KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC ACEA-VIETGEO 2021

PHÚ YÊN, 13 - 14 THÁNG 5 NĂM 2022

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ XÂY DỰNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG KHU VỰC MIỀN TRUNG VÀ TÂY NGUYÊN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC ACEA-VIETGEO 2021
PHÚ YÊN, 13 - 14 THÁNG 5 NĂM 2022

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ XÂY DỰNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG KHU VỰC MIỀN TRUNG VÀ TÂY NGUYÊN

Mã ISBN: 978-604-67-2296-0

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
ACEA-VIETGEO 2021

BAN TỔ CHỨC

PGS.TS. Nguyễn Vũ Phương	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	*Đồng Trưởng ban*
PGS.TS. Tạ Đức Thịnh	Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam	*Đồng Trưởng ban*
GS.TS. Trần Thanh Hải	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Phó Trưởng ban*
TS. Phan Văn Huệ	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	*Phó Trưởng ban*
PGS.TS. Lê Minh Phương	Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TPHCM	*Ủy viên*
PGS.TS. Nguyễn Duy Việt	Trường Đại học Giao thông Vận tải	*Ủy viên*
PGS.TS. Nguyễn Xuân Thảo	Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam	*Ủy viên*
PGS.TS. Nguyễn Văn Lâm	Hội Địa chất thủy văn Việt Nam	*Ủy viên*
PGS.TS. Bùi Trường Sơn	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Ủy viên*
TS. Lê Đàm Ngọc Tú	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	*Ủy viên*

BAN KHOA HỌC

GS.TSKH. Phạm Văn Tỵ	Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam	*Trưởng ban*
TS. Phạm Ngọc Tiến	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	*Phó Trưởng ban*
PGS.TS. Nguyễn Văn Lâm	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Ủy viên*
PGS.TS. Nguyễn Huy Phương	Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam	*Ủy viên*
PGS.TS. Đỗ Minh Đức	Trường Đại học Khoa học tự nhiên - ĐHQGHN	*Ủy viên*
PGS.TS. Bùi Trường Sơn	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Ủy viên*
PGS.TS. Nguyễn Thị Nụ	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Ủy viên*
TS. Nguyễn Thanh Danh	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	*Ủy viên*
TS. Nguyễn Văn Hải	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	*Ủy viên*
TS. Nguyễn Thành Sơn	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	*Ủy viên*
TS. Nguyễn Văn Phóng	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Ủy viên*
TS. Nguyễn Thành Dương	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Ủy viên*
TS. Phạm Đức Thọ	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Ủy viên*
TS. Nguyễn Công Định	Trường Đại học Giao thông Vận tải	*Ủy viên*
TS. Nguyễn Bách Thảo	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Ủy viên*
TS. Phạm Văn Hùng	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Ủy viên*
TS. Vũ Minh Ngạn	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Ủy viên*
TS. Hoàng Đình Phúc	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Ủy viên*

BAN THƯ KÝ

TS. Nguyễn Thành Dương	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Trưởng ban*
TS. Nguyễn Thanh Danh	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	*Phó Trưởng ban*
ThS. Ngô Đình Thành	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	*Ủy viên*
TS. Phạm Thị Việt Nga	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Ủy viên*
ThS. Phạm Thị Ngọc Hà	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Ủy viên*
ThS. Nguyễn Văn Hùng	Trường Đại học Mỏ - Địa chất	*Ủy viên*

KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
ACEA -VIETGEO 2021

PHÚ YÊN, VIỆT NAM
13 - 14 THÁNG 5 NĂM 2022

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ XÂY DỰNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG KHU VỰC MIỀN TRUNG VÀ TÂY NGUYÊN

Ban biên tập:

TẠ ĐỨC THỊNH
BÙI TRƯỜNG SƠN
NGUYỄN VĂN LÂM
NGUYỄN THÀNH DƯƠNG
NGUYỄN THANH DANH
NGUYỄN VĂN HÙNG

ACEA - VIETGEO 2021

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ XÂY DỰNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG KHU VỰC MIỀN TRUNG VÀ TÂY NGUYÊN

PHÚ YÊN, VIỆT NAM
13 - 14 THÁNG 5 NĂM 2022

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

Trường Đại học Xây dựng Miền Trung
Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam
Hội Địa chất thủy văn Việt Nam
Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam
Trường Đại học Mỏ - Địa chất
Trường Đại học Giao thông Vận tải
Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TPHCM
Công ty TNHH Thế giới Kỹ thuật

ĐƠN VỊ ĐỒNG HÀNH

Trường Đại học Xây dựng Miền Trung
Trường Đại học Mỏ - Địa chất
Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TPHCM
Trường Đại học Giao thông Vận tải
Công ty TNHH Thế giới Kỹ thuật
Công ty Cổ phần Đầu tư và Phát triển GMC
Công ty Cổ phần khảo sát thiết kế xây dựng Đất Việt
Công ty TNHH Nam Miền Trung
Công ty Cổ phần Khoa học Công nghệ Bách khoa TP Hồ Chí Minh

LỜI NÓI ĐẦU

Hội nghị khoa học toàn quốc "Địa chất công trình - Địa kỹ thuật và Xây dựng phục vụ phát triển bền vững khu vực Miền Trung và Tây Nguyên" (ACEA-VietGeo 2021) được tổ chức tại Trường Đại học Xây dựng Miền Trung, tỉnh Phú Yên trong các ngày 13, 14 tháng 5 năm 2022. Hội nghị do Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam, Trường Đại học Xây dựng Miền Trung đồng chủ trì, các đơn vị: Hội Địa chất thủy văn Việt Nam, Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Trường Đại học Giao thông Vận tải, Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TPHCM, Công ty TNHH Thế giới Kỹ thuật phối hợp tổ chức.

