp vữa đá cát kết, bột kết, sét kết phong hóa mạnh, đá mềm bở. Lớp này là sản phẩm của quá trình phong hóa hoàn toàn đến mạnh của đá cát kết, bột kết, sét kết, đá vôi, tuổi Đệ tứ (edQ). Lớp bên dưới là lớp 2a (dăm sạn màu xám nâu, nâu đỏ lẫn sét ít dẻo, là sản phẩm phong hóa mạnh, nứt nẻ đặc biệt mạnh của đá cát bột kết, trạng thái xốp - chặt vừa). Lớp này phân bố cục bộ trong khu vực khảo sát, gặp tại lỗ khoan LK3 từ độ sâu 24,5 m đến 29,6 m với chiều dày 5,1 m và LK1 từ độ sâu 16,8 m đến 21,0 m với chiều dày 4,2 m. Đặc biệt, lớp 2b (sét ít dẻo màu nâu vàng, trạng thái dẻo chảy đến chảy, là sản phẩm phong hóa hoàn toàn của đá vôi, nằm ngay trên bề mặt đá vôi) xuất hiện phía dưới lớp 1b. Đây là lớp đất yếu nằm sâu tại lỗ khoan LK2 từ độ sâu 29,0 m đến 32,5 m với chiều dày 3,5 m và tại lỗ khoan LK3 từ độ sâu 29,6 m đến 30,0 m với chiều dày 0,4 m. Đây là lớp đất yếu có thể gây ra mất ổn định tổng thể của mái dốc. Phía dưới các lớp đất là lớp 3 (đá cát kết, bột kết, sét kết phong hóa mạnh - vừa, nứt nẻ mạnh, đá khá mềm bở, đôi chỗ xen kẹp sét ít dẻo, cát sét, dăm sạn lẫn sét, tảng đá vôi, nhiều chỗ nứt nẻ đặc biệt mạnh thành dăm sạn). Lớp 3 thuộc hệ tầng Hòn Gai, tuổi Trias ( $T_{3n-r}$  hg). Phân bố không đều trong khu vực khảo sát, gặp tại LK3 từ độ sâu 3,0 m đến 24,5 m với chiều dày 21,5 m và LK4 từ độ sâu 6,0 m đến 23,2 m với bề dày 17,2 m. Lớp 4 nằm dưới cùng của mặt cắt địa chất là đá vôi màu xám xanh, xám đen, phong hóa vừa, nứt nẻ vừa, đá cứng chắc, cấu tạo khối, tỷ lệ thu hồi mẫu  $TCR > 80\%$ ,  $RQD > 70\%$ , thuộc hệ tầng Cát Bà, tuổi Carbon ( $C_{1cb}$ ). Lớp này phân bố tại tất cả các hố khoan. Độ sâu gặp lớp biến đổi mạnh từ 9,5m (LK5) đến 32,5m (LK2).

Do đây là khối trượt lớn, mặt trượt dự kiến nằm sâu trong phạm vi các lớp đất nên giải pháp thiết kế được đưa ra như sau (Hình 3): (1) Cốt đất, hạ tải, tạo 10 cơ trên mái dốc với chiều cao trung bình 8 m; (2) Hạ mực nước ngầm bằng ống thoát nước sâu từ 20 m đến 30 m trong mái dốc; (3) Neo dự ứng lực loại 4 tao 12,7 mm dài từ 15 m tới 35 m kết hợp hệ khung dầm bê tông cốt thép 30x30 cm. Nguyên lý thiết kế là sử dụng ứng lực trước trong neo để làm tăng ma sát giữa khối trượt với địa tầng phía dưới dọc theo cung trượt, qua đó làm tăng khả năng ổn định mái dốc. Kết quả phân tích ổn định cho thấy hệ số ổn định tổng thể của mái dốc sau gia cố là  $1,45 > 1,30$  theo yêu cầu của TCVN 13346-2021.



Hình 2. Mặt cắt địa chất tại vị trí khối trượt km 27+900



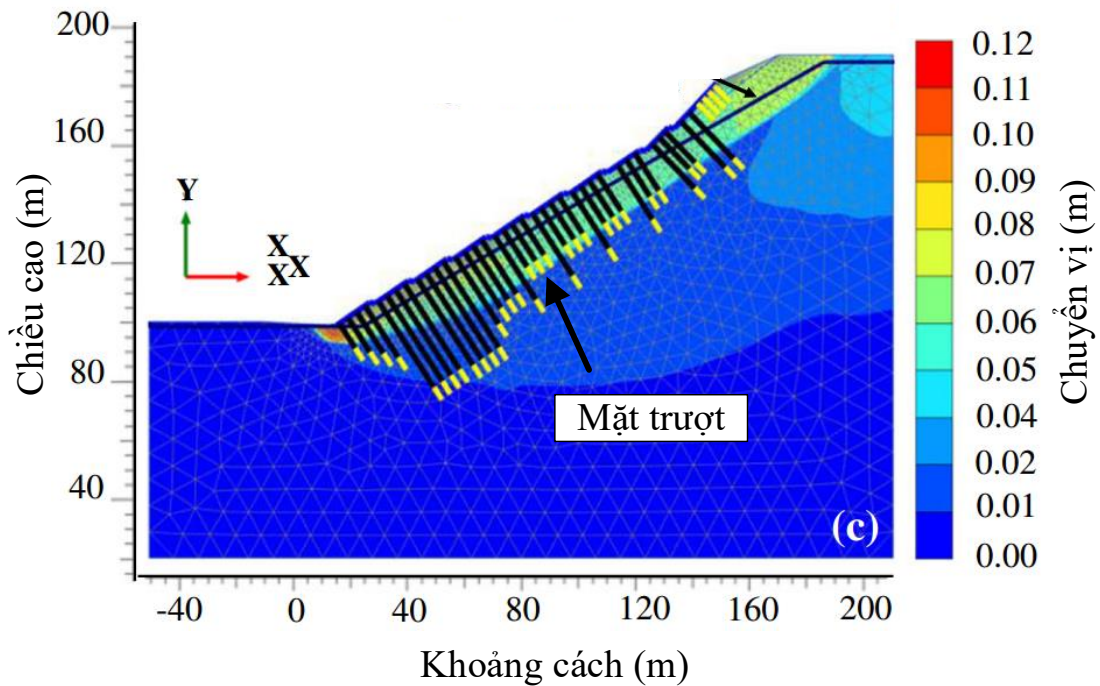
Hình 3. Giải pháp gia cố tại vị trí khối trượt km 27+900



Giải pháp gia cố trên có ưu điểm là xử lý được khối trượt lớn với mặt trượt sâu do chiều dài neo dự ứng lực có thể thay đổi và phạm vi gia tăng của lực neo cũng lớn tùy theo số lượng tảo cáp sử dụng trong neo. Tuy nhiên, chi phí thi công neo dự ứng lực khá lớn và đòi hỏi trình độ thi công cao.

**Giải pháp tường chắn đất có cốt**

Hình 5 là hình ảnh mái dốc tại km 34 (trái tuyến) trên cao tốc Hạ Long - Vân Đồn (Đỗ và nnk, 2022). Đây là mái dốc cao trên 40 m và rộng 100 m. Tại thời điểm khảo sát, bề mặt mái dốc xuất hiện rất nhiều vết nứt. Các tấm bê tông kín ốp bề mặt mái đã bị bong tróc để lộ đất phía dưới. Vách sứt phía đỉnh mái dốc có chiều cao sứt 1,5 m.



Hình 4. Kết quả phân tích ổn định tại vị trí khối trượt km 27+900



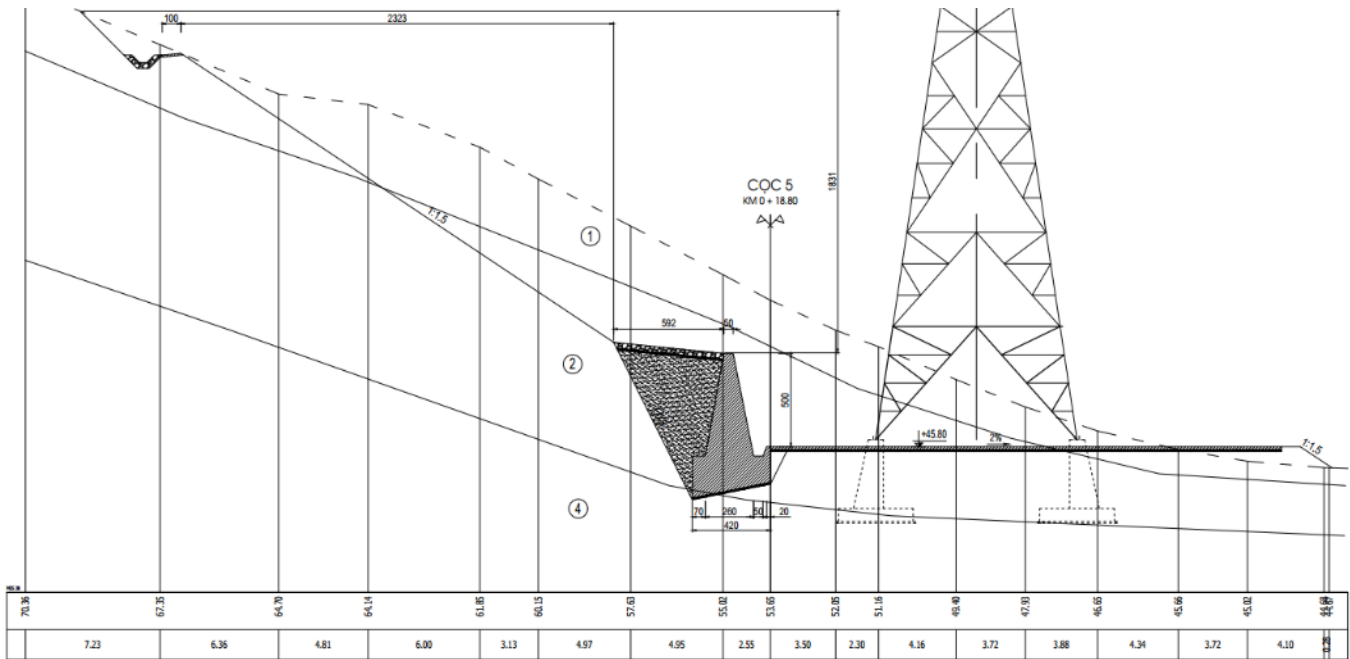
Hình 5. Khối trượt tại km 34

Mặt cắt địa chất tại km 34 được thể hiện trong Hình 6. Theo đó, lớp 1 là sét pha lẫn dăm sạn, màu xám vàng, nâu đỏ, xám đen, trạng thái dẻo cứng. Lớp này gặp tại 03 lỗ khoan khảo sát: HK1, HK3 và HK4. Bề dày của lớp biến đổi từ 3,70 m (HK1) đến 4,80 m (HK2), trung bình là 4.40 m. Phía dưới lớp 1 là lớp 2 (sét pha lẫn dăm sạn, màu xám vàng, nâu đỏ, xám đen, trạng thái nửa cứng). Lớp này gặp tại cả 04 lỗ khoan khảo sát: HK1, HK2, HK3 và HK4. Bề dày của lớp chưa xác định tại lỗ khoan HK1 và mới khoan vào 11,30 m. Tại các lỗ khoan khác bề dày của lớp xác định và biến đổi từ 5,80 m (HK4) đến 10,70m (HK2). Cuối cùng là

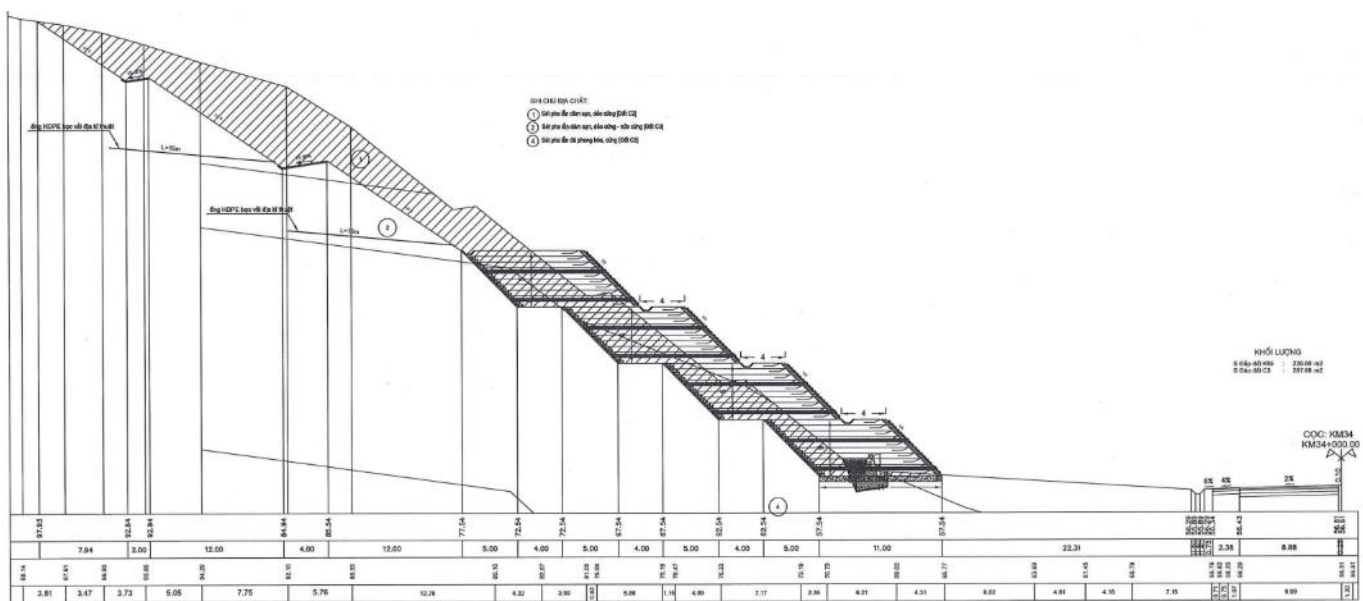


lớp 3 (đá sét bột kết, màu xám vàng, xám xanh, xám đen, phong hóa mạnh, nứt nẻ đặc biệt mạnh, RQD = 0-15%, TCR = 40-68%). Lớp này gặp tại 03 lỗ khoan khảo sát: HK2, HK3 và HK4. Bề dày của lớp chưa xác định, mới khoan vào lớp tại 03 lỗ khoan này từ 3,00 m (HK3) đến 4,50 m (HK4).

Để giữ ổn định mái dốc, giải pháp gia cố được đưa ra như sau: 1) Cắt đất, hạ tải, tạo 7 cơ trên mái dốc với chiều cao từ 6 m đến 8 m; (2) Hạ mực nước ngầm bằng ống thoát nước sâu 15 m trong mái dốc; (3) Bố trí tường có cốt tại 4 cơ dưới để giữ chân mái dốc. Bề rộng tường tại mỗi cơ là 8 m được cấu tạo từ các lớp lưới địa kỹ thuật loại 200 kN/m và bố trí 0,5 m/lớp. Bề mặt tường được trồng cỏ phủ xanh. Nguyên lý thiết kế là sử dụng trọng lượng bản thân của tường để giữ ổn định cho khối đất phía sau tường. Khi thi công đào đất tạo không gian xây dựng tường, ổn định của mái dốc đào cũng cần được kiểm tra.



Hình 6. Mặt cắt địa chất tại km 34



Hình 7. Giải pháp gia cố tại km 34



Hình 8 là hình ảnh mái dốc sau khi hoàn thiện. Dựa trên ảnh chụp ta có thể thấy mái dốc được phủ xanh và tạo cảnh quan đẹp cho khu vực xung quanh. Ngoài ra, ưu điểm của giải pháp này là biện pháp thi công chủ yếu bằng công tác đào, đắp đất đơn giản và tường có thể làm việc ngay sau khi hoàn thành. Tuy nhiên, phương án này đòi hỏi phải đào sâu vào trong mái dốc để tạo vị trí đặt tường. Do đó, ổn định của mái dốc khi thi công cần được xem xét.



Hình 8. Mái dốc sau gia cố tại km 34

### Giải pháp gia cố mái dốc đá

#### Hệ lưới chắn đá rơi chủ động

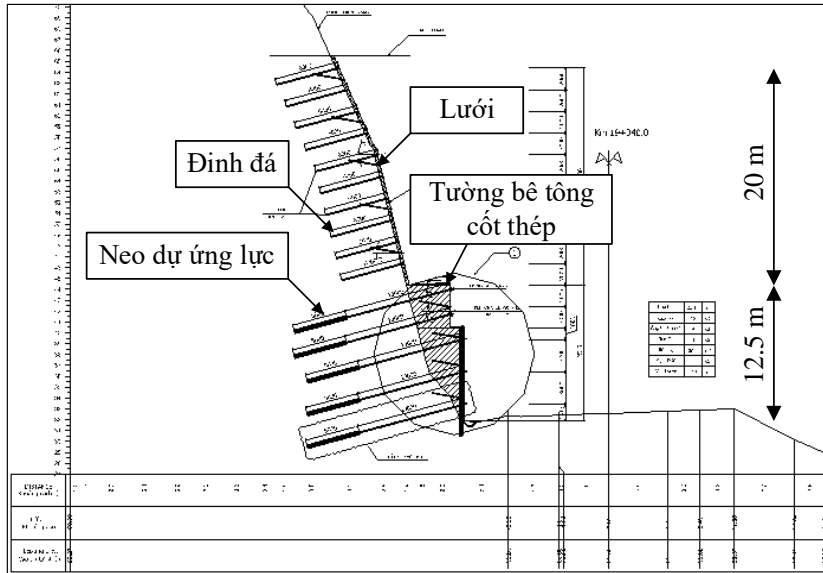
Hình 9 là hình ảnh mái dốc tại km 19 +40 (trái tuyến) trên cao tốc Hạ Long-Vân Đồn. Đây là mái dốc đá có chiều cao trung bình 33 m. Tuy nhiên, đỉnh núi bên trên cao hơn 100 m. Phạm vi xảy ra đá lăn, đá rơi là 140 m. Mái dốc chứa phần lớn là đá vôi có độ nứt nẻ mạnh. Ngoài ra, đá đã bị nứt nẻ 1 phần do công tác phá đá, nổ mìn khi thi công mái dốc đào.



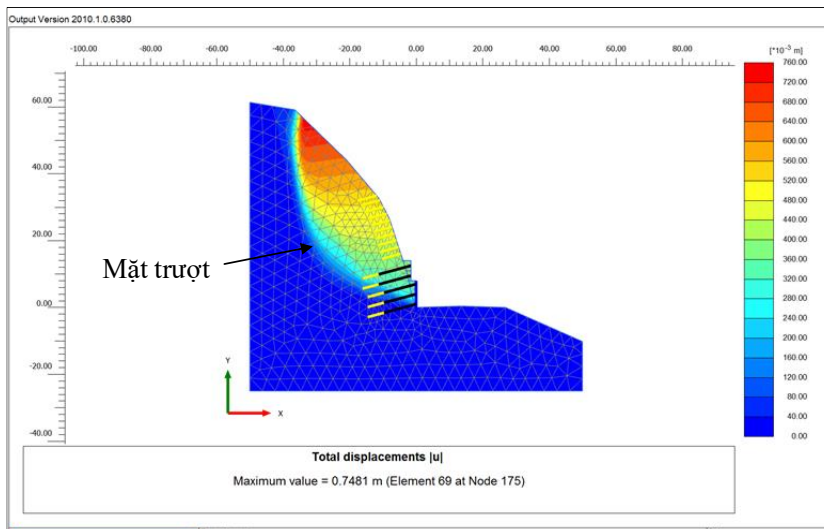
Hình 9. Khối trượt tại km 19 +40



Giải pháp thiết kế được đưa ra như sau (Hình 10): 1) Tẩy đá, dọn dẹp bề mặt mái dốc; (2) Rút nước ngầm tại vị trí rỉ nước bằng ống thoát dài 3 m; (3) Bố trí tường bê tông kết hợp neo dự ứng lực cho cơ bên dưới chân mái dốc; (4) Bố trí hệ lưới chắn đá chủ động kết hợp đỉnh đá phía trên mái dốc. Nguyên lý thiết kế là sử dụng ứng lực trước và trọng lượng bản thân tường bê tông để giữ chân mái dốc đá. Hệ neo chủ động bên trên có tác dụng giữ đá không lăn xuống phía dưới. Kết quả phân tích ổn định mái dốc được thể hiện trong Hình 11. Hệ số ổn định sau gia cố là 1,33 > 1,30 theo yêu cầu của TCVN 13346-2021.



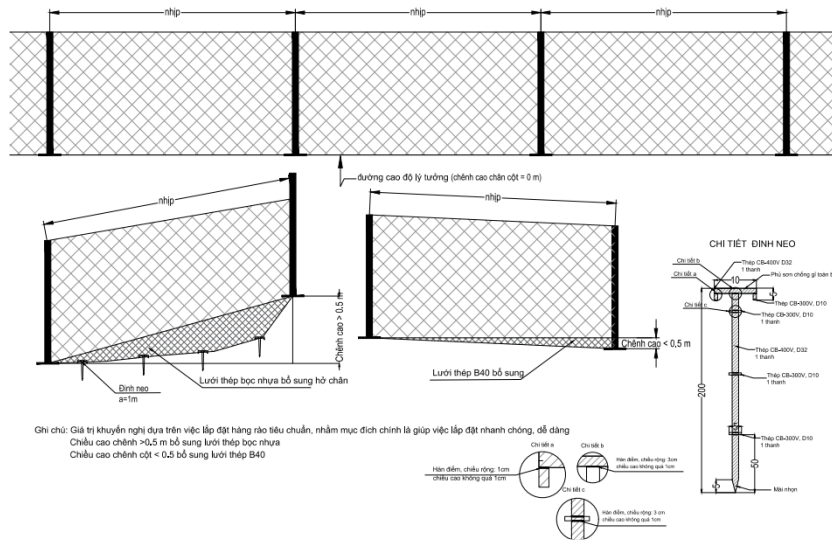
Hình 10. Giải pháp gia cố tại km 19 + 40



Hình 11. Kết quả phân tích ổn định tại km 19 +40

Hình ảnh mái dốc sau gia cố được thể hiện trong Hình 12. Ưu điểm chính của giải pháp hệ chắn lưới chủ động là giữ được đá ngay trên mái dốc và ngăn đá lăn, đá rơi xảy ra. Tuy nhiên, phạm vi gia cố cần phủ hết khu vực có nguy cơ xảy ra. Vì vậy, công tác khảo sát, đánh giá hiện trạng cần được chú trọng trước khi thiết kế.





Hình 14. Chi tiết hệ lưới bị động tại km 19 + 40

Hình 15 là hình ảnh xử lý đá rơi sau khi bị giữ lại bởi hệ lưới bị động. Ưu điểm của hệ này là không cần phải bố trí cho toàn bộ phạm vi đón đá rơi theo chiều cao mái. Tuy nhiên, công tác duy tu, bảo dưỡng hệ lưới và tẩy đá rơi cần được thực hiện thường xuyên.



Hình 15. Đá rơi tại km 19 + 40

### Thảo luận và kết luận

Nghiên cứu này đã tổng hợp và phân tích các giải pháp gia cố mái dốc dọc cao tốc Hạ Long-Vân Đồn. Các trường hợp gia cố bao gồm cả mái dốc đất và mái dốc đá.

Với mái dốc đất, khi khối trượt lớn với mặt trượt sâu thì giải pháp neo dự ứng lực là tương đối phù hợp do chiều dài neo không bị hạn chế và ứng lực trước trong neo có thể thay đổi theo yêu cầu thiết kế. Tuy nhiên, giải pháp này có chi phí khá cao và cần kỹ thuật thi công chuyên sâu. Mặt khác, giải pháp tường chắn đất có cốt có thể sử dụng cho mái dốc trung bình với chi phí tương đối rẻ. Phương pháp thi công của giải pháp này đơn giản, dễ thực hiện nhưng ổn định của mái đào khi thi công cần được tính toán cho phù hợp.

Với mái dốc đá, hệ lưới chắn đá rơi chủ động có ưu điểm giữ đá tốt trong phạm vi bố trí nhưng cần phủ hết các vùng đá rơi tiềm năng. Ngược lại, hệ lưới bị động không cần phủ hết vùng đá rơi theo chiều cao mái nhưng cần được duy tu, bảo trì, và dọn đá thường xuyên.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 13346: 2021. Công trình phòng chống đất sụt trên đường ô tô - Yêu cầu khảo sát và thiết kế.

Nguyen, L. C., Tien, P. Van, and Do, T.-N. (2020), Deep-seated rainfall-induced landslides on a new expressway: a case study in Vietnam, *Landslides*, Vol. 17, No. 2, pp. 395–407, DOI: 10.1007/s10346-019-01293-6.

Do, T. N., Nguyen, L. C., and Nguyen, T. K. (2022), Stability Analysis of a Failure Slope After Treatment as Considering Influence of Rainfall, *Proceedings of the 2nd International Symposium on Disaster Resilience and Sustainable Development*, pp. 109–116, DOI: 10.1007/978-981-19-6297-4\_8.



## Bàn về bố trí thiết bị đo áp lực đẩy nổi dưới đáy đập bê tông có độ cao lớn trên nền đá

Discussion on the arrangement of uplift pressure measuring instrument at the bottom of high concrete dams on rock foundations

Nguyễn Anh Dũng

Hội Cơ Học Đất và Địa Kỹ Thuật Công Trình Việt Nam. E-mail: [areniscas50@gmail.com](mailto:areniscas50@gmail.com)

### Tóm tắt

Tại đáy đập hồ chứa thường được bố trí thiết bị đo áp lực thấm (piezometer), nhằm kiểm soát ổn định chịu lực của đập. Các đập bê tông có chiều cao lớn thường được đặt trên nền đá tương đối tốt. Dựa trên kết quả quan trắc của nhiều đập bê tông tại Việt Nam, có thể nhận thấy một số vấn đề bất cập. Trong các số liệu mà trong đó theo tác giả có liên quan đến quan niệm về đặc tính thấm của đá cũng như sự làm việc của thiết bị. Bài báo trình bày một số ý kiến của tác giả với mong muốn trao đổi với các đồng nghiệp trong việc quan trắc áp lực đẩy nổi ở đáy đập.

### Abstract

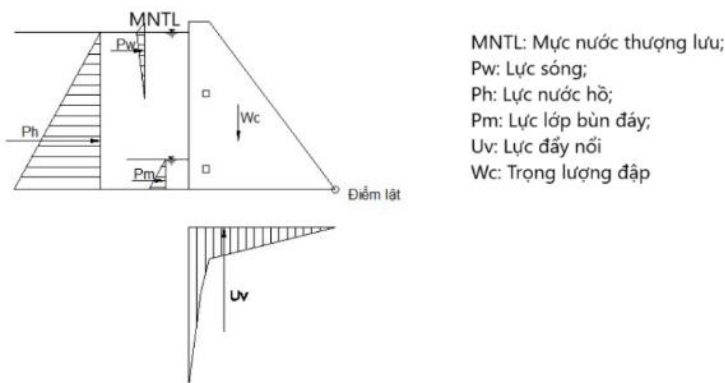
At the bottom of the reservoir dam, a piezometer is often installed to control the stability of the dam. Concrete dams with large heights are often placed on relatively good rock foundations. Based on the monitoring results of many concrete dams in Vietnam, it is possible to see some problems in the data, which, according to the author, are related to the concept of rock permeability as well as the operation of the monitoring instruments. The article presents some opinions of the author who wishes to discuss with colleagues in monitoring the uplift pressure at the bottom of the concrete dams.

**Keywords:** concrete dams, rock foundation, piezometer, uplift pressure

### Mở đầu

Thông thường đập bê tông là loại đập trọng lực được xây dựng cho đập chứa nước của các hồ chứa thủy lợi và thủy điện. Đập đóng vai trò như một tường chắn ngoài chịu tác động chủ yếu là của nước hồ. Khi sử dụng đập bê tông có chiều cao lớn sẽ gây ra áp lực đáy đập lớn, nên nền đập thường được lựa chọn là loại đá IB, IIA hay IIB, đây là loại đá được đánh giá từ trung bình đến tốt.

Hình 1 mô tả các lực tác dụng lên thân đập tham gia tính toán ổn định đập, trong đó áp lực đẩy nổi là một thành phần được quan trắc trong quá trình tồn tại của đập.



Hình 1 Lực tham gia trong tính toán ổn định đập.

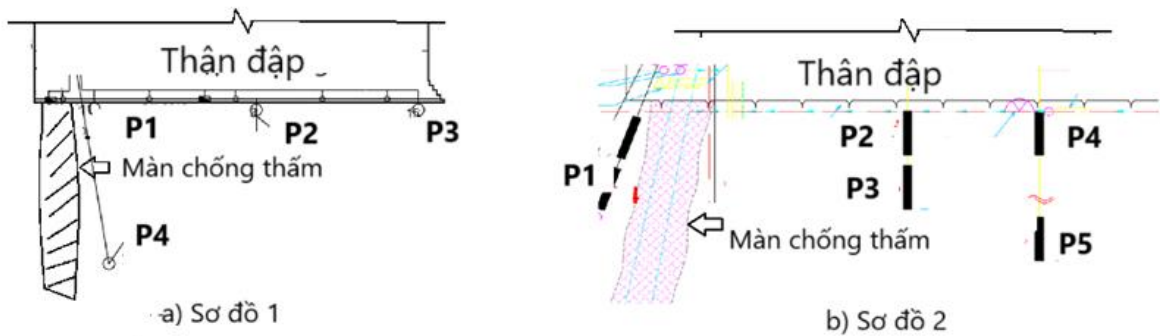


Trong Hình 1, có thể nhận thấy rằng lực đẩy nổi là lực tổng hợp của áp lực nước tác dụng lên toàn bộ chiều dài đáy đập. Áp lực đẩy nổi được kiểm soát bằng cách bố trí các giếng quan trắc theo chiều dài đáy đập.

### Bố trí thiết bị đo áp lực đẩy nổi tại đáy đập

Hình 2 mô tả hai phương án bố trí thiết bị piezometer dưới đáy đập được sử dụng trong thiết kế.

- Trong sơ đồ 1, các piezometer được bố trí phía sau màn chống thấm, trong đó P4 nằm sâu quan trắc áp lực ngay sau màn chống thấm, các piezometers còn lại được bố trí ngay dưới đáy đập.
- Trong sơ đồ 2, có 1 piezometer lắp trước màn chống thấm với mục đích xem xét chi tiết hơn áp lực nước trước màn chống thấm. Các piezometers còn lại được bố trí sau màn chống thấm, trong đó P7, P9 bố trí dưới đáy đập; P3, P5 nằm sâu hơn.



Hình 2 Các phương án bố trí piezometer quan trắc áp lực đẩy nổi

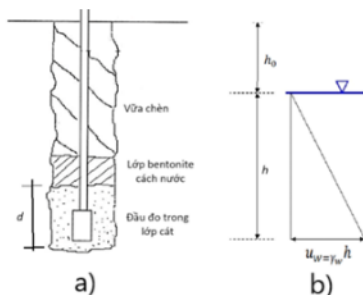
### Thể hiện kết quả quan trắc

Biểu đồ phân bố áp lực đẩy nổi dưới đáy đập được mô tả với tọa độ có giá trị áp lực là hình chiếu của vị trí thiết bị đo lên đáy đập và độ lớn áp lực bằng giá trị thiết bị tương ứng. Ví dụ như trong sơ đồ 1, giá trị áp lực nước tác dụng theo chiều dài đáy đập là lần lượt P4, P1, P2 và P3. Trong sơ đồ 2, ở đáy đập có 4 đầu đo tuy nhiên được bố trí thành 2 cặp cho một vị trí, khi xem xét người ta sẽ lấy giá trị lớn nhất (được cho là thiên về an toàn) để xác định biểu đồ phân bố.

### Nhận xét

Phương pháp thể hiện kết quả đo lên đáy đập và không kể đến khoảng cách giữa vị trí thiết bị đo đến đáy đập là không hợp lý, để giải thích vấn đề này hãy xem xét nguyên lý làm việc của một giếng đo áp lực nước trong đất.

Cơ chế hoạt động của giếng đo áp lực nước trong đất.



Hình 3 Đầu đo V.W piezometer của Geokon (Mỹ), cấu tạo giếng đo và thể hiện kết quả đo

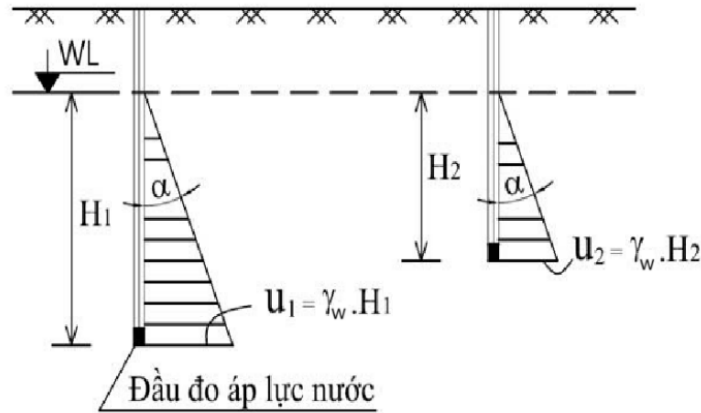
Hình 3a mô tả cấu tạo của một giếng là hố khoan tạo lỗ đến độ sâu dự kiến xác định áp lực nước, và đầu đo áp lực nước được đặt xuống đáy hố khoan. Hình 3b minh họa cách thể hiện kết quả đo.

Theo cấu tạo của giếng quan trắc, nước xung quanh chỉ xâm nhập vào đầu đo trong khoảng d (chiều dày lớp cát). Như vậy đầu đo chỉ đo áp lực nước ở độ sâu lắp đặt.

Hình 4 mô tả áp lực nước trong nền đất được thể hiện trong hai giếng đo áp lực nước có chiều sâu khác nhau.



Nếu trong nền đất chỉ có nước thủy tĩnh (không tồn tại nước có áp lực), góc nghiêng của đường phân bố áp lực nước theo độ sâu là như nhau và có giá trị  $\tan \alpha = \gamma_w$  và mực nước dâng lên ở độ sâu như nhau.



Hình 4 Cấu tạo của giếng đo áp lực nước và kết quả đo

Như vậy giá trị áp lực nước tác dụng lên một vật thể (đáy đập), là như sau:

- Vị trí của mỗi piezometer cần được biểu diễn theo quan hệ giữa khoảng cách (theo phương thẳng đứng) từ vị trí có thiết bị đến đáy đập ( $h_d$ ) và giá trị áp lực đo được ở thiết bị được chuyển đổi sang cao độ cột nước ( $h_w$ ).
- Gọi  $u_w$  là áp lực nước tác dụng lên đáy đập, như vậy giá trị áp lực nước tác dụng lên đáy đập tại vị trí piezometer sẽ được tính theo biểu thức (1):

$$u_w = h_w - h_d \tag{1}$$

Nếu  $u_w \leq 0$ , có nghĩa là không có áp lực nước tác dụng lên đáy đập.

