

ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤN ĐỘNG NỔ MÌN KHI THI CÔNG MỘT ĐƯỜNG HẦM MỚI ĐẾN ĐỘ ỔN ĐỊNH CỦA ĐƯỜNG HẦM CŨ BÊN CẠNH

TRẦN TUẤN MINH, ĐẶNG VĂN KIÊN,
TRẦN QUANG HIẾU - *Trường Đại học Mỏ-Địa chất*
NGUYỄN QUANG HUY
Viện Khoa học Công nghệ Giao thông Vận tải
Email: tuanminhhung@yahoo.com

1. Đặt vấn đề

Hiệu quả của công tác nổ mìn xây dựng hầm mới bên cạnh hầm cũ hoặc mở rộng đường hầm thi công cũ bên cạnh các đường hầm giao thông xuyên núi cũ như các đường hầm đường sắt dọc tuyến Bắc Nam, đường hầm giao thông qua đèo Hải Vân cũng như các đường hầm giao thông mới đang triển khai như hầm đường bộ qua Đèo Cả, hầm Cù Mông,... ngày càng được quan tâm và chú trọng hơn trong bối cảnh phát triển giao thông xuyên suốt trên trục Bắc Nam kết nối và phát triển kinh tế của cả ba miền Bắc-Trung-Nam.

Hiện nay khi thi công các đường hầm giao thông xuyên núi ở Việt Nam vẫn thường sử dụng phương pháp khoan nổ mìn truyền thống [1], [2], [3], phương án này có hiệu quả kinh tế, hơn nữa trình độ thi công và tay nghề cũng như hiểu biết của các kỹ sư hầm về phương pháp này của Việt Nam đã khá tốt. Việc nghiên cứu chống giữ ổn định khối đá xung quanh các đường hầm giao thông cũng như đánh giá ảnh hưởng của công tác nổ mìn đường hầm bên cạnh đến các công trình ngầm lân cận đã được quan tâm từ lâu ở Việt Nam trong các tài liệu [4], [5], [6] và trên thế giới [11], [12], [13], [14], [15], [18].

Tuy nhiên, việc nghiên cứu thường được phân tích thông qua ảnh hưởng của sóng chấn động đến độ ổn định của công trình, ở Việt Nam mới chỉ có tiêu chuẩn đánh giá sóng chấn động nổ mìn đến các công trình trong lĩnh vực khai thác mỏ Lộ thiên [5], còn việc đánh giá ảnh hưởng chấn động do nổ mìn đến các công trình ngầm lân cận thì chưa được chú trọng. Gần đây, một số tác giả trong nước cũng quan tâm nhiều đến vấn đề này, có thể

kể đến như các tác giả [7], [8], [9], [10]. Tuy nhiên, chưa có tác giả nào đi xem xét thiết lập mối quan hệ giữa các giá trị chấn động khi nổ mìn thi công đường hầm mới bên cạnh đến các dịch chuyển, biến dạng của đường hầm cũ đang tồn tại để từ đó đưa ra được các giải pháp nổ mìn hợp lý tránh nguy hại đến kết cấu và việc vận hành bình thường hầm cũ. Bài báo này giới thiệu việc nghiên cứu sự thay đổi quy luật biến đổi cơ học trong khối đá đá xung quanh và nội lực trong kết cấu chống giữ các đường hầm giao thông cũ có xem xét đến sự thay đổi giá trị chấn động do nổ mìn khi khai đào đường hầm mới bên cạnh với điều kiện các tham số nghiên cứu như ví dụ của hầm Cổ Mã qua Đèo Cả.

2. So sánh phân tích ứng suất giữa lời giải đại số và lời giải bằng phần mềm Phase 2

2.1. Mô tả vấn đề

Vấn đề được xem xét là các ứng suất và chuyển vị đối với trường hợp một đường hầm tròn trong môi trường đàn hồi dẻo với trường ứng suất nén có giá trị: $P_0=30$ MPa. Vật liệu được giả thiết ở đây là hoàn toàn đàn hồi và hoàn toàn dẻo với bề mặt phá hủy được xác định bằng tiêu chuẩn Mohr-Columb. Cả hai trường hợp (góc dẫn nở bằng góc ma sát trong) và không xem xét đến dẫn nở thể tích (góc dẫn nở $\psi=0$) tiêu chuẩn cho chảy dẻo sẽ được áp dụng. Các tham số của vật liệu được giả thiết như sau: mô đun đàn hồi của đá $E=6778$ MPa; hệ số Poisson $\nu=0,21$; lực dính kết $C=3,45$ MPa; góc ma sát trong $\phi=30^\circ$; góc dẫn nở thể tích $\psi=0^\circ$; bán kính của đường hầm $a=1$ m.

