



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 12 - 11 - 2020

ERSD 2020



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI



EARTH SCIENCES AND
NATURAL RESOURCES FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT

TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

TIỂU BAN
CÔNG TRÌNH NGÀM
VÀ ĐỊA KỸ THUẬT

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG)

CÁC ĐƠN VỊ PHỐI HỢP TỔ CHỨC

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam
Tập đoàn Dầu khí Việt Nam
Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam
Tổng hội Địa chất Việt Nam
Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam
Hội Khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam
Hội Công trình ngầm Việt Nam
Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam
Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam
Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam
Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam
Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam
Viện Địa chất và Địa vật lý biển
Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản
Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai
Trường Đại học Đông Á
Trường Đại học Thủ Dầu Một

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban

GS.TS Trần Thanh Hải, *Trường Đại học Mở Địa - chất*

Phó Trưởng ban

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Triệu Hùng Trường, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TS Võ Chí Mỹ, *Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam*

GS.TS Nguyễn Quang Phích, *Hội Công trình ngầm Việt Nam*

PGS.TS Trần Tuấn Anh, *Viện Địa chất, Viện HLKH&CN Việt Nam*

PGS.TS Đoàn Văn Cảnh, *Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Như Trung, *Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Hội Khoa học kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Trần Xuân Hòa, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*

TS Hoàng Văn Khoa, *Tổng hội Địa chất Việt Nam*

TS Đỗ Hồng Nguyên, *Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam*

TS Nguyễn Văn Nguyên, *Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam*

TS Lê Văn Quyên, *Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam*

TS Trịnh Hải Sơn, *Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Bộ Tài nguyên và Môi trường*

TS Nguyễn Quốc Thập, *Tập đoàn Dầu khí quốc gia Việt Nam*

TS Đặng Kim Triết, *Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai*

TS Trần Văn Trung, *Trường Đại học Thủ Dầu Một*

TS Đỗ Trọng Tuấn, *Trường Đại học Đông Á*

TS Nguyễn Thanh Tùng, *Viện Dầu khí Việt Nam*

BAN KHOA HỌC

Trưởng ban

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó trưởng ban

PGS.TS. Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TSKH Hoàng Ngọc Hà, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Võ Trọng Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Trương Xuân Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Đỗ Như Tráng, *Trường Đại học Công nghệ GTVT*

PGS.TS Bùi Hoàng Bắc, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phùng Mạnh Đắc, *Hội KHCN Mở Việt Nam*

PGS.TSKH Hà Minh Hòa, *Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ*

PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Lê Văn Hưng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Hoàng Văn Long, *Viện Dầu khí Việt Nam*

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Quang Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phạm Xuân Núi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Sáng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Ngô Xuân Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đặng Trung Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Trần Quốc Cường, *Viện Địa chất, Viện HLKH&CN Việt Nam*

TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Trần Tuấn Dũng, *Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện HL KH&CN Việt Nam*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Bùi Thị Thu Thủy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Thế Truyền, *Viện NC Điện tử, Tin học, Tự động hóa*

TS Nguyễn Văn Xô, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban

TS Nguyễn Việt Nghĩa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Bùi Hoàng Bắc, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Trần Tuấn Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Bùi Ngọc Quý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đỗ Như Ý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Phạm Trung Kiên, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN THƯ KÝ

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Sáng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Trọng Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Lê Quang Duyệt, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Nguyễn Ngọc Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Hoàng Thu Hằng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Nguyễn Thanh Hải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Phạm Đức Nghiệp, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

LỜI NÓI ĐẦU

Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững - ERSĐ được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) và các đối tác tổ chức 2 năm một lần để các nhà chuyên môn trong và ngoài nước tụ hội, giới thiệu những kết quả và hướng nghiên cứu khoa học mới, thảo luận về các xu thế phát triển, thách thức và cơ hội mới đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của Khoa học Trái đất, Tài nguyên và các ngành khác có liên quan.

Tiếp nối thành công của Hội nghị lần thứ nhất năm 2018 (ERSĐ 2018) và được sự cho phép của Bộ Giáo dục và Đào tạo, Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững lần thứ hai (ERSĐ 2020) được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) đăng cai tổ chức với sự phối hợp đồng tổ chức của nhiều đơn vị quản lý, nghiên cứu khoa học, đào tạo và sản xuất có uy tín trong nước gồm Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai, Trường Đại học Đông Á, Trường Đại học Thủ Dầu Một, Tổng hội Địa chất Việt Nam, Hội Khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam, Hội Công trình ngầm Việt Nam, Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam, Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam, Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam, và với sự tham gia của nhiều tổ chức và cá nhân khác.

Các chủ đề chính của Hội nghị lần này tập trung vào thảo luận các kết quả khoa học công nghệ và hướng nghiên cứu mới của Khoa học Trái đất và Tài nguyên thiên nhiên, Khai thác và sử dụng tài nguyên địa chất, Môi trường và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan như Cơ - Điện, Công nghệ Thông tin, Xây dựng, ... cũng như việc ứng dụng chúng vào phát triển bền vững đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của khoa học công nghệ, kinh tế và xã hội.