Ban Tổ chức Hội nghị đã nhận được hơn 100 báo cáo đăng ký tham gia Hội nghị, sau khi có kết quả phản biện, Ban Khoa học đã lựa chọn 71 bài báo của các nhà khoa học để đăng trong Kỷ yếu của Hội nghị. Các bài báo khoa học đăng trong kỷ yếu trình bày những kết quả nghiên cứu về các lĩnh vực: Địa chất công trình - Địa kỹ thuật xây dựng, Tai biến địa chất, Kỹ thuật xây dựng và Vật liệu mới, Tài nguyên nước và Môi trường được biên tập và xuất bản bởi Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

Chúng tôi hy vọng rằng, Hội nghị không chỉ là diễn đàn để các nhà khoa học chia sẻ, thảo luận những kết quả nghiên cứu mới về các lĩnh vực khoa học liên quan mà còn là dịp để các tổ chức, cá nhân gặp gỡ, ký kết hợp tác nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động khoa học và công nghệ trong các lĩnh vực chuyên môn.

Các chủ đề của Hội nghị Khoa học toàn quốc "Địa chất công trình - Địa kỹ thuật và Xây dựng phục vụ phát triển bền vững khu vực Miền Trung và Tây Nguyên" là:

- *Địa chất công trình - Địa kỹ thuật xây dựng;*
- *Kỹ thuật xây dựng và Vật liệu mới;*
- *Tai biến địa chất;*
- *Tài nguyên nước và Môi trường.*

Trong quá trình chuẩn bị tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức đã nhận được sự hỗ trợ cả về tinh thần và vật chất của các tổ chức và cá nhân: Trường Đại học Xây dựng Miền Trung, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Công ty TNHH Thế giới Kỹ thuật, Công ty Cổ phần Đầu tư và Phát triển GMC, Công ty cổ phần Khoa học Công nghệ Bách khoa Thành phố Hồ Chí Minh, Công ty TNHH Nam Miền Trung, Công ty Cổ phần Khảo sát thiết kế xây dựng Đất Việt,... Ban Tổ chức Hội nghị xin gửi tới các tổ chức, cá nhân lời cảm ơn sâu sắc về sự ủng hộ, giúp đỡ quý báu đó. Ban Tổ chức Hội nghị cũng xin chân thành cảm ơn các nhà khoa học, tình nguyện viên và đặc biệt là Ban Khoa học, Ban Thư ký, những người đã làm việc rất nhiệt tình với trách nhiệm cao cho sự thành công của Hội nghị.

Do thời gian tuyển chọn, biên tập và in ấn hạn chế nên không tránh khỏi thiếu sót, Ban Tổ chức Hội nghị mong bạn đọc lượng thứ. Xin chân thành cảm ơn Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật đã giúp đỡ xuất bản cuốn Kỷ yếu này.

BAN TỔ CHỨC HỘI NGHỊ

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN TÁC DỤNG TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT LÊN KẾT CẤU CHỐNG GIỮ ĐƯỜNG HẦM

Đỗ Ngọc Thái[1,*], Ngô Doãn Hào[1], Nguyễn Thế Mộc Chân[2]

[1]Trường Đại học Mỏ - Địa chất
[2] Viện Khoa học và Công nghệ giao thông vận tải

Tóm tắt

Trong thời gian tồn tại các đường hầm chịu tác dụng của nhiều loại hình tải trọng khác nhau từ bên trong đường hầm hoặc từ môi trường khối đất đá xung quanh, trong đó có tải trọng gây ra do động đất. Từ các trận động đất cho thấy, tải trọng động đất gây hư hỏng thậm trí phá hủy đường hầm, do đó việc tính toán tác dụng tải trọng động đất lên kết cấu chống giữ đường hầm là rất quan trọng. Bài báo nghiên cứu tính toán tác dụng tải trọng động đất lên kết cấu chống giữ đường hầm trong điều kiện xuất hiện trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống giữ đường hầm với khối đất đá xung quanh và điều kiện không trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống giữ đường hầm với khối đất đá xung quanh.

Từ khóa: *Đường hầm; Kết cấu chống giữ; Động đất; Tính toán tải trọng động*

1. Đặt vấn đề

Công tác xây dựng công trình ngầm đang rất phát triển để đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế xã hội đất nước, đặc biệt là các đường hầm giao thông, đường hầm dẫn nước của nhà máy thủy điện hay các đường lò khai thác khoáng sản có ích. Trong thời gian tồn tại đường hầm có thể chịu tác dụng từ nhiều loại hình tải trọng khác nhau từ bên trong đường hầm hoặc từ môi trường khối đất xung quanh, trong đó có tải trọng gây ra do động đất.