Bán kính của đường hầm được giả thiết là nhỏ hơn rất nhiều so với chiều dài của đường hầm do đó bài toán sẽ là bài toán biến dạng phẳng hoàn toàn.

2.2. Lời giải đại số chính xác

Bán kính vùng biến dạng dẻo R_0 đối với mô hình đại số chính xác với lý thuyết của Salencon (1969) được xác định theo biểu thức sau [10]:

$$R_0 = a \cdot \left(\frac{2 \cdot \frac{\sigma_\infty + \frac{q}{K_p - 1}}{K_p + 1}}{p_i + \frac{q}{K_p - 1}} \right)^{\frac{1}{K_p - 1}} \quad (1)$$

Ở đây: a - Bán kính của đường hầm; σ_∞ - Giá trị ứng suất nguyên sinh; p_i - Áp lực bên trong (áp lực kết cấu chống giữ đường hầm);

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}; \quad (2)$$

$$q = 2ctg \left(45 + \frac{\phi}{2} \right). \quad (3)$$

Ứng suất hướng tâm ở bề mặt danh giới đàn hồi-dẻo là [10]:

$$\sigma_{re} = \frac{1}{K_p + 1} (2\sigma_\infty - q). \quad (4)$$

$$u_r = \frac{r}{2G} \left[(2\nu - 1) \left(\sigma_\infty + \frac{q}{K_p - 1} \right) + \frac{(1 - \nu)(K_p^2 - 1)}{K_p + K_{ps}} \left(p_i + \frac{q}{K_p - 1} \right) \left(\frac{R_0}{a} \right)^{(K_p - 1)} \left(\frac{R_0}{r} \right)^{(K_{ps} + 1)} \right] + \left[\frac{(1 - \nu)(K_p K_{ps} + 1)}{K_p + K_{ps}} - \nu \right] \left(p_i + \frac{q}{K_p - 1} \right) \left(\frac{r}{a} \right)^{(K_p - 1)} \quad (10)$$

Ở đây: $K_{ps} = (1 + \sin \psi) / (1 - \sin \psi)$; ψ - Góc dẫn nở; ν - Hệ số Poisson; G - Mô đun chống cắt.

2.3. Mô hình bằng Phase 2

Mô hình Phase 2 cho trường hợp này được mô tả như trong hình 2. Mô hình bao gồm:

- Lưới hướng tâm;

Ứng suất và chuyển vị hướng tâm trong vùng biến dạng đàn hồi được xác định theo công thức sau [10]:

$$\sigma_r = \sigma_\infty - (\sigma_\infty - \sigma_{re}) \left(\frac{R_0}{r} \right)^2 \quad (5)$$

$$\sigma_\theta = \sigma_\infty + (\sigma_\infty - \sigma_{re}) \left(\frac{R_0}{r} \right)^2 \quad (6)$$