Trong quá trình tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức đã nhận được sự quan tâm của đông đảo các nhà khoa học, chuyên môn và quản lý trong và ngoài nước, trong đó có hơn 300 báo cáo khoa học liên quan tới các chủ đề của Hội nghị đã được gửi tới Ban biên tập. Trên cơ sở đó, 255 báo cáo có chất lượng đã được lựa chọn và xuất bản trong Tuyển tập tóm tắt các báo cáo và Tuyển tập các báo cáo toàn văn của Hội nghị. Báo cáo toàn văn được tập hợp thành 16 tập, mỗi tập ứng với một chủ đề khoa học sau:

1. *Địa chất khu vực*
2. *Địa chất công trình - Địa chất thủy văn*
3. *Tài nguyên địa chất và phát triển bền vững*
4. *Môi trường trong khai thác tài nguyên và phát triển bền vững*
5. *An toàn mỏ*
6. *Công nghệ và thiết bị khai thác*
7. *Thu hồi và chế biến khoáng sản*
8. *Công trình ngầm và Địa kỹ thuật*
9. *Vật liệu và kết cấu*
10. *Kỹ thuật dầu khí tích hợp*
11. *Trắc địa*
12. *Bản đồ, Viễn thám và Hệ thống thông tin địa lý*
13. *Khoa học Cơ bản trong lĩnh vực Khoa học Trái đất và Môi trường*
14. *Cơ khí, điện và Tự động hóa*
15. *Công nghệ thông tin*
16. *Phân tích dữ liệu và học máy*

Toàn bộ thông tin khoa học về hội nghị, trong đó có Tuyển tập các báo cáo toàn văn, được đưa lên trang Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd2020.humg.edu.vn/>.

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mỏ - Địa chất, với tư cách là đơn vị đăng cai tổ chức Hội nghị, cùng các đơn vị đồng tổ chức đã hợp tác và góp phần quan trọng vào sự thành công của Hội nghị này. Cảm ơn các nhà khoa học đã đóng góp các công bố khoa học có giá trị cho Hội nghị. Ban tổ chức cũng đánh giá cao sự nỗ lực của Ban biên tập và các chuyên gia biên tập để nâng cao chất lượng của các báo cáo khoa học cũng như sự cố gắng lớn của Ban thư ký trong việc chuẩn bị và tổ chức hội nghị này.

Ban tổ chức mong muốn tiếp tục nhận được sự hợp tác chặt chẽ và góp ý chân thành của các đơn vị và cá nhân đối với việc chuẩn bị, tổ chức, biên tập, và xuất bản các báo cáo khoa học, nhằm nâng cao chất lượng của các hội nghị tiếp theo, góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của các hoạt động nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ thuộc các lĩnh vực Khoa học Trái đất và Tài nguyên và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan.

TRƯỞNG BAN TỔ CHỨC

GS.TS Trần Thanh Hải

MỤC LỤC

TIỂU BAN CÔNG TRÌNH NGÂM VÀ ĐỊA KỸ THUẬT

Nghiên cứu các giải pháp gia cố và chống giữ chủ động nâng cao độ ổn định và khả năng mang tải của khối đá xung quanh các đường lò khi khai thác xuống sâu tại vùng than Quảng Ninh <i>Đặng Văn Kiên, Ngô Doãn Hào, Đỗ Ngọc Thái, Phạm Tuấn Anh, Ngô Hà Quyên</i>	1
Nghiên cứu sử dụng tro bay của nhà máy nhiệt điện chế tạo kết cấu chống giữ các đường lò khi khai thác xuống sâu tại vùng than Quảng Ninh <i>Đặng Văn Kiên, Võ Trọng Hùng, Đỗ Ngọc Anh, Phạm Tuấn Anh, Nguyễn Tiến Mạnh, Trương Văn Hà</i>	10
Cấu trúc nền đất yếu tuyến đường giao thông ven biển Hải Phòng-Nam Định và đề xuất công nghệ gia cố phù hợp <i>Nguyễn Thị Dịu, Tạ Đức Thịnh</i>	19
Nghiên cứu ảnh hưởng của tham số dự ứng lực đến đặc trưng cơ học của kết cấu neo <i>Đào Viết Đoàn, Vũ Đức Quyết, Nguyễn Duyên Phong</i>	27
Kết cấu neo biến dạng lớn và đề xuất áp dụng chống giữ cho đường lò đào qua khối đá mềm yếu vùng Quảng Ninh <i>Đào Viết Đoàn</i>	35
Nghiên cứu đề xuất sơ đồ công nghệ thi công hợp lý nâng cao tốc độ đào lò trong đá cho Công ty Than Nam Mẫu-TKV <i>Ngô Đoàn Hào</i>	44
Vấn đề xây dựng công trình ở khu vực có nguy cơ hình thành hố sụt lún <i>Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong, Nguyễn Ngọc Huệ</i>	52
Áp dụng phương pháp đường đặc tính khối đá và độ hội tụ giới hạn để thiết kế kết cấu chống giữ công trình ngầm <i>Trần Tuấn Minh</i>	59
Ứng dụng khoan ngang định hướng HDD trong thi công hệ thống đường ống hạ tầng kỹ thuật tại các đô thị ở Việt Nam <i>Vũ Minh Ngân, Phạm Đức Thọ</i>	70
Numerical analysis of soil nailing for stability of slopes <i>Phạm Thị Nhan, Nguyễn Anh Hoa</i>	77
Ảnh hưởng của mực nước ngầm đến trạng thái cơ học trong khối đá xung quanh công trình ngầm và tác động lên kết cấu chống <i>Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Khắc Cường, Nguyễn Ngọc Huệ</i>	84
Nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực gương đào đến độ lún mặt đất khi thi công đường hầm bằng máy khiên đào <i>Đỗ Ngọc Thái, Nguyễn Huy Hiệp</i>	90
Nghiên cứu đề xuất phương pháp tính độ lún và sức chịu tải của nền đất yếu gia cố bằng cọc cát biển-xi măng <i>Tạ Đức Thịnh, Nguyễn Thị Dịu</i>	97

Nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực gương đào đến độ lún mặt đất khi thi công đường hầm bằng máy khiên đào

Đỗ Ngọc Thái^{1,*}, Nguyễn Huy Hiệp²

¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

² Đại học kỹ thuật Lê Quý Đôn

TÓM TẮT

Công tác thi công đường hầm có thể gây ra dịch chuyển, phá hủy khối đất đá xung quanh đường hầm, xuất hiện lún mặt đất. Trong những năm qua, máy khiên đào được sử dụng để xây dựng đường hầm trong thành phố có điều kiện thi công khó khăn như điều kiện địa kỹ thuật phức tạp hay trong đất yếu. Khi thi công đường hầm bằng máy khiên đào việc duy trì áp lực lên gương đào để giữ ổn định bề mặt gương đào đường hầm là một trong số những thông số quan trọng nhất. Trong quá trình thi công, khi giá trị áp lực gương đào quá lớn có thể gây ra các hiện tượng đẩy trôi lên trên mặt đất, khi áp lực gương đào có giá trị nhỏ có thể gây ra các hiện tượng trượt lở đột ngột vào trong gương đào và gây ra sụt lún lên đến mặt đất. Bài báo sử dụng phương pháp phân tử hữu hạn bằng phần mềm Abaqus-3D để mô phỏng công tác thi công đường hầm trong phạm vi điều kiện thành phố Hà Nội và dự báo ảnh hưởng của giá trị áp lực gương đào đến độ lún mặt đất.

Từ khóa: Đường hầm; máy khiên đào; áp lực gương đào; độ lún mặt đất; ổn định mặt gương đào.

1. Đặt vấn đề

Xây dựng hệ thống đường hầm trong đô thị là giải pháp rất hiệu quả để giải quyết nhu cầu phát triển hạ tầng cơ sở tại các thành phố lớn. Trong quá trình thi công đường hầm, phía trước gương hình thành khối đất đá phá hủy có xu hướng trượt, sụt lún vào trong gương đào (Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc, 2005; Đỗ Ngọc Thái and Protosenya A.G., 2017). Độ ổn định gương đào phụ thuộc rất nhiều yếu tố như đặc tính khối đất đá đường hầm thi công qua, vị trí, kích thước đường hầm, công nghệ thi công. Khi thi công công trình ngầm trong môi trường đất bão hòa, hiện nay chủ yếu sử dụng các máy khiên đào kiểu kín, công nghệ thi công này cho phép có thể không cần sử dụng các biện pháp giữ ổn định gương đào thông thường như hạ mực nước ngầm, khoan phụt vữa hoặc đóng băng nhân tạo. Ngoài ra chúng còn cho phép kiểm soát độ lún bề mặt, hạn chế các rủi ro tại gương đào nhờ vào sự tồn tại liên tục của áp lực chống giữ trên mặt gương (Đỗ Ngọc Anh, 2016; Protosenya và nnk, 2015). Công tác thi công các đường hầm trong thành phố bằng máy khiên đào thì phương pháp giữ ổn định mặt gương đào là duy trì áp lực lên mặt gương đào để giữ ổn định, cân bằng áp lực gương đào rất là quan trọng. Công tác nghiên cứu các phương pháp giữ ổn định gương đào và đánh giá ảnh hưởng của giá trị áp lực duy trì lên gương đào đến độ ổn định, dịch chuyển lún mặt đất hiện nay vẫn chưa được quan tâm. Bài báo phân tích, lựa chọn phạm vi sử dụng hiệu quả các phương pháp giữ ổn định gương đào của các loại máy khiên đào và dự báo ảnh hưởng của giá trị áp lực duy trì lên mặt gương đào đến độ lún mặt đất.