Theo sơ đồ phân vùng động đất lãnh thổ Việt nam thì ở nước ta một phần lãnh thổ phía Bắc có khả năng xảy ra động đất mạnh cấp VIII theo thang MSK-1964 tương ứng với gia tốc nền từ 0,12g đến 0,24g trong đó g là gia tốc trọng trường, phần lãnh thổ Việt Nam còn lại có thể xảy ra động đất yếu và rất yếu, động đất yếu - tương ứng với gia tốc nền (a_g) 0,04g < a_g < 0,08g tương đương với động đất cấp VI đến VII thang MSK-1964, động đất rất yếu tương ứng với a_g < 0,04g tương đương với động đất dưới cấp VI, (Nguyễn Xuân Chính và nnk, 2011). Trong thực tế có nhiều sự cố phá hủy công trình ngầm do động đất đã được ghi nhận trên thế giới, ví dụ trận động đất ở Kobe, Nhật Bản năm 1995; Chi Chi, Đài Loan năm 1999; Bolu, Thổ Nhĩ Kỳ năm 1999; Baladeh, Iran năm 2004; gần đây là Sichuan, Trung Quốc năm 2008... cho thấy sự cần thiết phải đánh giá khả năng mất ổn định của công trình ngầm trong điều kiện chịu tác dụng của tải trọng động đất.

Bài báo nghiên cứu ảnh hưởng của tác động tải trọng động đất đến kết cấu chống giữ đường hầm và phương pháp tính toán kết cấu chống giữ đường hầm chịu tác dụng của động đất trong điều kiện xuất hiện trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (full-slip) và điều kiện không trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (no-slip) làm cơ sở cho công tác thiết kế kết cấu chống giữ đường hầm, nâng cao chất lượng xây dựng, độ an toàn của các đường hầm.

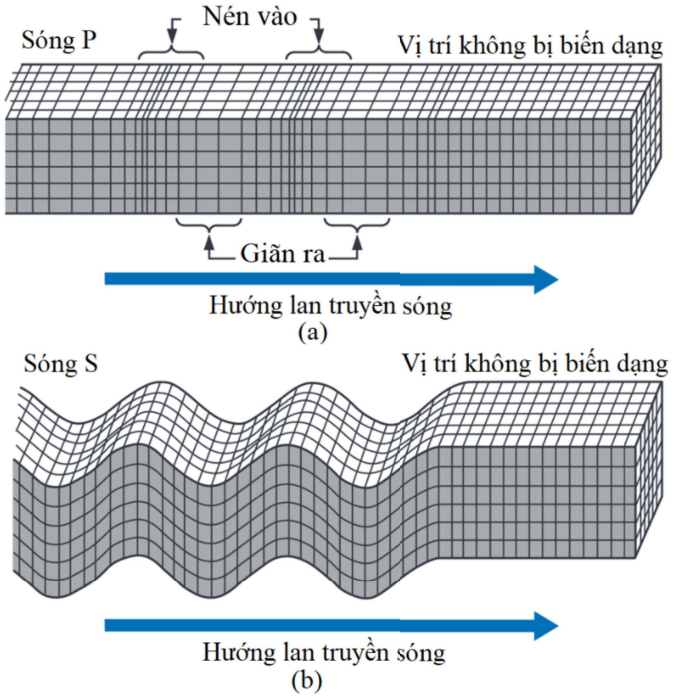
** Ngày nhận bài: 26/02/2022; Ngày phản biện: 23/3/2022; Ngày chấp nhận đăng: 10/4/2022*
** Tác giả liên hệ: Email: dongocthai@humg.edu.vn*

2. Phương pháp tính toán tải trọng động đất lên kết cấu chống giữ đường hầm

2.1. Ảnh hưởng của tải trọng động đất lên kết cấu chống giữ đường hầm

Động đất là hiện tượng dao động rất mạnh nền đất xảy ra khi một nguồn năng lượng lớn được giải phóng trong thời gian rất ngắn do sự nứt rạn đột ngột trong phần vỏ của trái đất. Trung tâm của các chuyển động địa chấn, nơi phát ra năng lượng được quy về một điểm được gọi là chấn tiêu (Nguyễn Lê Ninh, 2008). Năng lượng giải phóng từ chấn tiêu được lan truyền tới bề mặt trái đất dưới dạng sóng. Có 3 loại sóng cơ bản gây ra chấn động làm phá hủy công trình xây dựng. Trong đó có 2 loại sóng có thể truyền từ chấn tiêu qua nền đá cứng ra môi trường bao quanh được gọi là sóng khối bao gồm sóng dọc và sóng ngang, còn loại sóng chỉ lan truyền trong vùng sát mặt đất còn được gọi là sóng mặt bao gồm sóng Rayleigh và sóng Love.

