



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN

VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 11 - 11 - 2022

ERSD 2022



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

MỤC LỤC

Tuổi đồng vị U–Pb và đặc điểm địa hoá của zircon trong đá biến chất nhiệt độ siêu cao thuộc phức hệ Kannack, địa khối Kontum, Việt Nam <i>Bùi Thị Sinh Vương, Yasuhito Osanai, Nobuhiko Nakano, Tatsuro Adachi, Ippei Kitano</i>	01
Các đá granit liên quan với khoáng sản wolfram trong cấu trúc Lô Gâm MBVN: Minh chứng từ thạch học, địa hóa và tuổi đồng vị <i>Phạm Thị Dung, Nevolko P.A, Svetlistkaia T.V, Nguyễn Thế Hậu, Trần Trọng Hòa</i>	07
Sự kiện kiến tạo Neoproterozoic khu vực Tây Bắc Việt Nam và ý nghĩa với kiến tạo khu vực <i>Bùi Vinh Hậu, Yoonsup Kim, Ngô Xuân Thành</i>	14
Ảnh hưởng của vận động tân kiến tạo đến sự biến đổi dòng của các dòng sông, ứng dụng nghiên cứu trong lưu vực sông Hương, Thừa Thiên Huế <i>Bùi Vinh Hậu, Trần Thanh Hải, Ngô Thị Kim Chi, Phan Văn Bình</i>	20
Nghiên cứu hoạt động tân kiến tạo và các tai biến địa chất liên quan khu vực đô thị Hội An và lân cận <i>Ngô Thị Kim Chi, Trần Thanh Hải, Bùi Vinh Hậu, Nguyễn Quốc Hưng, Phan Văn Bình, Bùi Thị Thu Hiền, Nguyễn Xuân Nam, Hoàng Ngô Tự Do</i>	26
Đặc điểm Foraminifera trong trầm tích Holocen khu vực đồng bằng sông Cửu Long <i>Ngô Thị Kim Chi, Trần Thanh Hải, Nguyễn Trung Thành, Bùi Vinh Hậu, Bùi Thị Thu Hiền, Phan Văn Bình, Phạm Thị Thanh Hiền</i>	32
Bằng chứng kiến tạo hoạt động khu vực Mường Tè dựa trên chỉ số địa mạo dòng chảy trích xuất từ ảnh ALOS DEM <i>Vũ Anh Đạo, Ngô Xuân Thành, Đinh Thị Huế, Phạm Thế Truyền, Bùi Thị Thu Hiền, Trần Trung Hiếu</i>	37
Two distinct mantle domains beneath Southeast Asia manifested by surface intraplate volcanism <i>Nghiêm Van Dao, Thanh Xuan Ngo, Trinh Hai Son, Pham Ngoc Dung</i>	43
Middle Cambrian Gabbro in the Tam Ky – Phuoc Son suture zone: Evidence from U-Pb zircon age <i>Bui Vinh Hau, Ngo Thi Kim Chi, Nguyen Quoc Hung, Phan Van Binh, Dang Quoc Huy, Ngo Xuan Thanh</i>	50
Đặc điểm thạch địa hóa các đá magma gabbro khu vực Hiệp Đức: Bằng chứng về magma cung lục địa giai đoạn Cambri muộn <i>Ngô Xuân Thành, Nguyễn Quốc Hưng, Phan Văn Bình, Bùi Thị Thu Hiền</i>	55
Composition of relic spinel mineral from the Hiep Duc serpentinized peridotite and its significance on petrogenesis <i>Nguyen Quoc Hung, Phan Văn Bình, Ngo Xuan Thanh, Pham Ngoc Dung, Nguyen Thi Hong Hanh</i>	61
Nghiên cứu phát triển sản phẩm du lịch tại công viên địa chất Lạng Sơn <i>Phạm Thị Thanh Hiền, Đỗ Mạnh An, Phạm Trường Sinh, Nguyễn Trung Thành, Phan Văn Bình, Dương Thị Hồng Đài</i>	67
Đặc điểm địa mạo đảo Lý Sơn và tiềm năng phát triển du lịch địa chất <i>Phan Văn Bình, Ngô Xuân Thành, Bùi Thị Thu Hiền, Phạm Trường Sinh, Nguyễn Trung Thành, Phạm Thị Thanh Hiền, Dương Thị Hồng Đài</i>	72