2. Phương pháp giữ ổn định mặt gương đào

Máy khiên đào là máy đào hầm cơ giới có nhiều chức năng tập trung thông nhất như đào tách khối đất đá, che chống bảo vệ, lắp đặt vỏ hầm, vận chuyển đất đá. Máy khiên đào thích hợp cho việc thi công đường hầm qua vùng đất đá mềm yếu, phức tạp có nguy cơ mất ổn định cao, đất đá có khả năng sụt lún ngay vào trong không gian công trình nếu không có kết cấu chống giữ. Phần đầu có trang bị đầu cắt có nhiệm vụ phá vỡ khối đất đá trên gương, phần kế tiếp có trang bị các ống kích đẩy cho phép kích đẩy máy tiến về phía trước, phần đuôi khiên có trang bị thiết bị lắp đặt vỏ hầm đúc sẵn, vận chuyển đất đá về phía sau và đưa ra ngoài, bơm phụt vữa lấp đầy khoảng trống phía sau vỏ hầm.

* Tác giả liên hệ

Email: donggocthai@humg.edu.vn

Khoang công tác ở phía sau mâm cắt luôn được duy trì áp lực nhằm cân bằng áp lực nước ngầm và áp lực đất đá để giữ ổn định cho gương đào và giảm những dịch chuyển lún trên mặt đất. Theo phương pháp giữ ổn định mặt gương đào thì máy khiên đào được chia ra: khiên cân bằng áp lực khí nén; khiên cân bằng áp lực vữa và khiên cân bằng áp lực đất.

- *Khiên cân bằng áp lực khí nén*: phương pháp giữ ổn định gương đào bằng khí nén, khi thi công qua địa tầng có chứa nước ngầm, để ngăn chặn không cho nước ngầm xâm nhập vào buồng công tác, trong trường hợp này buồng công tác được duy trì một áp lực khí nén. Nhờ áp lực khí nén, nước ngầm không chỉ bị giữ lại mà còn bị giữ sâu trong đất.

- *Khiên cân bằng áp lực vữa*: phương pháp giữ ổn định gương đào bằng áp lực vữa, khiên đào áp lực vữa áp dụng phù hợp cho địa tầng có bề mặt gương có thể chống đỡ bằng dung dịch vữa áp lực, thi công trong những địa hình khó khăn như dưới các sông hồ, hoặc dưới tầng nước ngầm, đất đào ra được đưa ra ngoài qua ống dẫn, đá cuội, sỏi được nghiền ra và di chuyển ra ngoài qua đường ống. Áp lực nước ngầm, áp lực địa tầng được cân bằng với áp lực dung dịch vữa. Khoang công tác được bơm vào dung dịch vữa áp lực, thích hợp cho việc tạo lên màng bùn chống đỡ khối đất trước gương. Đất cắt phía trước gương cào bóc khối đất ở mặt ngoài màng bùn. Hỗn hợp bùn đất trước gương sau khi được tách bóc được bơm hút đưa lên mặt đất để xử lý.

- *Khiên cân bằng áp lực đất*: phương pháp giữ ổn định gương đào bằng áp lực đất, đất được đào bởi đầu cắt của khiên sẽ được sử dụng để gia cố gương hầm. Chất tạo bọt được bơm vào trước đầu cắt làm cho đất kết dính lại đảm bảo kiểm soát chính xác áp lực cân bằng gương đào, đất sau khi tách bóc ra sẽ theo rãnh dao cắt tiến vào khoang công tác. Khi áp lực trong khoang công tác đủ lớn để chống lại áp lực địa tầng và áp lực nước ngầm thì mặt gương đào sẽ được giữ ổn định mà không bị sụt lở. Yêu cầu cần giữ cho lượng đất trong máng xoắn ốc và lượng đất trong khoang công tác cân bằng với lượng đất đào ra tiến vào trong khoang công tác. Đất đào ra được vận chuyển trong máng xoắn ốc ở phía sau khoang công tác theo cửa xả được đưa ra ngoài. Khiên cân bằng áp lực đất thích hợp với các địa tầng đất sét, đất có thành phần dính kết... đồng thời bảo vệ có hiệu quả sự ổn định bề mặt gương đào, giảm được độ lún mặt đất, trong khi thi công dễ dàng thao tác và có tính an toàn cao. Khi thi công qua các tầng đất cát, sỏi, cần trộn thêm dung dịch vữa, phụ gia... để cải tiến đặc tính của khối đất sau khi đào ra, như tăng tính lưu động, lấp đầy khoang công tác làm ổn định bề mặt gương. Phương pháp giữ ổn định gương đào và ảnh hưởng khi thi công đường hầm đến độ lún mặt đất của một số đường hầm trên thế giới được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Phương pháp giữ ổn định gương đào và giá trị lún mặt đất gây ra bởi công tác thi công đường hầm (Vittorio Guglielmetti et al., 2007).

Đường hầm	Đường kính, m	Chiều sâu bố trí đường hầm, m	Giá trị lún mặt đất, mm	Kiểu máy khiên đào; đường hầm thi công trong điều kiện lớp đất.
Hầm đường sắt tại thành phố Barcelona, Tây Ban Nha.	11,2	30	5,0	Khiên cân bằng áp lực đất; đất sét và cát.
Hầm thoát nước ở Sudden Valley, Mỹ.	14,3	9,12	43,0	Khiên cân bằng áp lực đất; cát bão hòa nước.
Hầm tàu điện ngầm đường số 1 ở Madrid, Tây Ban Nha.	9,38	15,50	18,0	Khiên áp lực đất; cát và đất sét.
Hầm tàu điện ngầm số 2 ở Madrid, Tây Ban Nha.	9,38	17,00	21,2	Khiên áp lực đất; đất sét và cát.
Đường hầm ô tô ở Val-de-Marne, Pháp.	3,35	7,75	5,3	Khiên cân bằng áp lực vữa; sỏi cát.
Đường hầm tàu điện ngầm số 2 ở Thượng Hải, Trung quốc.	11,2	24,50	17,9	Khiên cân bằng áp lực vữa; đất mùn, cát pha.
Đường hầm tàu điện ngầm D tại Lyon, Pháp.	6,27	16,40	13,5	Khiên cân bằng áp lực vữa; cát sét mịn.