### Một số vấn đề khác

Một số vấn đề kỹ thuật thường gặp khi xem xét kết quả đo mà theo tác giả là do đặc tính không đồng nhất về đặc tính thấm của đá. David Norbury (2016) đã đưa ra định nghĩa về đất và đá là như sau:

- Đất là tập hợp các hạt khoáng chất và/hoặc vật chất hữu cơ dưới dạng trầm tích có thể tách rời ra bằng các phương tiện cơ học nhẹ nhàng, tác dụng của nước và không khí (và đôi khi là các loại khí khác).
- Đá là tập hợp khoáng chất tự nhiên được kết dính, gắn kết hoặc liên kết với nhau để tạo thành vật liệu có độ bền lớn hơn đất nhiều lần.

Với đặc điểm của đất và đá nêu trên có thể nhận thấy nước có thể lưu thông dễ dàng hơn trong khối đất so với đá. Tính thấm của đá phụ thuộc vào tính không liên tục, trong đá có thể tồn tại các khe nứt, lỗ rỗng tạo điều kiện cho dòng chảy. Vì vậy có sự khác biệt trong việc đo áp lực nước trong nền đá.

### Các vấn đề kỹ thuật

- Áp lực nước trong giếng không thay đổi kể từ khi lắp đặt.
- Thông thường các thiết bị đo áp lực nước được thi công khi hồ chứa không có nước. Áp lực nước đo được ở thời điểm lắp đặt là nước tồn tại trong hố khoan lắp đặt. Và do cấu tạo của giếng đo, nếu nền đá là không nứt nẻ, tại một số công trình áp lực nước đo được sau khi công trình hoàn thành đưa vào sử dụng thay đổi không đáng kể so với mức nước trong hồ chứa.
- Áp lực nước ở hai giếng có độ sâu khác nhau dưới đáy đập không tuân theo quy luật như đã nêu trong Hình 4). Có nghĩa là nước không dâng lên cùng một cao độ. Như vậy nên xem xét lại phương án sử dụng đầu đo áp lực nước ở nhiều cao độ khác nhau dưới đáy đập.



Rõ ràng kết quả của những quan sát nêu trên cho thấy phương pháp quan trắc áp lực đẩy nổi của đập trên nền đá tốt là cần phải xem xét và có định hướng cho cách đánh giá thông số này, đây là một giá trị quan trọng trong việc đánh giá an toàn đập.

## Kết luận

Có thể nhận thấy rằng trong nền đá tốt loại IB, IIA và IIB trong thực tế thiết bị đo áp lực nước cho những kết quả không bình thường như trong môi trường đất.

Phương pháp sử dụng giá trị áp lực nước của các đầu đo nằm cách đáy đập một khoảng cách lên đáy đập là không đúng, mà cần xét kết khoảng cách đến đáy đập.

## Kiến nghị

Để có thể đưa ra những kết luận về vấn đề này, cần có những nghiên cứu sau:

- Tổng quan về tính thấm của đá.
- Xem xét việc loại bỏ các đầu đo cách đáy đập nếu như không có mục đích kỹ thuật cụ thể. Các đầu đo chỉ nên bố trí ngay ở biên giới giữa thân đập và nền đá.
- Một nghiên cứu về kết quả quan trắc áp lực đẩy nổi tại các công trình đã hoàn thành để có đưa ra phương pháp sử dụng kết quả quan trắc vào đánh giá an toàn đập.

Kết quả nghiên cứu sẽ đem lại kinh nghiệm trong việc định hướng thiết kế bố thiết bị quan trắc áp lực đẩy nổi cho các công trình mới.

## Tài liệu tham khảo

David Norbury (2016) Soil and Rock Description in Engineering Practice. Published by Whittles Publishing, Dunbeath, Caithness KW6 6EG, Scotland, UK.



## Tổng quan về nghiên cứu ứng dụng cỏ vetiver trong giảm nhẹ thiên tai và bảo vệ hạ tầng giao thông ở Việt Nam

A review: Vetiver In Natural Disaster Mitigation And Protection Of Transportation Infrastructure in Vietnam

Phan Trần Thanh Trúc

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

Huyền Ngọc Hà

Phân hiệu trường Đại Học Xây Dựng Miền Trung tại Đà Nẵng, Đà Nẵng

Phan Thanh Tùng

Công ty TNHH Tư Vấn Công Nghệ và Thương Mại Mtech Việt Nam, Đà Nẵng

### Tóm tắt

Cỏ Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), một loại cỏ nhiệt đới, đã chứng tỏ nhiều ứng dụng hữu ích trong lĩnh vực hạ tầng giao thông và giảm nhẹ thiên tai. Tại Việt Nam, một quốc gia thường xuyên chịu ảnh hưởng của các thiên tai tự nhiên như lũ lụt và sạt lở đất đá, việc sử dụng cỏ vetiver đã trở thành giải pháp quan trọng trong bảo vệ và gia cố các tuyến đường giao thông. Các nghiên cứu và dự án thực tế đã tổng hợp, phân tích các ứng dụng của cỏ Vetiver trong chống xói mòn đất và ngăn ngừa sạt lở đất đá dọc theo các công trình giao thông. Kết quả cho thấy, hệ thống cỏ Vetiver không chỉ phù hợp với điều kiện địa lý và khí hậu tại Việt Nam mà còn mang lại hiệu quả đáng kể trong việc chống xói mòn, ổn định taluy và bảo vệ hạ tầng giao thông. Việc áp dụng rộng rãi cây cỏ Vetiver không chỉ góp phần bảo vệ hạ tầng giao thông mà còn đóng vai trò quan trọng trong phát triển bền vững, giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu và bảo vệ môi trường tự nhiên.

**Từ khóa:** cỏ Vetiver, xói mòn đất, sạt lở đất đá, đường giao thông

### Đặt vấn đề

Hệ thống cỏ Vetiver (Vetiver System - VS), được Ngân hàng Thế giới triển khai từ giữa những năm 1980 tại Ấn Độ, sử dụng cỏ Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) như một giải pháp bảo vệ đất và nước trong nông nghiệp. Qua hơn 20 năm nghiên cứu, hệ thống này đã chứng minh vai trò không chỉ trong sản xuất nông nghiệp mà còn là một biện pháp kỹ thuật sinh học hiệu quả để ổn định đất trên sườn dốc, xử lý nước thải, cải tạo đất ô nhiễm và nâng cao chất lượng môi trường. Hệ thống này nổi bật bởi sự đơn giản, dễ thực hiện, chi phí thấp, ít cần bảo trì nhưng lại mang lại hiệu quả cao. Những hàng cỏ Vetiver được trồng thành các bờ rào tự nhiên giúp làm chậm dòng chảy, phân tán nước mặt, giữ ẩm cho đất, hạn chế xói mòn và tập trung bồi tích tại các vị trí cụ thể. Đặc biệt, bộ rễ ăn sâu và bám chặt vào đất giúp đất khó bị rửa trôi, tăng khả năng chống sạt lở và chịu hạn, đặc biệt trên các khu vực sườn đất dốc. Với các đặc tính ưu việt này, hệ thống cỏ Vetiver đã và đang được áp dụng rộng rãi trong kiểm soát xói mòn, bảo vệ nguồn nước và cải thiện môi trường, góp phần giải quyết các thách thức lớn về biến đổi khí hậu và phát triển bền vững [1] [2] [3][7].

Các kết quả nghiên cứu thành công từ những dự án nghiên cứu khoa học và cả dự án thí điểm thực tế khi triển khai ở các địa phương ở Việt Nam đã cho thấy rằng việc áp dụng ứng dụng cỏ Vetiver ở Việt Nam là cấp thiết và đúng đắn trong công tác bảo vệ môi trường, giảm nhẹ thiên tai dọc theo các tuyến đường giao thông ở Việt Nam [1][2]. Vì vậy, trong bài báo này, nhóm tác giả sẽ tổng hợp lại các ứng dụng, cơ chế ổn định mái dốc và các dự án thực tế đã áp dụng cỏ vetiver trong chống xói mòn đất và sạt lở đất đá dọc theo các công trình giao thông ở Việt Nam. Qua đó, kêu gọi và thúc đẩy mạnh mẽ hơn việc ứng dụng của



hệ thống cỏ Vetiver trong công tác giảm nhẹ thiên tai và bảo vệ hạ tầng giao thông ở Việt Nam. Một số ứng dụng chính của cỏ Vetiver trong lĩnh vực giao thông, môi trường, và ngành khác thể hiện ở Hình 2.



Hình 1. Ứng dụng cỏ Vetiver trong trong gia cố taluy đường dẫn vào nhà máy nhiệt điện Vân Phong, Khánh Hòa

- 01** **Ổn định mái dốc**  
Cỏ Vetiver có hệ thống rễ cực kỳ phát triển, có khả năng cắm thẳng đứng sâu vào trong đất, kể cả rễ chính, rễ thứ cấp hoặc rễ dạng sợi giúp ổn định mái dốc.
- 02** **Kiểm soát xói mòn**  
Hệ thống rễ sâu và mạnh mẽ của cỏ này giúp giữ chặt đất, ngăn chặn nước mưa và dòng nước lũ làm mất mát đất đai. Rễ Vetiver còn có khả năng tạo ra một mạng lưới rễ dày đặc, hỗ trợ trong việc giữ chặt đất đai và giảm sự mài mòn của dòng nước.
- 03** **Xử lý thủy canh nước mặt**  
Cỏ Vetiver có khả năng hấp thụ các chất ô nhiễm trong nước, giúp cải thiện chất lượng nước trong hệ thống thủy canh
- 04** **Bảo vệ cây trồng và cải tạo đất nông nghiệp**  
Rễ của cỏ Vetiver giúp củng cố đất, ngăn chặn sự mất chất dinh dưỡng và giữ nước trong đất, cải thiện cấu trúc đất
- 05** **Vật liệu tự nhiên cho thủ công mỹ nghệ**  
Cỏ Vetiver cũng được sử dụng làm vật liệu cho thủ công mỹ nghệ. Lá của cỏ này thường được tận dụng để tạo ra các sản phẩm thủ công độc đáo.

Hình 2. Ứng dụng của cỏ Vetiver trong lĩnh vực giao thông, môi trường và lĩnh vực khác [3]

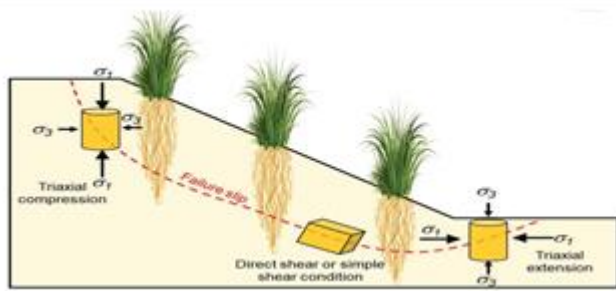
### Cơ chế gia cường mái dốc và chống xói mòn của cỏ Vetiver

#### Cơ chế gia cường mái dốc với chức năng “Neo đất sống”

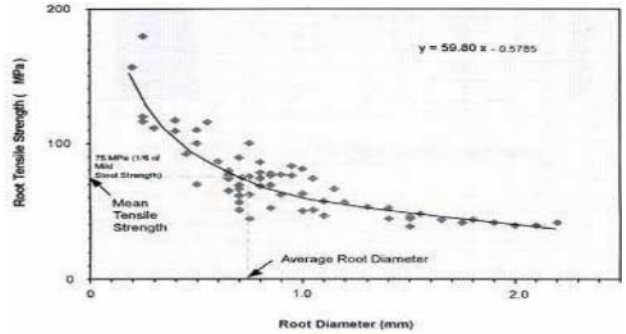
Rễ cỏ Vetiver phát triển bộ rễ dày đặc, mọc nhanh và bám chặt, ăn sâu xuống đất từ 2 – 4 m. Vì vậy, bộ rễ này giúp ngăn cản sự xói mòn đất và giữ cho cỏ sống được qua mùa khô hanh. Và rễ cỏ Vetiver đóng vai trò chức năng giống như các “neo đất sống” đến độ sâu tới 2 – 4 m để ổn định mái dốc (Hình 3).

#### Sức chống cắt của rễ cỏ Vetiver

Các thí nghiệm của Nilaweera và Hengchaovanich (1996) [4], và Hengchaovanich (1998) [5] cho thấy lực kéo của rễ cỏ Vetiver tăng tỷ lệ nghịch với đường kính rễ, tức là các rễ nhỏ có sức kháng cắt trên đơn vị diện tích lớn hơn các rễ to (Hình 4). Sức kháng cắt của rễ cỏ Vetiver thay đổi trong khoảng 40 - 180 MPa khi đường kính rễ thay đổi trong khoảng 0,2 - 2,2 mm. Sức kháng cắt trung bình thiết kế là khoảng 75 MPa ứng với đường kính rễ 0,7 - 0,8 mm, tức là kích thước phổ biến nhất của rễ cỏ vetiver (giá trị trên tương đương khoảng 1/6 sức kháng cắt của thép). Điều này chứng tỏ rễ cỏ Vetiver khỏe hơn rễ một số loài cây thân gỗ khác từng được coi là có tác dụng ổn định mái dốc (Bảng 1).



Hình 3. Cơ chế gia cường của cỏ Vetiver



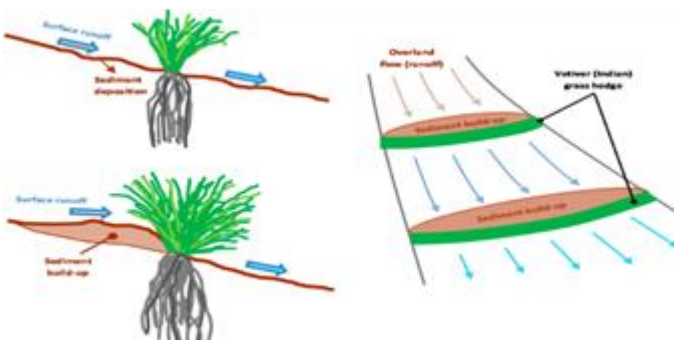
Hình 4. Tương quan sức kháng kéo - đường kính rễ cỏ Vetiver [4][5]

Bảng 1. Sức kháng kéo của rễ một số loài thực vật [4][5]

Tên khoa học	Tên thông dụng	Sức kháng kéo (MPa)
Salix spp	Cây liễu (Willow)	9-36
Populus spp	Cây dương (Poplars)	5-38
Alnus spp	Cây tổng quán sù (Alders)	4-74
Pseudotsuga spp	Douglas fir	19-61
Acer sacharinum	Cây thích (Silver maple)	15-30
Tsuga heterophylla	Cây độc cần (Western hemlock)	27
Vaccinum spp	Cây việt quất (Huckleberry)	16
Vetiveria zizanioides	Cỏ Vetiver	40-120

**Cơ chế chống xói mòn của cỏ Vetiver**

Hình 5 thể hiện cơ chế chống xói mòn của cỏ Vetiver, theo đó cỏ Vetiver được trồng theo hàng theo đường đồng mức trên sườn dốc đã góp phần lái dòng chảy ra nơi khác (Hình 5). Ngoài ra, hàng rào cỏ Vetiver sau khi được hình thành chức năng giống các bờ đất làm cho cho nước mặt chảy chậm và dàn đều trên sườn dốc, qua đó giảm nhẹ rửa trôi, xói mòn và nước mặt ngấm nhiều hơn, sâu hơn xuống dưới đất [1].



Hình 5. Cơ chế chống xói mòn của cỏ Vetiver

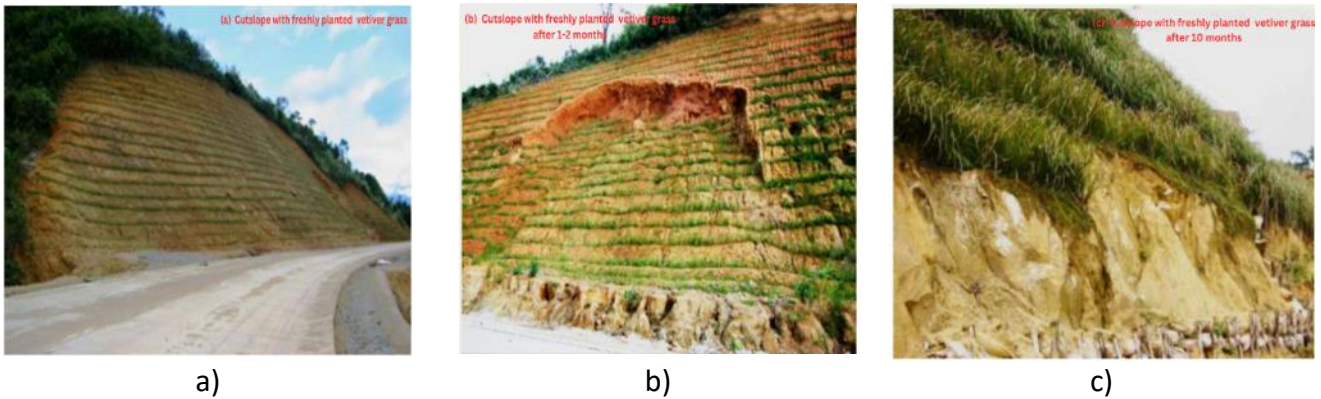
**Ứng dụng cỏ vetiver chống xói mòn và ổn định mái dốc tại dự án đường Hồ Chí Minh [1]**

Bộ Giao thông Vận tải tiến hành trồng cỏ vetiver đại trà nhằm bảo vệ hàng trăm km taluy đường Hồ Chí Minh từ năm 2002, suốt từ địa phận tỉnh Thanh Hóa vào đến Kon Tum (Hình 6). Ngoài ra, hiện này cỏ Vetiver cũng được trồng ở nhiều tuyến đường quốc lộ, tỉnh lộ khác như ở Quảng Ninh, Đà Nẵng, và Khánh Hòa.

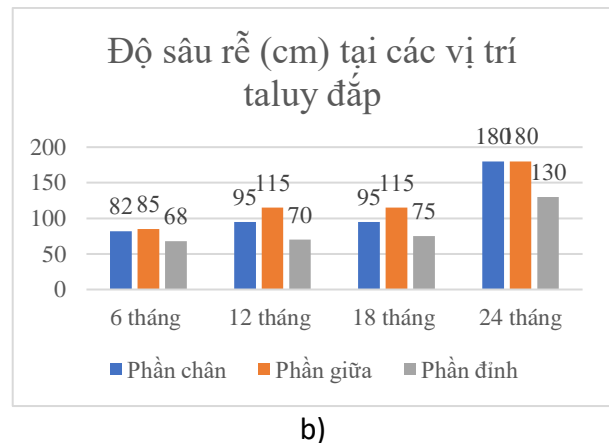
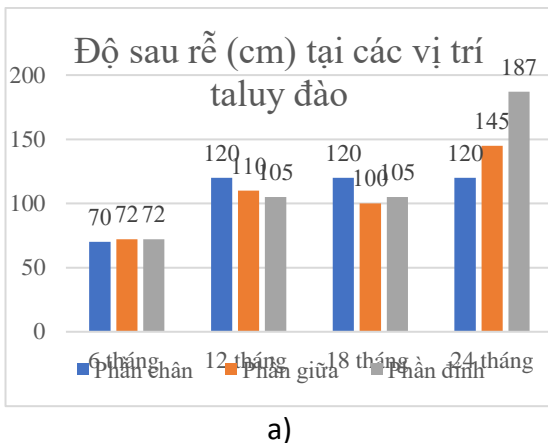


Hình 6 thể hiện mái taluy sau vài trận mưa đã bị xói mòn, rửa trôi nghiêm trọng và cỏ vetiver được trồng để bảo vệ. Sau 8 tháng cỏ đã mọc tốt, ổn định được taluy, ngăn chặn hoàn toàn xói mòn, rửa trôi. Như vậy cỏ Vetiver đã phát huy khả năng bảo vệ bề mặt mái dốc, chống xói lở do nước mặt chảy tràn. Vì do đã hạn chế được xói lở, và sạt lở nông nên giải pháp này đã góp phần ổn định taluy đường rất tốt.

Phạm Hồng Đức Phước [1] trồng thử nghiệm cỏ Vetiver trên một đoạn đường tỉnh lộ đi Hòn Bà ở Khánh Hòa cũng cho thấy rõ hiệu quả của biện pháp trồng cỏ Vetiver để ổn định mái dốc. Kết quả quan sát cho thấy, có tới 65 - 100% số cỏ mới trồng sống được, tỷ lệ ra nhánh 18 – 30 nhánh/khóm, chiều cao đạt 95 - 160 cm sau 6 tháng và độ sâu ra rễ theo thời gian thể hiện ở Hình 7.



Hình 6. Đặc điểm phát triển của cỏ vetiver : a) mới trồng, b) sau 1 - 2 tháng, c) sau 10 tháng.



Hình 7. Độ sâu ra rễ cỏ Vetiver tại các vị trí trên taluy đường tại khu vực Hòn Bà (Khánh Hòa): a) Taluy đào, b) Taluy đắp

Các kết quả nghiên cứu ở trên đã nhận định thêm rằng, cần có thời gian để các hàng cỏ Vetiver phát huy vai trò khi trưởng thành thì các cấu trúc bên trong taluy cần ổn định. Do vậy, thời gian cần cỏ rất quan trọng trong giảm nhẹ trượt taluy nhất là trong mùa mưa. Ngoài ra, các tác giả cũng lưu ý tới độ dốc taluy không nên vượt quá 45° – 50° khi tiến hành trồng cỏ để phát huy khả năng làm việc của cỏ Vetiver. Và cuối cùng, cần cắt cỏ định kỳ để tạo điều kiện cho cỏ tiếp tục mọc tạo hàng rào kín để phát huy khả năng làm việc của cỏ Vetiver hơn [1].

Kết Luận

Việc ứng dụng cỏ Vetiver trong phòng ngừa sạt lở đất đá và bảo vệ hạ tầng giao thông tại Việt Nam đã đạt được những kết quả ấn tượng. Cỏ Vetiver không chỉ giúp giảm nguy cơ thiên tai mà còn đóng góp tích cực vào sự phát triển bền vững, bảo vệ tài nguyên đất và nước.

Với đặc tính chống xói mòn và ổn định đất, cỏ Vetiver rất phù hợp cho việc gia cố các taluy dọc theo hệ thống giao thông, giúp tăng cường sự ổn định của mái dốc và giảm thiểu các thiệt hại do sạt lở. Đây là giải



pháp sinh học hiệu quả, thân thiện với môi trường và có chi phí thấp, phù hợp với điều kiện địa lý và khí hậu tại Việt Nam.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, để tối ưu hóa khả năng của cỏ Vetiver trong gia cường mái dốc và chống xói mòn, cần chú trọng đến quá trình sinh trưởng và phát triển của cây. Việc này sẽ giúp khai thác tối đa các đặc tính ưu việt của cỏ Vetiver, đảm bảo hiệu quả lâu dài và bền vững trong các ứng dụng thực tế.

## Lời cảm ơn

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

## Tài liệu tham khảo

- [1] P. Truong, T. T. Van, and E. Pinners (2008): “Vetiver system applications technical reference manual”, Vetiver Netw. Int., vol. 89
- [2] Lê Việt Dũng và Lê Thị Bích Vân (2016): “Cỏ Vetiver và Các Ứng Dụng Ở Việt Nam”, NXB ĐH Cần Thơ
- [3] Phan Trần Thanh Trúc và Phan Thanh Tùng (2023): “Hướng dẫn ứng dụng cỏ Vetiver trong ổn định mái dốc và xói mòn đất”, Tài liệu Lưu Hành Nội Bộ Công ty Mtech Việt Nam
- [4] D. Hengchaovanich (1998): “Vetiver grass for slope stabilization and erosion control”, Office of the Royal Development Projects Board
- [5] N. S. Nilaweera and D. Hengchaovanich (1996): “Assessment of strength properties of vetiver grass roots in relation to slope stabilization,” in Vetiver: A Miracle Grass, Chiang Mai (Thailand), 4-8 Feb 1996
- [6] Võ Ngọc Dương, Lê Anh Tuấn, Huỳnh Vạn Thắng, Nguyễn Tố Quyên, Trần Văn Mẫn và Nguyễn Công Phong (2021): Giải pháp bảo vệ bờ sông bằng công nghệ cỏ Vetiver - trường hợp áp dụng tại xã Hòa Phong, thành phố Đà Nẵng, Tạp Chí Xây Dựng
- [7] Phan Trần Thanh Trúc, Nguyễn Văn Tân, Nguyễn Kim Cường, Lương Thị Bích, Phan Thanh Tùng (2024): “Tuyển tập hội thảo Quốc Gia “Những tiến bộ trong Xây dựng, Kiến trúc, Kinh tế & Công nghệ năm 2024”, NXB Xây Dựng, ISBN 978-604-82-8109-0.



## Hệ thống quan trắc biến dạng, chuyển vị, phát triển vết nứt từ xa và cảnh báo sớm phá hoại kết cấu công trình

*A remote monitoring system for deformation, displacement, crack progression, and early warning of structural failures in construction*

Châu Trường Linh

*Khoa Xây dựng Cầu đường, Trường Đại học Bách khoa - ĐHQĐHN. E-mail: ctlinh@dut.udn.vn*

Nguyễn Thu Hà

*Khoa Xây dựng Cầu đường, Trường Đại học Bách khoa - ĐHQĐHN. E-mail: ntha@dut.udn.vn*

### **Giới thiệu chung**

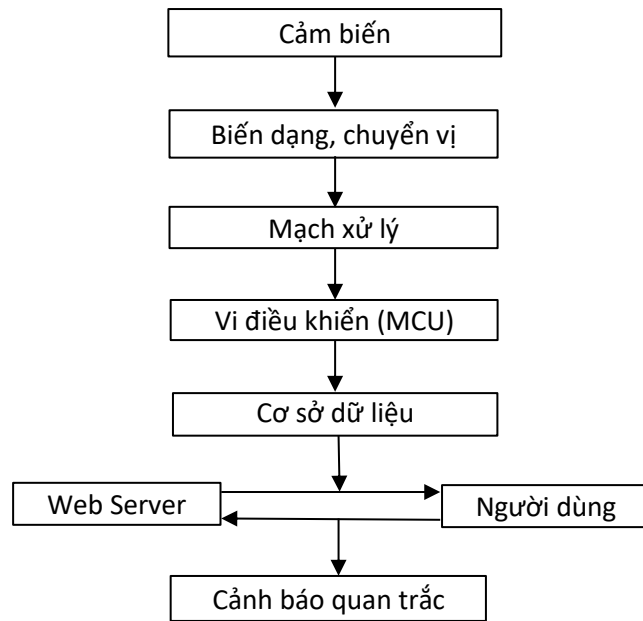
Nhằm đảm bảo công trình xây dựng làm việc ổn định bền vững trong thời gian khai thác thì công tác quan trắc sức khỏe công trình, theo dõi và sớm phát hiện các sự cố để đánh giá được nguyên nhân, có các biện pháp duy tu, sửa chữa, bảo dưỡng kịp thời là vấn đề cần thiết [1, 2]. Quan trắc công trình bao gồm các hoạt động như theo dõi, đo đạc, ghi nhận sự biến đổi, biến dạng, dịch chuyển... của công trình. Quá trình quan trắc này được thực hiện trong thời gian dài hoặc một khoảng thời gian nhất định để thu được các thông số mang tính tương đối [3-5].

Hiện nay, trên thị trường có rất nhiều thiết bị đo ứng suất - biến dạng - chuyển vị và vết nứt của công trình với độ chính xác cao, tính năng hiện đại và được thương mại hóa như TDS 303 của hãng TML (Nhật Bản), UCAM 60B của hãng Kyoaw (Nhật Bản), P3 STRAIN INDICATOR của hãng Micro-Measurement (Mỹ). Các thiết bị này giá thành rất cao so với nhu cầu để có thể áp dụng phổ biến cho hầu hết các công trình và thường chỉ được sử dụng cho công trình có quy mô lớn, và đa số các thiết bị chỉ được sử dụng quan trắc và thu thập dữ liệu tại chỗ. Những nhược điểm trên sẽ gây khó khăn khi cần quan trắc cùng lúc nhiều vị trí (đòi hỏi nhiều thiết bị với nhiều cổng đo) và cần cập nhật quan sát dữ liệu đo thường xuyên liên tục khi người quản lý không có mặt tại hiện trường.

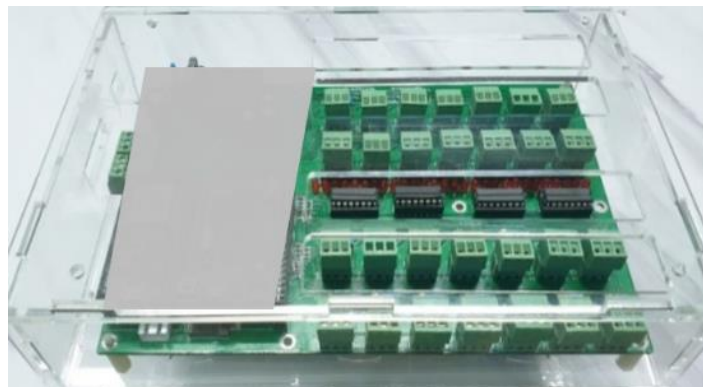
Năm 2020, Châu TL. và cộng sự [6] đã chế tạo bộ thiết bị đo ứng suất - biến dạng TUD-v1 có thể quan trắc từ xa với giao diện Web giúp người dùng theo dõi kết quả từ thiết bị đo trên máy tính hoặc điện thoại di động kết nối wifi (3G hoặc 4G). Tuy nhiên, hệ thống quan trắc TUD-v1 này không ổn định.

Khắc phục nhược điểm trên và một số hạn chế của các thiết bị quan trắc hiện nay, hệ thống quan trắc từ xa DaSMYR (Displacement an strain monitoring system remote) được nghiên cứu chế tạo gồm hộp thiết bị đo, bộ phát wifi và Web server thu nhận tín hiệu (Hình 1). Hộp thiết bị đo có 30 cổng đo biến dạng (ứng suất) và chuyển vị (Hình 2) được thiết kế theo nguyên lý mạch cầu Wheatstone [7-10]. Tín hiệu đo từ 30 cổng trên DaSMYR được cập nhật trực tiếp trên hệ thống Web server giúp người dùng dễ dàng theo dõi kết quả quan trắc thường xuyên liên tục. Kết quả quan trắc được quản lý thông qua mô hình Internet of Things (IOTs) có ý nghĩa trong việc góp phần xây dựng cơ sở hạ tầng thông minh, an toàn, bảo mật và tiết kiệm chi phí quan trắc sức khỏe công trình.

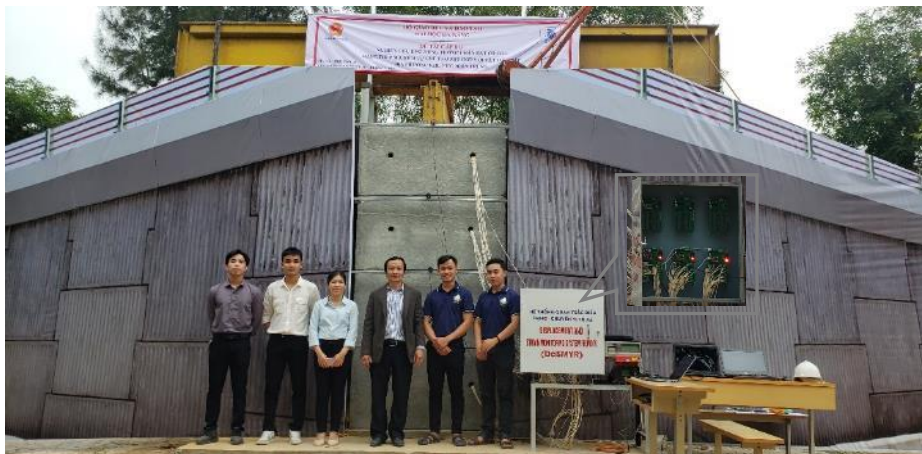
Ngoài ra, hộp thiết bị đo trên bền vững trong môi trường và trong thời gian làm việc lâu dài, giá thành rẻ hơn rất nhiều so với các thiết bị đang được sử dụng hiện nay và đặc biệt có tính chính xác cao, được kiểm chứng với các thiết bị chuyên dụng đã được thương mại trên thị trường. Các phép kiểm chứng được thực hiện trong phòng thí nghiệm trên các thanh chịu kéo và mô hình vật lý thu nhỏ thông qua phân tích T-test [11] và kiểm chứng trên mô hình thí nghiệm tường chắn đất có cốt với tỉ lệ thực thông qua so sánh kết quả đo với thiết bị đo cùng loại là TDS 303 và thiên phân kế (Hình 3). Hệ thống DaSMYR đã được nghiệm thu tại hội đồng nghiệm thu cấp cơ sở (Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng) và công báo sở hữu công nghiệp số 430 tập A - Quyển 1 (01.2024) của cục sở hữu trí tuệ.



Hình 1. Sơ đồ khối của hệ thống quan trắc từ xa DaSMYR



Hình 2. Hộp thiết bị đo DaSME



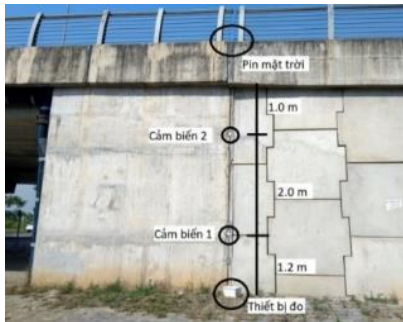
Hình 3. Kiểm định hệ thống quan trắc từ xa DaSMYR thông qua kết quả đo biến dạng cốt trên mô hình thí nghiệm tường chắn đất có cốt



## Ứng dụng hệ thống quan trắc từ xa DaSMYR cho công trình thực tế

### Đo bề rộng vết nứt của kết cấu công trình

Điểm đo là vị trí tiếp giáp giữa tường chắn đất có cốt và mố cầu Nguyễn Tri Phương - Đà Nẵng (Hình 4). Vị trí này có đặc điểm là chuyển vị lớn vì độ cứng giữa hai kết cấu khác nhau, tường chắn có cốt sẽ dễ bị phá hoại. Kết quả đo gửi lên cơ sở dữ liệu, hiển thị lên Web server dưới dạng bảng và biểu đồ Hình 5. Tại thời điểm 8h30 ÷ 9h30 (lưu lượng xe nhiều nhất), biến dạng tại vị trí cách đỉnh tường chắn 1 m có độ mở rộng vết nứt lớn nhất là 1,852 mm và vị trí cách chân tường chắn 1,2 m có độ mở rộng vết nứt lớn nhất là 0,989 mm. Vị trí đỉnh tường có biến dạng lớn nhất là hợp lý vì hoạt tải phân bố có giá trị lớn và tại đó chịu tác động của lực xung kích giữa hai kết cấu có độ cứng khác nhau.



