

TẠP CHÍ

GIAO THÔNG

ISSN 2354-0818

CƠ QUAN THÔNG TIN CỦA BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

Số 733 (Tháng 9/2023 - năm thứ 64) | tapchigiaothong.vn | E-ISSN 2615-9791

vận tải

Cấp thiết

THU PHÍ ĐƯỜNG CAO TỐC
DO NHÀ NƯỚC ĐẦU TƯ



TỔNG BIÊN TẬP
NGUYỄN VĂN HƯỜNG
Điện thoại: 0913.54.55.66
Email: nguyenvh.huong@gmail.com

P. TỔNG BIÊN TẬP
NGUYỄN THANH HOA
Điện thoại: 0913.308.700
Email: hoatcgtvt@gmail.com

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

GS. TSKH. LÃ NGỌC KHUÊ; GS. TSKH. NGUYỄN NGỌC HUỆ;
GS. TS. LƯƠNG CÔNG NHỚ; GS. TS. PHẠM HUY KHANG;
PGS. TSKH. ĐẶNG VĂN UY; PGS. TS. HOÀNG HÀ; PGS. TS.
TRẦN ĐẮC SỬ; PGS. TS. TỐNG TRẦN TÙNG; PGS. TS. ĐÀO
VĂN ĐÔNG; PGS. TS. NGUYỄN NGỌC LONG; PGS. TS.
PHẠM DUY HÒA; PGS. TS. NGUYỄN VĂN HÙNG; PGS. TS.
NGUYỄN HỒNG THÁI; PGS. TS. NGUYỄN QUANG PHÚC;
PGS. TS. NGUYỄN THỊ TUYẾT TRINH; PGS. TS. NGUYỄN
HOÀNG LONG; PGS. TS. LÊ QUỐC TIẾN; PGS. TS. NGUYỄN
THANH SƠN; PGS. TS. NGUYỄN THANH CHƯƠng; TS.
TRẦN DOãn THỌ; TS. NGUYỄN XUÂN SANG; TS. KHUẤT
VIỆT HÙNG; TS. LÊ VĂN DƯƠNG; TS. NGUYỄN NGỌC
LONG; TS. LÝ HUY TUẤN; TS. PHẠM CÔNG TRINH; TS. TRẦN
BẢO NGỌC; TS. VŨ HỒNG TRƯỜNG; TS. LÊ ĐỖ MƯỜI; TS.
NGUYỄN VĂN TÚI; TS. NGUYỄN XUÂN CƯỜNG; TS. BÙI
THIỆN THU; TS. NGUYỄN VĂN BÌNH; TS. NGUYỄN VĂN
THÀNH; TS. PHẠM HOÀI CHUNG; ThS. LÂM VĂN HOÀNG;
ThS. PHẠM HỮU SƠN; ThS. HOÀNG HỒNG GIANG.

TÒA SOẠN

106 Thái Thịnh - Đống Đa - Hà Nội

PHÒNG HÀNH CHÍNH TRỊ SỰ VÀ TRUYỀN THÔNG

Hành chính Trị sự

Điện thoại: (024) 3942.6389

Fax: (024) 3822.1153

Email: tapchigtvt@mt.gov.vn

Truyền thông

Điện thoại: (024) 3822.0392

Email: phongtruyenthong.gttv@gmail.com

PHÒNG THƯ KÝ - BIÊN TẬP VÀ PHÒNG VIÊN THƯỜNG TRÚ

Thư ký - Biên tập

Điện thoại: (024) 3942.0744

Email: phongtkts.gttv@gmail.com

Văn phòng Phóng viên

Thường trú miền Trung và Tây Nguyên

16 Lý Tự Trọng, quận Hải Châu, TP. Đà Nẵng

Điện thoại: 0914.228.918

Văn phòng Phóng viên

Thường trú miền Nam

17A Hồng Hà, quận Tân Bình, TP. Hồ Chí Minh

Điện thoại & Fax: (028) 3914.1489

Email: tapchigtvtmn@gmail.com

PHÒNG PHÒNG VIÊN - TẠP CHÍ ĐIỆN TỬ

Điện thoại: (024) 3942.8737

Email: phongpv.gttv@gmail.com

Giấy phép số 465/GP-BTTTT

do Bộ Thông tin và Truyền thông cấp ngày 26/09/2022

Tài khoản: Tạp chí Giao thông vận tải 118000001700

- Ngân hàng Thương mại Cổ phần Công thương Việt Nam

- Chi nhánh TP. Hà Nội

Mã số thuế: 0100104098

Chế bản tại Tạp chí GTVT; In tại Công ty CP In
Khoa học công nghệ Hà Nội

Bìa 1: Cấp thiết thu phí đường cao tốc
do Nhà nước đầu tư

Trình bày bìa: Sinh Nguyễn



GIAO THÔNG

TRANSPORT MAGAZINE

vận tải

Mục lục

CONTENTS THÁNG 09 (NĂM THỨ 64)

04 Hoàn thành nhanh hơn 1.800 km đường cao tốc và những khó khăn huy động nguồn vốn xã hội hóa đặt ra
Speeding completion of 1800 kms of highways and difficulties in mobilization of the socialized capital arise

CÔNG THÀNH

06 Tái đầu tư nguồn lực, đảm bảo công bằng xã hội
Reinvesting the resources, ensuring social equity

VŨ THÀNH VŨ

08 Cách nào thu tiền sử dụng đường cao tốc do Nhà nước đầu tư hiệu quả?
How to effectively collect the toll on the highways invested by the State?