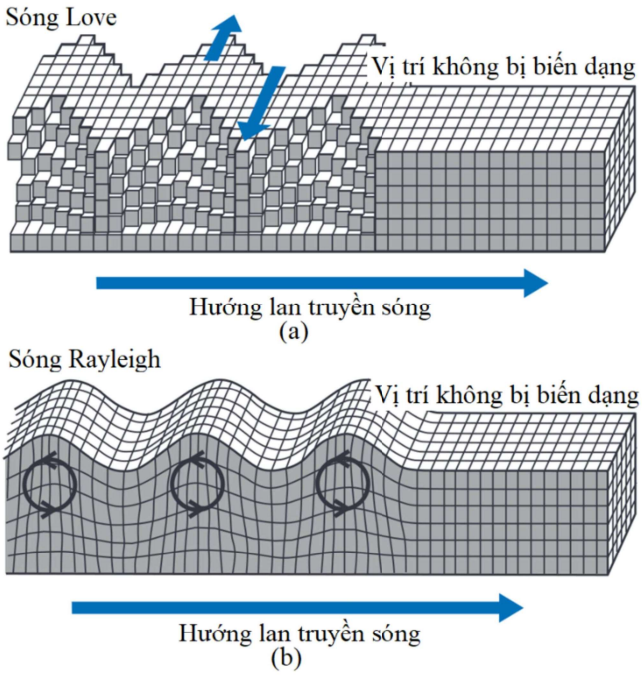
- Sóng khối bao gồm hai loại khác nhau là sóng dọc và sóng ngang: Sóng dọc được lan truyền nhờ sự thay đổi thể tích vật chất, gây ra biến dạng kéo và nén trong lòng đất, sóng dọc đến điểm quan trắc đầu tiên nên nó còn được gọi là sóng sơ cấp ký hiệu là P. Hướng chuyển động của các hạt vật chất trùng với hướng di chuyển của sóng. Sóng ngang có hướng chuyển động của các hạt vật chất vuông góc với hướng di chuyển của sóng, sóng ngang gây ra hiện tượng xoắn và cắt. Vì vậy sóng ngang còn có tên gọi là sóng cắt, ở tại điểm quan trắc, các sóng ngang đến điểm quan trắc sau sóng dọc nên nó còn được gọi là sóng thứ cấp, ký hiệu là S. Ở mặt đất sóng S có thể gây ra các chuyển động theo phương đứng và phương ngang. Biến dạng của nền đất do sóng khối gây ra được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Biến dạng nền đất do sóng khối gây ra: a - Sóng P; b - Sóng Q, (Bolt, 1987)

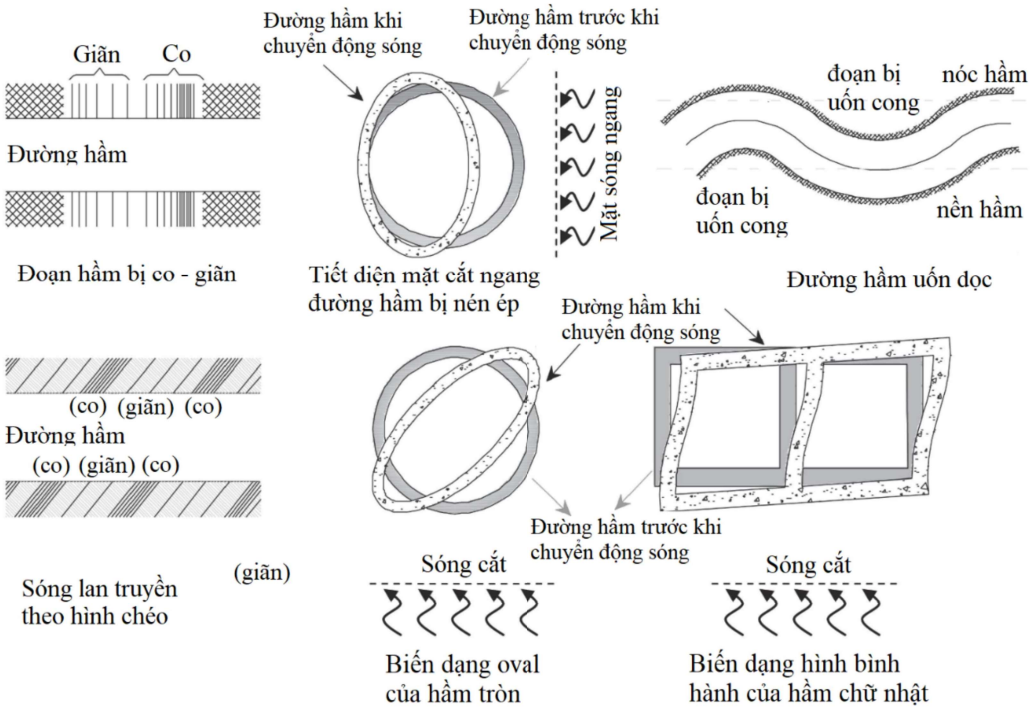
- Sóng mặt, các sóng khối khi lan truyền lên tới mặt đất phản xạ trở lại, tạo thành các sóng mặt gây ra chuyển động nền đất ở lớp mặt. Có 2 loại sóng mặt là sóng Rayleigh và sóng Love. Sóng Rayleigh làm cho các phần tử vật chất chuyển động theo một quỹ đạo hình elip trong mặt phẳng thẳng đứng song song với hướng truyền sóng. Chuyển động này gây ra hiện tượng nén, kéo và cắt trong nền đất. Sóng Love có chuyển động tương tự như sóng S nhưng không có thành phần thẳng đứng, sóng làm cho các phần tử vật chất chuyển động trong mặt phẳng nằm ngang