<i>Châu Lâm, Đinh Thị Quỳnh, Trần Trung Hiếu, Nguyễn Đức Anh, Trần Nguyễn Hữu Nguyên, Nguyễn Thị Mai Hương</i>	538
Áp dụng hệ thống quản lý an toàn và đánh giá rủi ro trong khai thác đá lộ thiên <i>Nguyễn Đình An, Trần Đình Bảo, Phạm Văn Hòa, Trần Quang Hiếu, Đỗ Ngọc Hoàn, Nguyễn Anh Thơ</i>	544
Xác định kích thước chiều rộng mặt tầng công tác khi chuyển tải đất đá bằng năng lượng nổ mìn trong công tác bặt ngọt núi <i>Trần Đình Bảo, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Việt, Nguyễn Đình An, Lê Thị Thu Hoa, Vũ Đình Trọng</i>	552
Xây dựng quy trình nhận diện mối nguy và đánh giá rủi ro an toàn lao động trong hoạt động khai thác đá vật liệu xây dựng công suất nhỏ <i>Đỗ Ngọc Hoàn, Lê Thị Thu Hoa, Nguyễn Anh Thơ, Nguyễn Đình An, Trần Quang Hiếu, Phạm Văn Việt, Lê Quý Thảo, Phonepasert Soukhanouvong</i>	560
Nghiên cứu lựa chọn phương án đóng cửa mỏ phù hợp cho các mỏ than lộ thiên vùng Hòn Gai, Quảng Ninh <i>Đoàn Văn Thanh, Trần Đình Bảo, Lê Bá Phúc, Đỗ Văn Triều, Nguyễn Đình An, Vũ Đình Trọng</i>	567
Phân tích ổn định bờ mỏ bằng thuật toán ngẫu nhiên và tính toán ổn định các khối bằng neo: áp dụng cho mỏ than Khe Sim, Quảng Ninh <i>Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Việt, Phạm Văn Hòa</i>	574
Xác định chỉ tiêu thuốc nổ phù hợp trong khai thác đá làm VLXD trên địa bàn tỉnh Hà Nam <i>Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Hòa, Lê Văn Quyển, Phạm Văn Việt, Trần Đình Bảo, Trần Quang Hiếu, Nguyễn Đình An, Lê Thị Thu Hoa, Nguyễn Duyên Phong, Khương Thế Hùng</i>	587
Đánh giá khả năng cưa cắt đá granit bằng máy cưa đĩa qua ứng dụng phương pháp quyết định nhiều tiêu chí PROMETHEE <i>Phạm Văn Việt, Nguyễn Anh Tuấn, Trần Đình Bảo, Trần Hữu Trọng</i>	601
Nghiên cứu ứng dụng mô phỏng số cho dự báo các tai biến địa kỹ thuật trong khai thác mỏ hầm lò Việt Nam <i>Lê Tiến Dũng, Đào Văn Chi</i>	609
Nghiên cứu nâng cao hiệu quả nổ mìn khi thi công các đường lò lưu không tại mỏ Vi Kẽm, Lào Cai <i>Vũ Thái Tiến Dũng, Vũ Trung Tiến, Lê Tiến Dũng</i>	614
Nghiên cứu đề xuất giải pháp tổ chức sản xuất khi khai thác lò chợ cơ giới hóa vỉa 7 trong điều kiện địa chất đặc thù mỏ than Hà Lâm <i>Phạm Đức Hưng</i>	624
Nghiên cứu xác định ranh giới ảnh hưởng của khai thác lò chợ 31104 vỉa 11- Công ty cổ phần than Núi Béo <i>Phạm Đức Hưng, Bùi Thị Thu Thủy, Đỗ Anh Sơn, Lê Tiến Dũng, Vũ Trung Tiến, Nguyễn Cao Khải</i>	630
Đánh giá hiệu quả khai thác lò chợ xiên chéo bằng giàn ZRY tại Công ty 35 - Chi nhánh Tổng công ty Đông Bắc <i>Nguyễn Cao Khải, Nguyễn Phi Hùng, Phạm Đức Hưng, Lương Xuân Thành</i>	636