THANH HUYỀN

10 Những bài học kinh nghiệm quý tạo đột phá làm cao tốc đi qua 3 tỉnh
Valuable experiences create breakthrough in construction of highways going through three provinces

VŨ THÀNH

12 Tổng kiểm tra ô tô khách, phát hiện hàng loạt sai phạm
Upon overall supervision of passenger vehicles, numerous cases of rule violation are detected

VĂN HUỆ

14 Có một tuyến vận tải container đường thủy kiểu mẫu đang hình thành ở phía Bắc
A role model of waterway container transportation is coming into being in the North

HUY LỘC

16 Còn vướng thủ tục gây phiền hà, tốn kém khi cấp biển số xe định danh
Procedures of issuing identification number plates are causing annoyance and much cost

HẢI THANH

18 Ứng dụng phụ gia Rwelast@E cải thiện đặc tính kỹ thuật của vật liệu bê tông nhựa mặt đường
Application of Rwelast@E additive to improve the technical characteristics of asphalt concrete materials

TS. NGUYỄN PHƯỚC MINH

22 Tính toán thoát nước mặt đường ô tô khi có bó vỉa, gờ chắn tại Việt Nam
Calculating efficient pavement drainage for road sections with curbs and gutters in Viet Nam

TS. BÙI TUẤN ANH; ThS. PHẠM THỊ THẢO; ThS. NGUYỄN MINH NHẬT

25 Nghiên cứu sử dụng hợp lý tường chắn đất có cốt với cốt tự chế tạo cho nền đường đắp cao tại TP. Đà Nẵng
Research on appropriate use of reinforced earth retaining walls with self-fabricated reinforcement for elevated road embankment in Da Nang city

PGS. TS. CHÂU TRƯỜNG LINH; ThS. NCS. NGUYỄN THU HÀ
KS. LA NGỌC TRƯỜNG; KS. TRẦN VÕ THẢO THẠCH
ThS. TRẦN LÊ MINH TÂM

30 Tổng quan về ảnh hưởng của vật liệu nano Graphene oxit đến đặc tính cơ học, độ bền và cấu trúc của bê tông
Review on the effect of Graphene Oxide nanomaterial on the mechanical properties, durability and microstructure of concrete

ThS. LÊ HOÀI BẢO; TS. NGÔ VĂN THỨC; PGS. TS. BÙI TIẾN THÀNH
CỦ ĐỨC THÀNH; TRẦN THẾ ANH; HOÀNG NAM VIỆT
NGUYỄN THIÊN TRƯỜNG; LƯU NGUYỄN NHẬT

Mục lục

CONTENTS

THÁNG 09 (NĂM THỨ 64)

- 33 Nghiên cứu giải pháp sử dụng cốt liệu nhỏ trong sản xuất bê tông xi măng làm mặt đường ô tô tại Cà Mau
Study on solutions for using fine aggregates for cement concrete production in pavement construction in Ca Mau province
TS. NGUYỄN ĐỨC TRỌNG; KS. HUỖNH DUY KHƯƠNG
- 37 Nghiên cứu hiệu quả gia tăng sức chịu tải của cọc đá nghiền kết hợp với vải địa kỹ thuật trên mô hình thực nghiệm
Research on the effectiveness of increasing the load bearing capacity of crushed stone piles combined with geotextiles on an experimental model
ThS. NGUYỄN HẢI HÀ; TS. NGUYỄN THÁI LINH
- 41 Nghiên cứu sức kháng của kết cấu dầm có bản bụng thép lượn sóng cho kết cấu cầu cong trong đô thị
Studying the resistance of girders with corrugated steel webs for horizontal curved bridges in urban areas
**PGS. TS. NGUYỄN THỊ TUYẾT TRINH
KS. LÊ XUÂN LƯỢNG**
- 45 Đánh giá ổn định của mái dốc ta-luy được gia cố bằng công nghệ tường đinh đất dưới tác động địa chấn
Assessing stability of the slope with soil nail walls subjected to the earthquake
TS. NGUYỄN THỊ THU NGÀ
- 49 Khảo sát tải trọng giới hạn của nền đất tự nhiên dưới tác dụng của tải trọng móng cứng
Investigation on estimation of ultimate bearing capacity of natural foundation induced by rigid footing loads
**TS. NGUYỄN MINH KHOA; TS. ĐÀO PHÚC LÂM
ThS. NGUYỄN THANH TỊNH**
- 53 Đánh giá khả năng kháng nứt của bê tông nhựa sử dụng vôi thủy hóa trong điều kiện ẩm ướt
Evaluation of cracking resistance of asphalt concrete mixture using hydrated lime under wet conditions
**PGS. TS. LÊ VĂN PHÚC; KS. NGUYỄN THÀNH NHÂN
ThS. TRẦN HUY THIẾP**
- 56 Nghiên cứu, đề xuất các giải pháp xử lý chất nạo vét luồng
Research to propose solutions for canal dredging material treatment
**ThS. NGUYỄN TRUNG THÊM; TS. NGÔ DOãn DŨNG
ThS. ĐINH TRỌNG KHANG; ThS. HUỖNH THANH BÌNH**
- 59 Nghiên cứu tốc độ của phương tiện giao thông tại vị trí người đi bộ qua đường trên một số tuyến đường trục chính TP. Hà Nội
Analysis on the speed of vehicles at pedestrian crossing positions on some major arterial streets in Hanoi city
TS. ĐẶNG MINH TÂN; LÊ HOÀNG TUẤN ANH
- 63 Xây dựng chương trình xử lý số liệu bình sai kết hợp GNSS và trị đo mặt đất trên mặt phẳng chiếu
Developing a program to process adjusted data combining GNSS and ground measurements on the projection plane
ThS. TRẦN VĂN HUÂN; ThS. NGUYỄN XUÂN HÒA
- 67 Nghiên cứu tổng quan quá trình thiết kế, chế tạo và lắp đặt hệ thống đường ống tàu thủy
Overview of the designing, manufacturing and installation process of the ship's piping system
**TS. ĐỖ TẤT MẠNH; ThS. NGUYỄN VĂN VÕ
ThS. BÙI SỸ HOÀNG**
- 71 Nghiên cứu vấn đề ổn định và xác định áp lực dung dịch gương đào khi thi công tuyến hầm metro số 3 Nhổn - Ga Hà Nội
Study on the stability and supporting pressure estimation during tunneling for Hanoi Metro Line No3
TS. VŨ MINH NGÂN; TS. NGUYỄN PHI HÙNG
- 75 Nghiên cứu sử dụng lưới địa kỹ thuật cốt sợi thủy tinh trong việc hạn chế nứt phản ánh trong kết cấu mặt đường hỗn hợp trong điều kiện Việt Nam
Research on the fiber glass geotechnical grid to minimize reflection cracking in the composite pavement in Viet Nam
ThS. TRẦN THỊ THÚY
- 79 Nghiên cứu, xây dựng phần mềm mô phỏng phao cứu sinh phục vụ công tác cứu hộ hàng hải
Research to develop lifebuoy simulation software for marine rescue
**ThS. NGUYỄN THANH VÂN; PGS. TS. ĐINH ANH TUẤN
KS. NGUYỄN VĂN HÙNG**
- 83 Điều khiển thanh chống lật ngang chủ động sử dụng cơ cấu chấp hành thủy lực trợ lực điện tử
Active anti-roll bar control using the electronic servo valve hydraulic actuator
ThS. HÀ TRUNG BÌNH
- 87 Mô hình hóa phương án bù hòa sai số trong quá trình lắp ráp hệ thống đường ống tàu thủy
Modeling the error compensation option during the assembly process of the ship's pipeline system
TS. NGÔ GIA VIỆT
- 91 Biểu diễn sơ đồ hệ truyền động hành tinh trong các phương tiện vận tải
Diagram expression of the planetary gear system in vehicles
**PGS. TS. VŨ LÊ HUY; TS. NGUYỄN ĐÌNH DŨNG
TS. ĐỖ ĐỨC NAM**
- 95 Nghiên cứu tối ưu hóa đa mục tiêu để xác định chế độ nhiệt tối ưu của máy đốt nóng khi sửa chữa mặt đường
Study on multi-objective optimization to determine the optimal temperature regime of the heater when repairing the road surface
ThS. NGUYỄN VĂN DŨNG; PGS. TS. NGUYỄN BÌNH
- 99 Phân tích động lực học cần trục nổi với ràng buộc hình học cáp treo
Dynamic analysis of floating cranes with wire rope geometry constraints
TS. PHẠM VĂN TRIỆU
- 103 Thực nghiệm thuật toán SLAM và cảm biến LIDAR trên robot tự hành
Experimenting with the SLAM algorithm and LIDAR sensors on self-propelled robots
**TS. NGUYỄN LÊ THÁI; TS. NGUYỄN VŨ ANH DUY
TS. NGUYỄN HỮU THỌ; ThS. NGUYỄN THỊ KIỀU
KS. ĐẶNG THẾ TIỆP; KS. NGUYỄN VĂN NGHĨA
KS. NGUYỄN TUẤN KIẾT**
- 107 Giải pháp sử dụng công cụ auto tuning trong tia để xác định giá trị bộ điều khiển PID cho áp suất nổi hơi tàu thủy
Using the auto tuning tool in the beam to determine the PID controller value for ship boiler pressure
ThS. TRẦN TIẾN LƯƠNG; PGS. TS. HOÀNG XUÂN BÌNH