song song với mặt đất, vuông góc với hướng truyền sóng. Biến dạng của nền đất do sóng mặt gây ra được thể hiện trong hình 2.



Hình 2. Biến dạng nền đất do sóng mặt gây ra:
a - Sóng Love; b - Sóng Rayleigh, (Bolt, 1987)

Động đất tạo ra sóng lan truyền trong môi trường khối đất và tác dụng lên đường hầm, các biến dạng trượt của đất xuất hiện do lan truyền sóng cắt là ảnh hưởng tác động chủ yếu của tải trọng động đất gây ra đối với đường hầm. Vỏ chống đường hầm bị biến dạng khi sóng động đất tác dụng vuông góc trục hầm được thể hiện trên hình 3.



Hình 3. Vỏ hầm bị biến dạng khi sóng động đất tác dụng vuông góc trục hầm, (Tsinidis et al., 2020)

Các tác động này làm biến dạng mặt cắt ngang đường hầm dạng tròn thành hình oval, làm biến dạng mặt cắt ngang đường hầm dạng hình chữ nhật thành hình bình hành và chuyển vị dọc trục thì đường hầm bị dãn nở hoặc bị uốn cong. Biến dạng lớn nhất của các dạng trên được tạo nên do sóng lan truyền theo phương vuông góc trục hầm, còn biến dạng dọc và uốn được hình thành bởi sóng dọc lan truyền dọc trục hầm.

Trên thế giới đã có các báo cáo, tổng hợp những thiệt hại, phá hủy công trình ngầm do tác dụng của tải trọng động đất gây ra từ những năm 1970. Sự cố phá hủy ga tàu điện ngầm Daikai ở Kobe, Nhật Bản trong trận động đất Hyogoken-Nambu năm 1995 được thể hiện trên hình 4 cho thấy các đường hầm có thể bị phá hủy bởi tác dụng tải trọng động đất (Tsinidis et al., 2020). Từ sau sự cố phá hủy ga tàu điện ngầm Daikai ở Kobe, Nhật Bản; sự cố sập hầm Bolu ở Thổ Nhĩ Kỳ trong trận động đất Düzce năm 1999 cũng như sự hư hỏng của đường hầm Longxi ở Trung Quốc trong trận Vấn Xuyên năm 2008 được thể hiện trên hình 5 thì công tác thiết kế, thi công kháng chấn đối với đường hầm đã được chú trọng hơn và các dữ liệu hiện trường được ghi chép lại làm cơ sở phục vụ cho công thiết kế kháng chấn.



a) Phá hủy lên đến mặt đường do sập đường hầm tàu điện ngầm



b) Phá hủy nhà ga tàu điện ngầm

Hình 4. Sự cố phá hủy ga tàu điện ngầm Daikai ở Kobe, Nhật Bản trong trận động đất Hyogoken-Nambu năm 1995, (Tsinidis et al., 2020)



a) Phá hủy cửa hầm phía đông của đường hầm



b) Phá hủy vỏ đường hầm hầm

Hình 5. Sự cố sập đường hầm Longxi trong trận động đất ở Vấn Xuyên năm 2008, (Tsinidis et al., 2020)

Trong trận động đất Chi-Chi năm 1999 ở Đài Loan, một số lượng lớn các đường hầm đã bị hư hỏng ở các mức độ khác nhau (Tsinidis et al., 2020). Đặc biệt, 26% trong số 50 đường hầm nằm trong phạm vi cách tâm chấn một khoảng cách 25 km đã bị hư hỏng nghiêm trọng, trong khi hơn 20% đường hầm bị hư hỏng ở mức độ vừa phải. Các loại hư hỏng khác nhau đã được ghi chép lại, bao gồm: tạo ra vết nứt, mảng vỡ trên lớp vỏ chống đường hầm, hư hỏng cửa hầm, vỏ hầm bị thấm nước, cốt thép vỏ hầm bị vênh và lộ ra, lớp vỏ hầm bị dịch chuyển.

Các thiệt hại nghiêm trọng đã được quan sát thấy khi đường hầm được xây dựng ở gần mặt đất như vị trí cửa hầm hay vị trí gần sườn dốc, hiện tượng sụp đổ lớp vỏ hầm do trượt mái dốc, nứt vỡ trên mặt đường giao thông và trượt lớp vỏ chống đường hầm.