Nghiên cứu độ ổn định khối đất đá – trạm quạt mức + 30 khi khai thác tận thu vỉa H10 Công Ty Cổ Phần Than Mông Dương – Vinacomin Đào Viết Đoànn Vũ Trung Tiến, Đỗ Anh Sơn	770
Ảnh hưởng của công nghệ kỹ thuật bơm vữa đến một số ứng xử cơ học của cọc đường kính nhỏ micropile: Nghiên cứu tổng quan Bùi Văn Đức , Nguyễn Văn Mạnh	781
Nghiên cứu ổn định nền móng và công trình ngầm có xét đến tính từ biến của đá Nguyễn Huy Hiệp, Nguyễn Duyên Phong	788
Nghiên cứu một số mô hình vật liệu nâng cao trong mô phỏng ứng xử của đất rời chịu tác dụng của tải trọng chu kỳ theo phương thẳng đứng Phạm Văn Hùng	794
Nghiên cứu những ứng xử cơ học của đất rời dưới tác dụng của tải trọng chu kỳ theo phương thẳng đứng Phạm Văn Hùng, Vũ Minh Ngạn, Phạm Thị Nhân	800
Nghiên cứu ảnh hưởng của cường độ bê tông gốc đến cường độ của bê tông sử dụng cốt liệu tái chế Đặng Quang Huy, Phạm Đức Thọ, Vũ Minh Ngạn	807
Ảnh hưởng của nhiệt độ dung dịch khoan đến sự phân bố ứng suất của đá khô-nóng xung quanh giếng khoan ở tầng địa chất sâu Trần Nam Hưng, Nguyễn Thị Thu Nga, Phạm Đức Thọ, Triệu Hùng Trường	814
Nghiên cứu đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả chống lò bằng vì neo trong các mỏ than hầm lò của TKV giai đoạn 2020-2025 Đặng Văn Kiên, Trần Duy Học, Mai Xuân Thanh Tuấn, Võ Trọng Hùng, Nông Việt Trung	821
Nghiên cứu ảnh hưởng của tương quan vị trí đường lò phía dưới bãi thải mặt mỏ đến ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ đường lò tại vùng than Quảng Ninh Đặng Văn Kiên, Đỗ Ngọc Anh, Lê Chí Kiên, Ngô Đức Quyền, Mai Xuân Thanh Tuấn, Nguyễn Hữu Sà	829
Nghiên cứu chế tạo gạch không nung sử dụng chất kết dính geopolymer Tăng Văn Lâm, Nguyễn Trung Hiếu, Võ Đình Trọng, Vũ Trọng Khang, Nguyễn Quốc Chuẩn ...	839
Một số công nghệ tiên tiến trong thăm dò, nâng cấp và thay thế đường ống hạ tầng kỹ thuật tại các khu đô thị Việt Nam Vũ Minh Ngạn , Đặng Quang Huy, Trần Hồng Hạnh, Phạm Văn Hùng, Lê Anh Quân	845
Numerical simulation of a case of bored piles combined with ground anchor reinforcement for deep excavation Phạm Thị Nhan	851
Nghiên cứu ảnh hưởng của đứt gãy đến sự biến đổi cơ học trong khối đá xung quanh công trình ngầm khi chịu động đất Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Ngọc Huệ, Nguyễn Quang Minh, Nguyễn Văn Mạnh, Trần Tuấn Minh	857
Nghiên cứu ứng xử của đường hầm và kết cấu ngầm công trình lân cận trong điều kiện xây dựng đô thị Đỗ Ngọc Thái, Nguyễn Huy Hiệp, Nguyễn Văn Quang	863

Nghiên cứu ổn định nền móng và công trình ngầm có xét đến tính từ biến của đá

Nguyễn Huy Hiệp^{1,*}, Nguyễn Duyên Phong²

¹ Trường Đại học Kỹ thuật Lê Quý Đôn

² Trường Đại học Mở - Địa chất

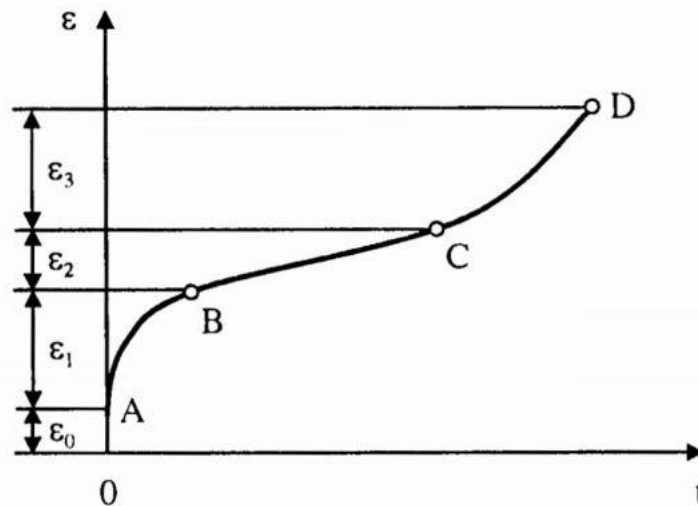
TÓM TẮT

Quá trình từ biến của đá/ khối ảnh hưởng đến biến dạng công trình theo thời gian. Để xác định đặc tính biến dạng của mẫu đá theo thời gian có thể tiến hành bằng các thí nghiệm hiện trường và trong phòng. Trong nội dung bài báo các tác giả trình bày phương pháp xác định các tham số từ biến theo phương pháp nén uốn mẫu đá, đánh giá độ ổn định của công trình có xét đến tính từ biến của đá. Các phương pháp này được sử dụng từ lâu ở Liên Bang Nga và đã đưa vào các tài liệu chỉ dẫn tính toán thiết kế công trình ngầm. Kết quả của nghiên cứu là một tiền đề cho việc ứng dụng phát triển kỹ thuật tính toán ổn định công trình ngầm có xét tới lưu biến ở Việt Nam.