3. Sơ đồ tính áp lực lên gương đào

3.1. Phương pháp xác định áp lực lên gương đào theo Kartoziya, B.A. và các cộng sự

Giá trị áp lực lên gương đào phụ thuộc các yếu tố (Kartoziya, et al. 2003): Chiều sâu bố trí đường hầm; đặc tính cơ lý khối đất đá; khả năng xuất hiện nước ngầm hoặc tầng chứa nước và giá trị áp lực lên gương đào được xác định theo công thức:

$$P \geq P_d + P_w \quad (1)$$

trong đó: P_d - áp lực gây lên bởi đất đá, kN/m^2 ; P_w - áp lực gây lên bởi nước ngầm, kN/m^2 .

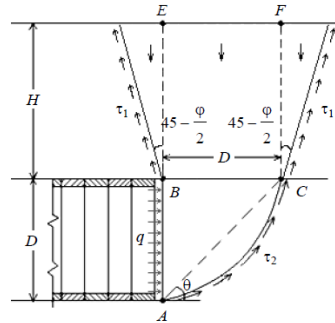
3.2. Phương pháp xác định áp lực lên gương đào theo Protosenya. A.G. và các cộng sự

Độ ổn định, cân bằng gương đào được xác định qua hệ số cân bằng là tỷ số giữa tổng các lực chống trượt, dịch chuyển của khối đất đá với tổng lực gây trượt, dịch chuyển của khối đất đá vào gương đào (Protosenya.A.G., Belyakov H.A., Do Ngoc Thai, 2015). Để khảo sát hệ số cân bằng F ta xét một đường hầm có đường kính D, thi công dưới độ sâu H tính từ bề mặt đất, phía trước gương hình thành vùng đất đá dưới tác động của trọng lượng có xu hướng trượt, dịch chuyển vào trong gương đào. Phương pháp thi công sử dụng tổ hợp máy khiên đào, khoang áp lực có sử dụng áp lực lên gương q, (Hình 1).

Giá trị hệ số cân bằng được xác định theo công thức:

$$F = \frac{\tau_1 + \tau_2 + c_1 + c_2 + P}{T} \quad (2)$$

trong đó: τ_1 - lực chống lại quá trình trượt, dịch chuyển xuống của khối đất đá do lực ma sát gây ra trên bề mặt bên, kN/m^2 ; τ_2 - lực chống lại quá trình trượt, dịch chuyển xuống của khối đá vào gương do lực ma sát trên bề mặt (AC) gây ra, kN/m^2 ;



Hình 1. Sơ đồ xác định áp lực lên gương đào (Protosenya, Belyakov, Do Ngoc Thai, 2015)

c_1 - lực chống lại quá trình trượt, dịch chuyển xuống của khối đất đá do lực dính bề mặt bên gây ra, kN/m^2 ; c_2 - lực chống lại quá trình trượt, dịch chuyển xuống của khối đất đá vào gương do lực dính bề mặt (AC) gây ra, kN/m^2 ; P - lực ngăn cản quá trình trượt, dịch chuyển khối đất đá vào trong gương do áp lực lên gương q gây ra, kN/m^2 ; T - giá trị lực gây ra quá trình trượt, dịch chuyển của khối đất đá vào gương đào, kN/m^2 .

Tổng trọng lượng khối đá trượt, dịch chuyển xuống gương đào:

$$W = \gamma \cdot V \quad (3)$$

Trong đó: V - thể tích khối đất đá trượt, dịch chuyển xuống gương đào (m^3); γ - dung trọng của khối đất đá vùng phá hủy, kN/m^3 . Ta có:

$$V = \frac{1}{12} \cdot \pi \cdot H \cdot \left\{ D^2 + D[D + 2H \cdot \text{tg}(45 - \varphi/2)] + [D + 2H \cdot \text{tg}(45 - \varphi/2)]^2 \right\} \quad (4)$$

trong đó D - đường kính đường hầm, m; φ - góc nội ma sát của đất đá vùng phá hủy, độ.