Các đường hầm được xây dựng ở vị trí sâu hơn thì vận hành tốt hơn có thiệt hại về động đất là nhỏ hơn. Kết quả ghi nhận tại hiện trường cho thấy các thông số địa chấn sau đây là quan trọng có ảnh hưởng đến độ ổn định của các đường hầm: cường độ trận động đất, độ sâu và khoảng cách tâm chấn của nguồn địa chấn, đặc tính hình học của lớp vỏ hầm, độ sâu xây dựng đường hầm và sự thay đổi đột ngột của hình dạng tiết diện ngang đường hầm.

2.2. Phương pháp tính toán

2.2.1. Phương pháp của Wang (1993)

Wang (1993) là phương pháp giải tích đầu tiên tính toán nội lực của kết cấu chống giữ đường hầm có tiết diện ngang là hình tròn chịu tải trọng động ở hai điều kiện: điều kiện trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (full-slip); điều kiện không trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (no-slip) khi đường hầm chịu tác động động đất.

Sơ đồ tính nội lực trong vỏ hầm tiết diện tròn được xét cho 1 phần tử vỏ hầm khi sóng động đất tác dụng vuông góc trục hầm được thể hiện trên hình 6. Để xác định độ cứng tương đối giữa vỏ hầm và môi trường khối đất xung quanh, ta sử dụng hai hệ số truyền ứng suất khi chịu nén C và khi chịu uốn F.

Ta có:

$$C = \frac{E_m\left(1-v_1^2\right).R}{E_1 t\left(1+v_m\right)\left(1-2v_m\right)} \quad (1)$$

$$F = \frac{E_m\left(1-v_1^2\right).R^3}{6E_1 I_l\left(1+v_m\right)} \quad (2)$$

trong đó:

E_m - Mô đun đàn hồi của lớp đất, kPa;

υ_m - hệ số poisson của lớp đất;

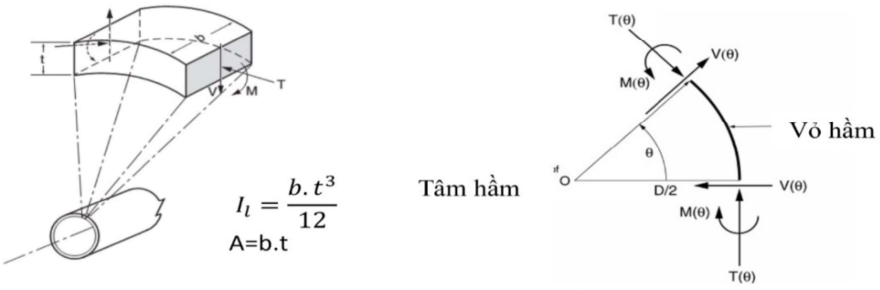
E_1 - mô đun đàn hồi của vỏ hầm, kPa;

υ_1 - hệ số poisson của vỏ hầm;

R - bán kính đường hầm, m;

t - chiều dày lớp vỏ hầm, m;

I_l - mô men quán tính của vỏ hầm.



Hình 6. Sơ đồ tính nội lực vỏ hầm, xét cho 1 phần tử khi sóng động đất tác dụng vuông góc trục hầm, (Wang, 1993)

Theo Wang (1993), bằng phương pháp giải tích xác định được các nội lực vỏ hầm như mô men uốn cực đạimm$_{ax}$, lực dọc cực đại vỏ hầm N_{max} như sau:

- Trong điều kiện xuất hiện trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh, (full-slip):

$$M_{\max} = \pm\frac{1}{6}K_1\frac{E_m}{(1+\nu_m)}R^2 g_{\max}, \tag{3}$$

$$N_{\max} = \pm\frac{1}{6}K_1\frac{E_m}{(1+\nu_m)}R g_{\max}, \tag{4}$$

trong đó:

K_1 - hệ số truyền ứng suất lên vỏ hầm, $K_1 = \pm\frac{12(1-\nu_m)}{2F+5-6\nu_m}$;

R - bán kính đường hầm, m;

g_{max} - biến dạng trượt cực đại trong điều kiện trường tự do, $g_{\max} = \frac{V_s}{C_s}$;

V_s - vận tốc chuyển động cực đại của đất, m/s;

C_s - vận tốc lan truyền sóng, m/s.

Theo các kết quả nghiên cứu, khả năng xảy ra khi động đất thì xuất hiện trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh chỉ xảy ra đối với các đường hầm ở vùng đất yếu hoặc khi cường độ tải trọng động đất là nghiêm trọng. Đối với hầu hết các đường hầm chịu tại trọng động đất, điều kiện tiếp xúc giữa kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh xảy ra 2 trường hợp là: trượt toàn phần (full-slip) và không trượt (no-slip). Trong quá trình thiết kế, tính toán nội lực trong kết cấu chống vỏ hầm, cần tính toán cho cả hai điều kiện trên, ở điều kiện nào cho kết quả lớn hơn hay có độ an toàn cao hơn thì nên được lựa chọn sử dụng trong thiết kế công trình kháng chấn.