Phát huy truyền thống đi trước mở đường, tiếp tục đổi mới, quyết liệt cải cách vì sự hài lòng hơn của người dân và doanh nghiệp

110 Nghiên cứu ảnh hưởng góc nghiêng của cánh bánh xe nước trong thủy điện cỡ nhỏ bằng phương pháp mô phỏng CFD
Study on the effect of blade angle inclination of water wheels in small hydropower plants using CFD simulation method
TS. PHẠM MINH NGỌC

114 Nghiên cứu tính toán động học ngược robot song song
Study of the inverse kinematics of parallel robots
**PGS. TS. VŨ LÊ HUY
TS. NGUYỄN ĐÌNH DŨNG**

117 Nghiên cứu thực nghiệm mô-đun đàn hồi tĩnh và cường độ kéo uốn của bê tông nhựa sử dụng nhựa đường biến tính graphene oxit
Experimental study on static elastic modulus and flexural strength of GO-modified asphalt concrete
**ThS. NCS. HOÀNG THỊ HƯƠNG GIANG
PGS. TS. NGUYỄN HOÀNG LỘNG
TS. LÝ HẢI BẢNG**

121 Phân tích tai nạn hàng hải trên thế giới và đánh giá các xu hướng nghiên cứu
Analysis of maritime accidents worldwide and assessment of research trends
**TS. CỔ TẤN ANH VŨ
TS. PHẠM NGUYỄN ĐĂNG KHOA
GS. TS. PHẠM KỲ QUANG**

124 Nghiên cứu bộ điều khiển trượt thích nghi mạng nơ-ron cho hệ thống tự động lái tàu thủy tự hành dựa trên luật học tham số nhỏ nhất
Study on the adaptive neural network sliding mode control for steering autonomous ship based on minimum parameter learning
**PGS. TS. NGUYỄN VĂN SƯỞNG
ThS. PHẠM QUANG THỦY
ThS. PHẠM VĂN LUÂN**

127 Thực nghiệm so sánh hiệu suất bộ lọc bù và bộ lọc Kalman ước lượng góc nghiêng sử dụng MPU6050 cho quadrotor
Performance comparison experiment on the complementary filter and Kalman filter to estimate the attitude angle using MPU6050 for the quadrotor
TS. DƯƠNG MẠNH HÙNG

131 Nghiên cứu chế tạo thiết bị chuyển đổi giao thức cho chuẩn tín hiệu truyền dữ liệu NMEA0183 trên tàu biển
Research to manufacture the protocol conversion device for the NMEA0183 data transmission signal standard on ships
TS. NGUYỄN ĐÌNH THẠCH

135 Nghiên cứu tự động điều khiển cập cầu cho tàu biển dựa trên bộ điều khiển trượt với các quỹ đạo cập cầu khác nhau
Study on the sliding mode auto-berthing controller for vessels with different berthing plans
**ThS. VŨ SƠN TÙNG
PGS. TS. NGUYỄN THÁI DƯƠNG
PGS. TS. NGUYỄN VĂN SƯỞNG**

139 Nghiên cứu sự hài lòng của khách hàng về chất lượng dịch vụ logistics tại Công ty Cổ phần Vận tải và Thương mại Đường sắt
Research on satisfaction of customers with the quality of logistics services provided by Railway Transport and Trade JSC
**KS. ĐẶNG THỊ HOÀI ĐIỂM
PGS. TS. NGUYỄN THỊ HỒNG HẠNH**