Từ khóa: từ biến đá; nén uốn; biến dạng theo thời gian; độ bền lâu dài.

1. Đặt vấn đề

Trong quá trình khai thác và sử dụng công trình có nhiều hư hỏng do tính toán, thiết kế không kể đến các tham số từ biến của mẫu đá/khối đá. Tham số từ biến của mẫu đá được thí nghiệm bằng cách chất tải lên mẫu với một tải trọng không đổi theo thời gian $\sigma = \sigma_0 = \text{const}$ và ghi lại biến dạng tăng dần [1,3,4]:



Hình 1. Biểu đồ từ biến của mẫu đá

Đoạn OA tương ứng với giai đoạn biến dạng tức thời ban đầu. Tùy thuộc vào giá trị tác dụng của tải trọng, giai đoạn này có thể mang đặc tính đàn hồi.

Đoạn AB tương ứng với giai đoạn từ biến không ổn định. Tại giai đoạn này, biến dạng của đá mang tính chất biến dạng đàn hồi cũng như biến dạng không thuận nghịch.

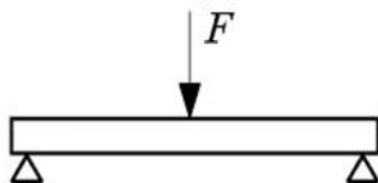
Đoạn BC tương ứng với giai đoạn từ biến ổn định hay giai đoạn từ biến có tốc độ biến dạng không đổi.

Đoạn CD đặc trưng bởi đặc tính gia tăng tốc độ biến dạng do sự phát triển mạnh mẽ của quá trình hình thành nứt nẻ. Giai đoạn này kết thúc bằng sự phá hủy hoàn toàn của mẫu đá.

Để xác định các tham số từ biến của mẫu đá có nhiều phương pháp khác nhau. Một trong những phương pháp xác định tính chất từ biến của mẫu đá là dùng thí nghiệm nén uốn. Mẫu đá được gia công dưới dạng dầm với kích thước $20 \times 20 \times 160 \text{ mm}$:

* Tác giả liên hệ

Email: huyhiệpnguyen@gmail.com



Hình 2. Sơ đồ nén uốn mẫu đá dạng dầm

Sau khi gia công xong, mẫu đá được đưa lên nén với hai bài toán: từ biến (chất tải không đổi theo thời gian), chiều dài đoạn dầm uốn 140mm.

2. Xác định các tham số từ biến của mẫu đá bằng thí nghiệm nén uốn mẫu dạng dầm

L.Boltzmann (1875) đã thấy biến dạng tổng cộng tại bất kỳ thời điểm nào của vật liệu đều gồm hai thành phần: biến dạng đàn hồi khi chịu tác dụng của tải trọng và biến dạng từ biến chịu ảnh hưởng của thời gian. Có thể biểu diễn điều này qua biểu thức toán học [1, 2,3,6]:

$$\varepsilon(t) = \frac{I}{E} \left[\sigma(t) + \int_0^t L(t, \tau) \cdot \sigma(\tau) d\tau \right] \quad (1)$$

trong đó:

$\varepsilon(t)$, $\sigma(t)$ - biến dạng và ứng suất tại thời điểm t ;

E - mô đun đàn hồi tức thời của đá;

τ - biến số tích phân;

$L(t, \tau)$ - nhân của phương trình tích phân.

Do tính chất di truyền của đá (là tính chất biến dạng tại một thời điểm nào đó phụ thuộc vào đặc điểm của tất cả các quá trình chịu tải trước đó của vật liệu) nên nhân $L(t, \tau)$ có thể biểu diễn:

$$L(t, \tau) = \delta(t - \tau)^{-\alpha} \quad (2)$$

Thí nghiệm từ biến mẫu đá chất tải với tải trọng không đổi $\sigma = \sigma_0 = const$, có dạng:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma_0}{E} (1 + \Phi) \quad (3)$$

trong đó:

Φ - hàm từ biến.

Nghiên cứu theo phương pháp của viện sỹ Zh.X.Ezanov [8]:

$$\Phi = \frac{\delta t^{1-\alpha}}{1 - \alpha} \quad (4)$$

trong đó:

α - tham số theo thực nghiệm không thứ nguyên và δ có thứ nguyên ($s^{-1+\alpha}$).