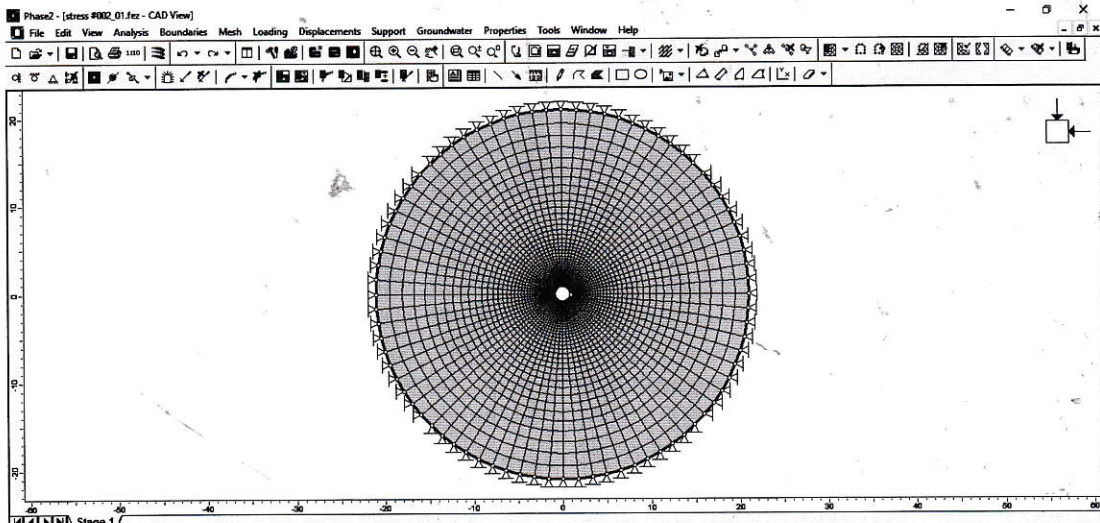
$$u_r = \frac{R_0^2}{2G} \left(\sigma_\infty - \frac{2\sigma_\infty - p}{K_p + 1} \right) \frac{1}{r} \quad (7)$$

Ở đây: r là khoảng cách từ điểm có tọa độ (x, y) tới tâm của đường hầm. Các ứng suất và chuyển vị hướng tâm trong vùng dẻo là [10]:

$$\sigma_r = -\frac{q}{K_p - 1} + \left(p_i + \frac{q}{K_p - 1} \right) \left(\frac{r}{a} \right)^{(K_p - 1)} \quad (8)$$

$$\sigma_q = -\frac{q}{K_p - 1} - \left(p_i + \frac{q}{K_p - 1} \right) \left(\frac{r}{a} \right)^{(K_p - 1)} \quad (9)$$

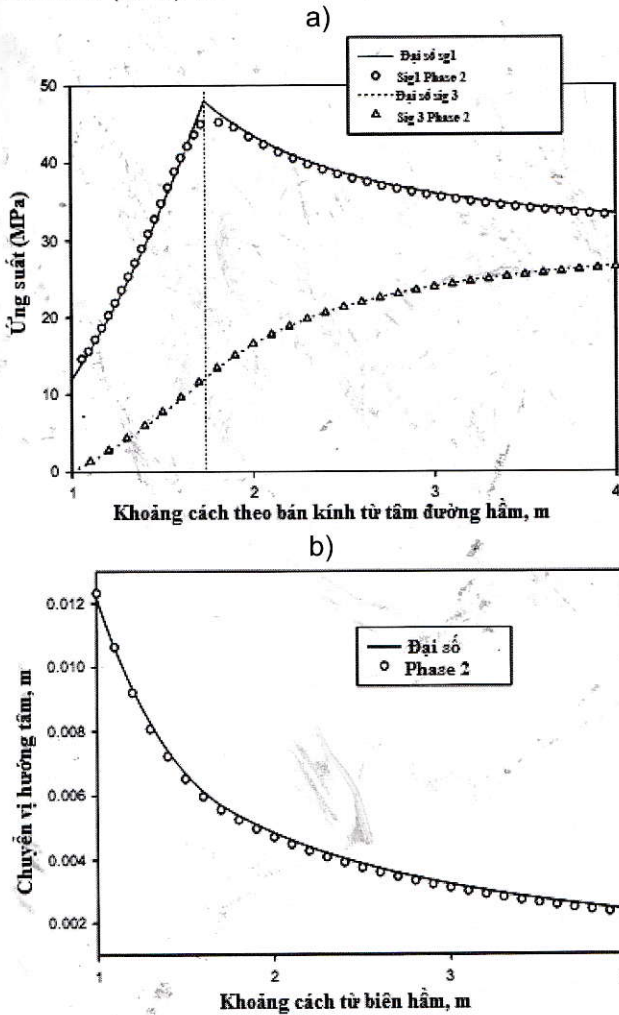
- 80 phần tử (rời rạc) xung quanh đường hầm tròn;
- Lưới 4 nút (3200 phần tử);
- Điều kiện biên cứng, biên ngoài cách 21 m từ tâm đường hầm tròn (10 lần đường kính từ biên hầm);
- Trạng thái ứng suất nguyên sinh (30 MPa) được sử dụng đối với mỗi phần tử.