142 Thúc đẩy quá trình chuyển đổi số trong hoạt động xây dựng thông qua hợp đồng đối tác công tư
Promoting the digital transformation process in construction through Public-Private Partnership
**TS. VŨ MINH HẰNG; ThS. LÊ KIM NHUNG
ThS. NCS. NGUYỄN QUANG HIẾN**

145 Phương pháp xác định chính xác thể tích chất lỏng trong bình chứa khí thiết kế sản phẩm nhựa
Methods to accurately determine the volume of liquid in a container when designing plastic products
ThS. PHAN HOÀNG PHỤNG

149 Xác định lượng khí thải CO₂ và năng lượng tiêu hao dựa trên mô hình xây dựng cảng container tại các cảng chính ở Hải Phòng năm 2022
Determination of CO₂ emissions and energy consumption based on the container port construction model at the main ports in Hai Phong in 2022
ThS. HUỖNH TẮT MINH; ThS. PHAN MINH TIẾN

152 Nghiên cứu phát triển hệ thống phun xăng điện tử áp dụng cho động cơ đốt trong sử dụng chế hòa khí
Building the electronic fuel injection system for carbureted engines
ThS. PHẠM NGỌC DUY; CN. NGUYỄN PHƯƠNG ĐÔNG

156 Tác động của chính sách cấm xe máy: Bài học kinh nghiệm từ một số quốc gia trên thế giới
Impacts of motorcycle ban policy - Empirical lessons learnt from some countries in the world
ThS. HOÀNG THANH THÚY

159 Vai trò của chất lượng dịch vụ đối với sự hài lòng của người học, nghiên cứu tại các trung tâm đào tạo lái xe ô tô ở TP. Hồ Chí Minh
Role of service quality in learner satisfaction as studied at the car driving training centers in HCMC
ThS. NGUYỄN VĂN THẮNG

162 Lý luận về phát triển vận tải hàng hóa đường bộ xanh
Theory on the development of green freight transportation
ThS. NGUYỄN THỊ NHƯ; PGS. TS. TRẦN THỊ LAN HƯƠNG

165 Xác định yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả quản lý đấu thầu tại các ban quản lý dự án đầu tư xây dựng cấp quận, huyện ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam
Determining factors affecting the effectiveness of bidding management at district-level construction investment PMUs in the Mekong Delta region, Vietnam
**ThS. HỒ ĐỨC TÝ; TS. NGUYỄN VĂN TIẾP
TS. NGUYỄN BÁ QUANG VINH
PGS. TS. TRẦN QUANG PHÚ**

169 Có nên cắt giảm đèn chiếu sáng đường cao tốc?
Should the lighting system on the highway be reduced?
PGS. TS. TỐNG TRẦN TÙNG; ThS. ĐỖ HOÀNG THẠCH

TỪ TRANG 172 ĐẾN 188 LÀ CÁC BÀI VIẾT CỦA CÁC CHUYÊN MỤC:

Giao thông địa phương, Quốc tế, Môi trường,
Phòng chống thiên tai - Tìm kiếm cứu nạn, Thế giới xe,
Chuyên đề, Văn bản - Chính sách.

Nghiên cứu vấn đề ổn định và xác định áp lực dung dịch gương đào khi thi công tuyến hầm metro số 3 Nhổn - Ga Hà Nội

■ TS. VŨ MINH NGẠN^(*); TS. NGUYỄN PHI HÙNG

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Email: ^(*)vuminhngan@humg.edu.vn

TÓM TẮT: Hà Nội đã và đang triển khai tuyến metro số 3 Nhổn - Ga Hà Nội, một trong 8 tuyến metro theo quy hoạch phát triển hệ thống metro của Thủ đô. Phần ngầm của tuyến metro số 3 này đi qua khu vực đông dân cư, nhiều công trình lịch sử và có điều kiện địa chất đất yếu nên rủi ro mất ổn định trong quá trình thi công hầm cần được xem xét và phân tích. Bài báo trình bày các cơ chế mất ổn định xảy ra khi thi công hầm trong điều kiện đất yếu và phương pháp xác định áp lực gương đào phù hợp khi thi công hầm trong đất yếu. Trên cơ sở số liệu thiết kế dự án, các tác giả phân tích và tính toán áp lực cần thiết khi thi công hầm và đưa ra áp lực dung dịch tại gương đào phù hợp đối với đoạn tuyến đi ngầm tại dự án metro số 3 Nhổn - Ga Hà Nội. Kết quả của bài báo là số liệu tham khảo đối với đơn vị thiết kế và nhà thầu khi thi công tuyến hầm.

TỪ KHÓA: Ổn định, thi công hầm, tuyến metro số 3 Hà Nội, áp lực dung dịch, máy đào hầm.

ABSTRACT: The Hanoi metroline No.3 Nhon - Hanoi station project, one of eight metro lines in Hanoi metroline development plan has been carried out. The underground part of the project is located below a density urban area with historical buildings and soft soil conditions, thus there is a risk of instability when tunnelling. The paper presents instability theories and methods to determine appropriate supporting pressures applied on tunnelling face when tunnelling in soft soils. Based on the project documents, the recommended supporting pressures are derived for a part of the tunnel alignment in Hanoi metroline No.3 project. The results obtained in the paper are references for engineers and contractors when tunnelling in the near future.