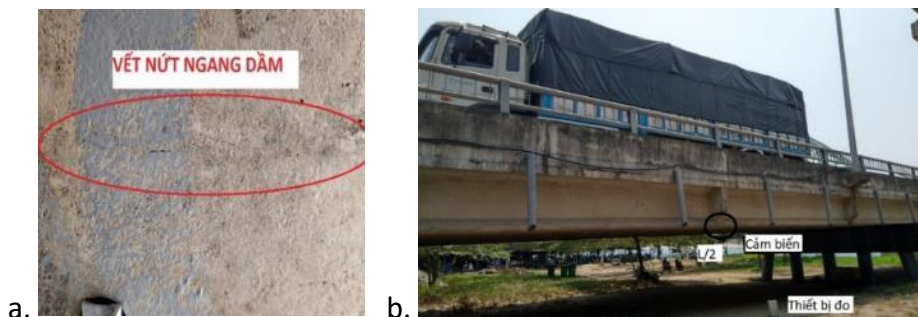
Hình 4. Vị trí đo vết nứt trên kết cấu cầu Nguyễn Tri Phương



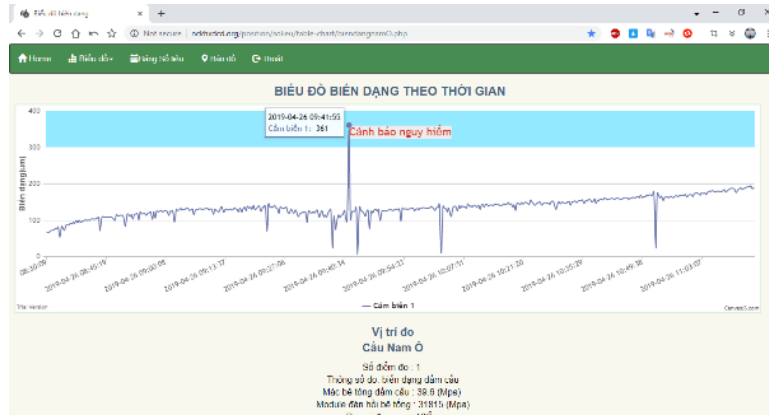
Hình 5. Biểu đồ bề rộng vết nứt theo thời gian trên DaSMYR

### Đo biến dạng của kết cấu công trình

Điểm đo là vị trí 1/2 dầm biên làn bên trái hướng Đà Nẵng - Huế của cầu Nam Ô (cầu cũ) như Hình 6. Công trình là cầu bê tông cốt thép (BTCT) dự ứng lực, dầm cầu đã cũ và có dấu hiệu nứt bề mặt. Khi có tải trọng xe, dầm cầu xuất hiện ứng suất kéo lớn làm tăng độ rộng vết nứt, khi xe đi qua ứng suất giảm và làm vết nứt thu hẹp lại. Nếu không quan trắc trong thời gian dài thì không phát hiện được vết nứt phát triển gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến kết cấu bên trong của dầm cầu. Nhóm nghiên cứu đã theo dõi lưu lượng xe đi qua vào các thời điểm mà vết nứt tăng và nhận thấy độ mở rộng vết nứt phát triển khi có tải trọng xe lớn đi qua, theo tiêu chuẩn về ngưỡng giới hạn nứt cho kết cấu BTCT dự ứng lực thì vết nứt tối đa không được vượt quá 0,1 đến 0,2 mm [12, 13]. Vì vậy trên Web server hiển thị cảnh báo nguy hiểm (Hình 7) khi có thời điểm vết nứt phát triển đến giá trị 0,396 mm, kết quả đo trên có thể là vết nứt bề mặt chưa đi sâu và trong bản thân kết cấu, tuy nhiên cần theo dõi và có biện pháp khắc phục.



a. Vết nứt ngang dầm cầu; b. Vị trí dán cảm biến  
Hình 6. Vị trí đo biến dạng trên dầm cầu Nam Ô (cầu cũ)



Hình 7. Biểu đồ giá trị biến dạng của dầm cầu theo thời gian trên DaSMYR

## Thảo luận

Hệ thống quan trắc DaSMYR với 30 cổng đo đạt độ chính xác cao, phù hợp để quan trắc biến dạng, nứt và chuyển vị công trình xây dựng. Hệ thống có thể mở rộng số cổng đo theo yêu cầu của công trình, giảm chiều dài dây kết nối với cảm biến (giảm nhiễu). Đồng thời, hệ thống có thể áp dụng quan trắc liên tục lún, biến dạng, chuyển vị công trình xây dựng trong và sau khi thi công.

Hệ thống giúp người dùng dễ dàng theo dõi thường xuyên từ xa qua điện thoại, laptop. Kết quả quan trắc được cập nhật liên tục theo thời gian thực và hiển thị trực quan, giúp người dùng đánh giá trực tiếp được diễn biến làm việc của kết cấu và cảnh báo sớm sự phá hoại của công trình (phát cảnh báo bằng hình ảnh trên Web và phát âm thanh).

Kết quả quan trắc được quản lý thông qua mô hình IOTs có ý nghĩa trong việc góp phần xây dựng cơ sở hạ tầng thông minh, an toàn, bảo mật và tiết kiệm chi phí quan trắc sức khỏe công trình. Có thể kết hợp với các thiết bị khác như đèn điều khiển giao thông, thanh chắn tự động, thiết bị quan trắc môi trường để quan trắc và điều tiết đảm bảo an toàn giao thông nếu có nguy cơ mất an toàn từ công trình hoặc môi trường.

Ngoài ra, hệ thống DaSMYR có giá thành thấp hơn nhiều so với các thiết bị cùng loại trên thị trường, phù hợp quan trắc cho nhiều công trình với nhiều cổng đo trong khoảng thời gian dài sẽ giảm chi phí trong công tác quản lý, kiểm định chất lượng công trình xây dựng.

## Tài liệu tham khảo

- [1]. Y. Xu, J.M.W. Brownjohn, F. Huseynov, *Accurate Deformation Monitoring on Bridge Structures Using a Cost-Effective Sensing System Combined with a Camera and Accelerometers: Case Study*, J. Bridg. Eng. 24 (2019) 1–14. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)BE.1943-5592.0001330](https://doi.org/10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0001330).
- [2]. M.Z.M. Yunus, N. Ibrahim, F.S. Ahmad, *A review on bridge dynamic displacement monitoring using global positioning system and accelerometer*, AIP Conf. Proc. 1930 (2018). <https://doi.org/10.1063/1.5022933>.
- [3]. Vương Hách, *Sổ tay xử lý sự cố công trình xây dựng*. Nhà xuất bản Xây dựng, (2020)
- [4]. R. Ároch, M. Sokol, M. Venglar, *Structural Health Monitoring of Major Danube Bridges in Bratislava*, Procedia Eng. 156 (2016) 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.263>.
- [5]. A. Khalil, K. Heiza, O. El Nawawy, *State of the Art Review on Bridges Structural Health Monitoring (Applications and Future Trends)*, Int. Conf. Civ. Archit. Eng. 11 (2016) 1–25. <https://doi.org/10.21608/iccae.2016.43761>.
- [6]. Chau TL., Nguyen TH., Le VT., Tran QT, *Development of a New Stress-Deformation Measuring Device and Hazard Early Warning System for Constructional Work in Da Nang, Vietnam*. Computational Intelligence Methods for Green Technology and Sustainable Development. GTSD 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, (2020), vol 1284. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-62324-1\\_47](https://doi.org/10.1007/978-3-030-62324-1_47)



- [7]. Karl Hoffmann, *An introduction to Measurements using Strain Gages*, Publisher: Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Darmstadt, (1989)
- [8]. Tokyo Sokki Kenkyuio Co., Ltd, *TML Strain Gauge Catalog*, (2017).
- [9]. Jinhui Fan, Songmin Jia, Wei Lu, Zhihong Wang, Xiuzhi Li and Jinbo Sheng, *Application of LVDT sensor data acquisition system based on PCI-1716*, 2011 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering, (2011), pp. 548-552, <https://doi.org/10.1109/CSAE.2011.5952738>.
- [10]. U. K. Muhammad, S. Umar, *Sensitivity Determination of Linear Variable Differential Transducer (LVDT) in Fluid Level Detection Techniques*. International Journal of Modern Engineering Sciences, (2013), 2(2): 73-83
- [11]. Wagner III. W.E., *Using IBM.SPSS statistics for research methods and social science statistics*. Sage Publication, (2019).
- [12]. TCVN 5574:2012, *Kết cấu Bê tông và Bê tông Cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế*, Bộ Xây dựng, (2012).
- [13]. TCVN 11823:2017, *Tiêu chuẩn thiết kế cầu*, Bộ Giao thông Vận tải, (2017).



## Một số vấn đề trong đào tạo và ứng dụng Địa kỹ thuật ở Việt Nam

Some issues in studying and applying Geotechnical Engineering in Vietnam

Bùi Trường Sơn

*Khoa Kỹ thuật xây dựng, trường Đại học Bách khoa, ĐHQG HCM. E-mail: [buitruongson@hcmut.edu.vn](mailto:buitruongson@hcmut.edu.vn)*

Nguyễn Trung Kiên

*Khoa Kỹ thuật xây dựng, trường Đại học Bách khoa, ĐHQG HCM. E-mail: [nguyentrungkien@hcmut.edu.vn](mailto:nguyentrungkien@hcmut.edu.vn)*

Lại Văn Quý

*Khoa Kỹ thuật xây dựng, trường Đại học Bách khoa, ĐHQG HCM. E-mail: [lvqui@hcmut.edu.vn](mailto:lvqui@hcmut.edu.vn)*

Ở Việt Nam hiện có một số cơ sở giáo dục Đại học đã và đang đào tạo kỹ sư ngành Địa kỹ thuật Xây dựng (ví dụ trường ĐH Mỏ - Địa chất, trường ĐH Khoa học Huế, ...); Địa kỹ thuật/ Địa chất công trình (ví dụ trường ĐH KHTN – ĐH QGHN, trường ĐH BK TPHCM ...); hay chuyên ngành Địa kỹ thuật thuộc ngành kỹ thuật Xây dựng CTGT hay kỹ thuật Xây dựng CTTL ... (ví dụ trường ĐH GTVT, trường ĐH Thủy Lợi, ...)

Do lịch sử tồn tại nên việc đào tạo và ứng dụng Địa kỹ thuật nói chung ở Việt Nam có một số khác biệt so với các nước trong khu vực cũng như trên thế giới. Sự khác biệt đó có thể nhận thấy trong chuyên ngành đào tạo, các môn học trong chương trình đào tạo, một số chi tiết tính toán thiết kế trong các dự án thực tế và cả nhiệm vụ của các kỹ sư trong thực hiện các công trình.

Ở nước ta, từ những ngày đầu trong đào tạo và xây dựng tiêu chuẩn cho tới nay, công tác khảo sát địa chất công trình với sản phẩm là hồ sơ khảo sát địa chất công trình được đảm nhiệm chủ yếu bởi các kỹ sư địa chất công trình, địa chất thủy văn kết hợp với trắc địa bản đồ. Sau đó, tùy vào loại hình dự án mà hồ sơ khảo sát địa chất công trình được sử dụng phục vụ thiết kế. Việc thiết kế được đảm đương bởi các kỹ sư xây dựng công trình nói chung hay các chuyên gia của một số chuyên ngành khác. Ở đây, dữ liệu thông tin từ hồ sơ khảo sát địa chất công trình được sử dụng để tính toán thiết kế nền móng, xử lý nền hoặc các biện pháp thi công như đào sâu, san lấp. Các nhà thầu xây dựng căn cứ kết quả thiết kế thực hiện thi công và việc kiểm định hay quan trắc quá trình thi công có thể được đảm đương bởi các kỹ sư địa chất hay đo đạc.

Từ nhiều năm nay tại các nước trên thế giới có đào tạo kỹ sư chuyên ngành Địa kỹ thuật. Ở các nước đó, các kỹ sư hay chuyên gia trong lĩnh vực này đều có thể đảm đương công việc khảo sát, thí nghiệm, tính toán thiết kế, thi công và kiểm định đánh giá chất lượng công trình. Trong trường hợp này, bộ phận công trình họ đảm đương bao gồm chủ yếu là phần nền móng công trình, nền đất đá được xử lý, công trình nằm dưới mặt đất hay các công trình bằng đất, ổn định khối đất đá với công trình ....

Sự khác biệt ở nước ta so với 1 số nước khác thể hiện nhiều cả trong chương trình đào tạo, tài liệu tham khảo và nguyên tắc cũng như yêu cầu hay nội dung tính toán khi thiết kế. Các kỹ sư có liên quan đến lĩnh vực Địa kỹ thuật ở Việt Nam thường có các kiến thức chung về Thủy lực, Sức bền vật liệu, Địa chất công trình, Cơ học đất, kết cấu .... Trong chương trình đào tạo kỹ sư Địa chất công trình còn có các môn học như Thạch học, Địa chất thủy văn, Địa chất lịch sử, Địa chất kiến tạo, Địa mạo, Địa chất công trình chuyên môn. Do đó, trong công tác thăm dò khảo sát, việc đánh giá các điều kiện địa chất công trình thường gắn với điều kiện tự nhiên, tức là các lớp đất đá được phân tích ở trạng thái ban đầu. Các yếu tố ảnh hưởng có thể xem xét là vị trí độ sâu khu vực khảo sát, ảnh hưởng của mực nước ngầm, kể cả thành phần hóa học của nước dưới đất, hình dạng kích thước bề mặt đất, các hoạt động kiến tạo hay hiện tượng địa chất có thể xảy ra.

Kỹ sư xây dựng được trang bị các kiến thức cơ bản như Bê tông, Kết cấu thép, Nền móng, kỹ thuật thi công ... và công việc của họ gắn liền với công trình xây dựng cụ thể. Trong tính toán thiết kế hay thi công, môi trường đất đá dưới cách nhìn của họ gắn liền với sự có mặt của công trình ở trạng thái ứng suất thay



đổi. Ngoài khả năng chịu tải hay độ lún của nền đất còn có các ứng xử như gia tải, dỡ tải, tải lặp, ứng suất trước...

Trong các tài liệu sử dụng đào tạo tại một số Trường Đại học ở nước ngoài, có một số tài liệu Địa kỹ thuật bao hàm chung các nội dung kiến thức liệt kê như trên và cơ bản có các nội dung liên quan đến các vấn đề về Địa chất, các phương pháp thăm dò và thí nghiệm, cơ sở lý thuyết Cơ học đất và tính toán thiết kế các bài toán Địa kỹ thuật cụ thể. Tuy nhiên, trong các chương trình giảng dạy hiện nay tại một số cơ sở đào tạo ở nước ta hình như chưa có một môn học nào bao gồm tất cả các yếu tố trong một tài liệu học tập, giảng dạy này. Cũng như ở nước ngoài, tại một số Trường Đại học trong nước, còn có các tài liệu mang tính chuyên sâu hơn được sử dụng khi đào tạo kỹ sư chuyên ngành địa kỹ thuật như Cơ học đá, Móng cọc, Móng nông, Cơ học đất không bão hòa, Động học đất, Lý thuyết dẻo, Ổn định mái dốc, Áp lực đất lên tường chắn, Các phương pháp gia cố và xử lý nền ...

Với ứng dụng Địa kỹ thuật trong thực tế sản xuất ở nước ta. Các tài liệu bằng tiếng Anh, khả năng chịu tải thường được đánh giá cuối cùng thông qua giá trị tải trọng cho phép với các đặc trưng cơ lý trung bình hay chọn lựa ngẫu nhiên (từ kết quả thí nghiệm trong phòng hay thí nghiệm hiện trường thậm chí thông qua các tương quan đã công bố) và giá trị hệ số an toàn FS thường chọn bằng 3. Ở đây, việc sử dụng sức chống cắt không thoát nước từ kết quả thí nghiệm cắt cánh hiện trường được hiệu chỉnh theo giá trị chỉ số dẻo để đánh giá khả năng ổn định khác biệt so với các tính toán còn lại và có tính chất gần với các phương pháp tính toán theo trạng thái giới hạn. Trong khi đó, việc tính toán theo trạng thái giới hạn bằng việc chọn lựa trị tiêu chuẩn và tính toán thông qua các thuật toán thống kê với số lượng mẫu thí nghiệm cần thiết được sử dụng chủ yếu ở Việt Nam và khá phổ biến trong các tài liệu. Ở đây, sự an toàn thường thể hiện thông qua hệ số điều kiện làm việc. Tuy nhiên, điều này có thể gây khó khăn trong việc chọn lựa đặc trưng cơ lý từ thí nghiệm hiện trường do không có các chỉ dẫn thống kê. Điều tương tự cũng có thể nhận thấy trong tính toán ước lượng độ lún trong các công thức tính lún, độ sâu vùng ảnh hưởng chịu nén lún. Ở đây cũng cần lưu ý thêm rằng việc tính toán căn cứ đặc trưng cơ lý đất nền thu nhận từ kết quả thăm dò và thí nghiệm. Các qui trình thí nghiệm khác nhau hoặc phương pháp thí nghiệm khác nhau có thể cho kết quả khác biệt nhau và điều này có thể ảnh hưởng đến giá trị tính toán thiết kế cuối cùng.

Mặc dù còn có một số khác biệt trong chương trình đào tạo, công việc phân công thực hiện trong thực tế nhưng trong những năm gần đây số lượng kết quả nghiên cứu của các chuyên gia Địa kỹ thuật Việt Nam gia tăng đáng kể, đóng góp nhiều thành quả trong lĩnh vực chuyên môn. Các khuyến hướng nghiên cứu có thể được tóm tắt như sau: đặc điểm và tổng hợp kết quả thí nghiệm trong phòng, hiện trường, các tương quan kết quả thí nghiệm và phương pháp thí nghiệm mới; nghiên cứu mô hình hay lý thuyết tính toán, bổ sung hay thay thế các thông số trong mô hình hay công thức tính đã có cũng như các đề nghị tính toán mới; mô phỏng hay xây dựng chương trình tính toán mô phỏng các bài toán thực tế đặc trưng, đặc thù; tổng hợp phân tích kinh nghiệm trên cơ sở dữ liệu các dự án công trình sản xuất; phân tích máy học.

Mặc dù hiện nay các kỹ sư, chuyên gia hoạt động trong lĩnh vực Địa kỹ thuật ở Việt Nam được đào tạo từ các cơ sở khác nhau với các môn học chuyên ngành khác nhau có khuyến hướng có các định hướng nghiên cứu còn khác nhau. Thông qua giao lưu các kết quả nghiên cứu ở các Hội nghị khoa học hay Tạp chí khoa học chuyên ngành, các chuyên gia ở các lĩnh vực khác nhau dần có ngôn ngữ chung hơn về Địa kỹ thuật. Hơn nữa, sau khi học tập, nghiên cứu trong lĩnh vực Địa kỹ thuật từ các nước trở về, ngôn ngữ chuyên môn của họ ngày một chung hơn. Hy vọng các yếu tố này ngày càng phát triển giúp các chuyên gia Địa kỹ thuật Việt Nam hội nhập tốt hơn và ngành Địa kỹ thuật tiếp tục thể hiện rõ nét định hướng của mình trong hệ thống đào tạo, thực hiện và quản lý, giúp xây dựng nền móng vững chắc cho các công trình và tinh thần hội nhập để phát triển.



## PROJECTS IN FOCUS

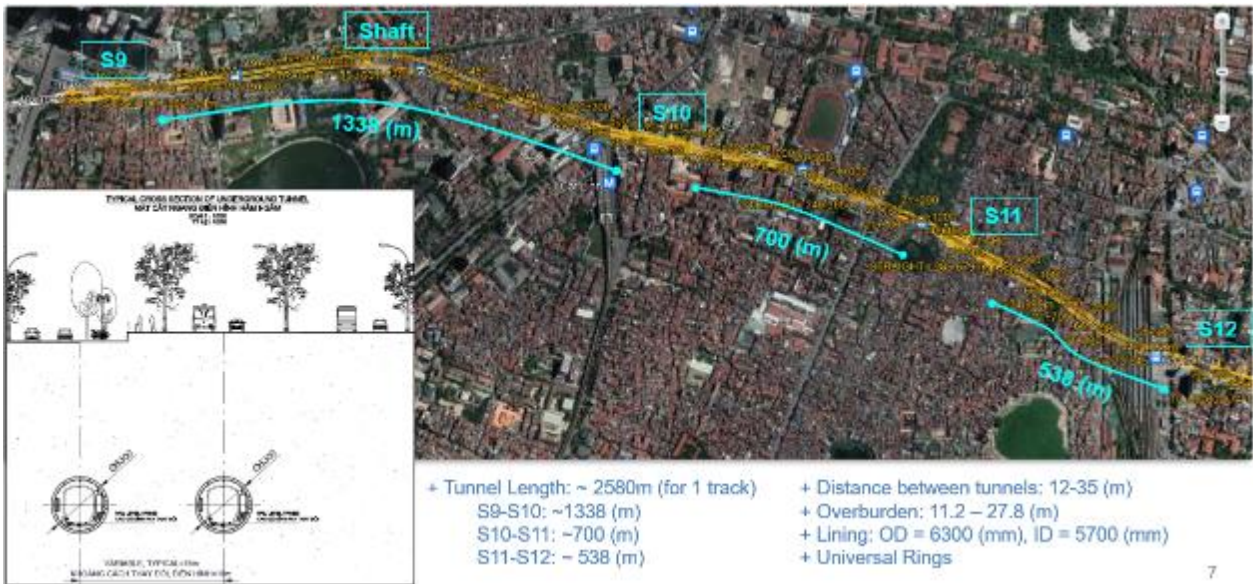
### Giới thiệu công tác thi công hầm đô thị bằng công nghệ TBM tại dự án Metro Line 3, Hà Nội

Introduction of tunneling by tunnel boring machine (TBM) at Metro Line 3 project, Hanoi

Lưu Hoàng Phương, Nguyễn Văn Quang, Phan Trung Nghĩa, Nguyễn Tiến Dũng\*  
FECON Corporation, Hanoi, \*E-mail: [ntdung@fecon.com.vn](mailto:ntdung@fecon.com.vn)

#### GIỚI THIỆU

Dự án tuyến đường sắt đô thị thí điểm Nhổn – Ga Hà Nội là một trong những công trình trọng điểm của Hà Nội, đánh dấu bước tiến quan trọng trong phát triển hạ tầng giao thông đô thị tại Việt Nam. Với tổng chiều dài 12,5 km, dự án bao gồm 8,5 km đoạn trên cao và 4,0 km đoạn ngầm, đi qua 12 nhà ga (8 ga trên cao và 4 ga ngầm) (Hình 1). Đoạn tuyến trên cao đã được đưa vào sử dụng từ tháng 8/2024, phục vụ nhu cầu đi lại của người dân. Trong khi đó, đoạn ngầm từ ga Kim Mã đến ga Hà Nội hiện đang được FECON thi công bằng công nghệ Tunnel Boring Machine (TBM) với nguyên lý Earth Pressure Balance (EPB) nhằm giảm thiểu tối đa biến dạng nền và ảnh hưởng đến các công trình hiện hữu trong quá trình thi công.



Hình 1. Mặt bằng tổng thể đoạn đi ngầm của dự án

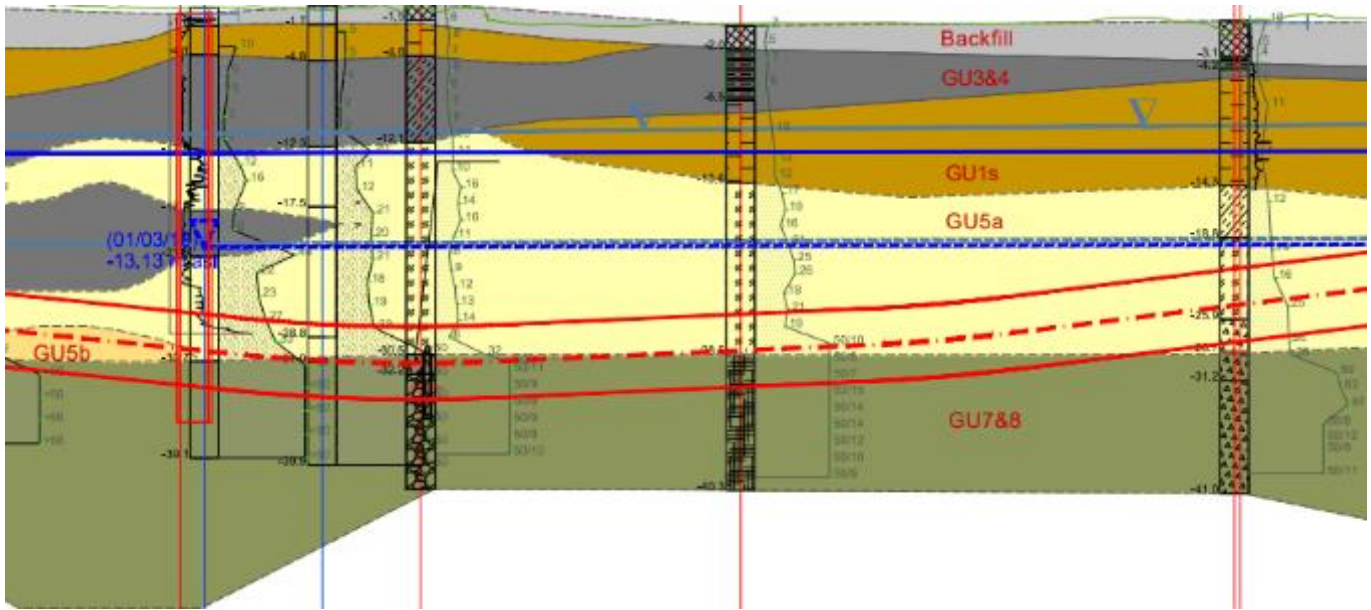
Đây là dự án thi công hầm bằng TBM thứ 2 mà FECON đảm nhận sau dự án thi công hầm bằng TBM tại tuyến Metro Line số 1, TP Hồ Chí Minh. Ở dự án này, FECON là nhà thầu trực tiếp thi công hầm và chịu trách nhiệm kỹ thuật trong quá trình thi công. Mặc dù công ty đã có nhiều kinh nghiệm thi công từ dự án tuyến metro số 1 TP Hồ Chí Minh, đây vẫn là một dự án án có nhiều thách thức khi máy TBM xuyên qua nhiều loại đất (từ sét mềm đến cuội sỏi) cũng như việc cắt qua cọc của một số ngôi nhà hiện hữu nằm trên tuyến. Bài báo này giới thiệu ngắn gọn về điều kiện địa chất, thiết kế hầm, công tác thi công, công tác quan trắc và một số thách thức trong quá trình thi công gặp phải. Tại thời điểm hoàn thiện bài báo này (tuần đầu tháng 12/2024), máy TBM (track 1) đã khoan được 650 m hầm (khoảng 25% tổng chiều dài khoan) và vẫn trong giai đoạn tối ưu hóa, do vậy các thông tin giới thiệu về công tác thi công không phản ánh đầy đủ các biện pháp thi công của toàn dự án. Máy TBM của track 2 đã sẵn sàng tại ga S9 nhưng chưa bắt đầu công tác khoan.



### ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT

Kết quả khảo sát địa chất đoạn ngầm từ ga Kim Mã đến ga Hà Nội cho thấy tuyến hầm đi qua 06 lớp địa chất, bao gồm (từ trên xuống): (1) Lớp đất lấp, (2) Lớp sét gầy (GU1-s), (3) Lớp sét dẻo (GU3&4), (4) Lớp cát pha trạng thái chặt vừa (GU5-a), (5) Lớp cát pha trạng thái rất chặt (GU5-b), và (6) Lớp sỏi, sạn (GU7&8) (Hình 2). Trong số đó, lớp cát pha (GU5-a) với chiều dày trung bình 3.6 m, chiếm hơn 50% chiều dài tuyến. Khu vực có các lớp đất sét, đất bùn, và sỏi cát hỗn hợp, đòi hỏi thiết kế vỏ hầm và phương pháp thi công phù hợp với từng điều kiện.

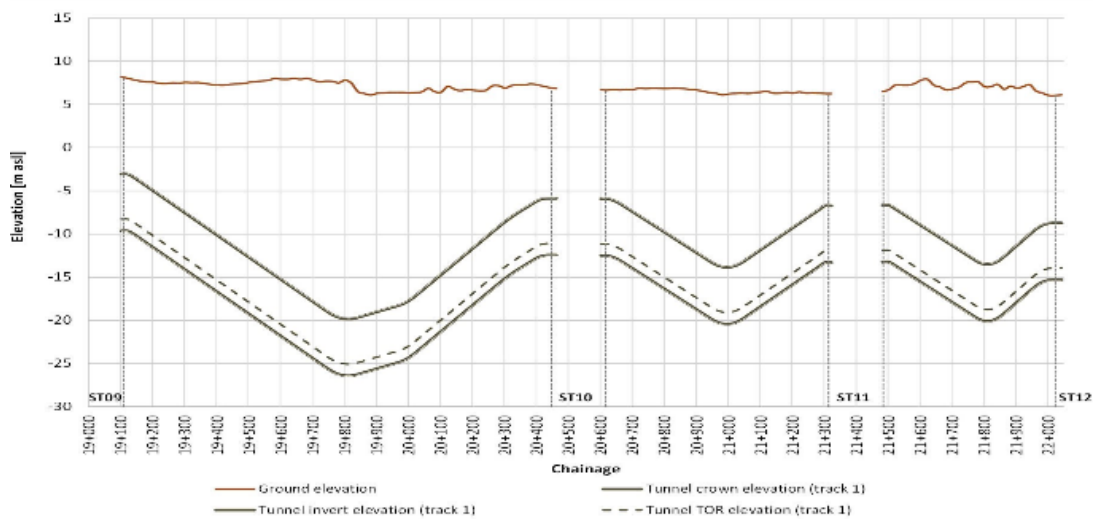
Mức nước ngầm tại khu vực khá nông, trung bình ở độ sâu 7,92 m, tạo ra áp lực lớn lên thành hầm trong quá trình thi công. Đáng chú ý, hơn 50% tuyến hầm được thi công dưới mực nước ngầm. Điều này đòi hỏi các biện pháp kiểm soát sụt lún và thấm nước chặt chẽ để giảm thiểu tác động tiêu cực.



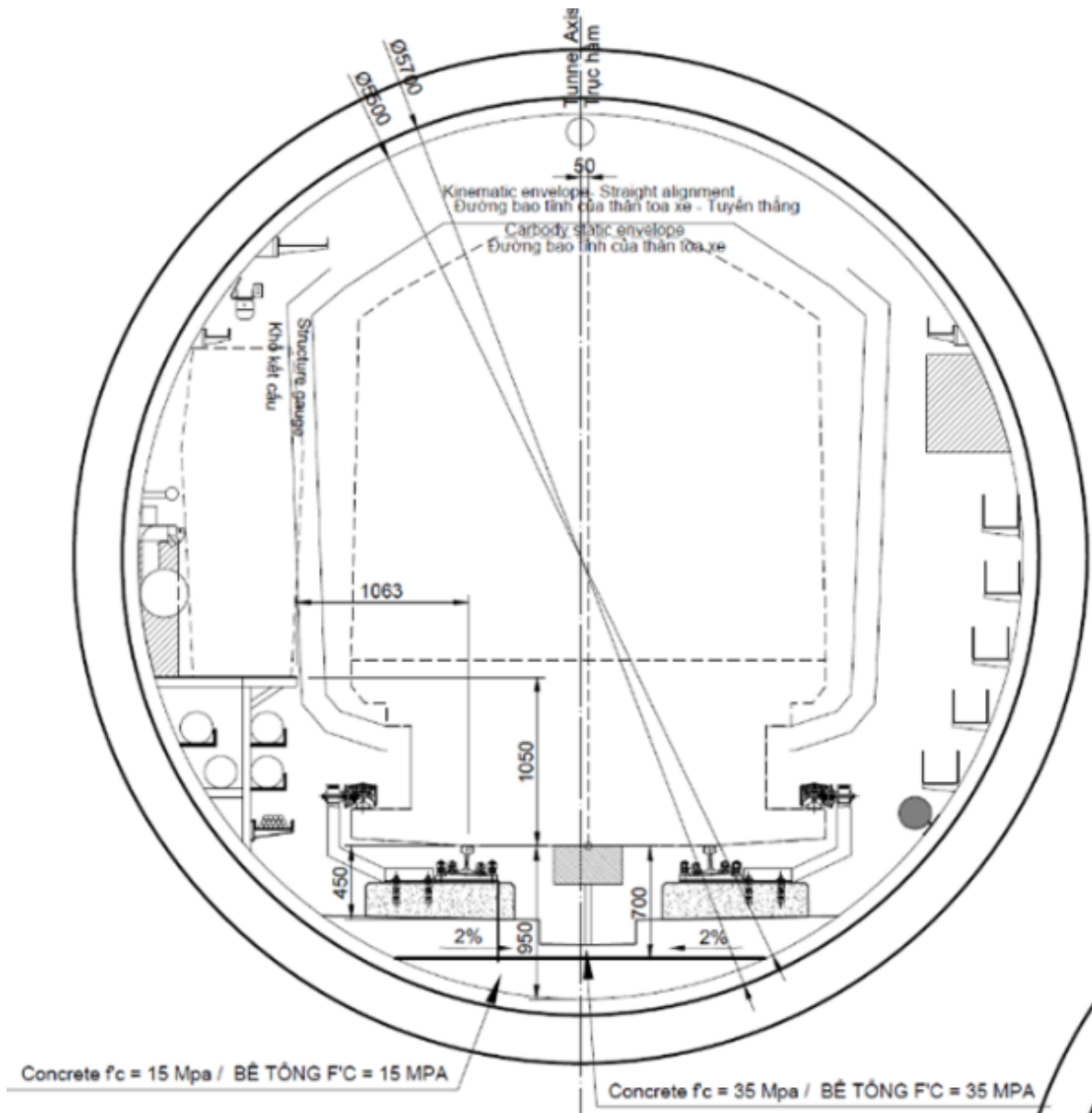
Hình 2. Mặt cắt địa chất đoạn ga S9 (Kim Mã) – ga S10 (Cát Linh)

### THIẾT KẾ HẦM TBM

Hình 3a thể hiện mặt cắt dọc theo tuyến hầm, từ ga Kim Mã (ST9) đến ga Hà Nội (ST12). Tuyến gồm hai ống hầm chạy song song và cùng cao độ. Hai ống hầm cách nhau 12.0 đến 35.0 m (tùy vị trí), và trung bình là 16.0 m. Tại lý trình km 19+800 (Hình 3a), một giếng thoát hiểm (shaft) được thiết kế và xây dựng nhằm phục vụ công tác thông gió và thoát hiểm trong những tình huống khẩn cấp.



(a)



(b)

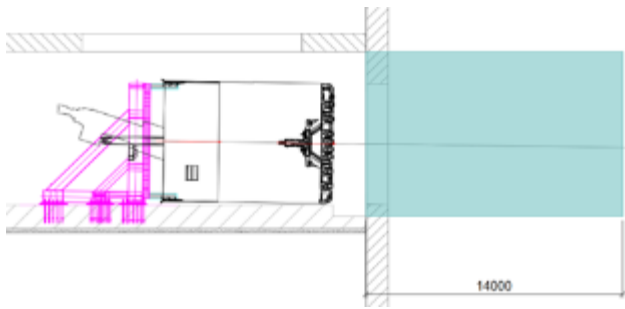
Hình 3. (a): Mặt cắt dọc theo tuyến hầm; (b) cắt cắt ngang điển hình của ống hầm

Như thể hiện trên hình 3a, các đường hầm không nằm trên cùng một cao độ mà được thiết kế sâu hơn về điểm giữa của hai ga nối tiếp. Việc thiết kế này đảm bảo tính ổn định và khả năng vận hành tối ưu cho hệ thống tàu điện ngầm. Tùy thuộc vào vị trí, cao độ đỉnh hầm dao động trong khoảng - 3.0 m đến - 20.0 m, tương ứng với độ sâu từ 10.0 m đến 27.0 m (tính từ mặt đất). Hình 3b thể hiện mặt cắt ngang điển hình của một ống hầm với đường kính ngoài và đường kính trong tương ứng là 6300 mm và 5700 mm.