H.1. Mô hình phân tích bằng Phase 2 với đường lò tròn trong môi trường Mohr-Coulomb

2.4. Đánh giá kết quả

Với trường hợp dèo (góc dẫn nở $\psi=0^\circ$). Hình H.2 chỉ ra một sự so sánh giữa lời giải bằng Phase 2 và các kết quả của lời giải đại số giải tích. Các ứng suất σ_r (σ_3) và σ_θ (σ_1) theo khoảng cách với bán kính đường hầm trong hình H.2.a, chuyển vị u_r theo r như trong hình H.2.b. Các kết quả chỉ ra rằng sự đáng tin cậy của Phase 2 với lời giải đại số. Sự sai khác giữa các lời giải phân tích của ứng suất và chuyển vị được thể hiện như trong Bảng 1. Sai khác giữa chuyển vị ở trên biên đường lò thì nhỏ hơn (2,37) %.



H.2. So sánh kết quả giữa lời giải bằng giải tích và lời giải bằng Phase 2: a - So sánh kết quả của σ_r và σ_θ với trường hợp ($\psi=0^\circ$); b - So sánh kết quả u_r sau phân tích bằng giải tích và Phase 2 với trường hợp ($\psi=0^\circ$)

3. Nghiên cứu các tham số áp lực nổ đến độ ổn định của đường hầm hiện hữu bên cạnh ví dụ áp dụng với điều kiện dự án hầm đường bộ xuyên núi Cổ Mã

Dự án hầm đường bộ qua Đèo Cả có tổng chiều dài dự kiến là 13,4 km, trong đó hầm xuyên núi Đèo Cả dài 3,9 km, xuyên núi Cổ Mã dài 500 m, còn lại là đường dẫn và cầu trên tuyến (9 km), gồm 2 đường hầm song song cách nhau 30 m và trang bị hệ thống chiếu sáng, quạt thông gió, phòng cháy chữa cháy hiện đại đảm bảo an toàn.

Hầm đường bộ được thiết kế theo tiêu chuẩn đường cao tốc TCVN 5729-1997, trong mỗi đường hầm thiết kế 2 làn xe, khoảng cách giữa hai đường hầm là 30 m. Vận tốc thiết kế là 80 km/h, hầm có thể chịu được động đất cấp 7, công trình có tổng mức đầu tư 784 tỷ đồng.

Bài báo này phân tích ảnh hưởng của sóng chấn động do nổ mìn đến độ định của đường hầm bên phải của dự án hầm Cổ Mã, mặt bằng tuyến hầm bên phải được mô tả như trong H.3. Do sự thay đổi độ cao của sườn núi nơi đường hầm đi qua, trên thực tế thiết kế thì phải thiết kế chi tiết cho từng mặt cắt.

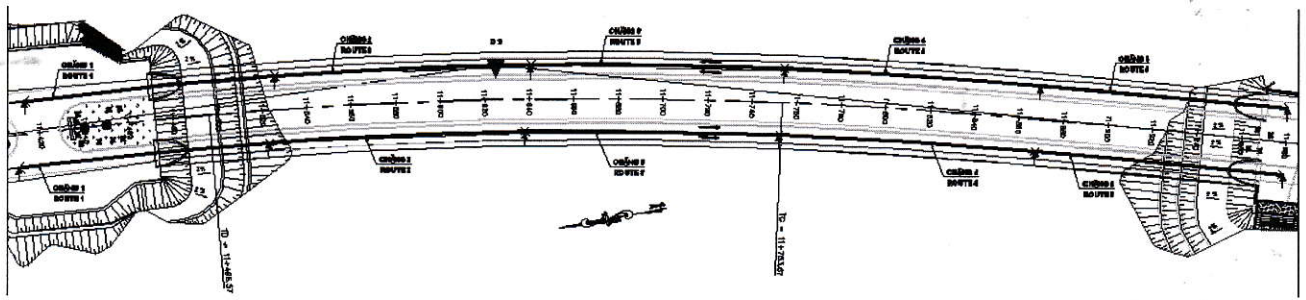
Tuy nhiên, trong bài báo này chỉ đi phân tích cho đường hầm Cổ Mã ở đoạn qua đất đá loại R2B, đất đá là granit, RMR>60 như trong hình H.4. Điều kiện của đất đá cũng như tham số kích thước đường hầm dùng trong phân tích có thể được mô tả như trong Bảng 2.