KEYWORDS: Stability, tunnelling, Hanoi metroline No.3, soft soil, supporting pressure, TBM.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

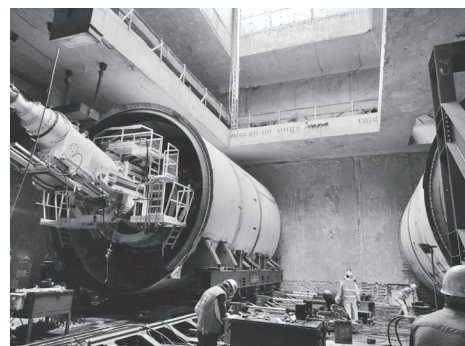
TP. Hà Nội đã và đang triển khai xây dựng các tuyến metro nhằm giảm bớt sức ép về mật độ giao thông, nhu cầu

đi lại của người dân và ô nhiễm môi trường. Tuyến metro số 3 Nhổn - Ga Hà Nội đã triển khai, hoàn thành thi công phần trên cao và chuẩn bị công tác thi công phần hầm ngầm. Do điều kiện địa chất đất yếu, công nghệ thi công đào hầm có khiên đào (TBMs) cụ thể là máy đào hầm cân bằng áp lực đất (EPB TBMs) sẽ được sử dụng trong thi công. Cụ thể, hai máy đào hầm EPB đã được nhà thầu Ghella (Ý) lắp đặt và sẵn sàng cho công tác thi công. Do phần ngầm của tuyến số 3 Nhổn - Ga Hà Nội nằm dưới khu vực đông dân cư, có nhiều công trình quan trọng của thành phố lại qua khu vực có địa chất đất yếu, công tác đảm bảo ổn định trong quá trình thi công không chỉ đối với công tác thi công tuyến hầm mà còn đối với các công trình lân cận được coi như một phần quan trọng của dự án.

Nội dung bài báo đưa ra một số lý thuyết phân tích ổn định đang được ứng dụng trong thiết kế và nghiên cứu, đồng thời phân tích, đưa ra kiến nghị về áp lực gương đào cho một đoạn tuyến hầm trên tuyến metro số 3 Nhổn - Ga Hà Nội.

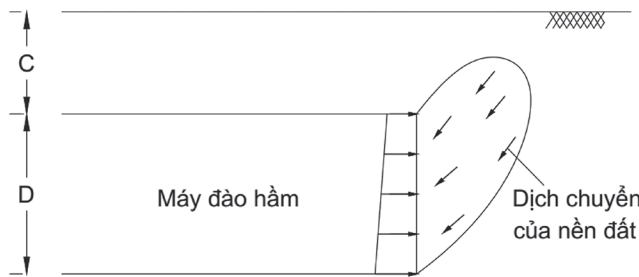
2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT PHÂN TÍCH ỔN ĐỊNH KHI THI CÔNG HẦM METRO TRONG ĐIỀU KIỆN ĐẤT YẾU

Với máy đào hầm cân bằng áp lực đất (EPB) được sử dụng tại dự án metro số 3 tại Hà Nội (Hình 2.1), dung dịch chống tại mặt gương đào để đảm bảo trạng thái ổn định trong thi công có thể là bentonite hoặc các hóa chất chuyên dụng như polymer hoặc bột nhựa. Về bản chất, dung dịch giữ ổn định thẩm thấu vào môi trường đất phía trước gương đào, sau đó tạo ra độ cứng theo thiết kế để bộ phận cắt máy đào hầm có thể đào đất và vận chuyển ra ngoài qua hệ thống vận chuyển bằng băng tải hoặc hệ thống xe goòng vận chuyển.

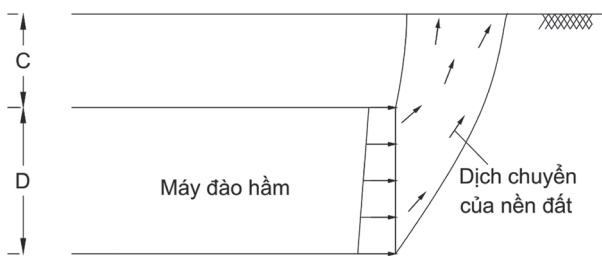


Hình 2.1: Máy đào hầm cân bằng áp lực đất sử dụng tại dự án metro số 3 Nhổn - Ga Hà Nội

Để đảm bảo ổn định môi trường đất xung quanh khi đào hầm, giá trị áp lực dung dịch tại gương đào của máy đào hầm thường được lấy nằm trong hai khoảng giới hạn trên và dưới được xác định theo các mô hình thực nghiệm và các công thức kinh nghiệm. Trong đó, điều kiện giới hạn dưới tương ứng với điều kiện áp lực dung dịch quá nhỏ, đất phía trước gương đào dịch chuyển chủ động với khối lượng lớn vào khu vực buồng đào gây dịch chuyển lớn trong nền đất phía trước và trên gương đào. Điều này có thể dẫn đến sụt lún lớn trên mặt đất, gây ảnh hưởng đến công trình lân cận (Hình 2.2). Ngược lại, điều kiện giới hạn trên tương ứng với điều kiện áp lực dung dịch sử dụng quá lớn, khối đất phía trên gương đào bị đẩy trôi lên mặt đất. Lúc này, có thể xuất hiện các khe nứt trong khối đất bị đẩy trôi, dung dịch giữ ổn định vì thế sẽ thoát ra ngoài và gây giảm áp lực chống đột ngột tại gương đào, đất đào phía trước gương đào sẽ chuyển dịch vào trong buồng đào và gây sụt lún lớn trên bề mặt (Hình 2.3). Hiện tượng mất ổn định trong thi công hầm đã gây sụt lún, tạo thành các hố tử thần tại một số dự án hầm trên thế giới như ở dự án thi công hầm tại Munich (Đức) năm 1994, Kuala Lumpur (Malaysia) năm 2014.



Hình 2.2: Hiện tượng mất ổn định chủ động khi áp lực dung dịch tại gương đào quá thấp



Hình 2.3: Hiện tượng mất ổn định bị động khi áp lực dung dịch tại gương đào quá cao (đẩy trôi)

Vì vậy, một trong những nhiệm vụ quan trọng thiết kế thi công hầm là xác định áp lực dung dịch sử dụng tại gương đào và khoảng trống phía sau máy đào hầm thích hợp. Áp lực dung dịch này sẽ quyết định đến sự thành công của dự án thi công hầm và đảm bảo an toàn trong quá trình thi công về mặt ổn định của nền đất cũng như độ lún của mặt đất trên bề mặt và ảnh hưởng đến các công trình lân cận. Hiện nay, trong thiết kế thi công các tuyến hầm, giới hạn dưới tương ứng với áp lực dung dịch nhỏ nhất được tính toán qua một số mô hình thực nghiệm và bán thực nghiệm để xuất bởi các tác giả Jancsecz and Steiner (1994) [3], Broere (2001) [2] như trên Hình 2.4.