Khi đó mô đun biến dạng có xét tới từ biến của đá có dạng:

$$E_t = \frac{E}{1 + \Phi} \quad (5)$$

Chuyển vị tại điểm nằm giữa dầm trên Hình 2 có dạng:

$$y = \frac{Fl^3}{48EJ} \quad (6)$$

trong đó:

J - mô men quán tính mặt cắt ngang tiết diện dầm

Ứng suất trên mặt cắt ngang dầm (Hình 2) được xác định theo công thức:

$$\sigma = \frac{Mh}{2J} \quad (7)$$

trong đó:

M - mô men tại điểm nằm giữa dầm;

h - chiều cao của dầm.

$$M = \frac{Fl}{4} \quad (8)$$

Thay (8), (7) vào (6), có:

$$y = \sigma \frac{l^2}{6Eh} \quad (9)$$

Thay E bằng $E(t)$ trong công thức (9) và kết hợp với công thức (5) tính toán được chuyển vị của điểm nằm giữa dầm (điểm đặt lực) theo thời gian:

$$y(t) = \sigma \frac{l^2}{6EJ} (1 + \Phi) \quad (10)$$

Xét dầm có chuyển vị ban đầu theo phương trình (9): $y_0 = \sigma \frac{l^2}{6Eh}$

$$y(t) = y_0 \left(1 + \frac{\delta}{1 - \alpha} t^{1-\alpha} \right) \quad (11)$$

Tiến hành logarit hai vế được:

$$\lg \left(\frac{y(t)}{y_0} - 1 \right) = \lg \frac{\delta}{1 - \alpha} + (1 - \alpha) \lg t \quad (12)$$

Đặt các số hạng sau:

$$u = \lg \left(\frac{y(t)}{y_0} - 1 \right); \quad x = \lg t; \quad a = \lg \left(\frac{\delta}{1 - \alpha} \right); \quad b = 1 - \alpha \quad (13)$$

Phương trình (12) thành phương trình bậc nhất:

$$u = a + bx \quad (14)$$

Từ giá trị a, b xác định giá trị tham số từ biến theo phương trình (13):

$$\alpha = 1 - b \quad (15)$$

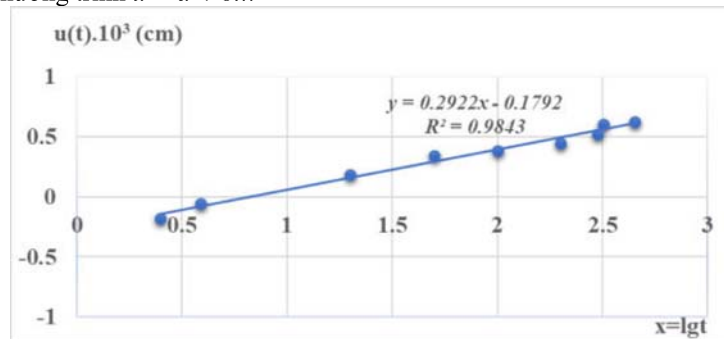
$$\delta = 10^a (1 - \alpha) \quad (16)$$

Dùng bộ số liệu chuẩn ở Bảng 1, là kết quả của một thí nghiệm với đá muối mỏ ở Liên Bang Nga [6] để tiến hành xử lý số liệu trên phần mềm Microsoft Excel. Số liệu biến dạng được đo tại điểm giữa dầm từ thời điểm sau khi chất tải ổn định (bỏ qua giai đoạn tăng tải).

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm và xử lý theo phương trình (13)

σ (MPa)	$y_0.1.10^3$ (cm)	$t.1.10^{-5}s$ (giây)	t (giờ)	$y(t).1.10^3$ (cm)	$u = \lg \left(\frac{y(t)}{y_0} - 1 \right)$	$x = \lg t$
1,8	2,0	0,14	3,89	2,5	-0,06	0,59
		0,72	20	5,0	0,18	1,3
		7,2	200	7,5	0,44	2,3
2,25	2,5	1,8	50	8,0	0,34	1,7
		10,8	300	10,8	0,52	2,48
2,7	3,0	0,09	2,5	5,0	-0,18	0,4
		3,6	100	10,25	0,38	2
		11,52	320	15	0,60	2,51
		16,2	450	15,5	0,62	2,65

Từ giá trị u và x nhập vào phần mềm Microsoft Excel, dùng phương pháp bình phương cực tiểu, phần mềm tự động vẽ phương trình $u = a + bx$:



Hình 3. Kết quả xử lý thí nghiệm từ biến bằng phần mềm Microsoft Excel

Xác định được giá trị $a = -0,18$ và $b = 0,29$. Xác định các tham số từ biến từ phương trình (15): $\alpha = 1 - b = 1 - 0,29 = 0,71$; từ phương trình (16) $\delta = 10^a (1 - \alpha) = 10^{-0,18} (1 - 0,71) = 0,192$ (giờ^{0,29}).