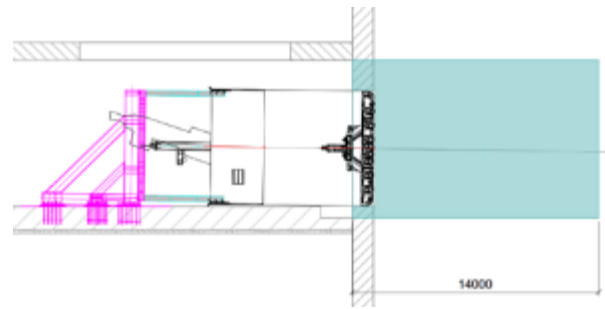
## CÔNG TÁC THI CÔNG

### Các giai đoạn thi công

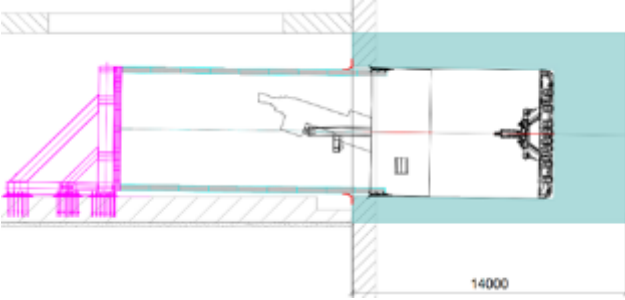
Quá trình thi công hầm ngầm bằng máy TBM tại dự án Metro Line 3 được chia thành ba giai đoạn chính: khởi tạo (launching), thi công đào thử (initial drive), và đào chính (main drive). Trong đó, giai đoạn khởi tạo và chạy thử là giai đoạn quan trọng, gồm nhiều công tác có yêu cầu đặc biệt so với giai đoạn vận hành chính của máy TBM. Trình tự cơ bản của giai đoạn khởi tạo và đào thử được áp dụng tại dự án Metro Line 3 Hà Nội được thể hiện trong Hình 4.



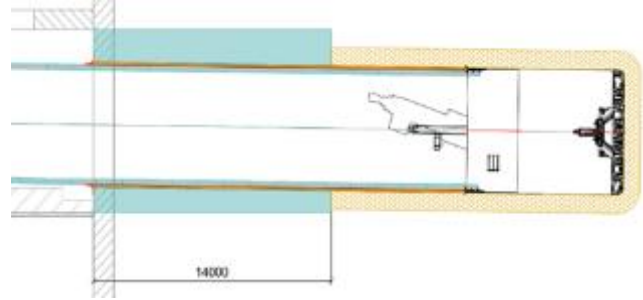
Bước 1: TBM tiếp cận tường vây tại vị trí khởi tạo



Bước 2: Cắt tường vây bằng đầu cắt của TBM



Bước 3: TBM đào trong khối Jet ở trạng thái mở (áp suất buồng đào bằng áp suất khí quyển)



Bước 4: TBM đào trong đất tự nhiên ở chế độ kín (sử dụng áp lực đất)

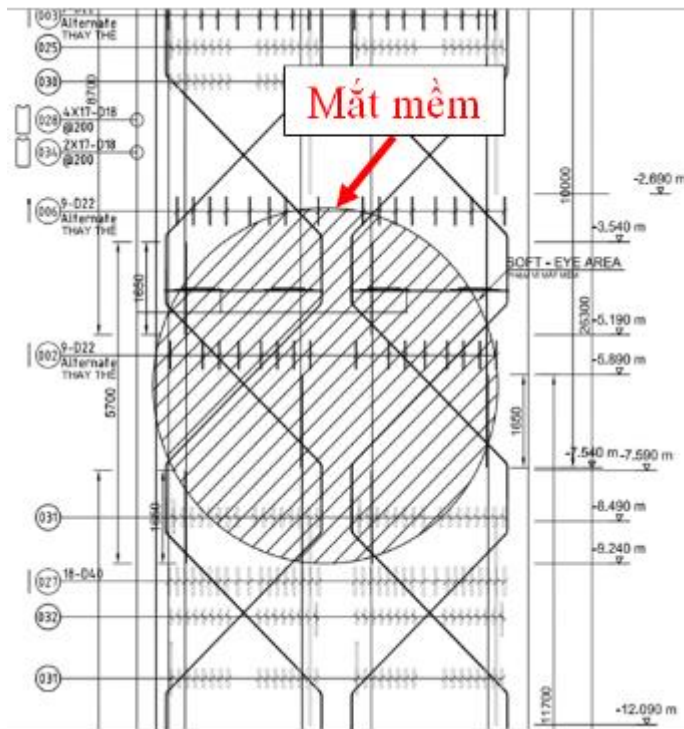
Hình 4. Trình tự đào khởi tạo và đào thử của máy TBM

### Giai đoạn khởi tạo

Giai đoạn khởi tạo là bước nền tảng đảm bảo sự vận hành ổn định và hiệu quả của máy TBM trong suốt quá trình đào hầm. Một trong những công việc quan trọng đầu tiên là bơm mỡ bôi trơn lần đầu cho chổi đuôi TBM bằng sản phẩm Condat WR90 nhập khẩu từ Pháp. Đây là loại mỡ bôi trơn chuyên dụng, có tính ổn định cao, được thiết kế để ngăn chặn nước và vữa xâm nhập vào khe hở của chổi đuôi. Nhờ đó, hệ thống chổi đuôi được đảm bảo hoạt động hiệu quả, duy trì trạng thái kín nước và ổn định trong quá trình vận hành của máy.

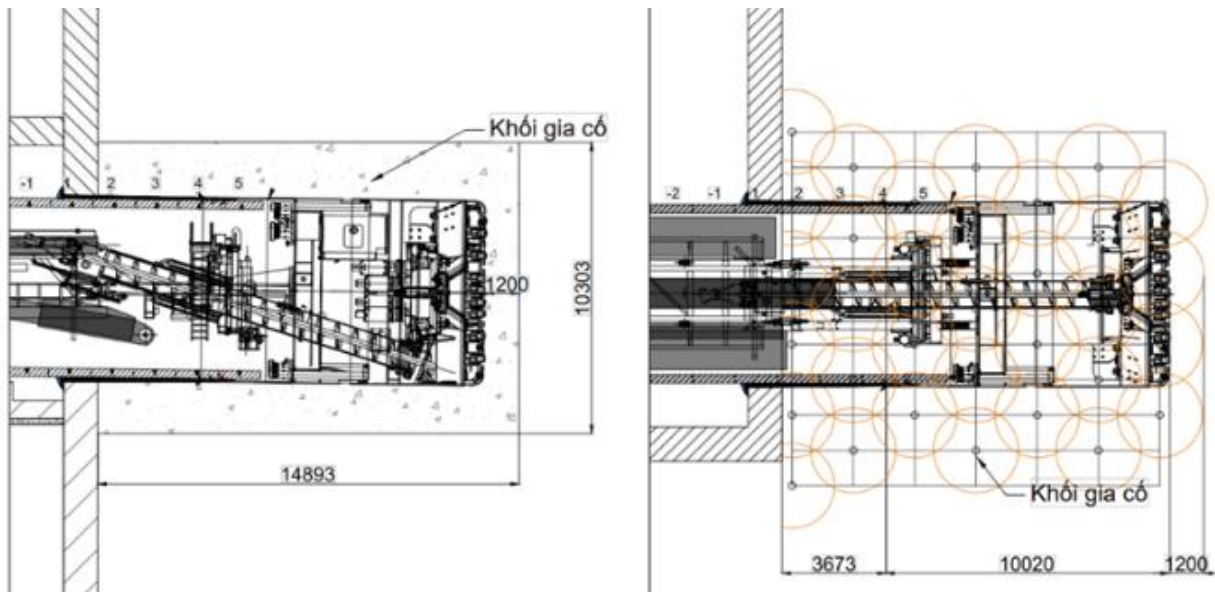
Trước khi khởi tạo TBM, việc kiểm tra điều kiện nước ngầm tại khu vực trước gương đào là cần thiết nhằm giảm thiểu rủi ro và đảm bảo an toàn cho quá trình đào. Hai mũi khoan thăm dò sẽ được tiến hành để khảo sát nước ngầm, với độ sâu vượt qua chiều dày tường vây (1,2 m). Một mũi khoan được đặt tại vị trí cách đỉnh hầm 1,0 m và mũi còn lại cách đáy hầm 1,0 m. Việc bố trí này giúp đảm bảo xác định chính xác điều kiện địa chất và nước ngầm trước mặt hầm.

Trong giai đoạn đào, máy TBM cần phải cắt xuyên qua tường vây của các nhà ga. Để bảo vệ đầu cắt và đảm bảo an toàn, hiệu quả trong quá trình khởi tạo, tường vây tại các nhà ga được thiết kế với các “mắt mềm” (soft eyes), sử dụng vật liệu bê tông cốt sợi thủy tinh GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer). Việc thiết kế này tuân thủ tiêu chuẩn “Guide for the Design and Construction of Concrete Reinforced with FRP Bars” (ACI 440), đảm bảo các mắt mềm có đủ khả năng chịu lực và dễ dàng cho TBM xuyên qua. Hình 5 minh họa chi tiết bố trí thép GFRP tại vị trí xuyên của TBM qua tường vây nhà ga Kim Mã (S9). Khi TBM tiến hành cắt tường vây, tốc độ cắt được kiểm soát chặt chẽ trong khoảng 2-5 mm/phút, đảm bảo quá trình diễn ra chính xác và an toàn.

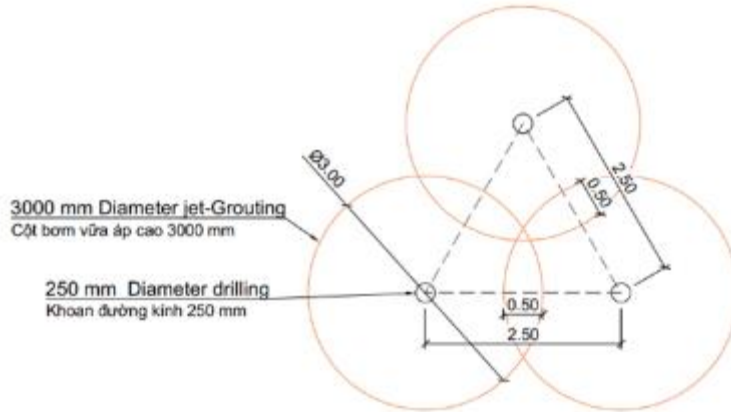


Hình 5. Bố trí thép GFRP cho tường vây tại vị trí khoan TBM tại nhà ga S9

Sau khi máy TBM cắt xuyên tường vây và tiếp xúc với nền đất tự nhiên bên ngoài nhà ga, áp lực gương đào chưa thể được thiết lập do buồng đào chưa được lấp đầy. Ở trạng thái này, máy TBM hoạt động trong chế độ mở (áp suất buồng đào bằng áp suất khí quyển), dẫn đến các rủi ro như: đất và nước ngầm có thể tràn vào buồng đào, gây mất ổn định gương hầm, nguy cơ sụt lún cục bộ trên bề mặt đất, hoặc thậm chí gây sụt lún diện rộng. Để giảm thiểu những rủi ro trên, nền đất tại các điểm máy TBM tiến vào (break in) và tiến ra (break out) tại mỗi nhà ga sẽ được gia cố bằng phương pháp bơm vữa xi măng cường độ cao (Jet Grouting) (Hình 6). Khối Jet Grouting được thiết kế bao phủ toàn bộ khu vực đầu hầm TBM, tạo một vùng đệm kín nước trước khi TBM tiến vào nền đất tự nhiên. Các cọc Jet Grouting được thi công chổng lẩn với độ chổng 0.5 m (Hình 7) nhằm đảm bảo tính liên tục và kín khít của khối gia cố. Lớp gia cố này không chỉ tăng cường độ ổn định của nền đất, mà còn giảm nguy cơ sụt lún và bảo vệ an toàn cho các công trình lân cận.



Hình 6. Kích thước khối gia cố bằng phương pháp JG tại nhà ga S9



Hình 7. Bố trí hình học các cọc vữa

**Giai đoạn đào thử**

Giai đoạn đào thử được triển khai ngay sau khi khởi tạo, đánh dấu lần vận hành đầu tiên của máy TBM. TBM được khởi hành từ nhà ga S9, tiến hành đào thử đến giếng thoát hiểm với tổng chiều dài khoảng 625 m. Đây là giai đoạn kiểm tra toàn diện các thông số hoạt động của máy TBM, điều kiện địa chất, nước ngầm và tính hiệu quả của soil conditioning, backfill grouting. Quá trình đào thử được kiểm soát nghiêm ngặt, với vận tốc đào được duy trì trong khoảng 15-20 mm/phút. Trong suốt quá trình này, các thông số của máy TBM như áp lực gương đào, lực đẩy và vận tốc tiến được kiểm tra và giám sát liên tục. Mọi bất thường sẽ được thông báo kịp thời để thực hiện các hiệu chỉnh theo đúng biện pháp thi công đã được phê duyệt. Tổng lực đẩy của máy TBM trong giai đoạn này được giới hạn ở mức tối đa 7.700 kN, tương ứng với khả năng thiết kế của khung đẩy. Trong giai đoạn này, đất đào ra và vỏ hầm sẽ được vận chuyển qua các lỗ mở tại nhà ga S9, tương tự như giai đoạn đào chính. Đồng thời, các điều chỉnh quan trọng sẽ được thực hiện để tối ưu hóa hiệu suất máy và đảm bảo an toàn thi công.

Khi TBM đạt đến vị trí giếng thoát hiểm, quá trình đào được tạm dừng để thực hiện một số công tác kỹ thuật đặc biệt. Cụ thể, khung đẩy được tháo rời một phần để chuyển đổi bố cục đáy nhà ga và kết nối đường ray dự phòng của TBM#1 với TBM#2. Trong khi đó, phần đường ray cố định được lắp đặt để phục vụ hoạt động của đầu máy xe lửa trong hầm số 1. Giai đoạn này yêu cầu sự phối hợp chặt chẽ giữa các đội ngũ kỹ thuật nhằm đảm bảo không xảy ra sai sót trong quá trình chuyển đổi.

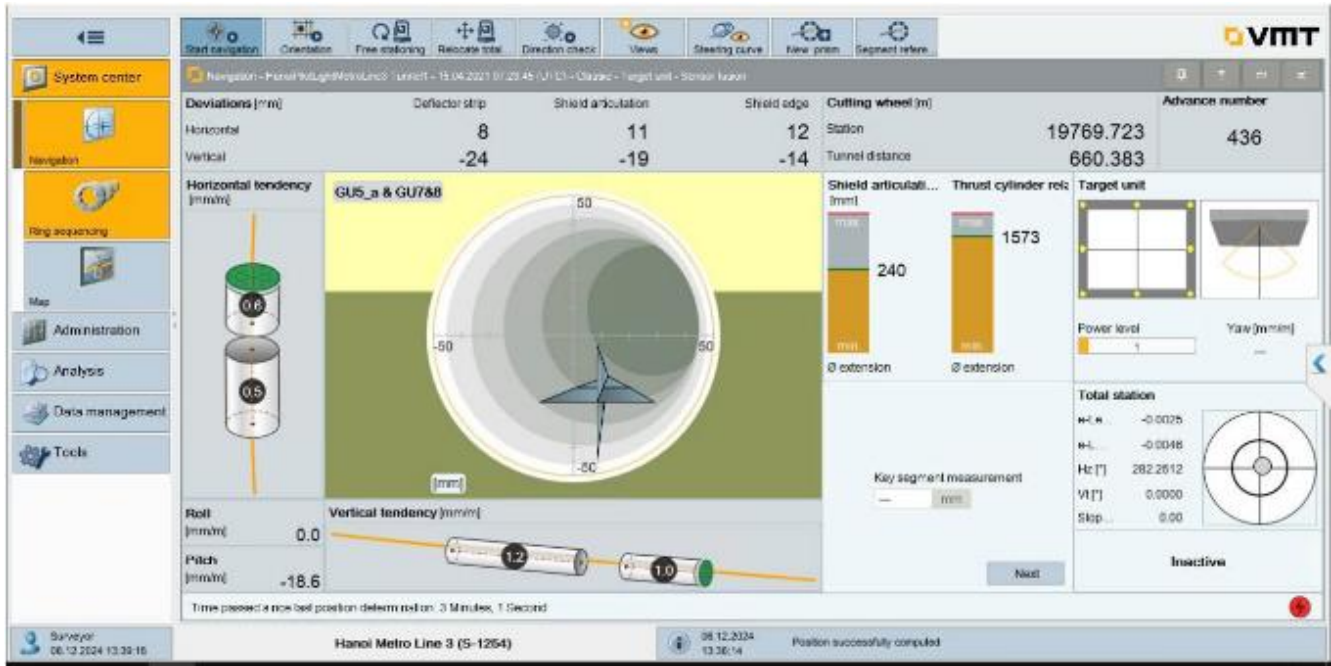
**Giai đoạn đào chính**

Giai đoạn đào chính được thực hiện tương tự giai đoạn đào thử, nhưng với các thông số kỹ thuật đã được tối ưu hóa dựa trên kinh nghiệm từ giai đoạn trước. Mục tiêu là đảm bảo tiến độ và hiệu suất cao nhất trong khi vẫn duy trì an toàn thi công. Một trong những điều chỉnh quan trọng là vận tốc đào. Trong giai đoạn đào chính, vận tốc của TBM có thể đạt 60 mm/phút, cao hơn đáng kể so với giai đoạn đào thử (15-20 mm/phút). Điều này cho phép rút ngắn thời gian thi công tổng thể mà vẫn đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật và chất lượng công trình. Các thông số vận hành như áp lực gương đào, lực đẩy, và tốc độ tiến sẽ tiếp tục được theo dõi chặt chẽ, với khả năng điều chỉnh linh hoạt theo điều kiện địa chất thực tế.

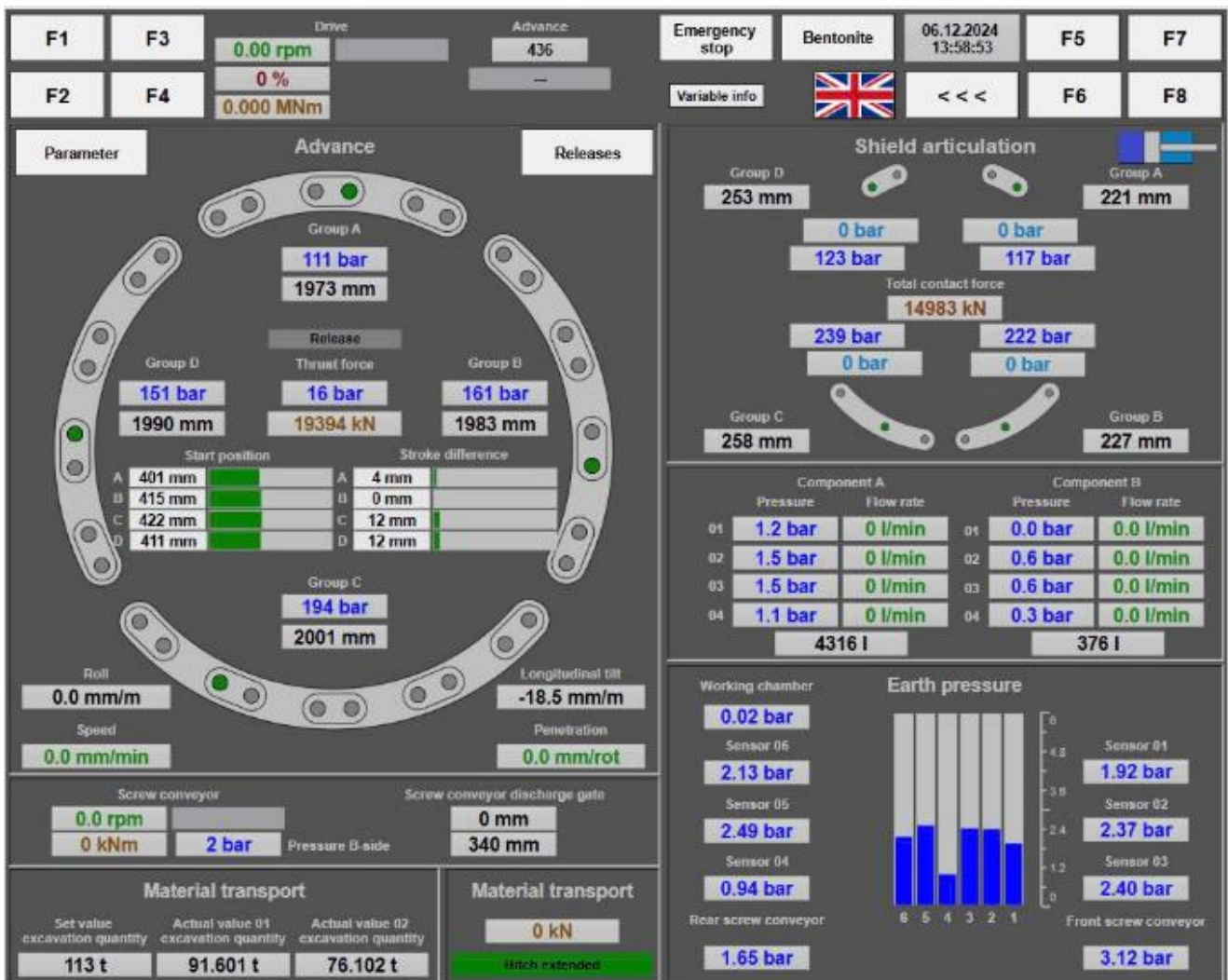
**Công tác thi công**

**Platform phục vụ thi công**

Trong quá trình thi công, Ban điều hành (BĐH) dự án có thể theo dõi và kiểm soát công tác thi công TBM trên một platform online theo thời gian thực (real time) của Herrenknecht. Platform này có thể hiện thị những thông tin về cao độ (độ sâu), hướng đi của TBM (Hình 8), đồng thời có thể hiện thị rất nhiều thông số thi công khác, như tốc độ tiến, tốc độ quay của đầu cắt, áp lực gương đào tại nhiều vị trí, tỷ lệ bơm soil conditioning, backfill grouting ... (Hình 9).



Hình 8. Màn hình dẫn hướng TBM từ Platform online (tại đốt hầm số 436)



Hình 9. Màn hình hiển thị các thông số thi công của TBM từ Platform online (tại đốt hầm số 436)



## Kiểm soát thông số thi công

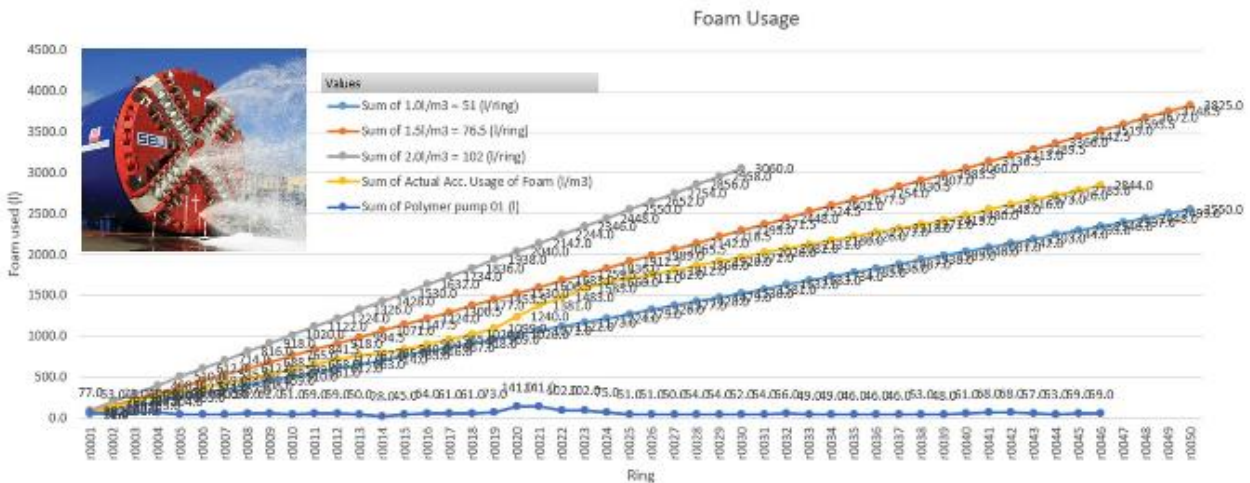
Thông số thi công là yếu tố cốt lõi quyết định đến hiệu quả và an toàn của quá trình thi công bằng công nghệ TBM. Các thông số vận hành cần được điều chỉnh phù hợp với điều kiện địa chất thực tế và yêu cầu thiết kế, nhằm đảm bảo sự ổn định của mặt gương đào, hạn chế tác động đến môi trường xung quanh, đồng thời duy trì hiệu suất của máy TBM. Tại dự án Metro Line 3, để đảm bảo chất lượng và an toàn trong suốt quá trình vận hành, các thông số thi công chính được kiểm soát nghiêm ngặt, bao gồm:

**Duy trì áp lực gương đào:** Áp lực đất tại mặt gương đào được điều chỉnh liên tục nhằm đảm bảo cân bằng với áp lực đất tự nhiên và áp lực nước ngầm. Việc duy trì áp lực phù hợp giúp ngăn ngừa sụt lún mặt đất, giảm thiểu xâm nhập nước ngầm vào buồng đào, đồng thời đảm bảo sự ổn định của gương hầm.

**Backfill Grouting:** phần đào phía sau TBM được lấp đầy bằng vữa bơm để đảm bảo độ kín và ổn định của lớp vỏ hầm. Khối lượng và chất lượng vữa bơm được giám sát nghiêm ngặt nhằm tránh hiện tượng rỗng, tăng cường khả năng chịu lực của vỏ hầm và giảm nguy cơ biến dạng, sụt lún của nền đất xung quanh.

**Tỷ lệ soil conditioning:** Tỷ lệ soil conditioning, thường là foam, được điều chỉnh phù hợp với loại đất tại vị trí đào. Việc này giúp cải thiện tính chất cơ học của đất đào, giảm ma sát lên thiết bị, tăng khả năng cắt của đầu cắt, bảo vệ các bộ phận của TBM và đảm bảo duy trì hiệu suất đào cao trong các điều kiện địa chất khác nhau. Như thể hiện trong Hình 10 về khối lượng tiêu hao foam tích lũy theo tiến độ thi công (đường màu vàng), khối lượng foam tiêu hao thực tế được kiểm soát nằm trong giới hạn thiết kế (1.0 đến 1.5 lít/m<sup>3</sup>) mà công tác khoan vẫn đảm bảo chất lượng.

**Tốc độ tiến của TBM** được kiểm soát phù hợp với từng giai đoạn và loại địa chất. Trong giai đoạn đào thử, tốc độ được kiểm soát ở mức 15-20 mm/phút. Trong khi đó, tốc độ tiến của TBM có thể tăng lên đến 60 mm/phút, tùy thuộc vào độ ổn định của nền đất, hiệu quả của điều kiện hóa đất, và các yếu tố kỹ thuật khác. Tốc độ này được điều chỉnh linh hoạt để đảm bảo tiến độ mà không làm ảnh hưởng đến an toàn và chất lượng công trình.



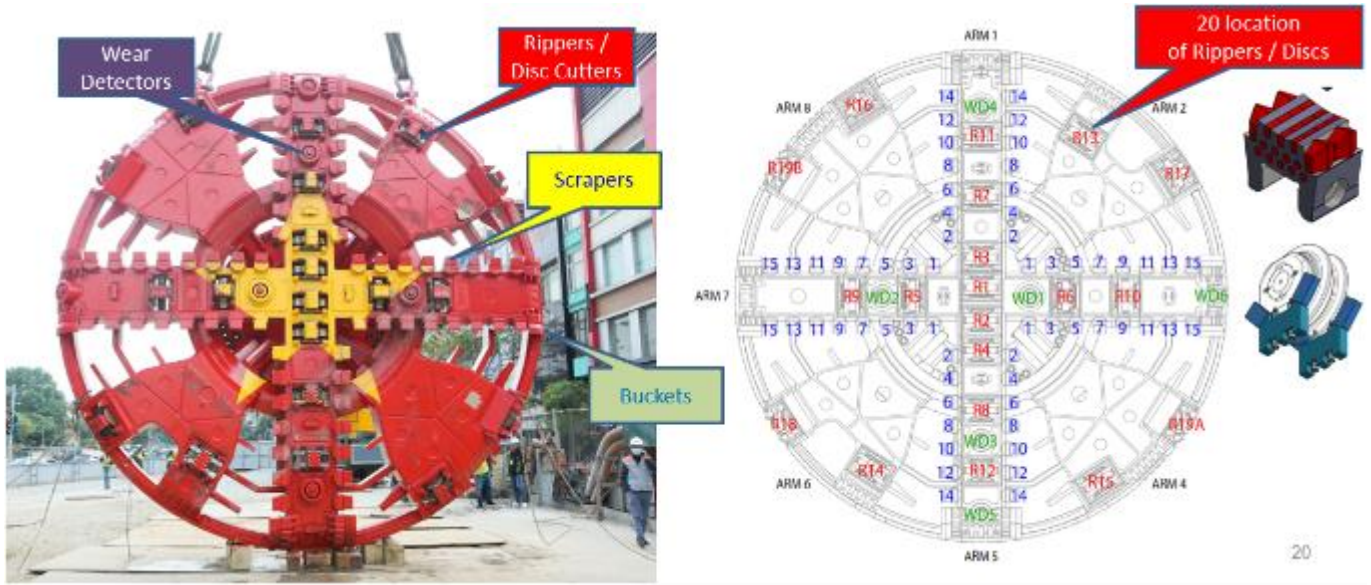
Hình 10. Thống kê khối lượng tiêu hao foam tích lũy theo tiến độ

## Thay cấu hình đầu cắt

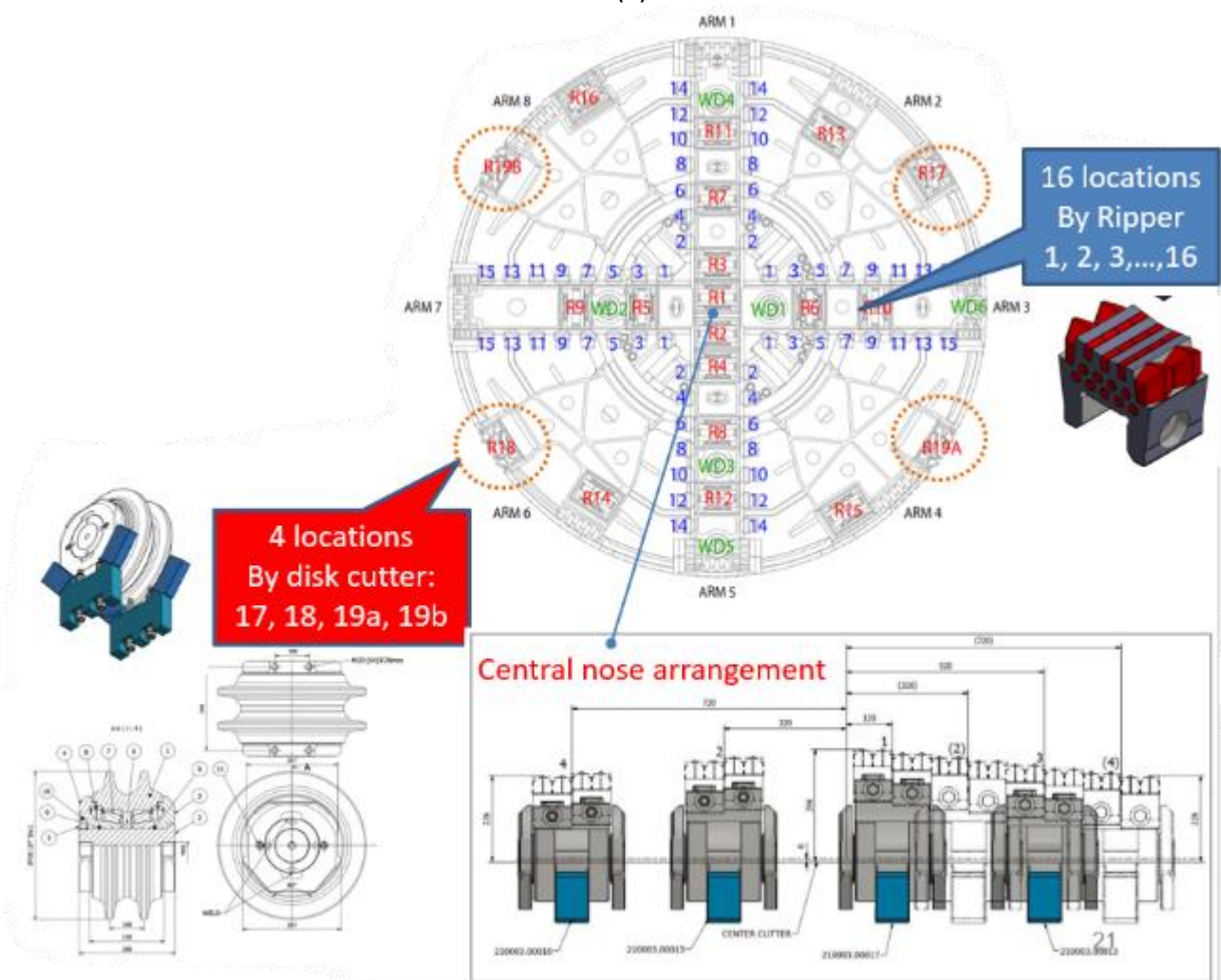
Trong quá trình thi công, một điểm quan trọng cần lưu ý là việc thay đổi cấu hình đầu cắt của TBM (Hình 11). Khi TBM đạt đến vị trí cuối cùng trong khối jet grouting, cách đầu biên khoảng 2 m, quá trình thi công sẽ tạm dừng để thực hiện công tác vệ sinh và thay đổi cấu hình đầu cắt. Đây là bước kỹ thuật phức tạp, nhằm đảm bảo TBM có thể vận hành hiệu quả trong điều kiện địa chất khác biệt. Công tác thay răng cắt được tiến hành trong điều kiện khí quyển nhằm đảm bảo an toàn cho đội ngũ kỹ thuật cũng như thiết bị. Đầu cắt hiện tại sẽ được tháo ra và thay thế bằng răng cắt phù hợp với đất bình thường. Sau khi hoàn tất, máy TBM tiếp tục tiến hành đào và lấp đầy khoang đào bằng vật liệu để đạt áp suất cân bằng (EPB) theo quy định của kế hoạch khoan hầm (PAT). Giai đoạn này cho phép TBM chuyển tiếp mượt mà từ khối jet



grouting sang đất tự nhiên trong điều kiện an toàn, đồng thời đảm bảo duy trì áp lực ổn định trên mặt gương đào, hạn chế dòng nước ngầm xâm nhập.