Theo đó, áp lực dung dịch nhỏ nhất được tính như sau:

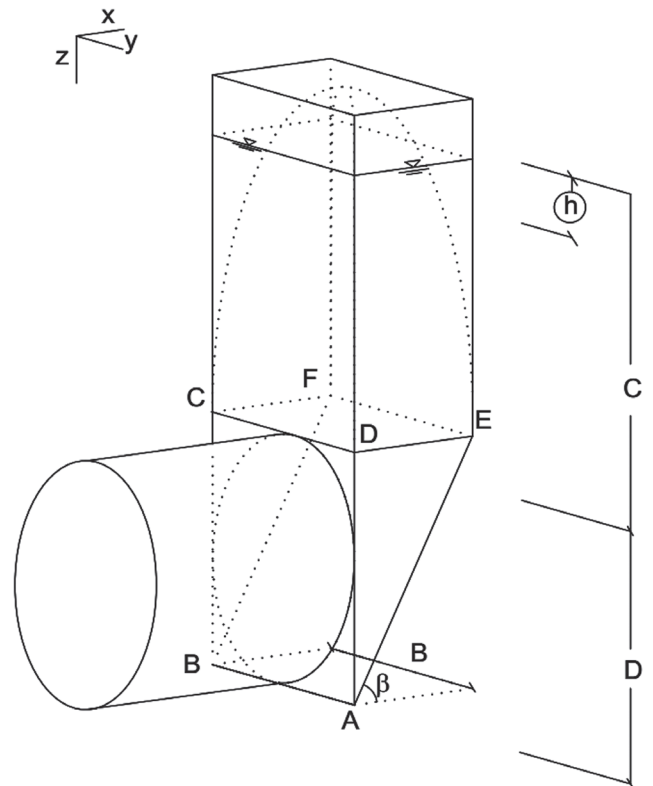
$$s_{\min} = \sigma'_v K_{A3D} \eta_{\text{eff}} + p \quad (1)$$

Với σ'_v là ứng suất hiệu dụng theo phương thẳng đứng của đất tại vị trí đặt hầm, $\eta_{\text{eff}} = 1,5$ là hệ số an toàn với trường hợp phá hoại chủ động và p là áp lực nước.

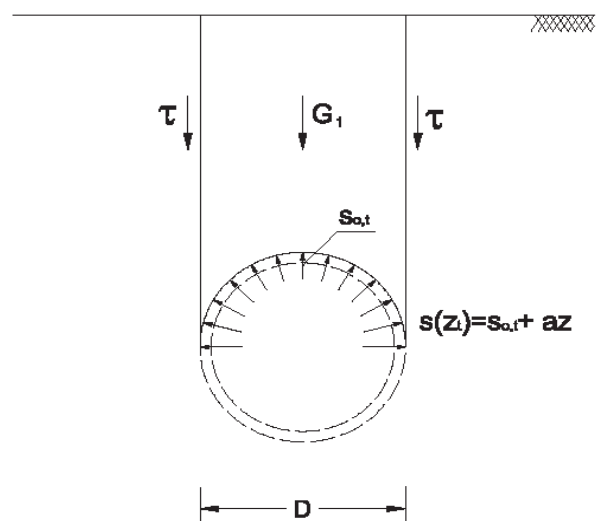
Hệ số K_{A3D} là hệ số áp lực đất ba chiều được xác định theo công thức:

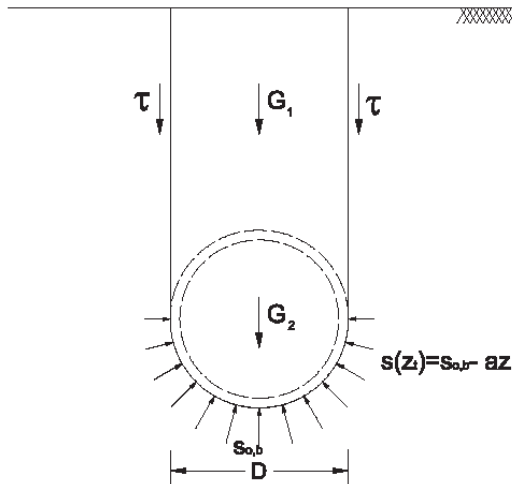
$$K_{A3D} = \frac{\sin\beta\cos\beta - \cos^2\beta\tan\varphi - \frac{K\alpha}{1.5}\cos\beta\tan\varphi}{\sin\beta\cos\beta + \tan\varphi\sin\beta} \quad (2)$$

Trong đó: hệ số β được xác định theo các biểu đồ và bảng trong Jancsecz, S., & Steiner, W. (1994) [3].



Hình 2.4: Mô hình phân tích ổn định gương đào máy đào hầm TBM (Broere, 2001[2])





Hình 2.5: Mô hình phân tích đẩy trôi với áp lực dung dịch tại gương đào (Vũ Minh Ngạn, 2016[6])

Giới hạn trên của áp lực dung dịch tại gương đào trong thi công hầm tương ứng với áp lực khi xảy ra hiện tượng đẩy trôi với các mô hình tính được nêu trong các nghiên cứu của Balthaus (1991) [1], Broere (2001) [2] và Vũ Minh Ngạn (2016) [6]. Trên Hình 2.5, áp lực dung dịch lớn nhất tại đỉnh hầm khi xảy ra hiện tượng đẩy trôi xác định theo công thức sau:

$$s_{0,t,max} = \gamma \left(H - \frac{\pi}{8} D \right) + 2 \frac{H}{D} (c + HK_y \gamma \tan \varphi) - \frac{aD}{4} \quad (3)$$

Áp lực dung dịch lớn nhất tại đáy mặt cắt hầm có giá trị xác định theo công thức sau:

$$s_{0,b,max} = \gamma \left(H - \frac{\pi}{8} D \right) + 2 \frac{H}{D} (c + HK_y \gamma \tan \varphi) + \gamma_T \pi d + \frac{aD}{4} \quad (4)$$

Với: γ_T - Khối lượng riêng của bê tông vỏ hầm; a - Gradient áp lực thẳng đứng của dung dịch được xác định theo nghiên cứu của Talmon và Bezuijen (2005) [4].