Từ phương trình (4) xác định được:

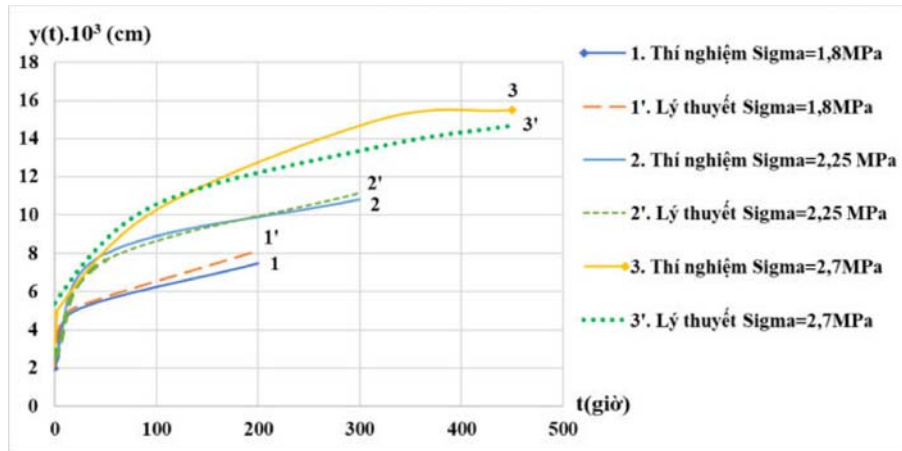
$$\Phi = \frac{\delta t^{1-\alpha}}{1-\alpha} = \frac{0,192}{1-0,71} t^{1-0,71} = 0,662 t^{0,29}$$

Với ứng suất $\sigma = 2,7$ MPa, chuyển vị ban đầu $y_0 = 0,003$ cm, xác định mô đun đàn hồi của đá theo phương trình (9):

$$y_0 = \sigma \frac{l^2}{6Eh} \rightarrow 0,003 = 2,7 \frac{14^2}{6E \cdot 2}$$

Tính toán được $E = 14700$ MPa. Từ phương trình (11) thu được:

$$y(t) = y_0 \left(1 + \frac{\delta}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \right) = y_0 (1 + \Phi) = y_0 (1 + 0,662 t^{0,29}) \quad (17)$$



Hình 4. Kết quả thí nghiệm từ biến và lý thuyết theo phương trình (17)

3. Nghiên cứu ổn định công trình có xét đến tính từ biến của đá

3.1. Đánh giá độ ổn định của nền công trình xây dựng trên nền đá theo trạng thái giới hạn hai về biến dạng cho phép

Xét trường hợp khi trên mặt đất chịu một tải trọng thẳng đứng phân bố đều hình băng. Độ lún của nền công trình tính toán theo phương pháp lớp tương đương:

$$S = \frac{\beta}{E} h_s p \quad (18)$$

trong đó:

h_s - chiều dày lớp tính lún trong nền;

p - tải trọng gây lún.

Trong trường hợp tính toán kể đến độ lún từ biến:

$$S(t) = \frac{\beta}{E(t)} h_s p = \frac{\beta}{E} h_s p (1 + \Phi) = \frac{\beta}{E} h_s p \left(1 + \frac{\delta t^{1-\alpha}}{1-\alpha} \right) \quad (19)$$

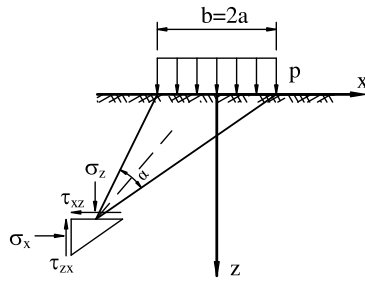
trong đó:

$E(t)$ - xác định theo công thức (5).

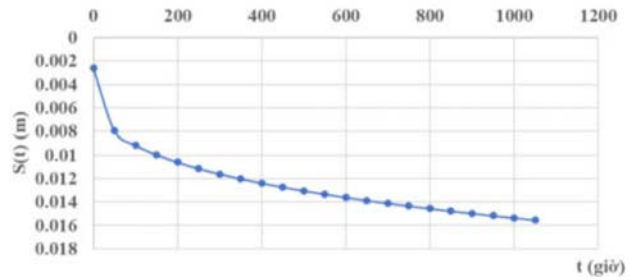
Áp dụng tính toán trong trường hợp $E = 14700$ MPa; $\beta = 0,8$; $h_s = A\omega_m b = 2,4 \times 10 = 24$ m; $p = 2000$ kN; $\alpha = 1 - b = 0,71$; $\delta = 0,192$ ($h^{-0,29}$).

Độ lún của nền xác định theo công thức:

$$S(t) = \frac{0,8}{14700 \times 10^3} \times 24 \times 2000 (1 + 0,662 t^{0,29}) = 0,0026 (1 + 0,662 t^{0,29}) \quad (20)$$



Hình 5. Sơ đồ bài toán



Hình 6. Kết quả tính lún từ biến theo công thức (20)

Dựa vào số liệu dự báo độ lún theo thời gian có thể xác định độ ổn định công trình theo trạng thái giới hạn hai về điều kiện đảm bảo giới hạn của công trình trong quá trình sử dụng theo các tiêu chuẩn hiện hành.