(a)

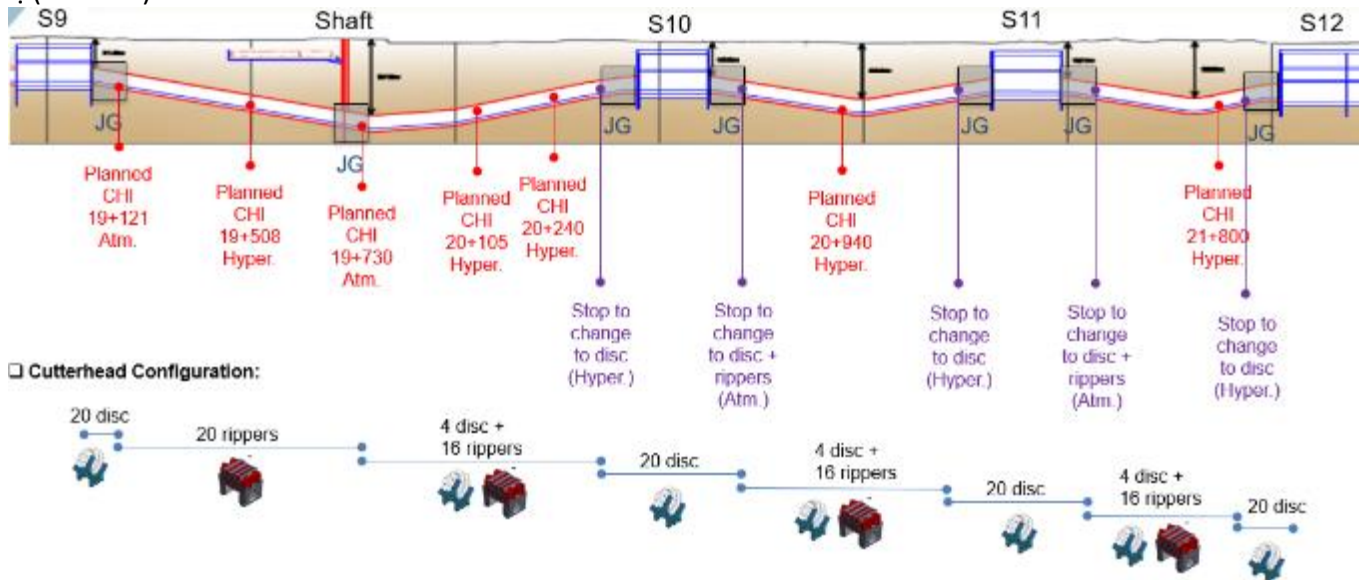


(b)

Hình 11. Cấu hình (a) đầu cắt cơ bản và (b) đầu cắt cọc



Kế hoạch sử dụng các cấu hình đầu cắt khác nhau được thể hiện chi tiết trong Hình 12. Kế hoạch thi công được xây dựng chi tiết, bao gồm việc sử dụng các cấu hình đầu cắt phù hợp với từng giai đoạn và loại đất. Trong giai đoạn đầu, TBM sử dụng cấu hình đầu cắt cơ bản để làm việc hiệu quả trong các lớp đất thông thường. Đối với các đoạn đi qua khối jet grouting hoặc khu vực có cọc bê tông gia cố, TBM chuyển sang cấu hình đầu cắt đặc biệt để đảm bảo khả năng cắt phá các vật liệu cứng mà không gây hư hỏng thiết bị (Hình 13).



Hình 12. Chi tiết kế hoạch sử dụng các loại cấu hình đầu cắt



Hình 13. Thay răng cắt trong khối Jet Grouting

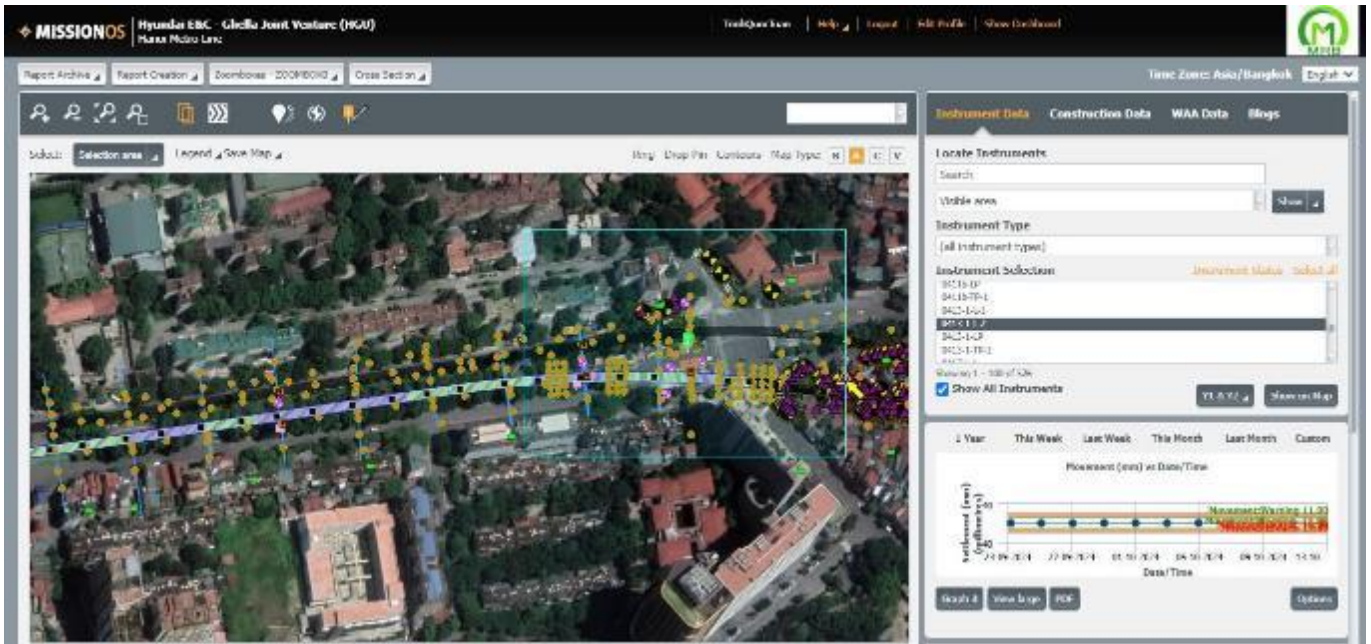
### Công tác quan trắc

Tuy được đánh giá là công nghệ tiên tiến, an toàn đối với việc xây dựng các đường hầm trong đô thị, quá trình thi công bằng TBM không thể tránh khỏi những tác động nhất định đến môi trường và các công trình xung quanh. Để kiểm soát tốt quá trình thi công TBM, công tác quan trắc rất được chú trọng tại dự án. Các cảm biến quan trắc được lắp đặt dọc theo tuyến hầm và được cập nhật số liệu liên tục trên platform online MISSIONOS của Maxwell-geosystem. Các kỹ sư làm việc tại dự án theo phân quyền được cập nhật liên tục các số liệu quan trắc hiện trường và nhờ đó kịp thời đưa ra các giải pháp phù hợp cho quá trình khoan hầm. Hình 14 thể hiện giao diện platform online MISSIONOS của Maxwell-geosystem trên một phần đoạn tuyến từ ga S9 đến Shaft.

Ngoài các số liệu từ cảm biến quan trắc thể hiện ảnh hưởng của quá trình thi công TBM đến công trình bề mặt như cảm biến đo lún mặt đất, nước ngầm, áp lực nước lỗ rỗng, lún công trình .. (Bảng 2), platform



của Maxwell-geosystem cũng tích hợp toàn bộ thông số vận hành máy TBM như áp lực gương, tốc độ đào, áp lực vữa phun,... giúp đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố đến quá trình thi công hầm bằng máy TBM được thuận lợi hơn.



Hình 14. Giao diện platform online MISSIONOS cho công tác quan trắc

Bảng 2. Một số cảm biến quan trắc chính trong quá trình đào hầm bằng máy TBM

STT	Cảm biến	Công dụng
1	Crack meter	Đo vết nứt công trình bề mặt
2	Inclinometer	Đo chuyển vị nghiêng của nền đất
3	Levelling point	Đo lún bề mặt
4	Levelling point differential	Đo lún lệch bề mặt
5	3D Optical target	Đo nghiêng công trình
6	Piezometer	Đo áp lực nước lỗ rỗng
7	Strain gauge	Đo ứng suất trong cốt thép của vỏ hầm
8	Ground water monitoring	Đo mực nước ngầm
9	Topographic leveling	Đo lún bề mặt
10	Tilt meter	Đo lún nghiêng

### Một số thử thách đã và sẽ gặp phải

BĐH tại dự án đã gặp phải rất nhiều thử thách trong quá trình thi công thực tế. Về địa chất, máy khoan đi qua lớp sét dẻo cứng, gây bó đầu cắt và ảnh hưởng rất nhiều đến tiến độ và chất lượng khoan. BĐH đã phải liên tục điều chỉnh tốc độ khoan và tỷ lệ soil conditioning để phù hợp với điều kiện thực tế. Một thử thách khác là đầu cắt qua lớp cuội sỏi trong đó có nhiều hòn cuội có kích thước đến 10 cm hoặc hơn (Hình 15). Việc cắt qua lớp cuội sỏi này gây mài mòn các răng cắt nhanh hơn rất nhiều so với dự báo, và gây ra rất nhiều ảnh hưởng về tiến độ và chi phí ngoài kế hoạch.



Một trong những thử thách lớn nhất của dự án là máy TBM sẽ cắt qua cọc dưới số ngôi nhà hiện hữu, bắt đầu dự kiến khoảng 500 m từ lý trình hiện tại, hay 1150 m từ ga Kim Mã. Thử thách này đã được dự báo trong kế hoạch thi công chi tiết. Giải pháp tổng thể là điều chỉnh tốc độ khoan đủ chậm để kiểm soát các biến động khi cắt qua cọc và thực hiện các quan trắc cả trên bề mặt đất và vị trí đầu khoan trong nền đất. Mặt khác, BĐH cùng các chuyên gia đã chuẩn bị các răng cắt có kết cấu đặc biệt để có thể cắt qua cọc bê tông cốt thép.



Hình 15. Một số cuội sỏi thu được từ lớp GU7&8 tại độ sâu khoảng 25 m

### KẾT LUẬN

Thi công hầm giao thông đô thị bằng TBM là một công nghệ hiện đại và khá mới mẻ đối với các kỹ sư Việt Nam. Để các kỹ sư Việt Nam hiểu rõ về quá trình thi công TBM, bài báo này giới thiệu và cung cấp những thông tin ngắn gọn về điều kiện địa chất, thiết kế hầm, công tác thi công, và công tác quan trắc trong quá trình thi công tại dự án Metro Line 3, Hà Nội. Tại dự án, tuyến ngầm được thiết kế gồm 02 ống hầm với đường kính ngoài và đường kính trong tương ứng là 6300 mm và 5700 mm đi song song và cùng cao độ. Quá trình thi công hầm bằng TBM gồm 03 giai đoạn chính: khởi tạo (launching), thi công đào thử (initial drive), và đào chính (main drive). Trong quá trình thi công, các thông số thi công của TBM như tốc độ tiến, áp lực gương đào, tỷ lệ bơm soil conditioning và backfill grouting được quản lý và theo dõi trực tiếp qua platform online của Herrenknecht. Đồng thời, công tác quan trắc lún mặt đất, nước ngầm, áp lực nước lỗ rỗng, lún công trình được quan trắc trên platform online của Maxwell Geosystem. Tại thời điểm hiện tại, dự án đang được triển khai tốt, trong đó hầm số 1 (Track 1) đã thi công thành công được 650 m.

### LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin gửi lời chân thành cảm ơn tất cả các cán bộ công nhân trong công ty đã đóng góp trực tiếp và gián tiếp tới thành công của công tác vận hành TBM tại dự án Metro Line 3, Hà Nội. Đồng thời, nhóm tác giả chân thành cảm ơn các đơn vị và cá nhân trong hệ thống FECON đã cung cấp tư liệu để bài báo được hoàn thiện.



## Bán hầm tránh đá rơi – Giải pháp bảo vệ an toàn cho người và phương tiện trên đường giao thông vùng núi

RockShed Tunnel - A Safety Solution for People and Vehicles on Mountain Roads

Nguyễn Đức Mạnh

Trường Đại học Giao thông vận tải. E-mail: [nguyenducmanh@utc.edu.vn](mailto:nguyenducmanh@utc.edu.vn)

*Mất ổn định sườn dốc đá có nhiều kiểu hay loại hình khác nhau như đá rơi, đá đổ, đá trượt ... Đá rơi là kiểu mất ổn định nguy hiểm trên đường giao thông, rất dễ gây thiệt hại về người và phương tiện giao thông bởi tính ngẫu nhiên và khó đoán định của chúng. Có nhiều giải pháp phòng chống hay phòng tránh như sử dụng kết cấu lưới thép phủ bề mặt kết hợp đỉnh đá hay neo đá mang tải cao, rào chắn linh hoạt bằng kết cấu thép kết hợp lưới thép, tường bê tông cốt thép ốp trên mặt, v.v. Mỗi giải pháp có ưu điểm và phạm vi áp dụng hiệu quả riêng. Bài viết này giới thiệu giải pháp phòng tránh đá rơi bằng kết cấu bán hầm, một dạng đường hầm chắn đá, cho phép bảo vệ người cũng như phương tiện tham gia giao thông trên đường ô tô vùng núi, hướng tới việc áp dụng chúng trong tương lai tại Việt Nam.*

### Hiện tượng đá rơi trên đường giao thông vùng núi Việt Nam

Hiện tượng các tảng đá bị tách rời khỏi khối đá trên các sườn dốc sau đó rơi tự do hay lăn trên mặt sườn dốc, nảy hoặc văng xuống chân dốc ở đây gọi chung là đá rơi (rock falls), thường xảy ra đột ngột, thậm chí ngay cả khi trời không mưa bão. Chúng càng trở nên nguy hiểm khi mà rất khó hoặc không dự báo được chính xác vị trí có thể xuất hiện, quỹ đạo lăn hay văng, thời điểm xảy ra ... Hiện tượng này xảy ra rất phổ biến trên nhiều tuyến đường ô tô ở vùng núi nước ta, gây ra thiệt hại nặng nề cả về người và phương tiện tham gia giao thông.

Rất nhiều vụ đá rơi xảy ra, chẳng hạn như tại đường lên núi cấm An Giang (5/2012) đá rơi đã làm 6 người chết và phá hủy 1 ô tô 7 chỗ [1]; hay ngày 03/06/2018 trên QL12 đoạn qua địa phận xã Lê Lợi (huyện Nậm Nhùn, tỉnh Lai Châu) đá rơi phá hủy 1 ô tô 4 chỗ và làm chết 1 người [2]; đêm 8/8/2019 và ngày 9/8/2019, cũng trên tuyến QL12 tại Km97+ 600 và Km89+ 900, đoạn qua thị xã Mường Lay đã xảy ra 2 vụ đá rơi nghiêm trọng, làm ách tắc giao thông nhiều giờ, gây hư hỏng 2 xe ô tô [4]; cũng tại QL12 đoạn thị xã Mường Lay (Điện Biên) này, ngày 3/8/2018 đá rơi trúng xe ô tô 16 chỗ khiến 12 người bị thương và ô tô hư hỏng nặng [3]; hay vào 3/8/2019, đá lở, đá rơi sau mưa lớn tại km 142 +700 trên QL3 đoạn qua huyện Chợ Mới, tỉnh Bắc Kạn làm chết 1 người và 1 người bị thương [9]; hay đá rơi gây tắc đường và hư hỏng đường tại Km285+600 QL279 đoạn xã Quài Nưa, huyện Tuần Giáo (Điện Biên) xảy ra ngày 4/8/2021 [7]; hoặc vào ngày 04/08/2023, đá lở đá rơi trúng vào đầu chiếc xe ô tô đang di chuyển trên QL6 đoạn xã Tông Đậu, huyện Mai Châu (Hòa Bình), tuy không thiệt hại về người nhưng xe đã hư hỏng nặng [6]. Mùa mưa 2024 vừa qua, không chỉ xảy ra sụt trượt đất đá trên diện rộng và gần như đồng thời tại hàng loạt các tỉnh miền núi trên cả nước, mà hiện tượng đá lở đá rơi cũng xảy ra tại nhiều tuyến đường giao thông. Điển hình như ngày 22/9/2024, đá lở và rơi trúng 2 xe ô tô đang di chuyển trên QL6 tại Mộc Châu, Sơn La làm 8 người bị thương và gây hư hại nặng các xe [8]; hay trước đó vào 8/2024, tại km 89+550m gần cầu Hang Tôm trên QL12 thuộc huyện Nậm Nhùn (Lai Châu), đá rơi từ sườn dốc cao làm chết 1 người và hư hỏng 1 xe máy xúc [5] ...



Hình 1. Đá rơi trên QL12 ngày 3/6/2018 làm chết 1 người (Nguồn: dantri.com.vn)



Hình 2. Đá rơi trên QL279 ngày 04/08/2021 (Nguồn: baotintuc.vn)



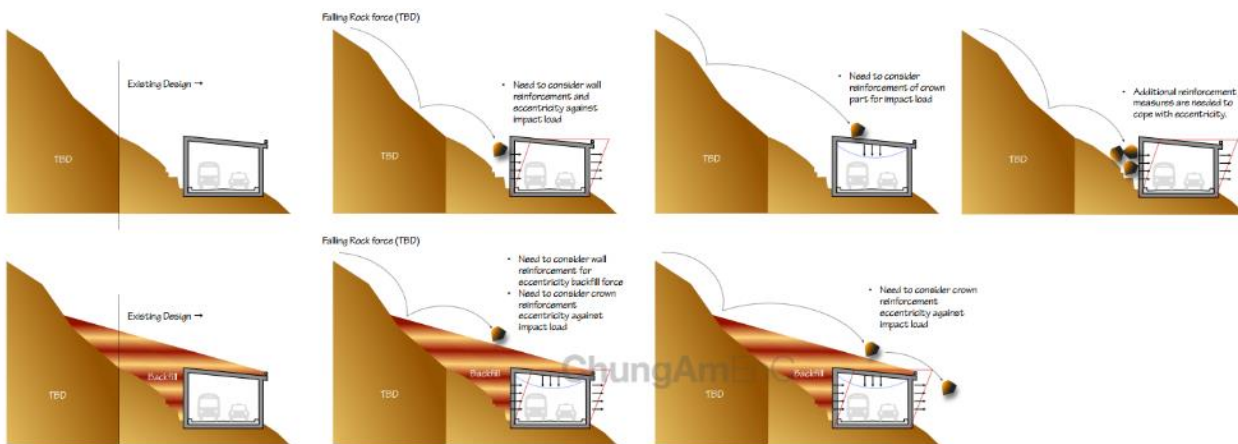
Hình 3. Đá rơi trên QL6 ngày 4/8/2023 trúng 1 xe ô tô (Nguồn: vtcnews.vn)



Hình 4. Đá rơi trên QL12 ngày 8/8/2024 làm chết 1 người (Nguồn: baolaichau.vn)

### Giải pháp bán hầm phòng tránh đá rơi (RockShed Tunnel)

Giải pháp bán hầm phòng tránh đá rơi là một loại kết cấu công trình được thiết kế nhằm bảo vệ người cũng như phương tiện trên các tuyến giao thông ở khu vực có nguy cơ đá rơi hoặc lở đất từ các sườn núi cao và dốc. Kết cấu này thường bao gồm: (1) Mái che (Roofing Structure) thường được làm từ bê tông cốt thép chịu lực cao, kết cấu thép, hoặc vật liệu composite tùy thuộc vào tải trọng thiết kế; (2) Trụ đỡ (Supporting Columns) bằng bê tông cốt thép hoặc thép chịu lực cao; (3) Móng (Foundation) nông hoặc móng sâu tùy điều kiện địa chất; (4) Tường chắn (Retaining Walls); (5) Hệ thống thoát nước (Drainage System); (6) Lớp phủ bảo vệ bề mặt (Surface Protection Layer); (7) Phần nối kết cấu với địa hình (Interface with Terrain) với vật liệu đất đá tự nhiên, bê tông, hoặc đất gia cố.



Hình 5. Bán hầm tránh đá rơi không có và có lớp đắp trên nóc (ChungAmEnC®, 2024) [10]



Khi xảy ra hiện tượng đá rơi hoặc lở đất, mái che sẽ hấp thụ và phân tán lực tác động, trụ đỡ và móng chịu tải trọng phân bố, trong khi tường chắn và hệ thống thoát nước đảm bảo an toàn lâu dài cho kết cấu. Hệ thống bán hầm tránh đá rơi được xây dựng trên các tuyến đường ô tô vùng núi vừa để ngăn chặn đá rơi, bảo vệ an toàn cho người và phương tiện di chuyển bên dưới chân dốc, còn có thể được thiết kế để phù hợp hay hài hòa với cảnh quan xung quanh, góp phần bảo vệ môi trường.



Hình 6. Bán hầm tránh đá rơi trên đường ô tô (Ghadimi Khasraghy, 2011) [11]



Hình 7. Bán hầm tránh đá rơi trên đường ô tô (ChungAmEnC®, 2024) [10]

Ưu điểm của kết cấu bán hầm phòng tránh đá rơi: (1) Kết cấu giúp giảm thiểu đáng kể rủi ro tai nạn do đá rơi và lở đất; (2) Được xây dựng từ vật liệu bền vững như bê tông cốt thép, kết cấu bán hầm có khả năng chịu tải và thời gian sử dụng lâu dài; (3) Thiết kế có thể được tích hợp với cảnh quan xung quanh, hạn chế tác động tiêu cực đến môi trường tự nhiên.

Các loại kết cấu bán hầm phòng tránh đá rơi phổ biến dạng bê tông cốt thép, thường phù hợp với khu vực có đá rơi tải trọng lớn. Kết cấu khung thép kết hợp vật liệu nhẹ chủ yếu thích hợp với địa hình dễ thi công hoặc khu vực ít chịu áp lực từ đá rơi. Kết cấu mái che bằng vật liệu composite hoặc thậm chí bằng gỗ, sử dụng tại các khu vực ít đá rơi và ưu tiên yếu tố thẩm mỹ.

Phạm vi ứng dụng bán hầm phòng tránh đá rơi thích hợp tại các tuyến đường đèo, đường qua vùng núi có địa hình hiểm trở, độ dốc và chiều cao lớn, thường xuyên xảy ra hiện tượng đá rơi, đá lăn. Khu vực gần dân cư hoặc các tuyến đường giao thông quan trọng cần đảm bảo an toàn.

Điểm hạn chế chính với giải pháp này thường có chi phí đầu tư ban đầu khá cao, yêu cầu kỹ thuật và chuyên nghiệp cao khi tính toán chi tiết tải trọng, độ bền và khả năng thoát nước, cần duy trì và kiểm tra định kỳ hay bảo trì để đảm bảo công trình luôn trong trạng thái hoạt động tốt. Vì thế, giải pháp bán hầm phòng tránh đá rơi thường được thiết kế ở những khu vực có nguy cơ đá rơi cao, địa hình khó cho phép áp dụng các giải pháp khác.

### Trình tự thiết kế bán hầm phòng tránh đá rơi (RockShed Tunnel)

Trình tự thiết kế theo [12] gồm các bước chính sau:

**Bước 1** - Xác định điều kiện của đá rơi và đặc điểm sườn dốc

- (1) Điều kiện của đá rơi cần xác định gồm: (a) Quy mô đá rơi tiềm tàng; (b) Chiều cao rơi; (c) Kích thước của đá rơi; (d) Các điều kiện có tính đặc trưng khác.
- (2) Đặc điểm của sườn dốc: (a) Điều kiện địa chất; (b) Độ dốc của sườn dốc; (c) Thảm thực vật trên sườn dốc; (d) Chiều cao sườn dốc; (e) Các điều kiện có tính đặc trưng khác.

**Bước 2** - Tính toán tải trọng cần xem xét trong thiết kế

- (1) Các loại tải trọng: (a) Tĩnh tải; (b) Áp lực đất và áp lực nước; (c) Trọng lượng vật liệu lắng đọng trên nóc; (d) Tải trọng va đập của đá rơi; (e) Tải trọng động đất.
- (2) Tổ hợp tải trọng: (a) Trong trường hợp bình thường; (b) Trong trường hợp động đất; (c) Khi xảy ra đá rơi; (d) Các trường hợp khác (khi bị ô tô va đập) nếu cần thiết.

**Bước 3** - Tính toán và thiết kế kết cấu



- (1) Nghiên cứu các kết cấu thay thế: (a) Kết cấu trên; (b) Kết cấu dưới chân sườn núi; (c) Kết cấu dưới sườn thung lũng.
- (2) Tính toán kết cấu: (a) Kiểm tra độ ổn định của móng; (b) Kiểm tra độ bền cho phép của từng loại vật liệu sử dụng trong hệ kết cấu sử dụng.

## Thay lời kết

Giải pháp bán hầm phòng tránh đá rơi (RockShed Tunnel) đã được sử dụng và xây dựng tại nhiều nước trên thế giới, chứng minh hiệu quả trong giảm thiểu thảm họa đường bộ do đá rơi đá lăn nhờ cách hấp thụ lực tác động hoặc thay đổi hướng chuyển động của khối đá vỡ và đá rơi.

Trên nhiều tuyến đường bộ vùng núi nước ta đã nhiều lần xảy ra và hiện hữu nguy cơ rất cao tiếp tục có đá rơi, đá lở, đá lăn. Thậm chí có những vị trí đá rơi gây hậu quả nghiêm trọng lặp đi lặp lại và khó áp dụng các giải pháp phòng chống đang triển khai. Giải pháp bán hầm phòng tránh đá rơi sẽ bổ sung thêm phương án để lựa chọn khi thiết kế trong thời gian tới.

## Tài liệu tham khảo

- [1] <https://thanhnien.vn/da-lan-tu-nui-cam-de-bep-xe-du-lich-6-nguoi-chet-185411322.htm>
- [2] <https://dantri.com.vn/xa-hoi/xe-con-bep-rum-vi-da-lo-roi-trung-tai-xe-tu-vong-20180603202057956.htm>
- [3] <https://cand.com.vn/Giao-thong/Da-roi-de-bep-xe-khach-16-cho-khien-5-nguoi-bi-thuong-nang-i485931/>
- [4] <https://www.dienbientv.vn/tin-tuc-su-kien/xa-hoi/201908/dien-bien-clip-da-truot-roi-xuong-quoc-lo-12-gay-hu-hong-2-xe-o-to-5644944/>
- [5] <https://baolaichau.vn/atgt/s%E1%BA%A1t-l%E1%BB%9F-l%C3%A0m-ch%E1%BA%Bft-m%E1%BB%99t-ng%C6%B0%E1%BB%9Di-tr%C3%AAn-qu%E1%BB%91c-l%E1%BB%99-12>
- [6] <https://vtcnews.vn/sat-lo-dat-da-de-nat-dau-o-to-tren-quoc-lo-6-ar810557.html>
- [7] <https://baotintuc.vn/xa-hoi/khac-phuc-su-co-da-roi-gay-tac-quoc-lo-279-o-dien-bien-20210804094729193.htm>
- [8] <https://www.moitruongvadothi.vn/sat-lo-quoc-lo-6-2-o-to-bi-dat-da-de-trung-gay-un-tac-giao-thong-a172830.html>
- [9] <https://vnanet.vn/vi/anh/anh-thoi-su-trong-nuoc-1014/bac-kan-mot-nguoi-chet-do-da-lo-tren-quoc-lo-3-4003735.html>
- [10] ChungAmEnC® (2024). Rockshed Tunnel, workshop in geotechnical engineering preventing slope failures on mountainous roads, Geotechnical Department, University of Transport and Communications September 18th, 2024 / Hanoi, Vietnam.
- [11] K. Schellenberg, C. Röthlin, S. Ghadimi-Khasraghy & T. Vogel (2012). A Review on the Design of Rock Sheds with a Cushion Layer. Proceedings of the 11th International Symposium on Landslides and 2nd North American Symposium on Landslides, Volume 2, CRC Press, p.1221 – 1226.
- [12] Nippon Koei Co., Ltd. Oyo International Corporation (2007). The Study on Risk Management for Sediment-Related Disaster on Selected National Highways in the Republic of the Philippines, Final Report Guide III, Road Slope Protection.



## Một số giải pháp mới để bảo vệ mái dốc, phòng chống thiên tai cho khu vực đồi núi ở Việt Nam

New solutions to protect slopes and prevent natural disasters in mountainous areas in Vietnam

Lê Bá Vinh

Trường Đại học Bách khoa TP HCM, ĐHQG TP HCM. Email: [lebavinh@hcmut.edu.vn](mailto:lebavinh@hcmut.edu.vn)

Hirahara Naoyuki

Công ty TNHH Okasan Livic Vietnam. Email: [hirahara@okasanlivic.co.jp](mailto:hirahara@okasanlivic.co.jp)

Nguyễn Hữu Phương

Công ty TNHH Okasan Livic Vietnam. Email: [thephuong@okasanvietnam.com.vn](mailto:thephuong@okasanvietnam.com.vn)

Lê Bá Khánh

Trường Đại học Bách khoa TP HCM, ĐHQG TP HCM. Email: [lbkhanh@hcmut.edu.vn](mailto:lbkhanh@hcmut.edu.vn)

Tô Lê Hương

Trường Đại học Bách khoa TP HCM, ĐHQG TP HCM. Email: [tolehuong@hcmut.edu.vn](mailto:tolehuong@hcmut.edu.vn)

### Tóm tắt

Ở Việt Nam, quá trình phát triển đất đai nhanh chóng và biến đổi khí hậu đã dẫn đến tình trạng xói mòn đất ngày càng gia tăng, trở thành một vấn đề nghiêm trọng, có thể gây ra thiệt hại kinh tế đáng kể. Để ứng phó, giải pháp thẩm chống xói mòn "TAKINO Filter" vốn đã được áp dụng tốt tại Nhật Bản, được giới thiệu như một giải pháp công nghệ cho Việt Nam. Bài báo này sẽ giới thiệu tổng quan về thẩm chống xói mòn Takino Filter kết hợp với các ống thoát nước ngang qua (trường hợp lắp đặt thử nghiệm tại tỉnh Kon Tum, Việt Nam vào năm 2022). Kết quả đánh giá vào năm 2023 đã xác nhận hiệu quả tích cực của "TAKINO Filter" trong việc ngăn chặn xói mòn. Ngoài ra, bài báo cũng giới thiệu giải pháp giếng thu nước bằng tấm "Liner Plate" góp phần hạ mực nước ngầm, ngăn chặn trượt đất.

### Giới thiệu chung

Trước sự ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, ở Việt Nam ngày càng có nhiều cơn mưa lớn, kéo dài, gây sạt lở đất nghiêm trọng, ảnh hưởng tới tình hình giao thông, kinh tế, cũng như sức khỏe, tính mạng của người dân, Công ty TNHH Okasan Livic Việt Nam (viết tắt OKVN) mong muốn thúc đẩy phát triển các giải pháp, công nghệ của Nhật Bản vào Việt Nam nhằm hạn chế, giảm thiểu thiệt hại do sạt lở đất gây ra khi chịu ảnh hưởng của mưa, bão. Vì lẽ đó, những năm gần đây OKVN cũng đã thực hiện một số công trình nhằm chứng minh tính hiệu quả của các giải pháp này. Tùy theo nguyên nhân hình thành, kiểu dịch chuyển mà sạt lở đất có thể được chia làm 3 loại chính: (1) sạt lở, (2) trượt đất, và (3) trượt dòng. Trong 3 loại hình kể trên thì sạt lở và trượt đất thường xảy ra ở Việt Nam.

### Thẩm thoát nước mặt dốc đa năng – Takino Filter

Lưới Takino là một loại lưới thẩm trải mái dốc, nhằm hạn chế nước mưa ngấm, xâm thực mái dốc gây sạt lở [1]. Với "mạng lưới" của lớp bảo vệ, có bề dày 10 mm, giúp giảm thiểu tác động trực tiếp của nước mưa tới mặt dốc, đồng thời "mạng lưới" này cũng giúp thoát nước từ bên trong, giảm thiểu tốc độ dòng chảy từ đó ngăn chặn được việc mái dốc bị xâm thực.

Được sự hỗ trợ của Sở Giao thông vận tải (GTVT) tỉnh Kon Tum, OKVN đã thực hiện thi công thí điểm trải lưới Takino trên một phần mái dốc đào tại Km12+300, đường tỉnh 674 (DT674), đoạn qua huyện Sa



Thầy, tỉnh Kon Tum (Hình 1). Trên địa bàn tỉnh Kon Tum đã nhiều lần xảy ra việc sạt lở đất, mà việc nước mưa xâm thực vào nền đất dẫn đến sạt lở được xem là nguyên nhân chính. Công trình thí điểm này nhằm kiểm chứng tính hiệu quả của lưới Takino trong việc hạn chế, ngăn chặn sạt lở mái dốc tại Việt Nam. Với đặc tính dễ thi công, rẻ tiền, OKVN đặt kỳ vọng giải pháp lưới Takino có thể được sử dụng rộng rãi, phổ biến hơn. Kết quả đánh giá vào năm 2023 đã xác nhận hiệu quả tích cực của "TAKINO Filter" trong việc ngăn chặn xói mòn.

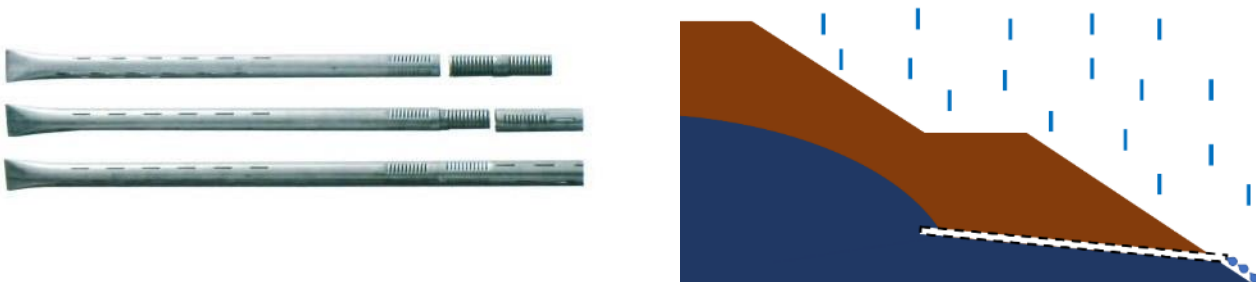


Hình 1. Hình ảnh thực tế của mái dốc thực hiện thí điểm trải lưới Takino.

### Ống thoát nước mái dốc

Ống thoát nước mái dốc (Hình 2) là 1 loại ống thép, có bố trí các lỗ thoát nước dọc theo thân ống, đồng thời đầu ống được gia công để giúp có thể cắm trực tiếp vào đất mà không cần khoan tạo lỗ. Đây là giải pháp được thi công, lắp đặt vào những vị trí có mực nước ngầm cao, từ đó hỗ trợ, làm gia tăng khả năng thoát nước ngầm cho đất nền.

Cùng địa điểm với công trình thí điểm trải lưới Takino kể trên, OKVN cũng đã tiến hành thi công thử nghiệm đồng thời ống thoát nước mái dốc cho đoạn đường đào tại Km12+300 DT674. Ống thoát nước mái dốc được thi công thử nghiệm là loại ống sản xuất tại Việt Nam nhằm mục đích kiểm nghiệm tính khả thi của kỹ thuật thoát nước này. Mặc dù bên trong nền đất có lẫn nhiều đá, sỏi, làm ảnh hưởng tới khả năng thi công chung, nhưng đúng như kế hoạch đề ra, công trình đã bước đầu thi công hoàn thiện, đang trong giai đoạn đánh giá hiệu quả. Việc lắp đặt ống thoát nước vào những mặt dốc có mực nước ngầm lớn, sẽ giúp hạ thấp mực nước trong đất, từ đó góp phần làm gia tăng tính ổn định của mái dốc, hạn chế sạt lở.