Bảng 1. Sự sai khác (%) sau khi phân tích với đường hầm trong môi trường đàn hồi-dẻo không có dẫn nở thể tích ($\psi=0^\circ$)

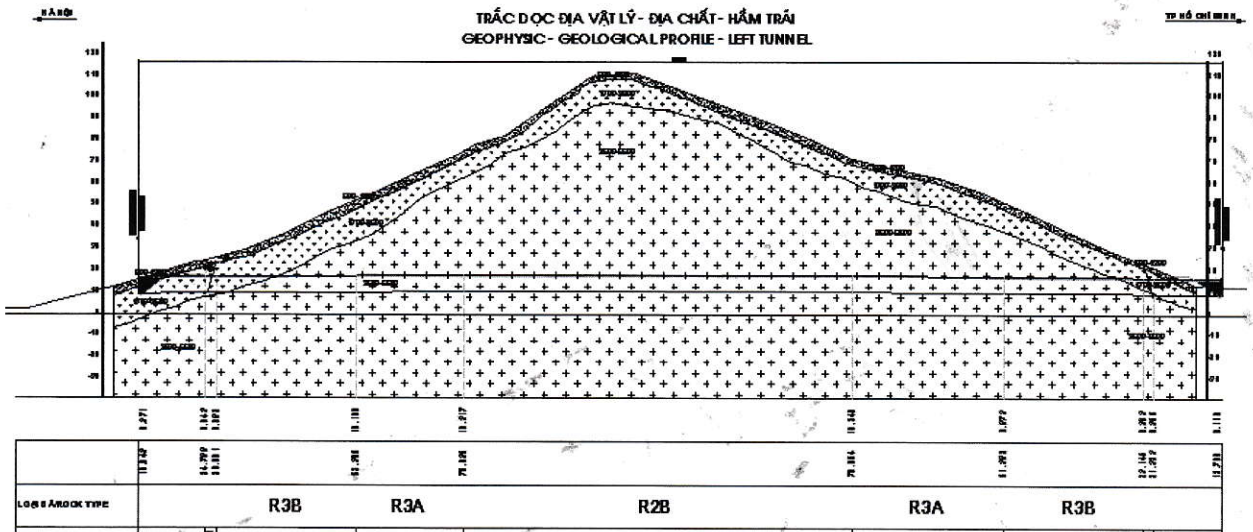
Chỉ tiêu so sánh	Sự sai khác (%)		
	Trung bình	Lớn nhất	Biên đường lò
u_r	3,34	5,46	1,22
σ_r	1,39	9,19	-
σ_θ	1,22	4,58	-