Với áp lực nhỏ nhất tính theo công thức (1) và (2) và áp lực lớn nhất tính theo công thức (3) và (4), tùy thuộc vào điều kiện thi công và điều kiện địa chất, nhà thầu có thể đưa ra lựa chọn áp lực dung dịch tại gương đào phù hợp.

3. NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN ÁP LỰC DUNG DỊCH GƯƠNG ĐÀO TẠI DỰ ÁN METRO SỐ 3 NHỎN - GA HÀ NỘI

Tuyến metro số 3 Nhỏn - Ga Hà Nội là một phần của hệ thống mạng lưới đường sắt đô thị Hà Nội bao gồm 8 tuyến metro. Tổng chiều dài tuyến tàu điện ngầm số 3 là 12,5 km, bao gồm 4 km đi ngầm từ ga Kim Mã đi Ga Hà Nội và 8,5 km trên cao từ ga Nhỏn đến ga Kim Mã. Toàn tuyến có 12 nhà ga gồm 8 nhà ga nổi và 4 nhà ga ngầm. Tuyến tàu điện này được khởi công xây dựng từ năm 2010, tuy nhiên đến tháng 3/2023, công tác thi công phần ngầm vẫn đang nằm trong giai đoạn chuẩn bị triển khai. Đoạn tuyến ngầm chiều dài 4 km đi dưới khu vực đông dân cư và có nhiều công trình lịch sử quan trọng của thành phố như Văn Miếu - Quốc Tử Giám. Đặc điểm địa chất khu vực đoạn đi ngầm của tuyến metro số 3 Hà Nội bao gồm các lớp địa chất sau: Tầng đất trên cùng là lớp đất lấp; phía dưới là lớp đất sét nghèo GU1 với độ dày thay đổi từ 10 m đến 19 m,

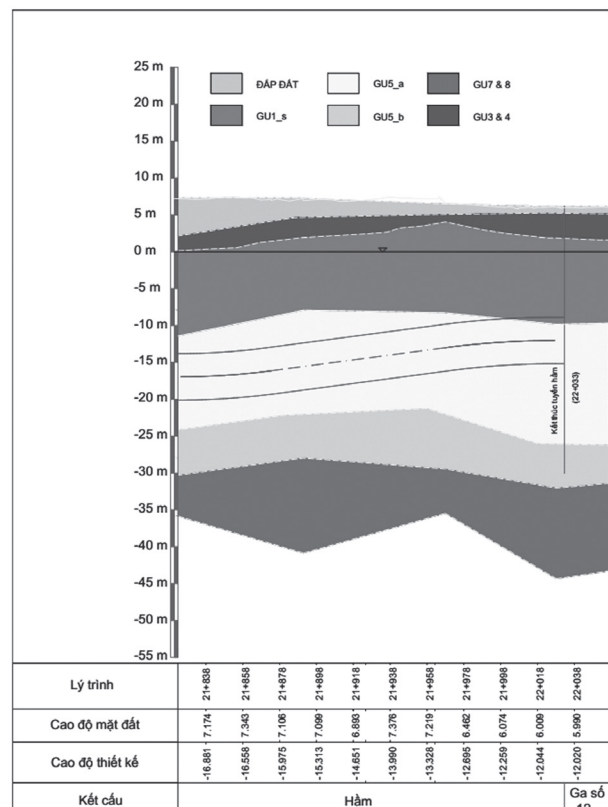
bao gồm nhiều thấu kính cát GU2, GU3, GU4 và đất hữu cơ nằm trong GU1; tiếp đến là lớp đất bột đến cát sét GU5 có độ dày thay đổi từ 8 m đến 20 m nằm ở độ sâu từ 12 m đến 32 m, gồm nhiều thấu kính cát của cát cấp phối thô GU6, lớp đất GU7 có độ dày thay đổi từ 8 m đến 14 m nằm ở độ sâu từ 26 m đến 45 m, bao gồm cát cấp phối tốt và vừa đến cát thô với sỏi cuội từ nhỏ đến vừa. Bảng 3.1 nêu một số thông số đất tại tuyến metro số 3 Nhỏn - Ga Hà Nội, được lấy từ tài liệu thiết kế của dự án.

Bảng 3.1. Một số thông số địa chất tại dự án Metro số 3 Nhỏn - Ga Hà Nội

Lớp đất	Dung trọng riêng (kN/m ³)	Góc ma sát trong (độ)	Lực dính đơn vị c (kN/m ²)	Hệ số K
Đất đắp	19	-	-	-
GU1_s	18,5	25	10	0,58
GU3&4	16	20	5	0,66
GU5_a	20	34	0	0,44
GU5_b	20,5	35	0	0,43
GU7&8	21	40	0	0,36

Hình 3.1 mô tả trắc dọc và điều kiện địa chất của đoạn tuyến hầm có lý trình km21+838 đến km22+038. Các thông số địa chất tuyến hầm đi qua được lấy theo Bảng 3.1.

Do phần tuyến đi ngầm dự án hiện chưa tiến hành thi công nên nghiên cứu này chỉ dừng lại ở việc xác định các giá trị giới hạn trên và dưới theo đặc điểm tuyến hầm và điều kiện địa chất.