Lực chống lại quá trình trượt, dịch chuyển xuống của khối đất đá do lực ma sát trên bề mặt bên gây ra:

$$\tau_1 = \gamma \cdot H / 2 \cdot \sin(45 - \varphi/2) \cdot \cos(45 - \varphi/2) \cdot \text{tg}\varphi \cdot S_b \quad (5)$$

Trong đó: S_b - Diện tích mặt trượt xung quanh:

$$S_b = \pi \cdot H \cdot D + H \cdot \text{tg}(45 - \varphi/2) \cdot \cos(45 - \varphi/2) \quad (6)$$

Lực chống lại quá trình trượt, dịch chuyển xuống của khối đất đá vào gương do lực ma sát trên bề mặt (AC) gây ra, (kN/m^2):

$$\tau_2 = W \cdot \cos\theta \cdot \text{tg}\varphi, \text{ kN} \quad (7)$$

Lực chống lại quá trình trượt, dịch chuyển xuống của khối đất đá do lực dính bề mặt bên gây ra:

$$c_1 = c.S_b . \cos(45 - \varphi/2) \quad (8)$$

trong đó c – lực dính kết bề mặt của đất đá. Lực chống lại quá trình trượt, dịch chuyển xuống của khối đất đá vào gương do lực dính bề mặt (AC) gây ra:

$$c_2 = \pi.D^2.c/4.\cos\theta \quad (9)$$

Lực ngăn cản quá trình trượt, dịch chuyển xuống của khối đất đá vào trong gương do áp lực gương đào q gây ra, kN/m^2 :

$$P = (\pi.D^2/4).q.tg^2(45-\phi/2), \quad (10)$$

trong đó q – áp lực tác dụng lên gương đào, kN/m^2 .

Giá trị lực gây ra quá trình trượt, dịch chuyển của khối đất đá vào gương đào, kN/m^2 :

$$T = W . \sin \theta \quad (11)$$

Thay vào công thức (1) ta có:

$$F = \left[\frac{\gamma.H}{2} . \sin(45 - \varphi/2) . \cos(45 - \varphi/2) . tg\phi.S_b + W . \cos \theta . tg\phi + c.S_b . \cos(45 - \varphi/2) + \pi D^2 . c / 4 \cos \theta + \frac{\pi D^2}{4} . q . tg^2(45 - \varphi/2) \right] / \gamma.V . \sin \theta \quad (12)$$

Để đảm bảo an toàn ta có hệ số $F = 1$ thay vào công thức ta có giá trị áp lực tác dụng lên gương đào:

$$q = \left[\gamma.V . \sin \theta - \frac{\gamma.H}{2} . \sin(45 - \varphi/2) . \cos(45 - \varphi/2) . tg\phi.S_b - W . \cos \theta . tg\phi - c.S_b . \cos(45 - \varphi/2) - \frac{\pi D^2 . c}{4 \cos \theta} \right] / \frac{\pi D^2}{4} . tg^2(45 - \varphi/2), \text{ kN/m}^2.$$

4. Xây dựng mô hình số

Để dự báo độ lún mặt đất khi thi công đường hầm bằng máy khiên đào, trong nghiên cứu này nhóm tác giả sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn thông qua phần mềm chuyên dụng Simulia Abaqus-6.12, phần mềm cho phép phân tích các quá trình thi công tách bóc đất đá, duy trì áp lực ổn định gương đào, công tác lắp dựng vò hầm và công tác phụt vữa lấp đầy khoảng trống giữa bề mặt đất đá và vò hầm, đồng thời đưa ra các kết quả giá trị ứng suất và dịch chuyển khối đất đá gây ra bởi công tác thi công đường hầm.

4.1. Kích thước mô hình

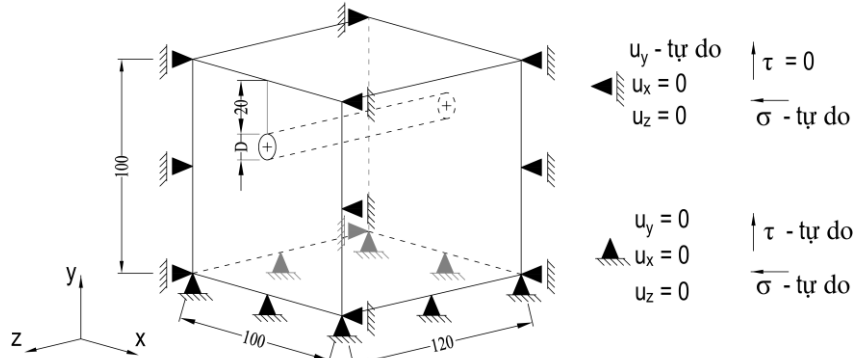
Kích thước mô hình có ảnh hưởng đến tốc độ tính toán, độ chính xác của kết quả tính toán, vùng phân tích được lựa chọn có kích thước phương ngang, phương thẳng đứng và phương dọc trục hầm có giá trị lần lượt là (100mx100mx120m) để vùng ảnh hưởng tạo ra tại đường biên trong kết quả phân tích có giá trị trong giới hạn cho phép. Kích thước đường hầm có đường kính $D = 6,3\text{m}$, vò hầm có chiều dày $d = 0,3\text{m}$ độ sâu đặt đường hầm $h = 20\text{m}$. Các thông số cơ lý khối đất đá được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Thông số cơ lý khối đất đá sử dụng trong mô hình