- Trong quá trình thiết kế, tính toán lực dọc cực đại trong kết cấu chống vỏ hầm cần phải xét đến lực dính nghĩa là bỏ qua sự trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (no-slip), theo Wang lực dọc cực đại N_{max} được xác định theo biểu thức:

$$N_{\max} = \pm K_2\frac{E_m}{2(1+\nu_m)}R g_{\max}, \tag{5}$$

trong đó:

K_2 - hệ số truyền ứng suất lên vỏ hầm, được xác định theo công thức:

$$K_2 = 1 + \frac{F\left[(1-2\nu_m)-(1-2\nu_m)C\right]-\frac{1}{2}(1-2\nu_m)^2+2}{F\left[(3-2\nu_m)-(1-2\nu_m)C\right]+C\left[\frac{5}{2}-8\nu_m+6\nu_m^2\right]+6-8\nu_m},$$

2.2.2. Phương pháp của Penzien (2000)

Penzien (2000) đã đề xuất phương pháp tính toán nội lực trong kết cấu chống giữ đường hầm tiết diện tròn chịu tác dụng động đất được xác định như sau:

Trong điều kiện xuất hiện trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (full-slip), nội lực vỏ hầm được xác định theo công thức:

$$N_{(\theta)} = -\frac{12E_1I_l\Delta D^n_{lining}}{D^3\left(1-\nu_1^2\right)}\cos 2\left(\theta+\frac{\pi}{4}\right), \tag{6}$$

$$M_{(\theta)} = -\frac{6E_1 I_l \Delta D^n_{lining}}{D^2\left(1-v_1^2\right)}\cos 2\left(\theta+\frac{\pi}{4}\right), \quad (7)$$

$$V_{(\theta)} = -\frac{24E_1 I_l \Delta D^n_{lining}}{D^3\left(1-v_1^2\right)}\sin 2\left(\theta+\frac{\pi}{4}\right), \quad (8)$$

trong đó: E_1 - mô đun đàn hồi vỏ hầm, kPa;

υ_1 - hệ số poisson của vỏ hầm;

D - đường kính đường hầm, m;

I_l - Mô men quán tính của vỏ hầm.

ΔD^n_{lining} - là giá trị dịch chuyển, biến dạng thay đổi đường kính vỏ hầm gây ra bởi động đất khi có tương tác giữa vỏ hầm và lớp đất,m.

$$\Delta D^n_{lining} = R^n \Delta D_{free-field} = R^n \frac{g_{\max} D}{2},$$

$\Delta D_{free-field}$ - là giá trị dịch chuyển, biến dạng của lớp đất trong điều kiện trường tự do gây ra bởi động đất khi chưa có đường hầm,m.

R^n là tỷ số dịch chuyển, biến dạng thay đổi đường kính của vỏ hầm, $R^n = \pm\frac{4(1-v_n)}{\alpha^n+1}$, trong đó: $\alpha^n = \frac{12E_1 I_l(5-6v_m)}{D^3 G_m\left(1-v_1^2\right)}$ với G_m - là mô đun biến dạng trượt của lớp đất xung quanh.

$$G_m = \frac{E_m}{2(1+v_m)} = \rho.C_s^2;$$

ρ - khối lượng thể tích của lớp đất,kg/m^3;

C_s - vận tốc lan truyền sóng, m/s.

Trong điều kiện không xuất hiện trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (no-slip), nội lực trong kết cấu chống giữ đường hầm được xác định theo công thức:

$$N_{(\theta)} = -\frac{24E_1 I_l \Delta D_{lining}}{D^3\left(1-v_1^2\right)}\cos 2\left(\theta+\frac{\pi}{4}\right), \quad (9)$$

$$M_{(\theta)} = -\frac{6E_1 I_l \Delta D_{lining}}{D^2\left(1-v_1^2\right)}\cos 2\left(\theta+\frac{\pi}{4}\right), \quad (10)$$

$$V_{(\theta)} = -\frac{24E_1 I_l \Delta D_{lining}}{D^3\left(1-v_1^2\right)}\sin 2\left(\theta+\frac{\pi}{4}\right), \quad (11)$$

trong đó: $\Delta D_{lining} = R\Delta D_{free-field} = R\frac{g_{\max} D}{2}$, $R = \pm\frac{4(1-v_m)}{\alpha+1}$ với $\alpha = \frac{24E_1 I_l(3-4v_m)}{D^3 G_m\left(1-v_1^2\right)}$.

Tính toán cho trường hợp đường hầm có tiết diện ngang hình tròn, đường kính D = 7,0m. Chiều dày vỏ hầm t = 0,35m. Chiều dài đốt hầm b = 1,5m. Đường hầm xây dựng ở độ sâu H = 20m. Mô đun đàn hồi của vỏ hầm $E_1 = 35.10^6$ kPa. Hệ số Poison $\upsilon_1 = 0,15$. Thi công trong lớp đất có khối lượng thể tích, ρ = 2050kg/m^3. Hệ số Poisson $\upsilon_m = 0,3$. Chịu tác dụng động đất có cường độ $M_w = 7,5$. Khoảng cách đến tâm trận động đất là 20km. Gia tốc nền cực đại $a_{max} = 0,45g$. Vận tốc truyền sóng $C_s = 250$m/s.