Bảng 2. Các tham số đầu vào cho phân tích

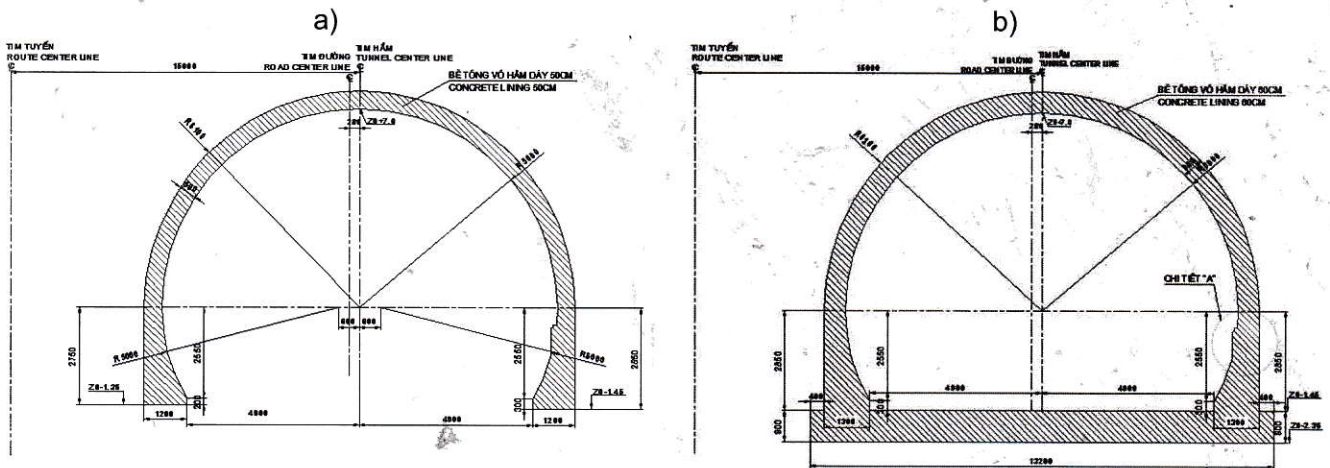
Tên các tham số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Trọng lượng đất đá	γ	0,026	MN/m ³
Độ bền kéo của khối đá	σ_k	0,5	MPa
Lực dính kết của khối đá	c	2	MPa
Góc ma sát trong của khối đá	ϕ	40	Độ
Mô đun đàn hồi của khối đá	E	2500	MPa
Hệ số Poisson của khối đá	μ	0,3	-
Góc ma sát trong dư	ϕ_{re}	30	Độ
Lực dính kết dư	c_{re}	1	MPa
Chiều rộng đường hầm	B	13,20	m
Loại vật liệu	-	Đàn hồi-dẻo	-
Chiều sâu đặt công trình	H	70 m	m



H.3. Mặt bằng tuyến đường hầm qua Đèo Cã



H.4. Mặt cắt địa chất tuyến hầm đường bộ Đèo Cã đi qua



H.5. Mặt cắt ngang kết cấu chống định thiết kế của đường hầm: a - ½ mặt cắt ngang kết cấu vỏ hầm trong đá loại 1, 2, 3; b - ½ mặt cắt ngang kết cấu vỏ hầm trần

Sử dụng phần mềm Phase 2 tiến hành mô phỏng bài toán phân tích có chú ý đến sự thay đổi tham số áp lực nổ bên trong đường hầm thi công mới, ở đây giả thiết bên hầm cũ đang tồn tại sử dụng kết cấu neo với các tham số như sau: Đường kính thanh cốt neo sử dụng $d=22$ mm; mô đun đàn hồi của thép $E=200000$ MPa; khả năng chịu kéo

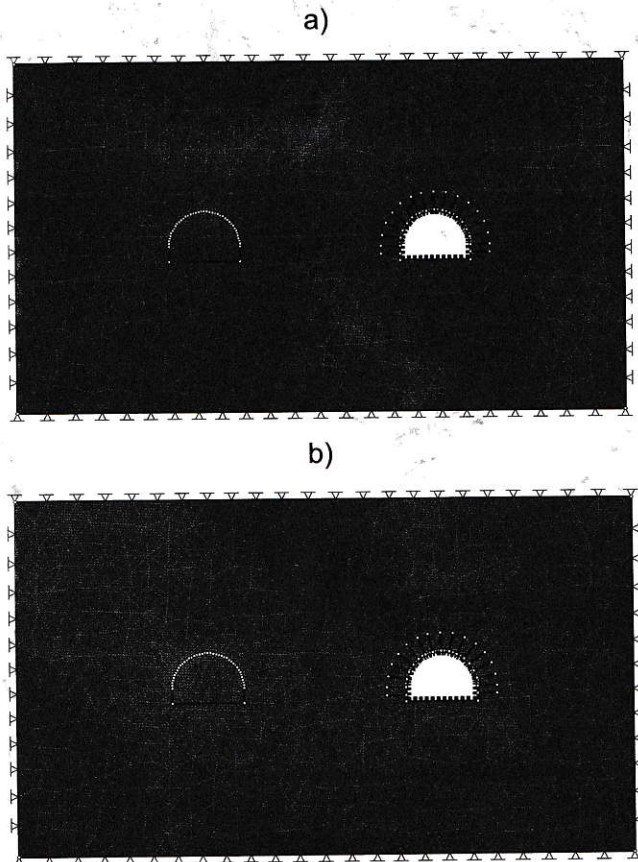
của neo 0,15 MN; khoảng cách giữa các neo dọc trục hầm 1,5 m. Chiều dài của neo vào đất đá xung quanh hầm được xác định trên cơ sở vòm sập đổ đất đá quanh hầm, hoặc kích thước thể tích khối nệm sập đổ. Ở đây sau khi phân tích sử dụng chiều dài neo là 3,5 m, khoảng cách giữa các neo $1,5 \times 1,5$ m. Đường hầm xây dựng rồi được thi công