STT	Thông số	Sét mềm	Cát	Sét	Đá
1	Chiều dày	5	7	21	67
2	Dung trọng tự nhiên, γ_{unsat} (kN/m^3)	19	19,3	20	22
3	Trọng lượng bão hòa, γ_{sat} (kN/m^3)	-	20	21	23
4	Hệ số lỗ rỗng, e	-	0,2	0,4	0,4
5	Mô đun đàn hồi, E (MPa)	10	15	20	80
6	Hệ số Poisson, ν	0,35	0,35	0,32	0,3
7	Góc ma sát trong, ϕ ($^\circ$)	30	30	30	36
8	Góc giãn nở, Ψ	0	0	0	0
9	Lực dính kết, c (MPa)	0,3	0,3	-	-

4.2. Điều kiện biên

Biên trái và biên phải của mô hình chọn loại cố định có ứng suất tiếp và chuyển vị ngang tại biên bằng không; ứng suất pháp và chuyển vị thẳng đứng để tự do. Biên đáy của mô hình có chuyển vị ngang, thẳng đứng bằng 0; ứng suất tiếp, pháp tuyến để tự do. Biên phía bề mặt để tự do cho phép chuyển vị thẳng đứng và chuyển vị ngang như trên Hình 2.



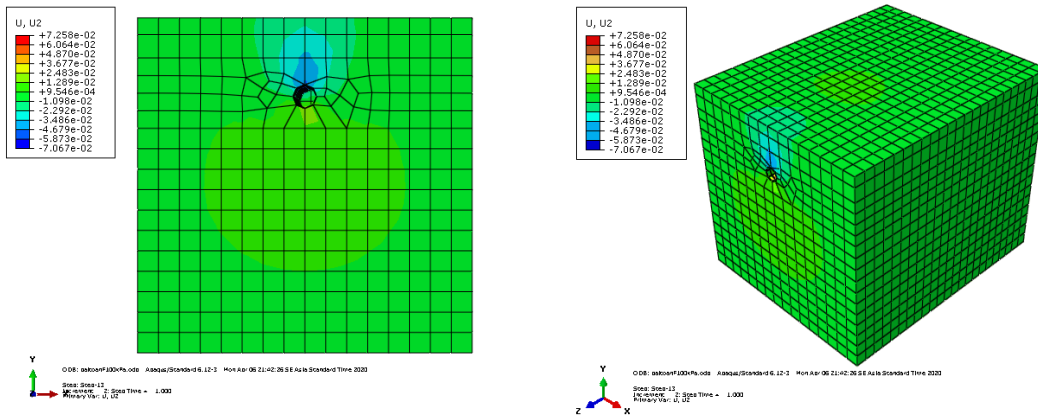
Hình 2. Điều kiện biên bài toán

4.3. Áp lực lên gương đào

Ở bài toán này, để phân tích ảnh hưởng của giá trị áp lực gương đào đến độ lún mặt đất, nhóm tác giả sử dụng áp lực lên gương đào phân bố tuyến tính tăng theo độ sâu có giá trị thay đổi: $F_g = 80 + 250 \text{ kPa} + \Delta F \cdot H_{\text{gương}}$, trong đó: ΔF - giá trị áp lực gương tăng tuyến tính theo độ sâu từ đỉnh hầm đến đáy hầm, $\Delta F = 12 \text{ kPa/m}$; $H_{\text{gương}}$ - độ sâu gương đào, tại đỉnh gương: $H_{\text{gương}} = 0 \text{ m}$, tại đáy gương đào: $H_{\text{gương}} = 6,3 \text{ m}$.

4.4. Các giai đoạn mô phỏng tính toán thi công đường hầm

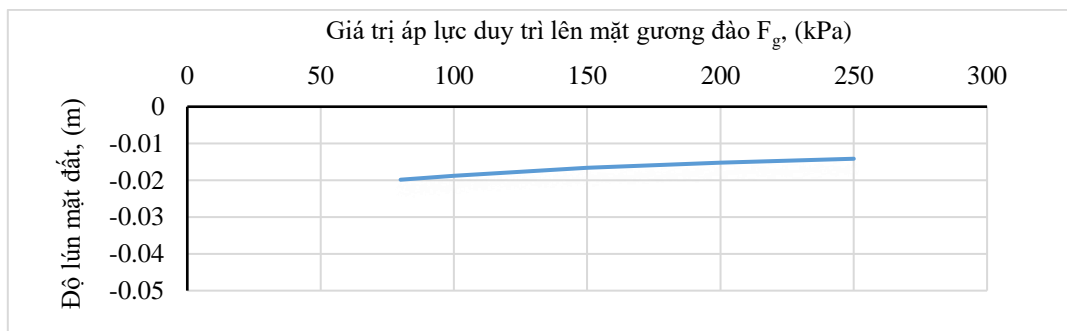
Các giai đoạn mô phỏng, tính toán công tác thi công đoạn hầm bao gồm: Giai đoạn 1: xây dựng điều kiện biên, trường ứng suất ban đầu; Giai đoạn 2: tách bóc đất đá, duy trì áp lực lên gương đào; Giai đoạn 3: lắp đặt vỏ chống cho đường hầm, duy trì áp lực phụt vữa phía sau vỏ chống. Kết quả dịch chuyển thể hiện trên Hình 3.