Kết quả tính toán nội lực lớn nhất trong kết cấu chống vỏ hầm chịu tác dụng bởi tải trọng động xác định theo Wang (1993) và Penzien (2000) được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1: Kết quả giá trị nội lực lớn nhất trong kết cấu chống vỏ hầm

	Wang (1993)		Penzien và Wu (2000)	
	Trượt toàn phần	Không trượt	Trượt toàn phần	Không trượt
N (kN/m)	133,88	1262,75	133,88	263,03
M (kN.m/m)	468,57	468,57	468,57	460,30
V (kN/m)	-	-	267,75	263,03

3. Kết quả và thảo luận

Trong kết quả tính toán theo phương pháp Wang (1993) và phương pháp Penzien (2000) thì điều kiện không trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (no-slip) cho kết quả lực dọc cực đại có giá trị lớn hơn so với điều kiện trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (full-slip).

Theo phương pháp Penzien (2000), điều kiện trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (full-slip) có giá trị mô men cực đại và lực cắt cực đại lớn hơn trong điều kiện không trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh (no-slip).

4. Kết luận

Tải trọng động đất có thể gây phá hủy đường hầm, Việt Nam thuộc khu vực có xảy ra động đất nên phải có giải pháp thiết kế kháng chấn cho đường hầm.

Đường hầm chịu tác dụng động đất thì điều kiện tiếp xúc giữa kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh xảy ra 2 trường hợp trượt toàn phần và không trượt.

Phương pháp giải tích của Wang (1993) và Penzien (2000) thì điều kiện không trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh cho kết quả lực dọc cực đại Tmax có giá trị lớn hơn so với điều kiện trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh. Phương pháp Penzien (2000), trong diều kiện trượt toàn phần giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh có giá trị mô men cực đại và lực cắt cực đại lớn hơn trong điều kiện không trượt giữa mặt tiếp xúc kết cấu chống vỏ hầm với khối đất xung quanh.

Tài liệu tham khảo

Nguyễn Xuân Chính, Trịnh Việt Cường, Nguyễn Đại Minh, Vũ Thị Ngọc Vân, 2011. Một số đánh giá về hệ thống quy chuẩn - tiêu chuẩn về động đất và khả năng chống động đất của nhà và công trình xây dựng ở Việt Nam hiện nay. *Tạp chí KHCN Xây dựng*, số 3, trang 1-6.

Nguyễn Lê Ninh, 2008. Động đất và thiết kế công trình chịu động đất. *Nhà xuất bản Xây dựng*. 241 trang.

Bolt, B. A., 1987. Earthquakes: *A Primer, W. H. Freeman and Company*. 241p.

Penzien, Z., 2000. Seismically induced racking of tunnel linings. *Int. J. Earthquake Eng. Struct. Dynamic, 29*, pp 683-691.

Tsinidis et al., 2020. Seismic behaviour of tunnels: From experiments to analysis. *Tunnelling and Underground Space Technology*. 99. doi.org/10.1016/j.tust.2020.103334.

Wang, J.N., 1993. Seismic design of tunnels: A state-of-the-art approach,m.7. Monograph, Éd. *Brinckerhoff Quade and Douglas Inc*., New York. 147p.

KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
ACEA-VIETGEO 2021

Biên tập nội dung: PGS.TS. Bùi Trường Sơn - ThS. Nguyễn Văn Hùng

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Chịu trách nhiệm xuất bản
GIÁM ĐỐC - TỔNG BIÊN TẬP
BÙI MINH CƯỜNG

Chịu trách nhiệm nội dung
TS. NGUYỄN HUY TIẾN

Biên tập - Sửa bản in: NGUYỄN THỊ LƯƠNG
Thiết kế bìa: ĐẶNG NGUYÊN VŨ
Chế bản: PHAN HUYỀN KIM

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 Trần Hưng Đạo - Hoàn Kiếm - Hà Nội
ĐT: 024 3942 4543; Fax: 024 3822 0658
Email: nxbkhkt@hn.vnn.vn
Website: http://www.nxbkhkt.com.vn

CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
28 Đồng Khởi - Quận 1 - TP. Hồ Chí Minh
ĐT: 028 3822 5062

In 100 bản, khổ 20.5×29 cm, tại Công ty phát triển dịch vụ Minh Vương
Địa chỉ: C13, khu 2,5ha, tổ 18, P. Dịch Vọng Hậu, Q. Cầu Giấy, TP. Hà Nội.
Số xác nhận đăng ký xuất bản: **1448-2022**/CXBIPH/7-64/KHKT.
Quyết định xuất bản số: **72**/QĐ-NXBKHKT.
In xong và nộp lưu chiểu năm 2022. **Mã ISBN: 978-604-67-2296-0**

ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ XÂY DỰNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG KHU VỰC MIỀN TRUNG VÀ TÂY NGUYÊN



ISBN: 978-604-67-2296-0

SÁCH KHÔNG BÁN