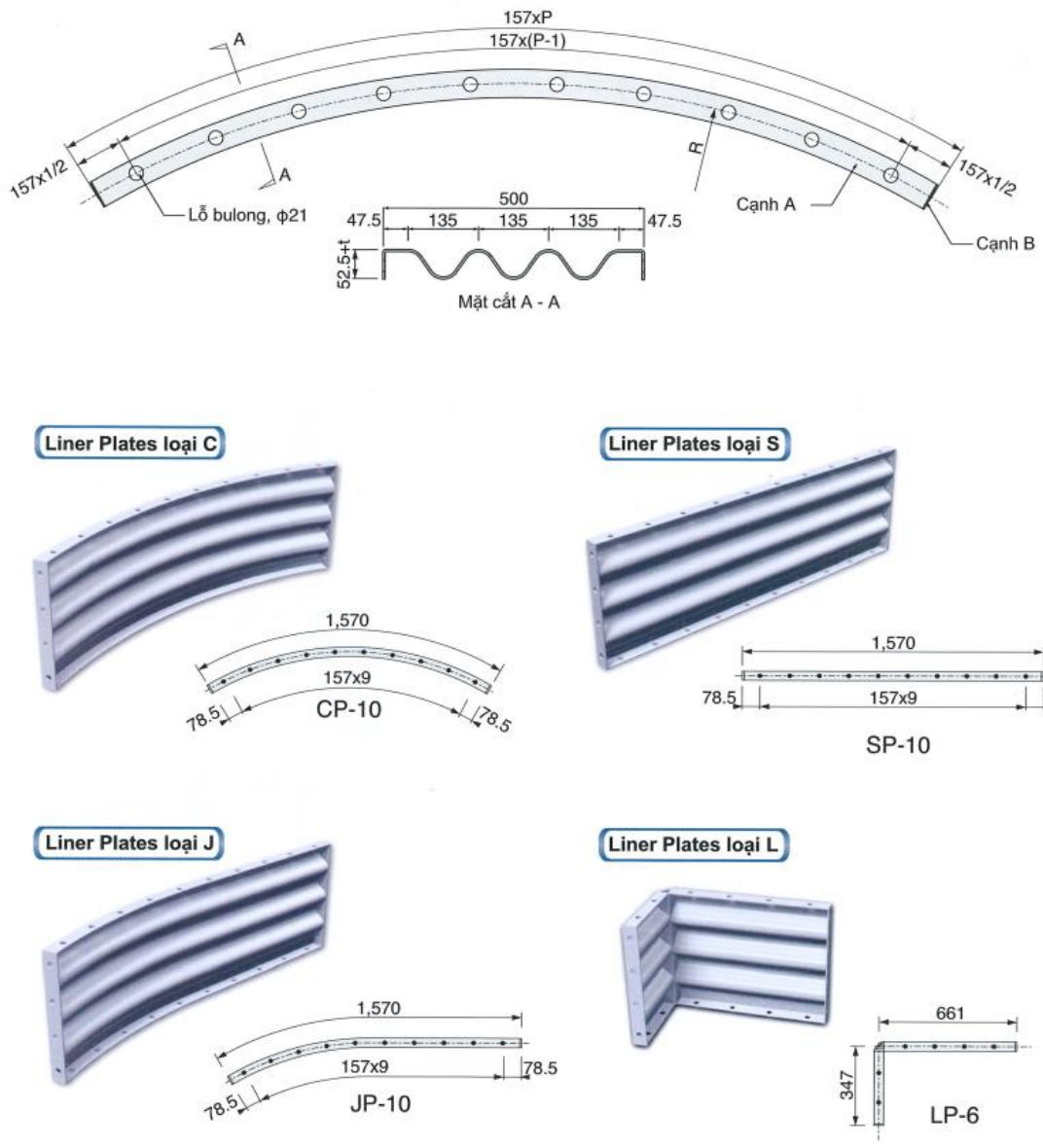


Hình 2. Ống thoát nước dùng cho mái dốc.



### Giếng thu nước bằng “Liner Plate”

Liner Plate là những tấm thép tiền chế, được gia công với hình dạng gợn sóng, với cường độ cao, chịu được áp lực đất lớn được liên kết bằng đường hàn với các bản thép ở bốn cạnh (Hình 3, 4, và 5)[2]. Với mục đích dễ thi công, có thể trực tiếp lắp ráp tại hiện trường, Liner Plate được chia thành những phần nhỏ, có thể dễ dàng vận chuyển ngoài hiện trường bằng sức người mà không cần tới máy móc phức tạp. Mặt khác, giếng thu nước là một giải pháp giúp thoát nước từ những vị trí sâu trong lòng đất, khó bố trí thoát nước mặt, từ đó góp phần hạ mực nước ngầm, ngăn chặn trượt đất.



Hình 3. Hình dạng và kích thước Liner Plates [2]

OKVN cùng với Công ty cổ phần Địa chất Kawasaki đã cùng nhau phối hợp, thi công giếng thu nước tại thành phố Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng (Hình 6). Tại vị trí thi công, trước đây đã từng xảy ra trượt đất, làm hư hại cho các công trình lân cận. Theo yêu cầu của tỉnh Lâm Đồng, Công ty cổ phần Địa chất Kawasaki đã thực hiện khảo sát địa chất, tìm hiểu nguyên nhân gây trượt đất tại đây. Theo đó, vào mùa khô, do mực nước ngầm ở mức thấp nên việc trượt đất không có nhiều lo ngại. Tuy nhiên, vào mùa mưa, với lượng mưa lớn, kéo dài, làm cao độ mực nước ngầm dâng cao, từ đó làm nền đất mất ổn định, gây trượt. Việc bố trí giếng thu nước đã cho thấy kết quả rõ rệt khi duy trì mực nước ngầm ở mức ổn định, không dâng cao dù trong mùa mưa kéo dài, từ đó duy trì tính ổn định của nền đất, không bị trượt.



Hình dạng	Tròn	Oval	Hình chữ nhật	Móng ngựa
Hình dạng tổ hợp				
Loại Liner Plates	loại C	loại C, J, S	loại S, L	loại C, J, S

Hình 4. Các dạng kết hợp của Liner Plates [2]



Hình 5. Giếng thu nước sử dụng Liner Plates [2]



Hình 6. Giếng thu nước thi công bằng tấm lắp ghép Liner Plate.

Giếng thu nước không nhất thiết phải cấu thành từ các tấm lắp ghép Liner Plate, nhưng nếu xét đến tính thi công của các ống dẫn nước về giếng thu thì việc sử dụng các tấm lắp ghép Liner Plate có ưu điểm thi công thuận lợi hơn so với giếng bê tông cốt thép.

**Kết luận**

Trên đây là những giải pháp, kỹ thuật phòng chống, hạn chế sạt lở mà OKVN mong muốn thúc đẩy phát triển ở Việt Nam. Thảm chống xói mòn "TAKINO Filter" kết hợp với các ống thoát nước ngang là một trong những giải pháp khả dụng. Quá trình thi công nhanh và chi phí của nó rẻ hơn nhiều so với các phương pháp khác. Một ứng dụng thử nghiệm của thảm chống xói mòn tại Kontum được trình bày trong bài này cho thấy khả năng áp dụng của giải pháp này tại Việt Nam. Tuy nhiên, cần tiến hành nhiều lần thử nghiệm hơn nữa tại Việt Nam để đánh giá hiệu quả của thảm Takino đối với điều kiện sông và biển. Hy vọng những giải pháp này sẽ góp một phần vào nguồn tài liệu tham khảo cho việc thiết kế các công trình phòng chống thiên tai về sau.

**Tài liệu tham khảo**

- Introduction of Takino Filter mat, Takino Inc, Feb. 7th, 2024
- Introduction of Liner Plate, JFE Corp, Aug., 2024



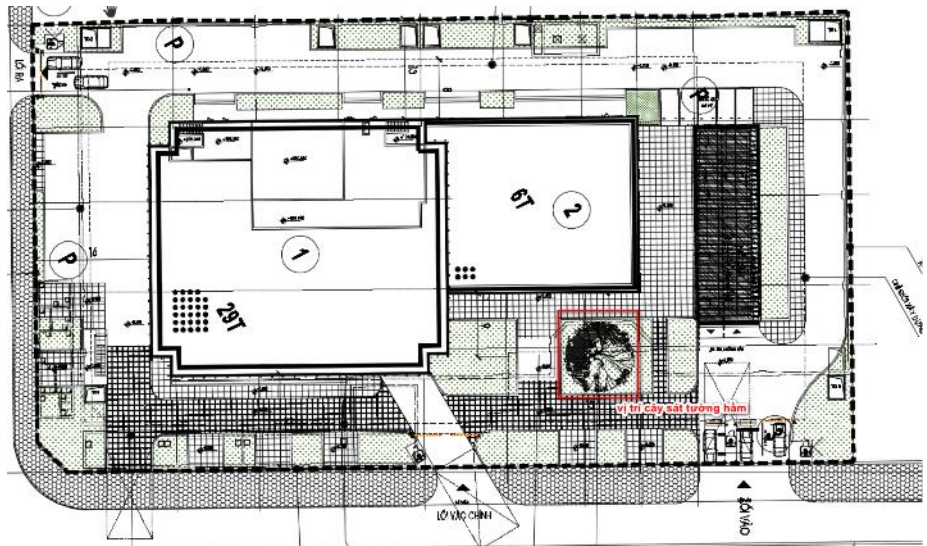
## Tường chắn đất bằng cọc khoan nhồi bê tông cốt thép đường kính nhỏ - Ví dụ điển hình dự án “Tháp VOV”

Nguyễn Hồng Văn

Công ty cổ phần Tư vấn đầu tư & Thiết kế xây dựng Việt Nam CDC. E-mail: [van.nh@cdcjsc.vn](mailto:van.nh@cdcjsc.vn)

Tòa Tháp VOV Mễ Trì được xây dựng trong khu vực Đài phát sóng phát thanh Mễ Trì, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội. Công trình là một tổ hợp 29 tầng nổi với tổng chiều cao tính từ cao độ ±0.000 là 109.50m và 02 tầng hầm.

Dự án nằm trong khuôn viên rộng hơn 6000m<sup>2</sup> và có 1 cây đa di sản cần phải bảo tồn, gìn giữ theo quy hoạch chi tiết khu đài phát sóng phát thanh Mễ Trì, và đã được UBND thành phố Hà Nội phê duyệt tại quyết định số 2119/QĐ-UBND ngày 11/05/2015.



Hình 1. Hình ảnh công trình và vị trí cây di sản cần bảo vệ khi thi công dự án

### Các thách thức đặt ra

- *Gìn giữ cây di sản:* Khu vực xây dựng tầng hầm khối nhà 2 sát vị trí cây đa, thậm chí khi thiết kế phải lùi cả phần hầm vào nhường đất cho cây.
- *Bảo vệ và phát triển cây:* Trong quá trình thi công không di chuyển cây, cần tạo được bồn cây lớn khi thi công đào mở 2 tầng hầm của tháp. Khu vực thi công công trình khá hạn chế do thân cây to lớn, nhiều tán và không được chặt hay tỉa cành.
- *Về địa chất và thủy văn:* Trong quá trình khảo sát địa chất của dự án nhận thấy lớp đất từ bề mặt đến đáy hầm 2 là lớp số 2a: Cát pha, dẻo mềm đến dẻo chảy, dày gần 3m và có nước thấm từ tầng đáy lớp này nước tàng trữ trong phần này dễ gây sập lở thành hố đào và chảy vào hố móng làm bồn cây vỡ.

### Các giải pháp xem xét

Yêu cầu đặt ra như nêu trên cần phải có giải pháp phù hợp trong quá trình thi công công trình nói chung và hố đào (tầng hầm) nói riêng phù hợp với điều kiện địa chất công trình, cũng như tính khả thi của biện



pháp thi công. Về mặt lý thuyết, có nhiều giải pháp công trình để phòng chống sụt trượt, cơ bản gồm các nhóm như:

**Giải pháp chống trượt cho gốc và toàn bộ cây đa khi thi công đến đáy móng hầm**

Biện pháp phòng chống mất ổn định đất đá trên bờ dốc được áp dụng phổ biến hiện nay ở nước ta là các nhóm giải pháp như: đào hạ thấp hay tạo nhiều cơ nhằm giảm tải đất đá trên bờ dốc; tạo phản áp chân bờ dốc; kết cấu tường chắn cứng - tường kè (bê tông, bê tông cốt thép (BTCT), cọc BTCT, cọc thép, đá xây...) các giải pháp kiểm soát thoát nước mặt và nước ngầm ở chân dốc ...

**Giải pháp chắn giữ hố đào (khi thi công tầng hầm)**

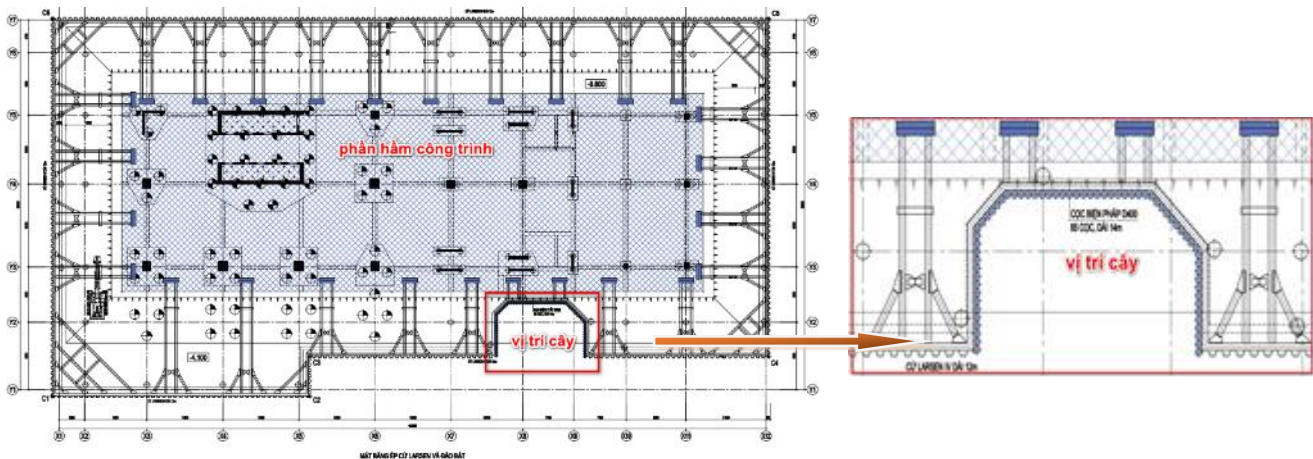
Các giải pháp kết cấu chắn giữ trong quá trình thi công hố đào sâu thường được sử dụng hiện nay như: Cừ Larsen; Tường vây (tường barrette); Cọc cừ bê tông cốt thép dự ứng lực; Cọc khoan nhồi Secant pile... Tùy vào từng điều kiện cụ thể sẽ lựa chọn kết cấu chắn giữ phù hợp.

Dự án ở đây có hai tầng hầm, độ sâu đào hố móng từ vỉa hè hiện tại xuống khoảng 7.5m. Việc thi công biện pháp chắn giữ hố đào bằng cừ thép Larsen, cọc BTCT dự ứng lực có thể ép qua và ngàm vào sâu dưới đáy hố đào. Khả năng liên kết cũng như tính đồng bộ với giải pháp chống trượt sườn dốc là phù hợp nhưng không gian thi công khó khăn do tán và cành lá cây lớn không triển khai được máy móc.

Tương tự với tường Barrette thường sử dụng chủ yếu là trọng lượng của gầu đào để cạp đất, nhưng trong trường hợp này khả năng bị đứt rễ cây rất cao cùng thời gian thi công sẽ kéo dài và chi phí tăng lên rất nhiều.

Để thỏa mãn các điều kiện trên, Tư vấn thiết kế lựa chọn giải pháp tường chắn đất cọc khoan nhồi đường kính nhỏ trong phạm vi cây di sản và kết hợp hệ cừ Larsen ngoài phạm vi cây di sản này. Bởi khả năng khoan xuyên qua các lớp đất đá rắn chắc, tính cách nước cao, khả năng chịu lực khi kết hợp với hệ neo đất, thanh chống... có thể đảm bảo yêu cầu ổn định. Bên cạnh đó hiện nay các biện pháp thi công cọc khoan nhồi với nhiều đường kính khác nhau đã tương đối phổ biến tại Việt Nam. Mặt khác các đơn vị thi công luôn có sẵn các thiết bị thi công cọc với chi phí hợp lý. Do vậy giải pháp tường chắn đất bằng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ thay thế một phần cừ thép Larsen là phù hợp trong điều kiện của dự án.

Dự án này được thiết kế hệ tường chắn đất bằng cọc khoan nhồi có đường kính 400mm, chiều sâu 14,0m so với mặt đất hiện trạng cho kết quả tính toán và với chi phí hợp lý được chủ đầu tư chấp thuận.



Hình 2: Mặt bằng tầng hầm và vị trí phần cọc D400

**Tính toán ổn định giải pháp được chọn**

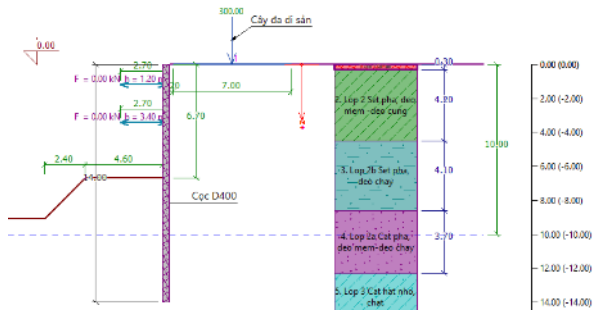
Trong tính toán, để tăng mức độ an toàn, sử dụng hố khoan HK-4 vừa đảm bảo gần vị trí cây và có điều kiện địa chất công trình bất lợi hơn các lỗ khoan khảo sát khác.

Cọc khoan nhồi D400, chiều sâu tính từ mặt đất tự nhiên có chiều dài là 14,0m. Vật liệu dùng để thi công là bê tông mác M350 (B25), cốt thép CB400V và 1 dầm BTCT khoá đỉnh hệ cọc.

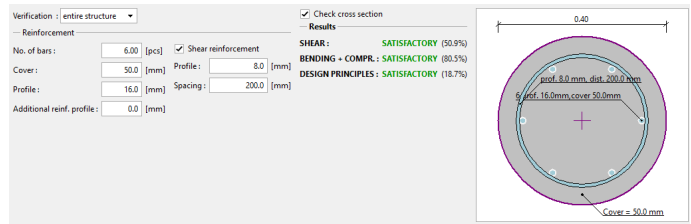


Phụ tải mặt đất tải trọng công trình liền kề và thiết bị thi công được quy đổi thành tải phân bố đều với cường độ lấy  $q = 300\text{kN}$  và trong phạm vi từ mép ngoài tường chắn là  $7,0\text{m}$ .

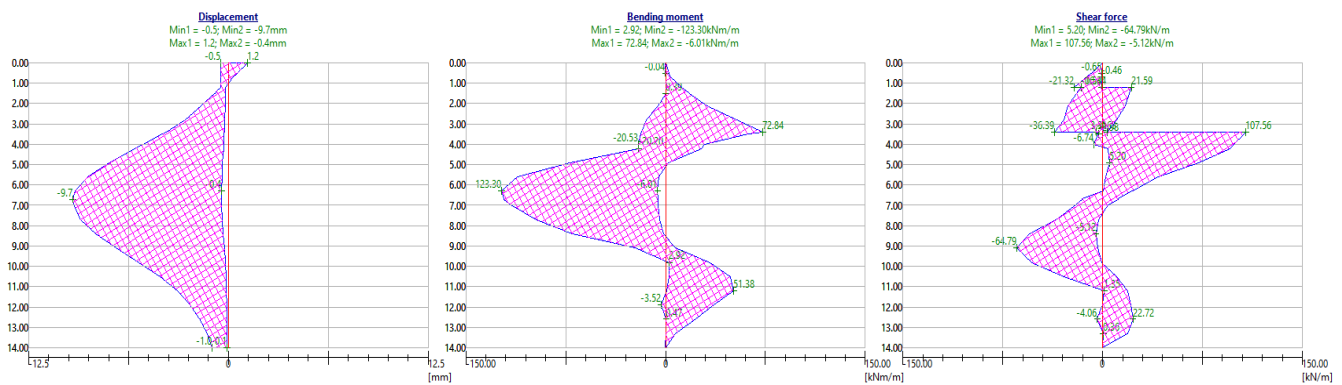
Sử dụng mô đun Sheeting Check và Slope Stability trong bộ phần mềm Địa kỹ thuật Geo5 để kiểm tra, kết quả cho các trường hợp thi công đào đất.



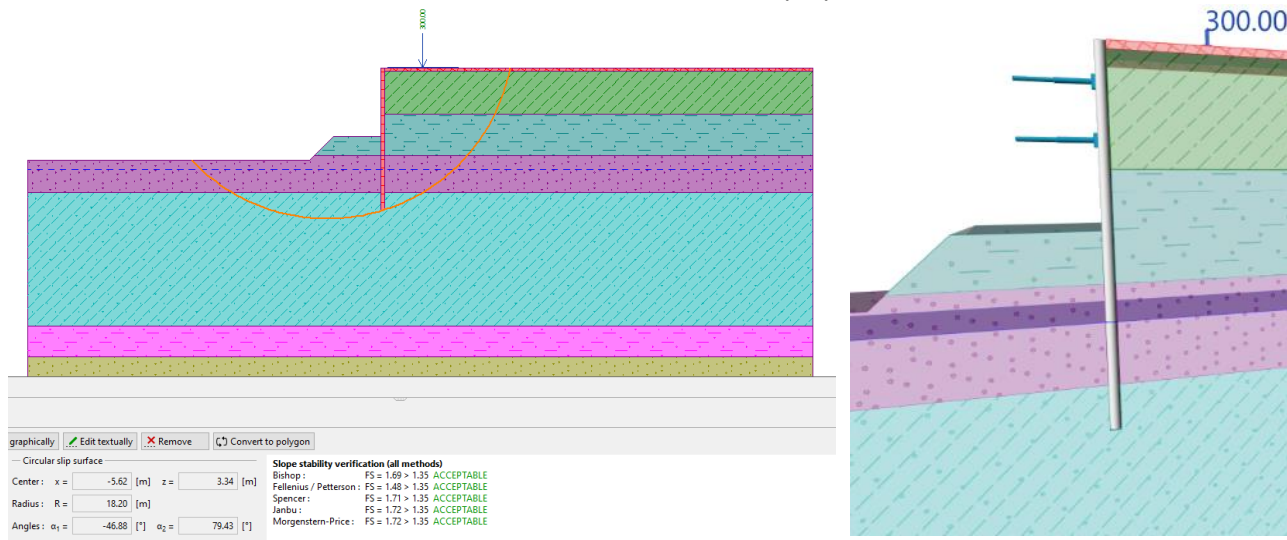
Hình 3: Mô hình tính toán



Hình 4: Kiểm tra tiết diện



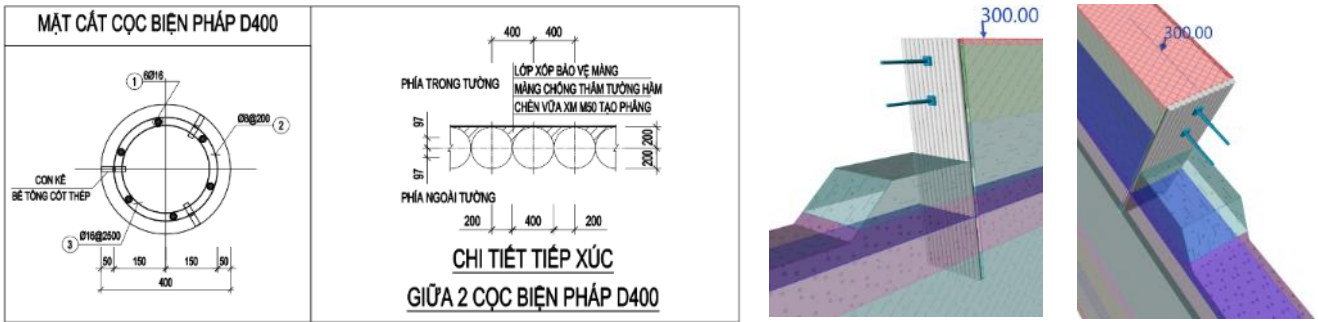
Hình 5: Biểu đồ bao nội lực



Hình 6: Kiểm tra khả năng trượt và bố trí cốt thép hệ cọc



### Bố trí cốt thép cho cọc



Hình 7: Bố trí cốt thép hệ cọc

### Kết quả tính toán và đánh giá

Kết quả phân tích bằng phần mềm Geo5 modul *Sheeting Check* và *Slope Stability* cho phép rút ra một số nhận xét sau:

- + Tường chắn thay thế cừ thép Larsen sử dụng hệ cọc khoan nhồi BTCT có đường kính nhỏ D400 đảm bảo ổn định theo yêu cầu. Có thể kết hợp hài hoà với giải pháp tường chắn đất phía dưới.
- + Biện pháp tường chắn đất sử dụng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ D400 đảm bảo tính khả thi thi công và ổn định khi sử dụng khai thác công trình.
- + Quá trình thi công hố đào tầng hầm cho kết quả tường chắn đảm bảo khả năng chịu lực. Chuyển vị của hệ tường cọc nằm trong giới hạn cho phép. Khả năng cách nước của tường tốt, trong hố đào luôn được giữ khô ráo, không bị mất nước cho cây.

Qua dự án thực tế này cho thấy, việc sử dụng tường chắn đất bằng hệ cọc BTCT có đường kính nhỏ khi thi công phần ngầm các công trình có địa hình và không gian bị giới hạn như toà tháp VOV Mễ Trì nói riêng có nhiều ưu điểm và triển vọng mở rộng áp dụng. Có thể thay thế các giải pháp truyền thống khác như tường cừ Larsen, tường barrette trong trường hợp bị giới hạn không gian thi công ...

### Hình ảnh thực tế từ dự án





Hình 8: Hình ảnh vị trí của cây, hệ tường cừ thép phía trước và sau công trình khi thi công



Hình 9: Thi công xong phần hầm và thân công trình



Hình 10: Công trình đang hoàn thiện



## Giải pháp tường chắn đất có cốt trong ổn định mái đắp nền đường

Phạm Thanh Năm

Công ty CPSX đầu tư xây dựng Hưng Việt. Email: [nam.pt@hungvietgroup.vn](mailto:nam.pt@hungvietgroup.vn)

Nguyễn Hữu Hoàng

Công ty CPSX đầu tư xây dựng Hưng Việt. Email: [hoang.nh@hungvietgroup.vn](mailto:hoang.nh@hungvietgroup.vn)

Trần Quốc Hoàn

Công ty CPSX đầu tư xây dựng Hưng Việt. Email: [hoan.tq@hungvietgroup.vn](mailto:hoan.tq@hungvietgroup.vn)

### Tóm Tắt:

Ổn định mái đắp nền đường tại những khu vực địa hình đồi núi khó khăn hiểm trở luôn là bài toán phức tạp trong lĩnh vực giao thông. Trong bài viết này, chúng tôi đưa ra giải pháp tham khảo, trích dẫn từ dự án thực tiễn: dự án đường giao thông liên vùng kết nối đường Hồ Chí Minh với quốc lộ 70B, quốc lộ 32C tỉnh Phú Thọ đi tỉnh Yên Bái. Tuyến đường thiết kế theo quy mô đường cấp III miền núi, tốc độ thiết kế 60 km/h. Khu vực tuyến đi qua có địa hình khó khăn, tính ổn định của địa chất đất lẫn sỏi sạn là không cao vì vậy cần ưu tiên phương án thiên về nền đắp để kiểm soát tính ổn định của nền đường. Tại các vị trí sát sườn dốc, chiều cao thiết kế lớn, TVTK đưa ra giải pháp tường chắn đất có cốt lưới địa kỹ thuật.

### Abstract:

Stabilizing embankments in mountainous areas with difficult terrain is always a complex problem in the field of transportation. In this article, we propose a reference solution, extracted from a real project: Inter-regional traffic project connecting Ho Chi Minh road with National Highway 70B, National Highway 32C from Phu Tho province to Yen Bai province. The route is designed according to the scale of a grade III mountainous road, with a design speed of 60 km/h. The area the route passes through has difficult terrain, the stability of soil and gravel is not high, so priority should be given to embankment solutions to control the stability of the roadbed. We propose MSE polymer solution.





### Đặt vấn đề

Tại dự án đường giao thông liên vùng kết nối đường Hồ Chí Minh với quốc lộ 70B, chênh cao thiết kế giữa nền đường và địa chất gốc khá lớn, có nơi lên tới 18 m. Do điều kiện địa chất phức tạp cho nên các lớp đất, dọc tuyến có cao độ mặt lớp, bề dày biến đổi lớn. Địa tầng khu vực xây dựng công trình tương đối phức tạp, bề mặt và bề dày các lớp đất, đá biến đổi mạnh, diện phân bố không đều và xen kẽ nhiều.

#### Mô tả các lớp đất:

- Lớp 1a: đất phủ, đất đắp, thổ nhưỡng, đường giao thông;
- Lớp 1b: bùn sét pha, màu xám đen xám nâu, thành phần không đồng nhất.
- Lớp 2a: sét ít dẻo, màu xám nâu, xám đen, trạng thái dẻo chảy đến dẻo mềm.
- Lớp 2b: sét ít dẻo - cát lẫn sét màu xám nâu, xám đen, trạng thái dẻo mềm đến dẻo cứng.
- Lớp 3: sét ít dẻo – cát sét, màu xám nâu, xám ghi, đôi chỗ lẫn dăm cục, dăm sạn, trạng thái nửa cứng.
- Lớp 4: cát lẫn sạn sỏi màu xám ghi; kết cấu chặt vừa đến chặt.
- Lớp 6: sỏi sạn cấp phối kém màu nâu vàng đôi chỗ lẫn sét (sản phẩm đá phiến sét phong hoá mạnh); kết cấu rất chặt.
- *Mô tả địa chất lớp đá:*
- Lớp 7a: đá phiến sét màu xám ghi, xám nâu, phong hóa nứt nẻ mạnh (đôi chỗ phong hoá thành dăm cục, dăm sạn, xen kẽ sét) TCR = 10 - 30%, RQD = 0 - 20%.
- Lớp 7b: đá phiến sét màu xám ghi, xám nâu, phong hóa nứt nẻ mạnh TCR = 20 - 50%, RQD = 0 - 30%.

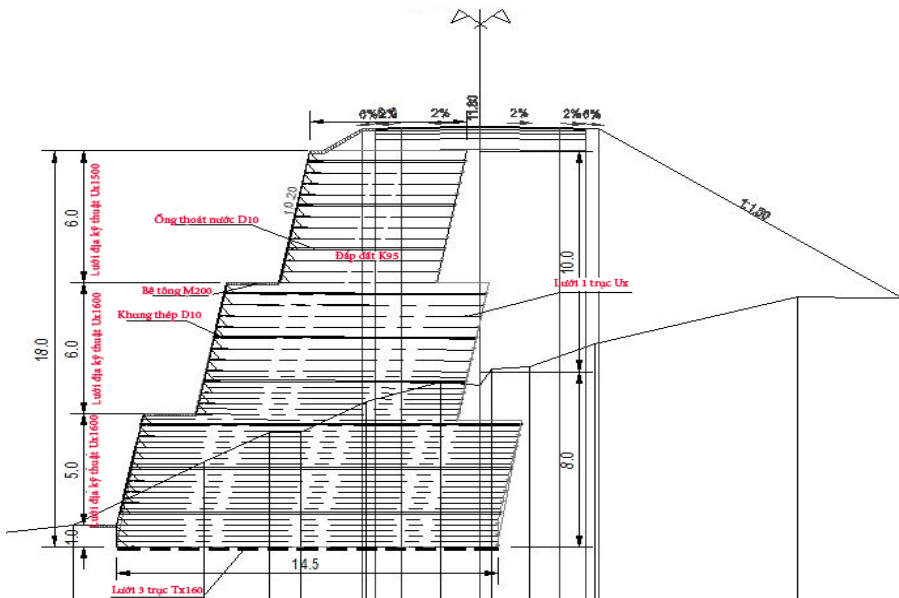
Bảng 1. Thông số địa chất (vị trí khoan tham khảo):

Số TN	Lổ khoan	GIỚI HẠN ATTERBERG				ĐỘ ẨM(W %)	KHỐI LƯỢNG THỂ TÍCH (g/cm <sup>3</sup> )		thí nghiệm cắt trực tiếp		Thí nghiệm nén nhanh a <sub>1,2</sub> cm <sup>2</sup> /kG
		Giới hạn chảy WL (%)	Giới hạn dẻo WP (%)	Chỉ số dẻo IP (%)	Độ sệt (LI)		Tự nhiên Tw	khô yc	Lực dính kết C (kG/cm <sup>2</sup> )	Góc MS trong φ <sup>o</sup>	
<b>4</b>	<b>Tường chắn Km38+691.62-Km38+740</b>										
	<b>Lớp 2a: Sét ít dẻo màu xám vàng, xám đen lẫn dăm sạn. Trạng thái dẻo mềm</b>										
2303	LK36-LKTC11	45.26	25.33	19.93	0.55	36.34	1.81	1.33	0.228	11°22'	0.065
2216	LK37-LKCT12	41.31	19.66	21.65	0.63	33.32	1.82	1.36	0.223	10°09'	0.074
	<b>Trung bình Lớp 2a</b>	<b>45.26</b>	<b>25.33</b>	<b>19.93</b>	<b>0.55</b>	<b>36.34</b>	<b>1.81</b>	<b>1.33</b>	<b>0.225</b>	<b>10°66'</b>	<b>0.069</b>
	<b>Lớp 2b: Sét ít dẻo màu xám vàng lẫn dăm sạn. Trạng thái dẻo cứng</b>										
2304	LK36-LKTC11	41.03	23.13	17.89	0.430	30.82	1.855	1.418	0.221	17°00'	0.041
2217	LK37-LKCT12	35.50	16.11	19.39	0.436	24.57	1.982	1.591	0.228	17°09'	0.039
	<b>Trung bình Lớp 2b</b>	<b>38.26</b>	<b>19.62</b>	<b>18.64</b>	<b>0.43</b>	<b>27.70</b>	<b>1.92</b>	<b>1.50</b>	<b>0.224</b>	<b>17°05'</b>	<b>0.040</b>
	<b>Lớp 7a: Đá phiến sét màu xám ghi, xám nâu, phong hóa nứt nẻ mạnh</b>										
	<b>Trung bình Lớp 7a</b>						<b>2.69</b>		<b>0.680</b>	<b>27°49'</b>	



### Giải pháp thiết kế:

- Chiều cao tường chắn được tính toán ổn định theo địa chất, có chiều cao đến 18 m.
- Hệ số mái tường chắn 1 : m = 1 : 0.2. Tường chắn được chia thành 1 đến 4 bậc cơ tùy thuộc vào chiều cao tường chắn, chiều cao 1 mái dốc điển hình bằng 6 m, chiều sâu ngàm lưới địa tại các lớp được tính toán để đảm bảo ổn định và không bị tuột neo.
- Khoảng cách các lớp cốt gia cường  $S_v = 0,25\text{ m} - 0.5\text{ m}$ . Lưới địa kỹ thuật được kéo căng phẳng và định vị chắc chắn trước khi thi công lớp đất phía trên. Lưới địa được trải vào trong theo phương vuông góc với mặt tường có phần chiều dài lưới bó uốn  $L_u = 1,0\text{ m}$ .
- Lưới địa kỹ thuật được bó uốn qua hệ khung thép làm mặt tường, các tấm lưới địa được ghim neo với nhau bằng neo chữ U hoặc chữ J
- Các lớp đất được làm đầy san gạt và lu nèn đạt K95 trở lên, lưu ý đất đắp không được lẫn các vật liệu khác như cành cây, rễ cây, túi nilon,...
- Lưới địa kỹ thuật gia cường cho tường chắn sử dụng loại UX1500, UX1600 có các giá trị cường lực kéo đứt ngắn hạn tương ứng là 114 Kn/m, 144 Kn/m. Các chủng loại lưới này đảm bảo yêu cầu độ giãn dài khi đứt không vượt quá 11%. .
- Phần móng tường chắn được gia cố lu lèn chặt cùng với các lớp cốt lưới địa kỹ thuật. Chiều sâu móng  $H = 1.0\text{ m}$  tạo lớp nền móng ổn định tăng sức chịu tải.
- Lớp đáy móng sử dụng lưới địa kỹ thuật 3 trục TX160 phân bố tải trọng đều tăng cường. Hệ móng kết cấu lưới địa giúp tăng sức chịu tải của nền. Tường chắn được thiết kế trên nền đất có sức chịu tải tối thiểu  $2,8\text{ Kg/cm}^2 - 4,6\text{ Kg/cm}^2$  (theo từng vị trí).