Hình 3. Dịch chuyển theo phương thẳng đứng

4.5. Kết quả tính toán

Kết quả phân tích sự ảnh hưởng của giá trị áp lực duy trì lên mặt gương đào đến giá trị lún mặt đất được thể hiện trong Hình 4.



Hình 4. Sự ảnh hưởng của giá trị áp lực duy trì lên mặt gương đào đến độ lún mặt đất

Trên Hình 4 thể hiện giá trị lún mặt đất lớn nhất trên mặt cắt ngang đường hầm khi sử dụng các giá trị áp lực lên gương đào khác nhau. Từ kết quả phân tích mô hình số cho thấy giá trị áp lực duy trì lên gương đào có ảnh hưởng đến giá trị lún mặt đất. Khi giá trị áp lực duy trì lên gương đào tăng thì giá trị dịch chuyển lún mặt đất giảm. Với giá trị áp lực lên gương đào $F_g = 80\text{kPa} + 12\text{kPa/m}$, $H_{\text{gương}}$ giá trị lún mặt đất là 19,84mm với giá trị áp lực lên gương đào $F_g = 250\text{kPa} + 12\text{kPa/m}$, $H_{\text{gương}}$ giá trị lún mặt đất là 14,15mm.

5. Kết luận

Trong quá trình thi công đường hầm, phía trước gương hình thành khối đất đá bị phá hủy có xu hướng trượt, sụt lỏ vào trong gương đào. Công tác duy trì áp lực lên gương đào có tác dụng nhằm cân bằng giữ ổn định gương đào, kiểm soát độ dịch chuyển khối đất đá vào trong gương đào, giảm thiểu độ lún mặt đất. Kết quả phân tích cho thấy, khi sử dụng các giá trị áp lực duy trì lên gương đào khác nhau thì gây ra giá trị lún mặt đất khác nhau. Mỗi quan hệ, khi giá trị áp lực gương đào tăng thì độ lún lớn nhất trên mặt đất giảm đôi khi chỉ mang tính tức thời, khi sử dụng giá trị áp lực lên gương đào quá lớn thì áp lực trên gương đào lại làm phá hủy trạng thái ứng suất-biến dạng tự nhiên của khối đất đá phía trước gương đào, hậu quả gây ra độ lún mặt đất lại tăng dần theo thời gian.

Tài liệu tham khảo

- Đỗ Ngọc Anh, 2016. Quy trình mới dự báo lún mặt đất phía trên hai đường hầm nằm nông trong đất mềm. *Tuyển tập các công trình khoa học Kỷ niệm 50 năm thành lập Bộ môn Xây dựng công trình ngầm và mỏ*, 06-2016. 32-41.
- Đỗ Ngọc Thái, Đặng Văn Kiên, 2019. Phân tích ổn định bề mặt gương đào khi xây dựng đường hầm trong điều kiện đất đá yếu bằng máy khiên đào. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ-Địa chất*. Tập 60, kỳ 1, 2019.1-6.
- Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc, 2005. Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ. *Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật*. 463.
- Abaqus Inc., 2012. "Abaqus User's Manual." Version 6.12. Simulia. 773p.
- Do Ngọc Thái and Protosenya, A. G., 2017. The effect of tunnel face support pressure on ground surface settlement in urban areas due to shield tunnelling. *Geo - Spatial Technologies and Earth resources (ISM - 2017)*. p415 - 420.
- Kartozziya, B.A., Fedunets, B.I., Shuplik, M.N., et al. 2003. *Mine and Underground Construction*. Publishing House of Moscow mining University, 2, -815p.
- Protosenya, A. G. , Belyakov, N. A. , Do Ngọc Thái, 2015. The development of prediction method of earth pressure balance and earth surface settlement during tunneling with mechanized tunnel boring machines. *Proceedings of the mining institute*. 211. p53 - 63.
- Vittorio Guglielmetti, Piergiorgio Grasso, Shulin Xu, 2007. Mechanized Tunneling in Urban Areas: Design methodology and construction control. *Taylor&Francis e-Library*. 2007. 504p.

ABSTRACT

Study of the influence of face pressure on surface settlements by shield tunnelling

Do Ngọc Thái^{1,*}, Nguyen Huy Hiep²
¹Hanoi University of Mining and Geology
²Le Quy Don Technical University

The construction of tunnels in urban areas may cause ground displacement which distort and damage overlying buildings. In the past fewdecades, shield tunneling machines have been used to drill in increasingly difficult geotechnical conditions such as soft ground like soft clay. During the advancement of shield tunnel boring machines, the face pressure is one of the most important factors of critical. In tunneling by shield tunnel boring machines, high face pressure often leads to surface upheaval whereas low face pressure leads to sudden collapse of the face and ultimately settlement of the surface. The paper presents a 3D simulation of shield tunneling machines via the finite element code Abaqus and quantifies the influence of shield tunneling machines face pressure on ground surface settlements of the Hanoi metro.

Keywords: Tunnel; shield tunneling machines; face pressure, surface settlements, tunnel face stability.

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



ISBN 978-604762277-1



9 786047 622771