3.2. Đánh giá độ ổn định của công trình ngầm có xét tới tính từ biến của đá

Thi công đường hầm trong môi trường mà đá có chuyển vị lớn, thường phải chấp nhận một giá trị dịch chuyển cho phép nào đó (dịch chuyển do công nghệ - u_{TECH}) trên chu tuyến công trình. Giá trị đó không chỉ phụ thuộc vào trạng thái ứng suất mà còn vào thời gian (thời gian từ biến t_{CR}). Trong khi đó cũng cần một khoảng thời gian (thời gian công nghệ t_{TECH}), để hoàn tất hệ chống đỡ hoặc giảm áp lực địa tầng lên vỏ chống. Nghiêm Hữu Hạnh và Bulutrev [4] kiến nghị lấy tỷ số giữa thời gian từ biến và thời gian công nghệ để có được chuyển vị công nghệ làm tiêu chuẩn đánh giá ổn định của đá theo yếu tố thời gian. Theo đó, độ ổn định “D” của đá được xác định theo công thức sau:

$$D = \frac{t_{CR}}{t_{TECH}} \quad (21)$$

Thời gian công nghệ t_{TECH} phụ thuộc vào hệ chống đỡ được lựa chọn, công nghệ thi công, điều kiện thi công, kỹ năng thi công. Thời gian từ biến t_{CR} phụ thuộc vào trạng thái ứng suất quanh công trình, các thông số lưu biến của đá và giá trị biến dạng cho phép ε_{lim} (dịch chuyển công nghệ u_{TECH}). Biến dạng cho phép, trong trường hợp áp dụng thuyết từ biến di truyền với nhân từ biến dạng hàm số mũ, được xác định theo công thức sau:

$$\varepsilon_{lim} = \frac{u_{TECH}}{2r_0} = \frac{\bar{\sigma}_\theta \times P_\sigma}{E} \left(1 + \frac{\delta}{1-\alpha} t_{CR}^{1-\alpha} \right) \quad (22)$$

trong đó:

$\bar{\sigma}_\theta$ - giá trung bình của ứng suất pháp theo phương tiếp tuyến trong vùng từ biến ổn định

P_σ - chỉ số dẻo tương ứng với giá trị $\bar{\sigma}_\theta$;

E - mô đun tổng biến dạng tương ứng với giá trị $\bar{\sigma}_\theta$;

α, δ - các thông số từ biến;

r_0 - bán kính đường hầm trong trường hợp tiết diện tròn, các dạng khác quy đổi tương đương.

Bảng 2. Mức độ ổn định của môi trường đất đá từ biến [4]

TT	Cấp ổn định D	Chỉ số ổn định D	Mức độ ổn định	Thời gian không cần chống cho phép
1	I	> 100	Rất ổn định	Không hạn chế
2	II	8 ÷ 100	Ổn định	Tới 6 tháng
3	III	0.6 ÷ 8	Tương đối ổn định	Đến 10 ÷ 15 ngày
4	IV	0.06 ÷ 0.6	Không ổn định	Đến 1 ngày
5	V	< 0.06	Rất không ổn định	Chuyển dịch nhanh, sập, đẩy trôi

Trong công thức (22), cho r_0, u_{TECH} , biết $\bar{\sigma}_\theta$ qua tính toán (quan trắc), còn $E, P_\sigma, \alpha, \delta$ thu được từ kết quả thí nghiệm, ta tính được t_{CR} ; từ đó tính được D theo công thức (21). Mức độ ổn định được xác định theo bảng 2. Chọn chỉ số dẻo của đá $P_\sigma = 1$ (trong trường khác cần làm thí nghiệm nén đơn trực tiếp bao gồm hai quá trình: chất tải và dỡ tải mẫu đá để xác định giá trị P_σ), nhận thấy rằng công thức (22) sẽ hoàn toàn giống với công thức (3) hoặc đưa về chuyển vị sẽ giống công thức (11).

Giả thiết lấy bộ số liệu trong thí nghiệm trên: $\alpha = 0,71$; $\delta = 0,192 (s^{-0,29})$. Tính toán ổn định cho công trình ngầm với đường kính $r_0 = 5m$; giá trị trung bình của ứng suất pháp theo phương tiếp tuyến trong vùng từ biến ổn định 2,7 MPa; độ dịch chuyển công nghệ $u_{TECH} = 10mm$; tính theo công thức (22) được $t_{CR} = 2047$ ngày. Chọn công nghệ thi công là neo và bê tông phun, thời gian thi công, lưu không, lắp dựng

để kết cấu chống phát huy tác dụng là $t_{TECH} = 14$ ngày. Độ ổn định của công trình ngầm trong trường hợp này: $D = 2047/14 = 146,2$. Tra bảng 2 cấp ổn định của công trình ngầm thuộc cấp I, mức độ ổn định, thời gian không cần chống 2047 ngày.