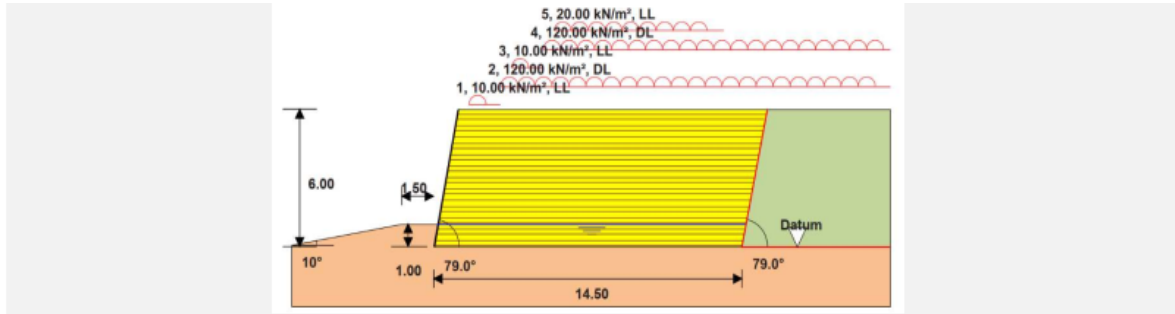


Hình 1. Mặt cắt ngang điển hình đoạn TCCC cao 18 m



**Tính toán Ổn định**

- *Cơ dưới : Chiều cao kiểm toán 6 m*

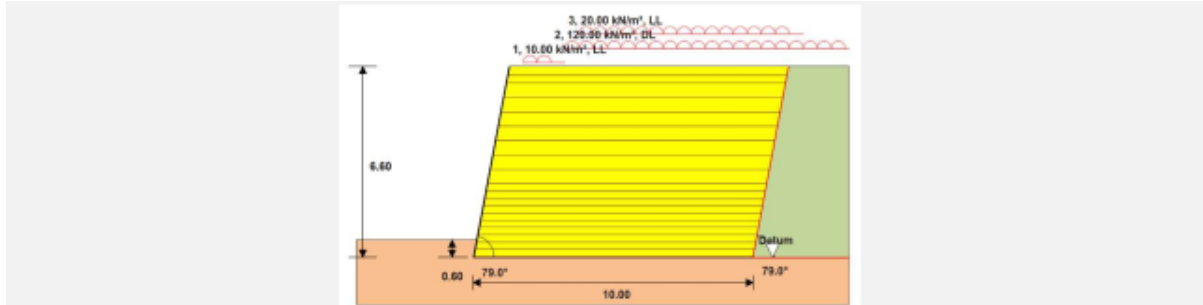


Trường hợp phân tích với tải trọng động đất Tất cả kích thước theo đơn vị mét Tỷ lệ: 1:100

Tính chất lớp đất đắp và lớp móng	Lớp đất/Soil Zone	Drained/Undrained	c' (kN/m²)	ϕ' (°)	γ <sub>bulk</sub> (kN/m³)	γ <sub>bulk-sat</sub> (kN/m³)
Thông số cường độ đất thiết kế là các giá trị cực đại (peak values)	Đất đắp tường chắn	Drained	0.0	25.0	19.0	-
	Đất đắp sau tường chắn	Drained	0.0	25.0	19.0	-
	Lớp móng	Drained	0.0	34.0	20.0	-

Thông số thiết kế động đất	Thông số đầu vào	Giới hạn chuyển vị	Cơ chế ngoài	Cơ chế trong
g = gia tốc do trọng lực	A <sub>h</sub> = 0.11g	50 mm	k <sub>n(ext)</sub> = 0.056g	k <sub>n(int)</sub> = 0.147g
	A <sub>v</sub> = 0.0g	50 mm	k <sub>v(ext)</sub> = 0.0g	k <sub>v(int)</sub> = 0.0g
Tỷ lệ gia tăng động của áp lực đất được sử dụng trong tính toán động đất				0.5
Gia tốc thẳng đứng có thể tác dụng theo hướng lên hoặc hướng xuống				

- *Cơ giữa: Chiều cao kiểm toán 6 m*



Trường hợp phân tích với tải trọng động đất Tất cả kích thước theo đơn vị mét Tỷ lệ: 1:100

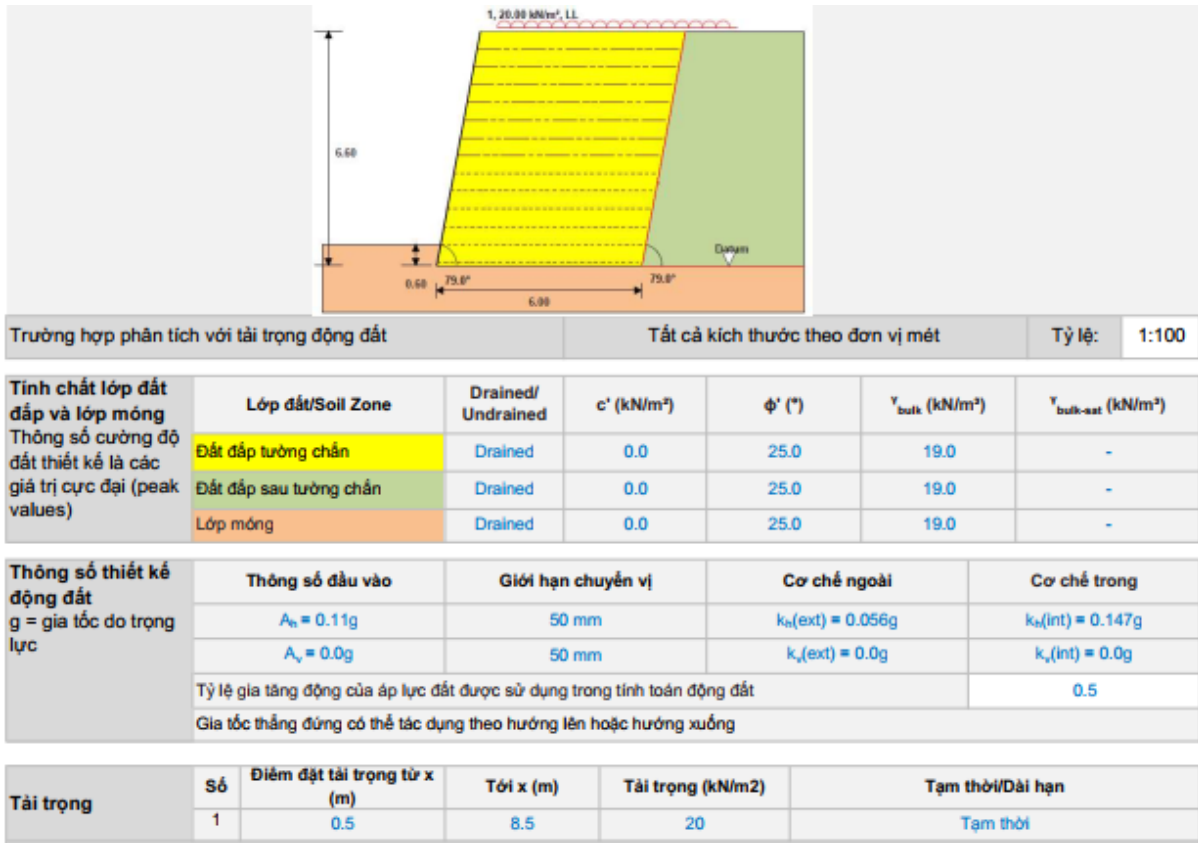
Tính chất lớp đất đắp và lớp móng	Lớp đất/Soil Zone	Drained/Undrained	c' (kN/m²)	ϕ' (°)	γ <sub>bulk</sub> (kN/m³)	γ <sub>bulk-sat</sub> (kN/m³)
Thông số cường độ đất thiết kế là các giá trị cực đại (peak values)	Đất đắp tường chắn	Drained	0.0	25.0	19.0	-
	Đất đắp sau tường chắn	Drained	0.0	25.0	19.0	-
	Lớp móng	Drained	0.0	25.0	19.0	-

Thông số thiết kế động đất	Thông số đầu vào	Giới hạn chuyển vị	Cơ chế ngoài	Cơ chế trong
g = gia tốc do trọng lực	A <sub>h</sub> = 0.11g	50 mm	k <sub>n(ext)</sub> = 0.056g	k <sub>n(int)</sub> = 0.147g
	A <sub>v</sub> = 0.0g	50 mm	k <sub>v(ext)</sub> = 0.0g	k <sub>v(int)</sub> = 0.0g
Tỷ lệ gia tăng động của áp lực đất được sử dụng trong tính toán động đất				0.5
Gia tốc thẳng đứng có thể tác dụng theo hướng lên hoặc hướng xuống				

Tải trọng	Số	Điểm đặt tải trọng từ x (m)	Tới x (m)	Tải trọng (kN/m²)	Tạm thời/Dài hạn
	1	0.50	8.50	20	Tạm thời
	2	2.00	100.00	120	Dài hạn
	3	2.50	10.50	20	Tạm thời



- *Cơ trên: Chiều cao kiểm toán 6 m*



## Biện pháp thi công

- *Đào khuôn móng:*  
Chiều cao đáy móng, kích thước đảm bảo cos cao độ thiết kế. Lu chặt cường độ K95
- *Rải cốt*  
Cốt lưới địa chỉ được rải trên các lớp đất đắp thật nằm ngang và độ bằng phẳng đạt ± 5 cm so với cao độ dự kiến. Phải căng lưới địa đến mức độ tối đa khi rải và bọc cuộn lưới địa.
- *Bố trí khung thép mặt tường*  
Việc thiết kế khung thép phía mặt ngoài khi đắp tường đất có cốt lưới địa kĩ thuật bọc cuộn phải được thực hiện theo hồ sơ thiết kế.
- *Bọc cuộn mặt tường*  
Phần lưới địa để bọc cuộn phải để thừa ra và lật ra phía ngoài đảm bảo công tác bó uốn toàn bộ bề mặt khi thi công từng lớp. Khi bọc cuộn vẫn phải dùng nhân công kéo căng vải.
- *Rải và đầm nén đất*  
Xe máy rải đất không được đi trực tiếp trên cốt địa kĩ thuật và chỉ được đi trên lưới khi lưới đã được phủ một lớp đất dày tối thiểu 10 cm. Do vậy phải bố trí xe chở đất đi lùi để đổ đất trên vải và san gạt theo cách lấn dần. Chiều đi của lưới san gạt đất không được đẩy bật mép lưới lên. Để việc san gạt đất trên lưới không làm chùng lưới và không ảnh hưởng đến các phương tiện chống đỡ thành bên thì hướng san gạt đất phải song song với mặt tường và thứ tự rải đất phải từ phía ngoài mặt đường rải dần vào trong. San rải đất thành lớp thật phẳng và nằm ngang. Đầm nén đất ở độ ẩm tốt nhất và khi mưa nhất thiết không được thi công.



## Một số hình ảnh thi công tại hiện trường



## Kết Luận

Tường chắn đất sử dụng vật liệu cốt Polymer ứng dụng trong ổn định mái đắp nền đường là công nghệ đã được tính toán và ứng dụng, đáp ứng được những yêu cầu phức tạp. Thực tế thi công đã chứng minh, giải pháp này có nhiều tính ưu việt hơn so với các giải pháp truyền thống như: tính ổn định, độ an toàn, bền bỉ, tận dụng nguyên liệu đắp và dễ thi công hơn.

Chúng tôi mong muốn, giải pháp được biết đến rộng rãi hơn nữa, góp phần giải quyết được bài toán sạt lở nền đường, mái taluy tại các địa phương vùng núi mỗi khi thiên tai, bão lũ.

## Tài liệu tham khảo

TCCS 01:2021/VKHN Gia cố mái dốc bằng lưới địa kỹ thuật gốc Polyme trong xây dựng công trình giao thông – Tiêu chuẩn thiết kế, thi công và nghiệm thu;

TCVN 11823-2017 Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ.

TCVN 13346:2021 Công trình phòng chống đất sụt trên đường ô tô - Yêu cầu khảo sát và thiết kế;

TCVN 4054:2005 Đường ô tô – Yêu cầu thiết kế;

TCVN 9861:2013 Công trình phòng chống đất sụt trên đường oto – Yêu cầu khảo sát thiết kế;

TCVN 4055:2012 Tiêu chuẩn quốc gia về tổ chức thi công.

Hồ Chất, Doãn Minh Tâm (1985), Sổ tay phòng hộ và gia cố nền đường, Nhà xuất bản GTVT.



Phan Trường Phiệt (2001), áp lực đất và tường chắn đất, Nhà xuất bản xây dựng.

Nguyễn Sỹ Ngọc, Ổn định bờ dốc, Trường Đại học GTVT, 2003.

Whitlow, R. Cơ học đất, tập II, NXB Giáo dục, Hà Nội, 1997.

BS 8081:2015 Code of practice for grout anchors. Neo trong đất.



## Ứng dụng cừ ván thép kiểu mũ chống thấm bản đáy công trình cống ngăn triều và đập dâng

*Application of Hat-type steel sheet piles in bottom water-stop wall for tidal sluice gates and weirs*

Higashi Masaya

Công ty TNHH Nipponsteel Việt Nam. E-mail: [higashi.ah5.masaya@vn.nipponsteel.com](mailto:higashi.ah5.masaya@vn.nipponsteel.com)

Nguyễn Nhật Tuấn

Công ty TNHH Nipponsteel Việt Nam. E-mail: [nguyen.6y9.nhattuan@vn.nipponsteel.com](mailto:nguyen.6y9.nhattuan@vn.nipponsteel.com)

Trương Quang Mạnh

Công ty TNHH Nipponsteel Việt Nam. E-mail: [truong.5pe.quangmanh@vn.nipponsteel.com](mailto:truong.5pe.quangmanh@vn.nipponsteel.com)

Nguyễn Thị Thúy

Công ty TNHH Nipponsteel Việt Nam. E-mail: [nguyen.c67.thuy@vn.nipponsteel.com](mailto:nguyen.c67.thuy@vn.nipponsteel.com)

**Abstract:** In the context of climate change, sea level rise (enhanced by subsidence), saline intrusion and continuously increasing tides, provinces in particular and Vietnam in general are facing many big challenges. To ensure water source regulation and prevent from tides, many sluice gate and weirs projects have been and are being built. In these barrier and weir projects, it is required to have a waterproof wall structure made of steel sheet piles installed to cut off the seepage flow in the ground below the bottom slab of the work. Steel sheet piles are metallurgical and shaped by hot rolling method and because steel sheet pile walls are created by connecting single piles together by symmetrical left-right junctions, so it is hard for groundwater to leak through the junctions, which is the case with concrete sheet pile products and other products cannot. Hat-type steel sheet pile is hot-rolled steel sheet piles and is manufactured using the long-standing metallurgical technology of Japan's Nippon Steel Corporation to help ensure good and reliable steel quality. In addition, with an effective width 2.25 times larger than traditional Larsen piles, hat-type steel sheet piles help save material costs and shorten construction time. Hat-type steel sheet pile product has better water-blocking ability than similar products because the number of joints (junctions) are reduced, tight, helping to significantly reduce water leakage. Currently, Hat type steel sheet piles have also begun to be used in the water-stop wall of the bottom slab for a number of tidal - saline intrusion prevention projects and weirs. This article presents the properties of hat-type steel sheet piles and its specific applications in sluice gate and weir projects in Vietnam.

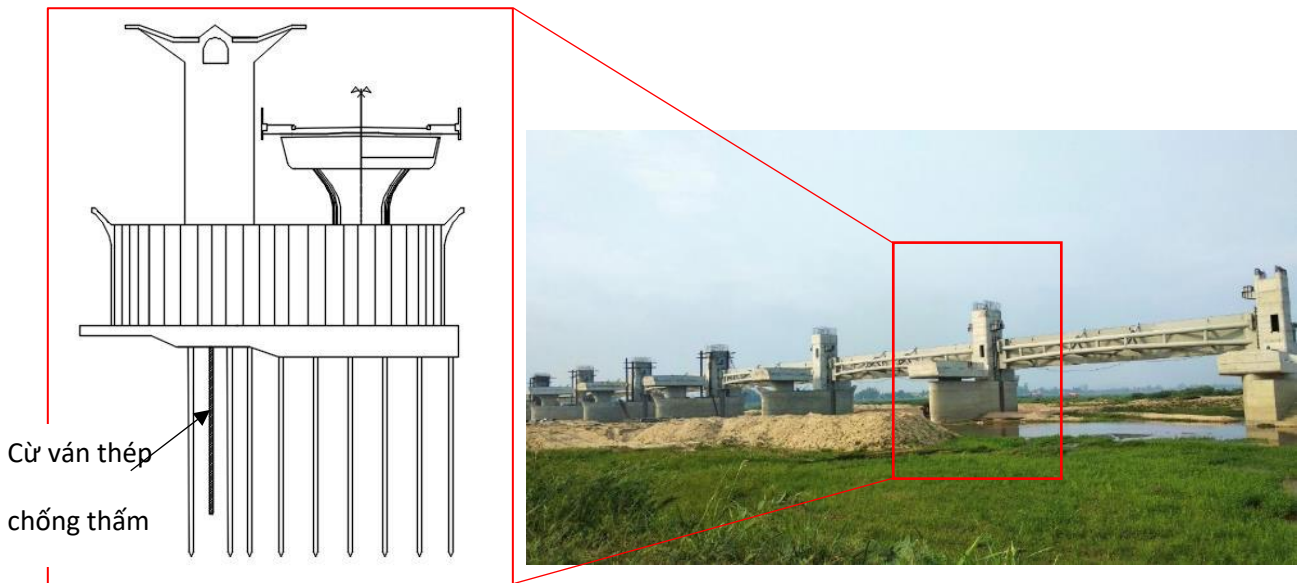
**Keywords:** Hat type Steel Sheet Pile; sluice gate and weirs; tidal-saline intrusion prevention; water-stop wall; water leakage.

**Tóm tắt:** Trong tình trạng biến đổi khí hậu, nước biển dâng, sụt lún địa hình, xâm nhập mặn, triều cường tăng cao và liên tục, đối với các tỉnh thành, khu vực giáp biển nói riêng và toàn Việt Nam nói chung đang đối mặt với nhiều thách thức lớn. Để đảm bảo điều tiết nguồn nước và ngăn chặn triều cường, rất nhiều dự án cống ngăn triều, ngăn xâm nhập mặn đã và đang được xây dựng. Trong các công trình cống, đập này bắt buộc phải có kết cấu tường chống thấm bằng cừ ván thép, chúng được đóng xuống để cắt dòng thấm trong nền đất dưới chân công trình. Vì cừ ván thép được luyện kim và tạo hình bằng phương pháp cán nóng và tường cừ ván thép liền khối được tạo thành bằng cách liên kết các cọc đơn với nhau bởi các tai khóa đối xứng trái-phải, do đó nước khó có thể rỉ qua các tai khóa điều mà các sản phẩm cọc cừ bê tông và các sản phẩm khác không làm được. Cừ ván thép kiểu mũ là loại cừ ván thép cán nóng và được sản xuất



bằng công nghệ luyện kim lâu đời của tập đoàn Nippon Steel Nhật Bản giúp đảm bảo chất lượng thép tốt và tin cậy. Ngoài ra, với chiều rộng hiệu dụng gấp 2.25 lần so với cừ Larsen truyền thống cừ ván thép kiểu mũ giúp tiết kiệm chi phí vật và rút ngắn thời gian thi công. Sản phẩm cừ ván thép kiểu mũ có khả năng chắn nước tốt hơn so với các sản phẩm cùng loại vì tai nối đồng nhất, kín khít, giảm số lượng tai nối giúp giảm sự rò rỉ nước một cách đáng kể. Chính vì thế cừ ván thép kiểu mũ cũng đã bắt đầu được áp dụng vào hạng mục chống thấm bản đáy cho một số công trình cống ngăn triều, ngăn xâm nhập mặn, đập dâng tại Việt Nam. Bài viết này trình bày những đặc điểm về loại cừ ván thép bản rộng kiểu mũ và ứng dụng cụ thể của nó trong các dự án cống, đập dâng tại Việt Nam.

**Từ khóa:** Cọc ván thép kiểu mũ; cống ngăn triều, ngăn xâm nhập mặn; tường tường chống thấm); rò rỉ nước.



Hình 1. Mô tả cừ chống thấm dưới chân công trình cống/đập

### **Giới thiệu cừ ván thép kiểu mũ và ưu điểm**

Cừ ván thép kiểu thông thường (kiểu chữ U) và cừ ván thép kiểu mũ được thể hiện trong Hình 2.

Cừ ván thép kiểu chữ U phổ biến trên thị trường hiện nay là cừ Larsen IV có chiều rộng là 400 (mm). Tai nối của cừ ván thép loại này là đối xứng trái - phải nên yêu cầu thi công các cây cừ luân phiên đảo chiều nhau.

Trong khi đó, cừ ván thép kiểu mũ có chiều rộng là 900 (mm), và tai nối chỉ nằm tại một bên. Do vậy, khi tính trên mét vuông tường cừ, nếu sử dụng cừ ván thép kiểu mũ có thể giảm số lượng cây cừ, giảm thời gian thi công đóng và nhổ cừ, không phải đảo chiều trong quá trình thi công.

Ngoài ra, tai nối của Cừ kiểu Mũ có tính đồng nhất và kín khít hơn so với cừ Larsen thông thường nên khả năng ngăn rò rỉ nước là tốt hơn, mặt khác số lượng cây cừ giảm đồng nghĩa với số lượng tai nối cũng giảm điều này giúp giảm đáng kể rủi ro rò rỉ nước qua tường cừ.

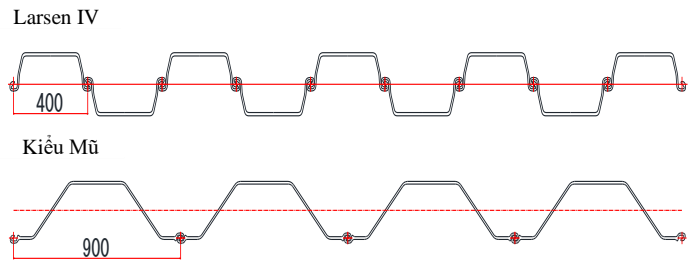
Trong các dự án cống, đập người ta thường sử dụng cừ ván thép (kiểu U) chủ yếu là cừ Larsen IV để làm tường cừ chống thấm bản đáy nhằm cắt dòng thấm.

Tuy nhiên, trong những năm trở lại đây, cừ ván thép kiểu mũ đã và đang dần thay thế cho cừ Larsen IV truyền thống vì các ưu điểm vượt trội của nó.

Ví dụ (xem bảng 1): Trên một tuyến tường cừ 100 mét số lượng cừ Larsen IV là 250 cây dài 12 mét (khối lượng 228 tấn) nhưng với cừ kiểu mũ chỉ cần 111 cây 12 mét (khối lượng 115 tấn), thấy được rằng khối lượng và số lượng cọc giảm 50% khi sử dụng cừ ván thép kiểu mũ.



Hình 2. Cừ ván thép kiểu U (bên trái) và Cừ ván thép kiểu mũ (bên phải)



Hình 3. Sơ họa cừ ván thép kiểu U và kiểu mũ

Bảng 1. So sánh giữa cừ kiểu U (Larsen IV) và cừ kiểu Mũ NS- SP-10H\*2

Tiêu chí	Cừ kiểu U (SP-IV)	Cừ kiểu Mũ (NS-SP-10H)
Hình dạng		
Khối lượng đơn vị trên 100 mét dài tường cừ (tỷ lệ)	190 kg/m <sup>2</sup> (100%)	96kg/m <sup>2</sup> (50%)
Số lượng cừ trên 100 mét dài tường cừ (tỷ lệ)	250 cừ (100%)	111 cừ (45%)
Thời gian thi công tính toán cho 100 mét dài tường cừ *1	14 ngày (100%)	9 ngày (65%)

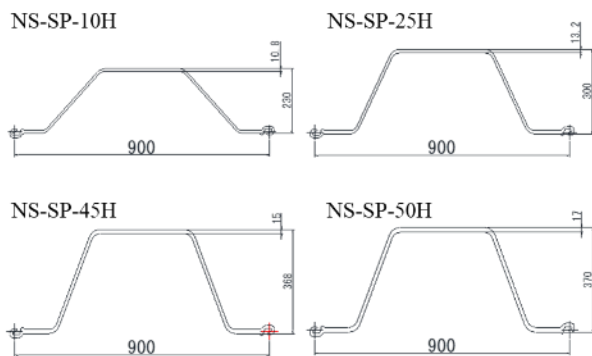
\*1 Tiêu chuẩn định mức chi phí Nhật Bản (Chương 6. Thi công hạng mục tạm 2021)

\*2 Tập đoàn thép Nippon đánh giá chất lượng sản phẩm của chúng tôi. Tập đoàn thép Nippon không chịu trách nhiệm về kết quả của việc sử dụng thông tin này.

### Đặc tính kỹ thuật cừ ván thép kiểu mũ

Cừ ván thép kiểu mũ được sử dụng làm tường chắn tạm thời hoặc vĩnh cửu. Cừ ván thép kiểu mũ có 4 loại (Hình 3) với các đặc trưng mặt cắt được thể hiện trong Bảng 2, được lựa chọn tùy thuộc vào các điều kiện thiết kế như chiều cao của tường chắn và điều kiện địa chất.

Riêng cho các hạng mục chống thấm bản đáy cống loại NS-SP-10H là loại được khuyến nghị áp dụng vì tính tiết kiệm mà nó mang lại như đề cập ở ví dụ bên trên.



Hình 4. Các loại cừ ván thép kiểu Mũ

Bảng 2. Đặc trưng mặt cắt cừ ván thép kiểu Mũ

Phân loại	Mômen quán tính (cm <sup>4</sup> /m)	Môđun mặt cắt (cm <sup>3</sup> /m)	Khối lượng đơn vị (kg/m <sup>2</sup> )
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



### Biện pháp thi công cừ ván thép kiểu mũ

Hiện nay, phương pháp thi công cừ ván thép vào hạng mục chống thấm bản đáy có thể dùng các loại búa như búa rung hoặc búa thủy lực (Hình 4 và hình 5).

Dùng cọc dẫn để đưa cừ đến độ sâu thiết kế và lắp dựng khung dẫn hướng để đảm bảo cừ không lệch ra khỏi tim hàng cừ.



Hình 5. Thi công cừ chống thấm tại Cống ngăn triều Dầu Sấu – Cần Thơ bằng búa rung



Hình 6. Thi công cừ chống thấm tại dự án Cống Vàm Long Huê - Bến Tre bằng búa rung

### Biện pháp thi công cừ kiểu mũ tương tự như thi công cừ ván thép thông thường

Dưới đây xin chia sẻ biện pháp thi công cừ kiểu mũ trên sông và các bước chi tiết như sau:

B1: Lắp dựng hệ sàn đạo định vị cọc

- Chuẩn bị máy móc thiết bị thi công cần thiết
- Di chuyển hệ xà lan vào vị trí đóng và neo chắc chắn bằng các mỏ neo của xà lan
- Đóng các cọc của khung định vị vào các vị trí đã được xác định trước bằng máy kinh vĩ
- Gác các thanh ngang và liên kết các nút bằng đường hàn

B2: Đóng cừ chống thấm đáy cống

- Chuẩn bị máy móc và thiết bị thi công cần thiết
- Di chuyển hạ xà lan vào vị trí đóng và neo chắc chắn bằng các mỏ neo của xà lan
- Định vị tim cừ
- Cấu dựng cọc vào vị trí đóng trong khung dẫn hướng

Trong quá trình đóng cọc, dùng cừ dẫn để đưa cọc đến cao độ thiết kế.

### Một số dự án đã áp dụng cừ kiểu mũ NS-SP-10H vào hạng mục chống thấm tại Việt Nam

#### ***DỰ ÁN CỐNG NGĂN TRIỀU ĐẦU SẤU, CẦN THƠ***

Cừ ván thép kiểu Mũ được ứng dụng vào làm tường chống thấm ngăn dòng chảy ngầm của nước trong đất phía dưới bản đáy cống.

Chiều dài cọc ván thép kiểu mũ chống thấm dài 12m tại phần thân cống và 18m tại vị trí 2 bên mang cống. Búa 60kw được gắn vào cầu 60t đứng trên xà lan 500t để thi công cừ kiểu mũ.



**Một số hình ảnh thi công**



Hình 7. Cừ Mũ tại công trường



Hình 8. Tai nối cừ mũ kín khít



Hình 9. Hàng cừ chống thấm đang được thi công (khung màu đỏ)

**DỰ ÁN ĐẬP DÂNG HẠ LƯU SÔNG TRÀ KHÚC, QUẢNG NGÃI**

Cừ ván thép kiểu Mũ được ứng dụng vào làm tường chống thấm ngăn dòng chảy của nước ngầm trong đất phía dưới đáy đập. Chiều dài cọc ván thép kiểu Mũ chống thấm dài 14m, mũi cọc được cắm vào lớp đất sét cách nước. Cọc ván thép kiểu Mũ được thi công trên toàn bộ chiều dài thân đập (Xấp xỉ 1040m, 1153 cọc ván thép)

**Một số hình ảnh thi công**



Hình 10. Cừ Mũ tại công trường



Hình 11. Thi công



Hình 12. Cừ đạt cao độ thiết kế

**DỰ ÁN HOÀN THIỆN HỆ THỐNG THỦY LỢI BẮC, NAM BẾN TRE (Giai đoạn 1 – 11 cống)**

Cừ ván thép kiểu mũ được ứng dụng vào làm tường chống thấm cắt dòng chảy ngầm của nước trong đất phía dưới bản đáy cống. Chiều dài cọc ván thép kiểu mũ chống thấm dài từ 9m đến 20m. Búa 45kw đến 60kw được gắn vào cầu từ 35t đến 60t đứng trên xà lan 200t đến 500t để thi công cừ kiểu mũ các loại.



Một số hình ảnh thi công cừ chống thấm “Cống Vàm Cái Dọc”



Hình 13. Thi công cừ chống thấm NS-SP-10H (khung màu đỏ)



Hình 14. Mặt bằng thi công cừ chống thấm trên sông (khung màu đỏ)

Một số hình ảnh thi công cừ chống thấm “Cống Vàm Định Bình”



Hình 15. Thi công cừ chống thấm NS-SP-10H (khung màu đỏ)



Hình 16. Cừ được cầu lắp vào vị trí thi công (khung màu đỏ)

**Thay lời kết**

Từ xưa đến nay, cừ ván thép đã được ứng dụng phổ biến trong các công trình xây dựng. Trong những năm trở lại đây khả năng ứng dụng của cừ ván thép ngày càng tăng, chúng được ứng dụng vào nhiều hạng mục chắn nước, đảm bảo cắt dòng thấm qua đáy công trình giúp phát huy hiệu quả công trình. Cừ ván thép kiểu mũ với chiều rộng hiệu dụng 900mm giúp giảm khối lượng, thời gian thi công và chi phí đáng kể khi so sánh với cừ Larsen truyền thống. Hơn thế nữa với ưu điểm là cừ cán nóng với công nghệ luyện kim lâu đời từ Nhật Bản, cừ ván thép kiểu mũ với tai nối đồng nhất và kín khít giúp hiệu quả chống thấm tốt hơn so với các sản phẩm cùng loại. Việc áp dụng cừ ván thép kiểu mũ vào hạng mục chống thấm bản đáy cho các công trình cống ngăn triều – xâm nhập mặn, đập dâng những năm trở lại đây cho thấy sự hiệu quả rõ rệt mà chúng mang lại. Thông qua bài viết này, mong rằng sản phẩm mới như cừ ván thép kiểu mũ sẽ được phổ biến rộng rãi trong các công trình xây dựng tại Việt Nam, từ đó, có thêm nhiều những thông tin, kinh nghiệm tích lũy để góp phần hướng đến phát triển bền vững, hiện đại ngành xây dựng



**Tiêu chuẩn tham khảo**

Masaya, H. et al (2023) Kinh nghiệm thi công cừ ván thép kiểu mũ trong điều kiện địa chất đất sét cứng.

VSSMGE Bulletin No.5, Tháng 11-2023, Hanoi.

TCVN 9860:2013 Kết cấu cừ ván thép trong công trình giao thông - Yêu cầu thiết kế

TCVN 9685:2013 Cừ ván thép cán nóng

TCVN 9686:2013 Cừ ván thép cán nóng hàn được



## GÓC QUỐC TẾ

### Nhật ký ĐKT quốc tế

International Geotechnical Diary

Lê Việt Hưng

Technical University Berlin. E-mail: [v.le@tu-berlin.de](mailto:v.le@tu-berlin.de)

Phùng Đức Long

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

### Sự kiện nổi bật mới diễn ra

Các hội nghị, hội thảo địa kỹ thuật quốc tế diễn ra đều đặn trong thời gian qua. Trong bài viết này, các tác giả xin được giới thiệu hai hội thảo quốc tế chuyên ngành trong nửa cuối năm 2024 mà tác giả trực tiếp tham dự.