một lớp vỏ có định bê tông cốt thép liền khối với chiều dày 35 cm, cốt thép đường kính $d=22$ mm; bước cốt thép là 25 cm. Do đường hầm nằm sâu và bề rộng của núi là lớn nên ở đây sử dụng kích thước mô hình chiều rộng 113,2 m; cao là 66,5 m và coi như là nổ mìn không ảnh hưởng ra ngoài vùng biên nghiên cứu nên ở đây sử dụng điều kiện biên là các gối cố định, khoảng cách mép ngoài 2 đường hầm là 30 m. Mô hình hai đường hầm song song được mô tả bằng phần mềm số Phase 2 như trong hình H.6. Ở đây chấn động do nổ mìn được đưa vào mô hình bằng việc sử dụng tải trọng chấn động. Tải trọng chấn động được tính bằng cách giả tĩnh và được xác định bằng hệ số chấn động K_c và tự trọng bản thân khối đất đá [16]. Giá trị hệ số chấn động, được xác định theo các tiêu chuẩn và việc đo đạc các vụ nổ, còn tự trọng của đất đá khu vực đào đường hầm (do trọng trường).

các công trình xây dựng dự án điện nguyên tử [17]. Giá trị của K_c hiện nay đang được sử dụng ở Nhật Bản thường $0,15 \div 0,20$ hoặc có thể cao hơn.

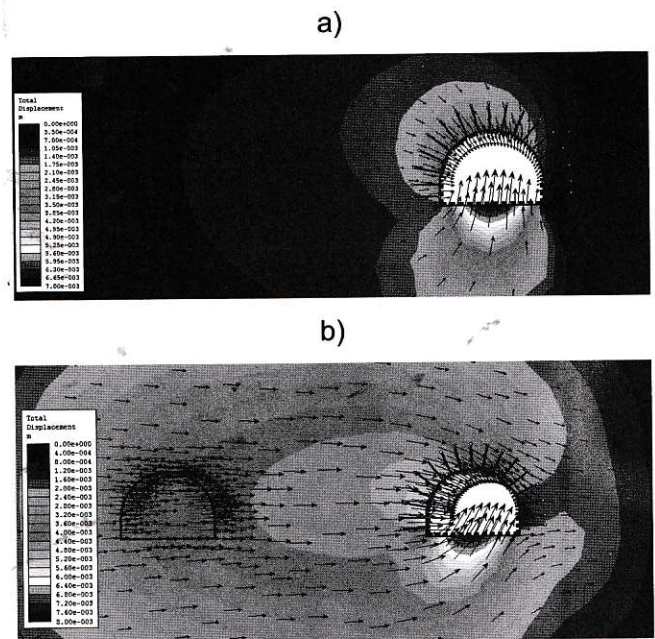
Như vậy tự trọng của đất đá khu vực đường hầm đi qua là không thay đổi được, nên để đánh giá chấn động nổ mìn thì chúng ta đi thay đổi giá trị của K_c , trong bài nghiên cứu này để có cái nhìn tổng quát hóa chúng ta sẽ đi nghiên cứu các giá trị của K_c thay đổi tương ứng là $K_c=0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6$. Ở đây do giả thiết môi trường đất đá là đồng nhất nên sóng chấn động truyền theo phương ngang sẽ là truyền thẳng.

Phân tích bằng phần mềm số chúng ta có thể thu được véc tơ chuyển dịch của đất đá với các trường hợp $K_c=0,1$ và $K_c=0,5$ ví dụ như trong hình H.7.