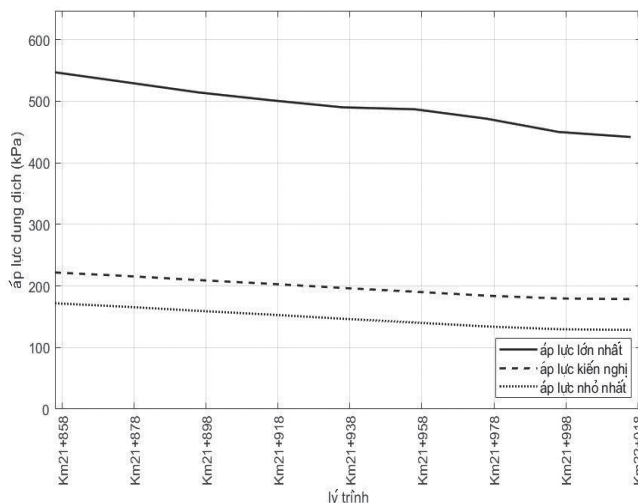


Hình 3.1: Trắc dọc tuyến tàu điện số 3 Nhỏn - Ga Hà Nội đoạn đi ngầm từ km21+838 đến km22+038

Áp dụng các mô hình được nêu trên Hình 2.4 và Hình 2.5 với các công thức (1), (2), (3), (4), ta lần lượt xác định các giá trị áp lực dung dịch nhỏ nhất và lớn nhất tại các lý trình từ km21+858 đến km21+998 với các mặt cắt có khoảng cách 20 m.

Áp lực gương đào cho đoạn tuyến có lý trình từ km21+858 đến km21+998 tại dự án metro số 3 Nhổn - Ga Hà Nội được thể hiện như trên Hình 3.2. Hình 3.2 cho thấy giá trị áp lực dung dịch nhỏ nhất khi thi công hầm nằm khoảng 200 kPa, trong khi đó giá trị áp lực dung dịch lớn nhất nằm khoảng 500 kPa. Điều này cho thấy khoảng cách áp lực dung dịch lớn nhất và nhỏ nhất là khá lớn, lên đến hơn 300 kPa. Với độ sâu đặt hầm như trên Hình 3.1 và kết quả tính toán áp lực lớn nhất, khả năng xảy ra hiện tượng đẩy trôi là nhỏ khi thi công tuyến hầm metro số 3.

Tuy nhiên, để lựa chọn áp lực dung dịch phù hợp là điều không dễ dàng. Nếu sử dụng áp lực dung dịch có giá trị gần với giá trị áp lực nhỏ nhất dẫn đến tốc độ thi công chậm và việc cắt và đào đất là khó khăn. Nếu áp lực dung dịch lớn, sát với giá trị lớn nhất thì tốc độ thi công nhanh hơn nhưng dễ dẫn đến khả năng mất ổn định. Theo kinh nghiệm thi công hầm trên thế giới, áp lực kiến nghị sử dụng trong quá trình đào hầm thường được lấy lớn hơn 50 kPa so với áp lực dung dịch nhỏ nhất dự đoán (Vu và nnk, 2015). Điều này đảm bảo cho thi công được dễ dàng hơn và đảm bảo được tốc độ thi công, đặc biệt qua các vùng có địa chất đất phức tạp. Đường nét đứt trên Hình 3.2 đưa ra áp lực kiến nghị nên sử dụng trong quá trình đào hầm tại dự án.



Hình 3.2: Tính toán dung dịch gương đào tại dự án metro số 3 Nhổn - Ga Hà Nội

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Để giải quyết các vấn đề về tắc nghẽn giao thông đô thị và ô nhiễm môi trường, các tuyến metro đã và đang được triển khai ở Hà Nội. Tuyến metro số 3 Nhổn - Ga Hà Nội có phần ngầm được thi công trong điều kiện đất yếu và dưới khu vực đông dân cư, quá trình thi công hầm phải đối mặt với nhiều vấn đề, trong đó vấn đề mất ổn định có thể gây ra nhiều hậu quả nghiêm trọng như sụt lún lớn, sập đổ các công trình bên trên. Bài báo tổng hợp các cơ chế mất

ổn định trong quá trình thi công hầm bao gồm phá hoại chủ động do áp lực dung dịch quá nhỏ và phá hoại bị động do áp lực dung dịch sử dụng quá lớn tại mặt gương đào và khoảng trống phía sau của máy đào hầm. Các tác giả đã phân tích tính toán áp lực dung dịch cần thiết dựa trên các số liệu thiết kế và khảo sát của dự án metro số 3 Nhổn - Ga Hà Nội và đưa ra một số kết luận như sau:

- Vấn đề thiết kế và phân tích ổn định đóng vai trò rất quan trọng trong quá trình thi công, cụ thể là tính toán áp lực dung dịch sử dụng nhằm tránh các vấn đề về đẩy trôi hay sụt lún lớn do áp lực dung dịch không phù hợp.

- Chiều sâu thiết kế của tuyến metro số 3 là khá lớn, do vậy với khoảng áp lực dung dịch sử dụng tại mặt gương đào lớn, dẫn đến khó có khả năng xảy ra đẩy trôi xảy ra trong quá trình thi công dự án.

- Nghiên cứu đã đưa ra được áp lực kiến nghị đối với quá trình thi công hầm.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Balhaus (1991), *Tunnel face stability in slurry shield tunnelling*, In: Proceeding 12th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Rio de Janeiro, 13-18 August 1989, V2, pp.775-778, vol.28. Pergamon, p.A391.
- [2]. Broere, W. (2001), *Tunnel Face Stability & New CPT Applications*, Delft University of Technology.
- [3]. Jancsecz, S., Steiner, W. (5-7, July, 1994), *Face support for a large mix-shield in heterogeneous ground conditions*, In Tunnelling'94, Papers presented at seventh International Symposium 'Tunnelling' 94, held, London.
- [4]. Talmon, A. and Bezuijen, A. (2009), *Simulating the consolidation of tbm grout at noordplaspolder*, Tunnelling and Underground Space Technology, 24(5):493-499.
- [5]. Vu, M. N., Broere, W., & Bosch, J. (2015), *The impact of shallow cover on stability when tunnelling in soft soils*, Tunnelling and Underground Space Technology, 50, 507-515.
- [6]. Vũ Minh Ngạn (2016), *Reducing the cover-to-diameter ratio for shallow tunnels in soft soils*, Delft University of Technology.

Ngày nhận bài: 12/7/2023

Ngày chấp nhận đăng: 11/8/2023

Người phản biện: TS. Nguyễn Tiến Dũng
TS. Vũ Minh Hằng