Trong trường hợp chọn biện pháp thi công và kết cấu chống khác thì cần tính lại t_{TECH} dựa theo biểu đồ tổ chức thi công và tính lại mức độ ổn định D. Thời gian không cần chống cho phép bảng 2 [4] cũng chỉ là tương đối (tham khảo), để sử dụng đúng cần dựa vào kết quả tính toán. Như vậy, theo quan niệm này thì chỉ số ổn định D không phải hằng số cho cùng một điều kiện tự nhiên, nó phụ thuộc vào điều kiện thi công. Với cùng một điều kiện như nhau, thì hệ chống đỡ này là ổn định, hệ khác lại không; hoặc với cùng một hệ chống đỡ thì công nghệ này là ổn định, công nghệ khác lại không; thậm chí với đội thi công này là ổn định còn với đội khác thì không.

4. Kết luận và kiến nghị

Dựa trên các tài liệu trong và ngoài nước nhóm tác giả đã đưa ra chỉ dẫn phương pháp thí nghiệm từ biến cho mẫu đá nén uốn dạng dầm. Ngoài ra, nhóm tác giả cũng tổng hợp - phân tích, đưa ra cách tính toán ổn định công trình ngầm có xét tới tính từ biến và yếu tố công nghệ thi công theo phương pháp của Nghiêm Hữu Hạnh [4]. Đưa ra cách tính lún của nền công trình trên nền đá có xét tới từ biến.

Với khối đá đồng nhất, không có nứt nẻ có thể lấy tham số từ biến của mẫu đá dùng cho khối đá. Trong trường hợp khối đá không đồng nhất có nhiều đứt gãy, nứt nẻ, cần tiến hành nghiên cứu thêm để quy đổi tham số từ biến của mẫu đá sang tham số dùng cho khối đá. Mặt khác, các tham số từ biến của mẫu đá thay đổi theo nhiệt độ và độ ẩm. Do vậy, cần đảm bảo nhiệt độ và độ ẩm ổn định trong suốt quá trình thí nghiệm. Yếu tố nhiệt độ, độ ẩm tới từ biến của mẫu đá/khối đá cũng cần nghiên cứu tại những nơi có dải nhiệt độ và độ ẩm thay đổi rộng. Cần tiến hành phân tích thêm các số liệu thí nghiệm để đánh giá “độ bền lâu dài” (giới hạn bền dài lâu) của mẫu đá.

Tài liệu tham khảo

Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc. Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2005.

Nguyễn Sỹ Ngọc. Cơ học đất đá, Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội, 2017.

Trần Tuấn Minh. Giáo trình cơ học đá và khối đá, Nhà xuất bản Xây Dựng, Hà Nội, 2016.

Nghiêm Hữu Hạnh. Cơ học đá, Nhà xuất bản Giáo Dục, 2004.

Nguyễn Quang Phích. Cơ học đá, Nhà xuất bản Xây Dựng, 2007.

Nguyễn Huy Hiệp, Xác định tham số từ biến và chùng ứng suất của mẫu đá bằng thí nghiệm nén uốn. *Tuyển tập các công trình khoa học hội nghị khoa học toàn quốc Cơ học đá- những vấn đề đương đại, Vietrock 2021*, ISBN: 978-604-9988-55-4.

Н.С.Булычев. Механика подземных сооружений в примерах и задачах, Издательство «Недра», Москва, 1989.

Erzhanov, Zh.S, 1964. Creep theory of rock and its application [in Russian]. Alma-Ata, Nauka, p. 173.

ABSTRACT

Stability of foundation and tunnel considering creep of rock sample

Nguyen Huy Hiep^{1,*}, Nguyen Duyen Phong²

¹ Le Quy Don Technical University

² Hanoi University of Mining and Geology

Creep processes of rock mass have a substantial impact on the time-dependent deformation of constructions. In order to determine creep parameters of rock samples, various rock tests and their result calibration are essentially executed. In the article, authors represent a method to determine deformation parameters of rock samples taking into account their creep behaviors in elastic stage using bend tests. As a result, engineers are able to estimate the long-term stability of construction taking account of rock creep properties. These methods have been executed for a long time in the Russian Federation and have been included in the guidance documents on design and calculation. The results of the study for the application and development of rheological stability calculation techniques for underground constructions in Vietnam.

Keywords: Creep of rock; bend test; time-dependent deformation; long-term stability.