Hội nghị Châu Âu lần thứ 18 về cơ học đất và ĐKTCT (18<sup>th</sup> European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering) diễn ra từ 26 đến 30.08.24 tại Lisabon – Bồ Đào Nha. Đây là một trong những Hội nghị quốc tế lớn nhất thuộc ISSMGE được tổ chức bốn năm một lần. Năm nay, 18 ECSMGE do Hội ĐKT Bồ Đào Nha chủ trì, có chủ đề “Những thách thức của ĐKT đáp ứng nhu cầu hiện tại và cập nhật của xã hội” đã diễn ra thành công tốt đẹp. Hội nghị lần này thu hút được sự chú ý của đông đảo của giới chuyên môn tại các nước châu Âu nói riêng cũng như trên quốc tế nói chung. Sáu chủ đề trong Hội nghị gồm sáu lĩnh vực:

- 1) Những phát triển mới trong thiết kế kết cấu (New developments in structural design);
- 2) Nguy hiểm địa chất (Geohazards);
- 3) Phân tích rủi ro và đánh giá an toàn (Risk analysis and safety evaluation);
- 4) Các phương pháp kết cấu mới và hiện tại (Current and new construction methods);
- 5) Môi trường, nước và năng lượng (Environment, water and energy);

6) Tầm nhìn thế giới thành phố tương lai (Future city world vision). Trong mỗi lĩnh vực, các bài giảng keynote được các giáo sư đầu ngành trình bày. Bên cạnh đó, một bài giảng về “State of the art” cũng được các diễn giả trẻ thực hiện. Hội nghị cũng là cơ hội để các tiểu ban kỹ thuật của ISSMGE TC họp mặt.

Hội nghị chuyên đề lần thứ ba về những tiến bộ trong kỹ thuật ngoài khơi, Việt Nam – VSOE (The 3<sup>rd</sup> Vietnam Symposium on Advances in Offshore Engineering) diễn ra từ 12 đến 13.12.24 tại ĐH Xây dựng Hà Nội. Sau khi hội thảo lần thứ hai bị gián đoạn và chỉ được tổ chức với qui mô nhỏ do ảnh hưởng của đại dịch Covid, hội thảo lần này lại thu hút được sự quan tâm đông đảo của giới chuyên môn trong và ngoài nước. Tổng cộng đã có hơn 120 bài báo cáo từ 20 quốc gia gửi tham dự. Hội thảo lần này được tổ chức trong bối cảnh các dự án điện gió ngoài khơi tại Việt Nam đang bị đình trệ. Đây là cơ hội tốt để các nhà đầu tư, các nhà chức trách cũng như giới chuyên gia thảo luận về những thách thức và cơ hội cụ thể tại khu vực Châu Á - Thái Bình Dương, cũng như cơ hội để các bên trao đổi chuyên môn và kinh nghiệm toàn cầu. Thông qua một chương trình toàn diện bao gồm các bài giảng của một số chuyên gia đầu ngành, các phiên họp kỹ thuật và các cuộc thảo luận nhóm, các bên tham gia đã có cơ hội tiếp cận các nghiên cứu tiên tiến và các tình huống thực tế với những ứng dụng tiến bộ mới nhất trong lĩnh vực điện gió ngoài khơi.



### Lịch các sự kiện hội nghị, hội thảo sắp tới

Các hội thảo khoa học ngành địa kỹ thuật diễn ra trong thời gian sắp tới được đưa tin và cập nhật đều đặn trên trang Web của hội ISSMGE. Trong danh sách dưới đây là một số hội nghị, hội thảo tiêu biểu được chọn lọc từ quý I năm 2025 đến hết nửa đầu năm 2026, trích dẫn từ trang web của ISSMGE ([www.issmge.org](http://www.issmge.org)). Thông tin chi tiết có thể được cập nhật trên website của nhà tổ chức.

Thời gian	Sự kiện	Nơi diễn ra
14.01 – 17.01.2025	4th International Conference on ACE (Architectural, Civil, and Environmental) Forensic Engineering, (ICACEFE). Webinar on “Innovation and Challenges in Geotechnical Engineering” section	South Korea, <a href="https://bit.ly/ACEforensic2025">bit.ly/ACEforensic2025</a> <b>(đường link đăng ký tham gia miễn phí)</b>
14.04. – 17.04.2025	International Conference on Advances in Structural and Geotechnical Engineering (Hội nghị quốc tế về những tiến bộ trong kết cấu và địa kỹ thuật)	Hurghada, Ai Cập <a href="https://icasge.conferences.ekb.eg">https://icasge.conferences.ekb.eg</a>
27.04. – 30.04.2025	Pan Mediterranean Geotechnical Engineering Conference (Hội nghị địa kỹ thuật công trình Khu vực Địa Trung Hải)	Beirut, Li Băng <a href="http://pmgec-leb.com">http://pmgec-leb.com</a>
28.05 – 30.05.2025	2nd Southern African Geotechnical Conference (Hội nghị địa kỹ thuật Nam Phi lần II)	Durban – Nam Phi <a href="https://www.sagc2025.co.za">https://www.sagc2025.co.za</a>
09.06. – 13.06.2025	The 5th International Symposium on Frontiers in Offshore Geotechnics (ISFOG) (Hội thảo chuyên đề quốc tế lần thứ 5 về biên giới trong địa kỹ thuật ngoài khơi (ISFOG))	Nantes, Pháp <a href="https://isfog2025.univ-gustave-eiffel.fr">https://isfog2025.univ-gustave-eiffel.fr</a>
11.06 – 14.06.2025	6th International Conference on Environmental Geotechnology, Recycled Waste Materials, and Sustainable Engineering (Hội nghị quốc tế lần thứ 6 về công nghệ địa chất môi trường, vật liệu thải tái chế và kỹ thuật bền vững)	Vigo, Tây Ban Nha <a href="https://egrwse2025.webs.uvigo.es">https://egrwse2025.webs.uvigo.es</a>
17.06 – 20.06.2025	International Conference on Energy Geotechnics 2025 (Hội nghị quốc tế về địa kỹ thuật năng lượng 2025)	Paris, Pháp <a href="https://icegt25.sciencesconf.org">https://icegt25.sciencesconf.org</a>
01.07. – 03.07.2025	Fifth International Conference on Geotechnical Engineering-Iraq (5ICGE-Iraq) and Third International Conference on Engineering Science and Energy (3ICESE) (Hội nghị quốc tế lần thứ năm về địa kỹ thuật-Iraq (5ICGE-Iraq) và hội nghị quốc tế lần thứ ba về khoa học kỹ thuật và năng lượng (3ICESE))	Saint Petersburg, Nga <a href="https://icge.tech">https://icge.tech</a>
24.08. – 27.08.2025	9th International Symposium for Geotechnical Safety and Risk (Hội thảo chuyên đề quốc tế lần thứ 9 về an toàn và rủi ro trong địa kỹ thuật)	Oslo, Na Uy <a href="https://www.isgsr2025.com/">https://www.isgsr2025.com/</a>
28.09 – 02.10.2025	3rd International Workshop on Landslides in Sensitive Clays (Hội thảo quốc tế lần thứ 3 về sạt lở đất trong đất sét nhạy cảm)	Quebec, Canada <a href="http://www.iwlsc2025.ca">http://www.iwlsc2025.ca</a>
07.10 – 10.10.2025	Geotech Asia 2025 (Hội nghị Địa kỹ thuật châu Á 2025)	Goa, India <a href="https://www.geotechasia.org">https://www.geotechasia.org</a>
20.10. – 23.10.2025	DFI 50th Anniversary Conference on Deep Foundations (Hội nghị kỷ niệm 50 năm DFI về móng sâu)	Nashville, Hoa kì <a href="http://www.dfi.org">http://www.dfi.org</a>



23.10. – 24.10.2025	5th AsRTC6 “Urban GeoEngineering” Symposium (Hội nghị chuyên đề "Kỹ thuật địa chất đô thị" AsRTC6 lần thứ 5)	Đài Bắc – Đài Loan <a href="https://www.asrtc6urbangeoengineering2025.com/index.html">https://www.asrtc6urbangeoengineering2025.com/index.html</a>
04.12. – 05.12.2025	17th International Conference on Geotechnical Engineering & 8th International Symposium on Natural Hazards (Hội nghị quốc tế lần thứ 17 về địa kỹ thuật và hội nghị chuyên đề quốc tế lần thứ 8 về thiên tai)	Lahore, Pakistan <a href="http://www.17icge-8isg.com">http://www.17icge-8isg.com</a>
14.06. – 19.06.2026	21st International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (Hội nghị quốc tế lần thứ 21 về cơ học đất và địa kỹ thuật)	Viena, Áo <a href="https://www.icsmge2026.org/en">https://www.icsmge2026.org/en</a>
06.08. – 10.08.2026	12th International Symposium on Field Monitoring in Geomechanics 2026 (Hội thảo chuyên đề quốc tế lần thứ 12 về quan trắc hiện trường trong cơ học địa chất 2026)	Indore, Ấn Độ <a href="https://isfmg2026.com/">https://isfmg2026.com/</a>
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
16.09. – 18.09.2026	Fourth international Symposium on Geotechnical Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites (Hội thảo chuyên đề quốc tế lần thứ tư về địa kỹ thuật bảo tồn di tích và di tích lịch sử)	Athens, Hy Lạp <a href="https://tc301-athens.com">https://tc301-athens.com</a>
13.10. – 16.10.2026	6th International Conference on Information Technology in Geo-Engineering (Hội nghị quốc tế lần thứ 6 về công nghệ thông tin trong kỹ thuật địa chất)	Oslo, Na Uy Tổ chức: NGI

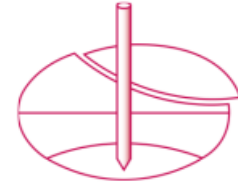


### Hoạt động của các hội viên VSSMGE tại các tiểu ban kỹ thuật (TC) của ISSMGE

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

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

**International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering**  
**Société Internationale de Mécanique des Sols et de la Géotechnique**



#### VIETNAM SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING

#### ISSMGE MEMBERSHIP 2024

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

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



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

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



Trong năm 2024, VSSMGE có 20 hội viên tham gia vào 19 Tiểu ban kỹ thuật (Technical Committee) của ISSMGE, xem danh sách dưới đây.

**DANH SÁCH THÀNH VIÊN CÁC TC CỦA VSSMGE, NĂM 2024**

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

**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 một hội thành viên quốc gia chỉ được đề cử 2 thành viên nominated member tại 1 TC.

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

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



## Tin văn quốc tế của ISSMGE trong 2024

- 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>



# Hội viên VSSMGE tham dự Hội nghị quốc tế về công nghệ hạ cọc Press-in (ICPE2024) tại Singapore và đạt Giải thưởng Bài báo cáo tốt nhất Hội nghị

Vũ Anh Tuấn

Học viện Kỹ thuật quân sự. E-mail: [vuanhtuan@mta.edu.vn](mailto:vuanhtuan@mta.edu.vn)

Hội nghị quốc tế lần thứ 3 về công nghệ hạ cọc Press-in (ICPE2024) được tổ chức từ ngày 03 đến ngày 05 tháng 7 năm 2024 tại Đại học Quốc gia Singapore do Hiệp hội cọc Press-in quốc tế, Hội Địa kỹ thuật Singapore và Hội Xây dựng hầm và công trình ngầm phối hợp tổ chức. Chủ đề của Hội nghị ICPE2024 là “The Superiority of Press-in Piling towards Sustainable Construction in Tackling Climate Change for Infrastructure Development” (tạm dịch là Tính ưu việt của công nghệ hạ cọc Press-in đối với xây dựng bền vững để ứng phó với biến đổi khí hậu trong phát triển hạ tầng). Hội nghị ICPE2024 đã thu hút hơn 200 nhà khoa học và các kỹ sư hàng đầu về công nghệ hạ cọc Press-in đến từ 17 quốc gia với 64 báo cáo khoa học được chấp nhận tại Hội nghị.

Hội nghị ICPE2024 là cơ hội quý báu cho các nhà khoa học, các nhà xây dựng từ nhiều quốc gia trên thế giới tới chia sẻ những kết quả nghiên cứu, những công nghệ mới nhất liên quan đến công nghệ thi công cọc Press-in, góp phần quan trọng vào sự phát triển của công nghệ Press-in.

Một số hình ảnh tại Hội thảo



Tham quan hiện trường về công nghệ Press-in tại ICPE 2024.

Tham dự Hội nghị ICPE2024 tại Singapore, về phía Hội Cơ học đất và Địa kỹ thuật công trình Việt Nam (VSSMGE), có sự tham dự của PGS.TS Vũ Anh Tuấn - Phó Tổng thư ký VSSMGE (hiện là Giảng viên cao cấp tại Học viện Kỹ thuật quân sự). PGS.TS Vũ Anh Tuấn đã trình bày báo cáo với tiêu đề “Press-in technology to recover capacity of bridge pile foundation and application prospect in Vietnam” (tạm dịch là Công nghệ Press-in giúp khôi phục sức chịu tải của móng cọc cầu và tiềm năng ứng dụng tại Việt Nam). Bài báo cáo này đã vinh dự được Hội đồng khoa học của Hội nghị ICPE2024 trao Giải thưởng Bài báo cáo tốt nhất Hội nghị.



PGS.TS Vũ Anh Tuấn tham dự Hội nghị ICPE2024 tại Singapore





## CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU QUỐC TẾ

### Phương pháp đơn giản hóa FE tính toán nền móng kết cấu ngoài khơi chịu tải trọng động - Áp dụng cho cọc Monopile

Hồ Mạnh Hùng

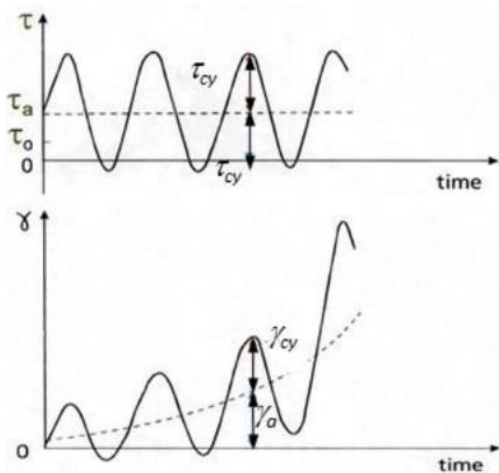
Bentley Systems Singapore, Pte. Ltd., Singapore. E-mail: [hung.homanh@bentley.com](mailto:hung.homanh@bentley.com)

Phùng Đức Long

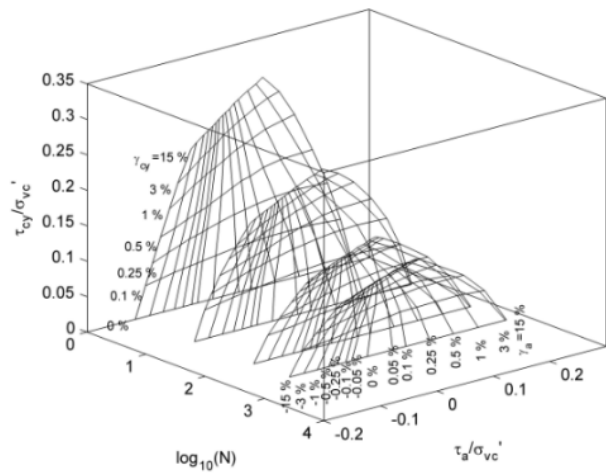
Hội Cơ Học Đất và Địa Kỹ Thuật Công Trình Việt Nam. E-mail: [phung.long@gmail.com](mailto:phung.long@gmail.com)

Năng lượng tái tạo đang phát triển mạnh mẽ ở nhiều nơi trên thế giới nhằm thay thế cho các nguồn năng lượng truyền thống để giảm tác động tới môi trường. Điện gió ngoài khơi (OWT – offshore wind turbines) ngày càng được đầu tư lớn. Trong các loại nền móng cho các dự án OWT, móng cọc đơn đường kính lớn – monopile được sử dụng nhiều nhất và chiếm trên 75% (Doherty and Gavin, 2012).

Phương pháp tính toán toán cọc chịu tải trọng ngang vẫn dựa nhiều vào phương pháp bán thực nghiệm kể tới phản lực ngang p-y (API, 2003; DNV, 2016). Tuy vậy phương pháp này phù hợp với các loại cọc mảnh. Gần đây phương pháp tính toán có kể tới nhiều hơn các phản lực tới cọc để phù hợp với cọc monopile (Burd et al., 2020b, 2020a; Byrne, B. W. et al., 2020) nhưng chỉ áp dụng với tải trọng tĩnh. Việc tính toán tải trọng động ngày càng sử dụng nhiều các phương pháp tính FE (Pisanò et al., 2024) tuy nhiên khi số lượng tải trọng lặp/ động lớn như sóng hay dòng chảy tác động lên monopile, vẫn là thử thách với đa số các phần mềm hiện nay do thời gian tính toán lớn và độ ổn định. NGI đề xuất phương pháp có thể kể tới ảnh hưởng của tải trọng động trong phân tích bài toán tĩnh khi dùng phương pháp phần tử hữu hạn (FEA) sử dụng mô hình UDCAM (undrained cyclic accumulation model) (Jostad et al., 2014), có thể giúp tính toán được cho cọc monopile dưới tác động của số lượng tải trọng lặp. Với nền cát có thể sử dụng mô hình thoát nước không hoàn toàn PDCAM (partially drained cyclic accumulation model) (Jostad et al., 2023).



Hình 1. Biến dạng cắt trung bình và lặp dưới tải trọng trung bình và lặp (Jostad et al., 2014)



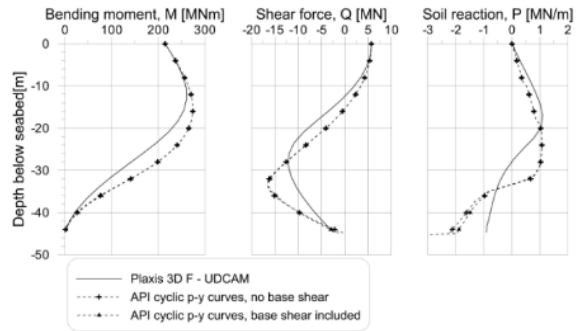
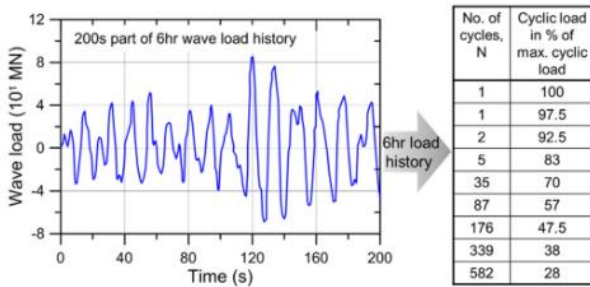
Hình 2. Mối liên hệ ứng suất biến dạng dưới điều kiện DSS trên biểu đồ đường đồng mức (Jostad et al., 2014)

Mô hình UDCAM được tích hợp trong các phương pháp tính toán dùng phương pháp FE được đề xuất bởi NGI (Jostad et al., 2014). Dữ liệu đầu vào là tải trọng động và các biểu đồ về đường cong ứng suất hoặc chuyển vị ứng với số lượng tải trọng lặp của nền đất. Các biểu đồ được xây dựng dựa trên ứng xử của mẫu



đất không thoát nước dưới tải trọng lặp trong thí nghiệm ba trục (TC) và cắt trực tiếp (DSS). Ứng xử của đất dưới tải trọng động được xây dựng biến dạng cắt trung bình ( $\gamma_a$ ) và động ( $\gamma_{cy}$ ) phụ thuộc vào số lượng tải trọng lặp (N), Hình 1. Các biểu đồ đường đồng mức ứng suất (bao gồm ứng suất trung bình  $\tau_a$  và lặp  $\tau_{cy}$ ) – biến dạng thể hiện mối liên hệ giữa  $\gamma_a$ ,  $\gamma_{cy}$ ,  $\tau_a$ ,  $\tau_{cy}$  và N cho thí nghiệm DSS thể hiện ví dụ ở Hình 2.

Lịch sử tải trọng động theo thời gian (load history) được phân tách thành các gói tải trọng ứng với số lượng lặp lại (Hình 3). Để xác định mức độ suy giảm của nền đất dưới tải trọng lặp (cyclic degradation), ảnh hưởng của tải trọng lặp trong lịch sử được quy đổi về số số lượng tải lặp tương đương ứng với mức tải lớn nhất,  $N_{eq}$ . Việc xác định  $N_{eq}$  được thể hiện bởi Andersen (2015).



Hình 3. Chuyển đổi lịch sử tải trọng sang các gói tải trọng theo cấp (Andersen, 2015) Hình 4. Kết quả tính toán (Jostad et al., 2014)

Sau khi  $N_{eq}$  được xác định, đường cong ứng suất – biến dạng của đất nền cho các trạng thái ứng suất khác nhau, cụ thể nén, kéo và cắt phẳng, sẽ được xác định dựa trên nội suy từ biểu đồ đường đồng mức ứng với số vòng lặp  $N_{eq}$ . Các thông số nền đất của mô hình UDCAM sẽ được xác định dựa trên tối ưu đường cong ứng suất biến dạng tính toán với biểu đồ đo đạc được, từ đó phục vụ cho việc tính toán trên mô hình FE 2D hay 3D sau này.

Như vậy việc tính toán tải trọng động được quy về tải trọng tĩnh và được thực hiện bằng phương pháp số FE. Do đó có thể tính toán được số lượng lớn vòng lặp của tải trọng động tác động lên nền móng ngoài khơi, cọc đường kính lớn – monopile. Hiện tại UDCAM-S đã được tích hợp trong PLAXIS 2D/3D (Bentley Systems, 2024), các bước xác định  $N_{eq}$  hay xác định thông số UDCAM-S đã được tự động hóa, do vậy việc tính toán trở nên dễ dàng.

### Tài liệu tham khảo

American Petroleum Institute, 2003. Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms-Working Stress Design API

Andersen, K.H., 2015. Frontiers in offshore geotechnics III, in: The Third ISSMGE McClelland Lecturer. CRC Press.

Bentley Systems, 2020. User Manual of PLAXIS.

Burd, H.J., Taborda, D.M.G., Zdravkovic, L., Abadie, C.N., Byrne, B.W., Houlsby, G.T., Gavin, K.G., Igoe, D.J.P., Jardine, R.J., Martin, C.M., McAdam, R.A., Pedro, antonio M.G., Potts, D.M., 2020a. PISA design model for monopiles for offshore wind turbines: Application to a stiff glacial clay till. Geotechnique 70, 1030–1047. <https://doi.org/10.1680/jgeot.18.P.255>

Burd, H.J., Taborda, D.M.G., Zdravković, L., Abadie, C.N., Byrne, B.W., Houlsby, G.T., Gavin, K.G., Igoe, D.J.P., Jardine, R.J., Martin, C.M., McAdam, R.A., Pedro, A.M.G., Potts, D.M., 2020b. PISA design model for monopiles for offshore wind turbines application to a marine sand. Geotechnique 70, 1030–1047. <https://doi.org/10.1680/jgeot.18.P.255>



- Byrne, B. W., Burd, H. J., Gavin, K. G., Houlsby, G. T., Jardine, R. J., McAdam, R. A., Martin, C. M., Potts, D. M., Taborda, D. M. G., Zdravkovic, L., 2020. PISA: Recent Developments in Offshore Wind Turbine Monopile Design. *Travel Behav Soc* 20, 331–347. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-2306-5>
- DNV GL, 2016. STANDARD DNV GL AS Support structures for wind turbines.
- Doherty, P., Gavin, K., 2012. Laterally loaded monopole design for offshore wind farms. *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Energy* 165, 7–17. <https://doi.org/10.1680/ener.11.00003>
- Jostad, H.P., Grimstad, G., Andersen, K.H., Saue, M., Shin, Y., You, D., 2014. A FE Procedure for Foundation Design of Offshore Structures-Applied to Study a Potential OWT Monopile Foundation in the Korean Western Sea. *Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA* 45, 63–72.
- Jostad, H.P., Liu, H., Sivasithamparam, N., Ragni, R., 2023. Cyclic Capacity of Monopiles in Sand under Partially Drained Conditions: A Numerical Approach. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* 149. <https://doi.org/10.1061/jggefkg.teng-10435>
- Pisanò, F., Del Brocco, I., Ho, H.M., Brasile, S., 2024. 3D FE simulation of PISA monopile field tests at Dunkirk using SANISAND-MS. *Geotechnique Letters* 14, 1–11. <https://doi.org/10.1680/jgele.23.00073>

## 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON

**ACE** Architectural, Civil  
and Environmental

# FORENSIC ENGINEERING

**January 14-17, 2025**

Webinar (Zoom)

Korea University, South Korea

Climate change and urban overpopulation are increasing the frequency and complexity of disasters, leading to higher risks of 'complex disasters' involving multiple simultaneous or sequential events.

Forensic engineering, the application of engineering knowledge to investigate failures, collapses, and other performance issues in construction facilities and built environments, plays a crucial role in understanding and mitigating these risks.

The Hyper-converged Forensic Research Center for Infrastructure, funded by the National Research Foundation of Korea, aims to develop integrated Industry-4.0-based forensic technologies. These technologies are designed to enhance the resilience of three major infrastructures – underground, structural, and hydro-environment – against large-scale complex disasters.

Following the great success of the previous conferences over the past three years, we are pleased to invite you to the 4th International Conference on Architectural, Civil and Environmental (ACE) Forensic Engineering. This conference will be held online at Korea University in South Korea between January 14-17, 2025.



**Free Registration**

To register, please scan the QR code or go to  
[bit.ly/ACEforensic2025](https://bit.ly/ACEforensic2025)

+82-2-3290-4728

[forensic.conf@gmail.com](mailto:forensic.conf@gmail.com)

[fphi.korea.ac.kr](http://fphi.korea.ac.kr)

Organized by



Sponsored by





# 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

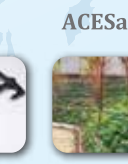
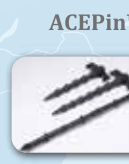
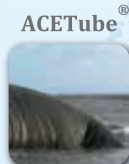
Carbon Reduction

Ba Đèo, Hạ Long, Quảng Ninh

## CÔNG TRÌNH TIÊU BIỂU ỨNG DỤNG VẬT LIỆU ĐỊA KỸ THUẬT



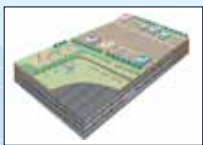
SẢN PHẨM  
KỸ THUẬT  
XANH



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

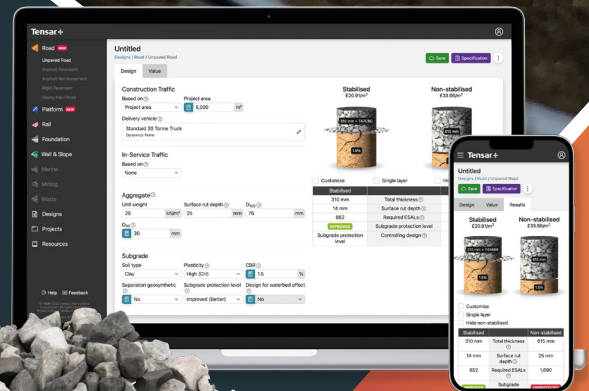


“  
*Supporting you to design  
& build with confidence*  
”

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**<sup>®</sup>

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

**Tensar InterAx**<sup>®</sup>

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](mailto:tensarinfo-vn@cmc.com)



**MASTER PLAN AND  
PLANNING**

**FEASIBILITY STUDY  
AND DESIGN**

**TOPOGRAPHY SURVEY**

**SOIL INVESTIGATION AND  
GEOTECHNICAL DESIGN**

**CONSTRUCTION SUPERVISOR  
CONSULTANT**

**INSPECTION**

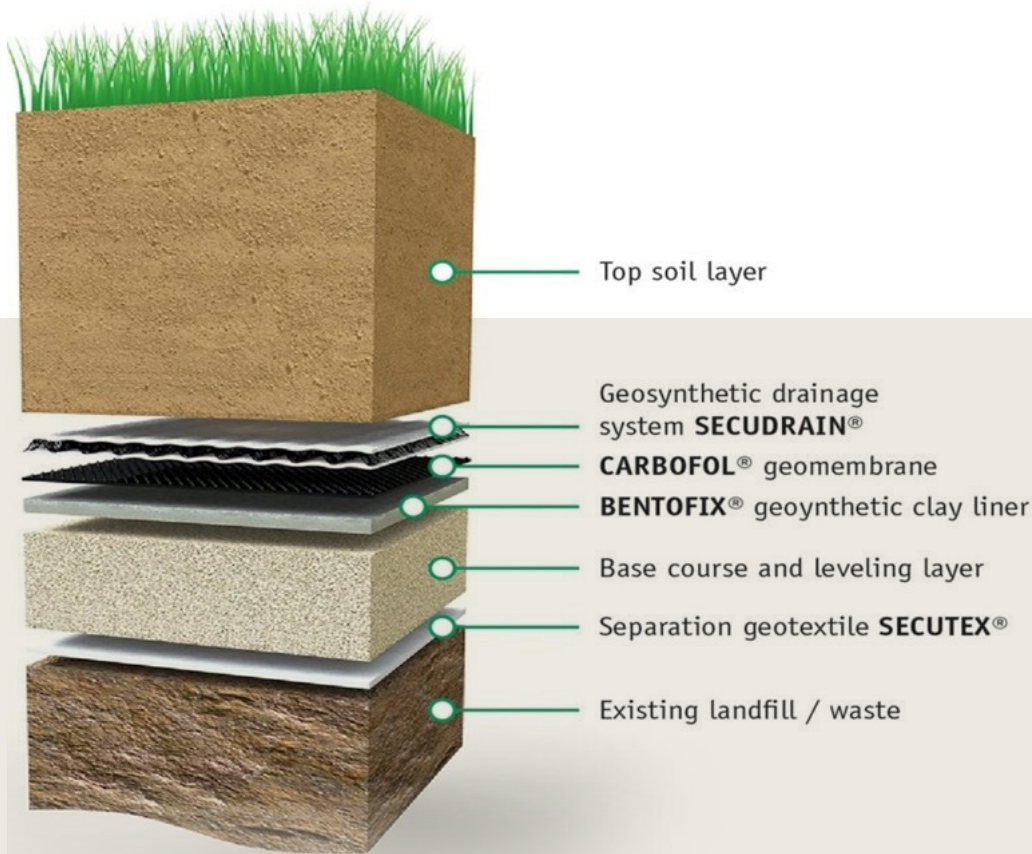
**T**RANSPORT  
**E**NGINEERING  
**D**ESIGN  
**I**NCORPORATED  
**S**OUTH

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](mailto:tedisouth@tedisouth.vn) , Website: [www.tedisouth.vn](http://www.tedisouth.vn)

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



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

### Naue tại Việt Nam

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

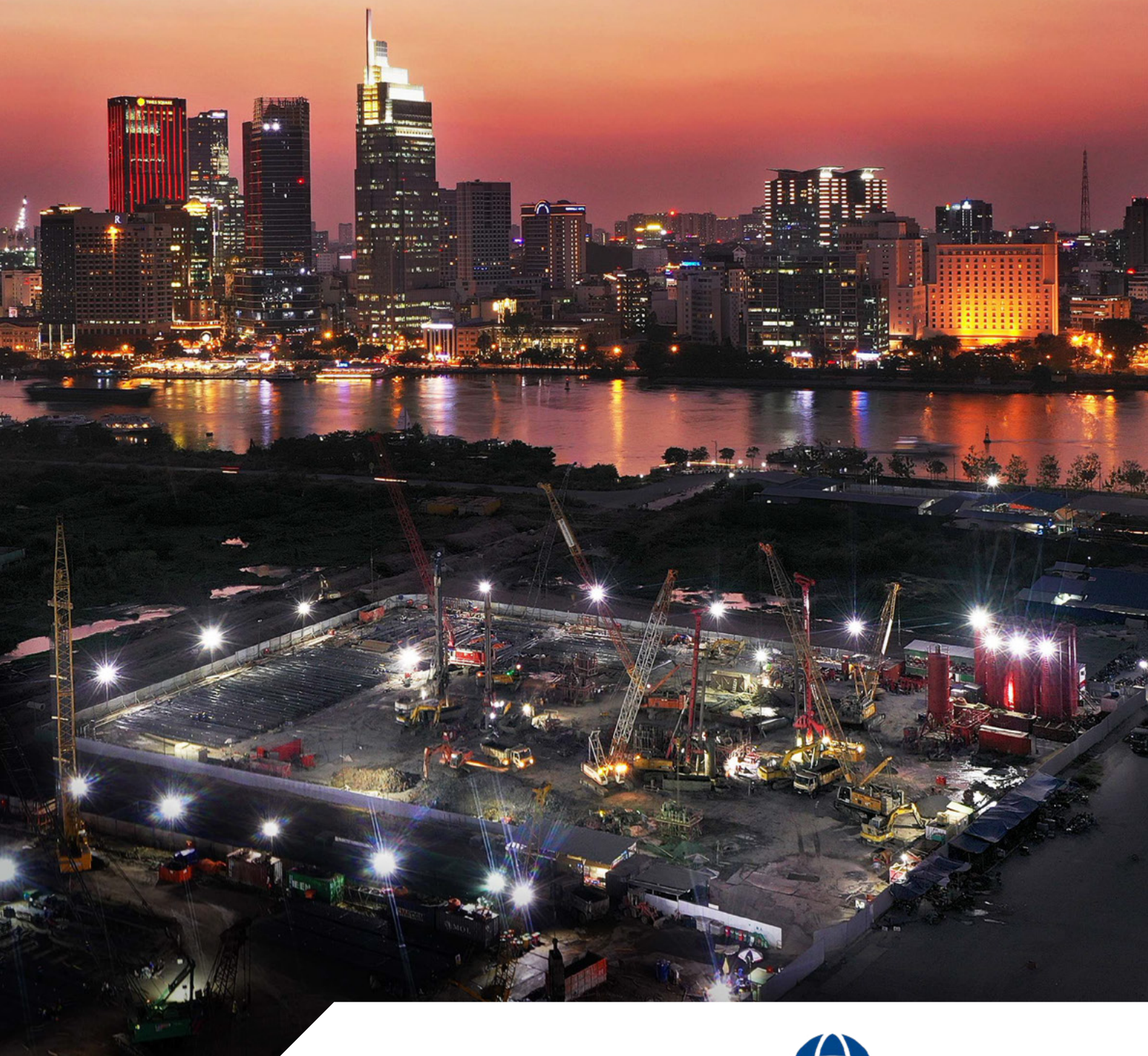
Phan Vu Group

A2 Trường Sơn, Phường 2, Quận Tân Bình

Phan Vu Group

[www.phanvu.vn](http://www.phanvu.vn)

# CHUYÊN GIA VỀ NỀN MÓNG VÀ CÔNG TRÌNH NGẦM UNDERGROUND EXPERTISE



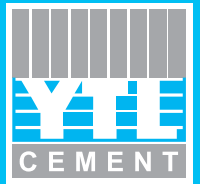
Để biết thêm thông tin  
For more information



**BACHY SOLETANCHE VIETNAM**

Build on us

Fico



# XI MĂNG SUPREME



### Supreme Flow

Cement For Superior  
Ready-mix Concrete



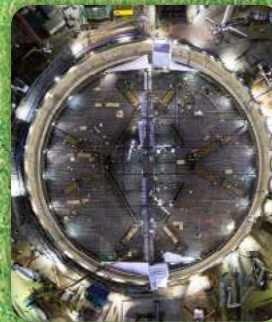
### Supreme Cast

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](http://www.geotechinternational.com)

Email: [geotech@geotechinternational.com](mailto: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](mailto:info@hungvietgroup.vn)  
WEB: [www.geotech.com.vn](http://www.geotech.com.vn)