H.6. Mô hình bài toán nổ mìn đường hầm mới bên cạnh hầm cũ: a - Mô hình ban đầu chưa đào hầm mới; b - Khi đưa chấn động do nổ mìn đào hầm mới bên cạnh vào trong mô hình

Thông thường giá trị hệ số chấn động $K_c=0,2 \div 0,3$ với các công trình cầu đường bộ và cầu đường sắt, $K_c=0,15$ với các đập, $K_c=0,15 \div 0,25$ đối với các công trình cảng biển và $K_c=0,6$ đối với

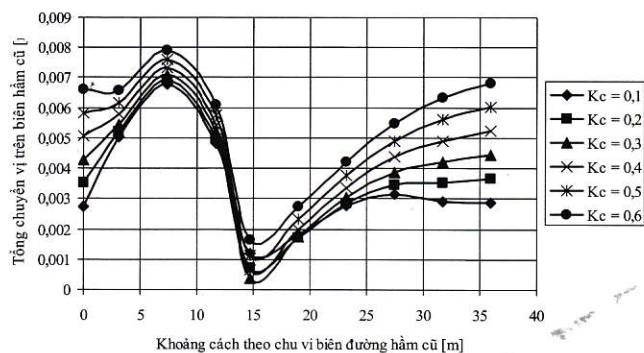


H.7. Chuyển vị tổng thể trên biên đường hầm sau phân tích: a - Hướng véc tơ dịch chuyển khi hệ số chấn động là $K_c=0,1$; b - Hướng véc tơ dịch chuyển khi hệ số chấn động $K_c=0,5$

Sử dụng phần mềm số, bằng phân tích chúng ta cũng thiết lập được mối quan hệ giữa các giá trị của chuyển vị trên biên đường hầm cũ khi có sự thay đổi các giá trị của hệ số chấn động nổ mìn giả thiết khi thi công đường hầm mới bên cạnh, việc đo đạc được tiến hành trên biên đường hầm cũ ở 10 điểm đo trên chu vi biên hầm. Sau khi đo đạc và thu thập kết quả, chúng ta thiết lập được quy luật biến đổi giữa chuyển vị của biên hầm cũ và giá trị hệ số chấn động như trong hình H.8.

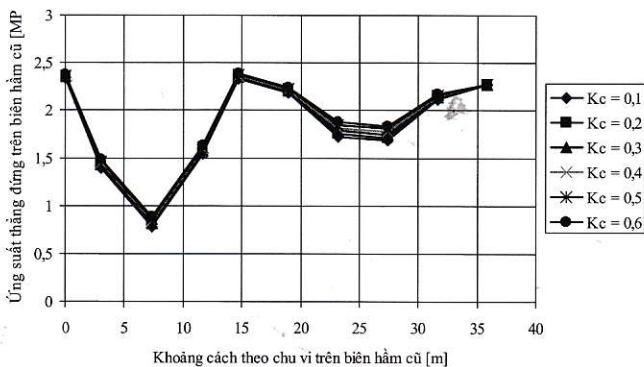
Quan sát kết quả trên đồ thị H.8 thấy rằng các điểm nằm bên biên trái của đường hầm cũ gần phía đường hầm mới khai đào sẽ chịu ảnh hưởng của áp lực nổ mìn ở đường hầm mới nhiều hơn

bên phía phải đường hầm cũ. Các điểm gần phía chân tường bên sườn trái và nền hầm của đường hầm cũ chịu áp lực lớn hơn nên giá trị chuyển vị cao hơn tương ứng do chúng ở gần phía chấn động nổ hơn, hay là chúng chịu tác động của chấn động nổ trước. Còn các điểm bên sườn phải của đường hầm cũ do ở xa hầm mới và có cả không gian trống của hầm cũ nên chấn động do nổ mìn đến chậm và nhỏ hơn nên giá trị chuyển dịch cũng nhỏ nhất (quan sát hình H.8). Như vậy nếu các giá trị chuyển vị đo đạc này vượt khỏi giới hạn cho phép của vỏ hầm thì vỏ hầm sẽ bị nứt, vỡ hoặc sập đổ.



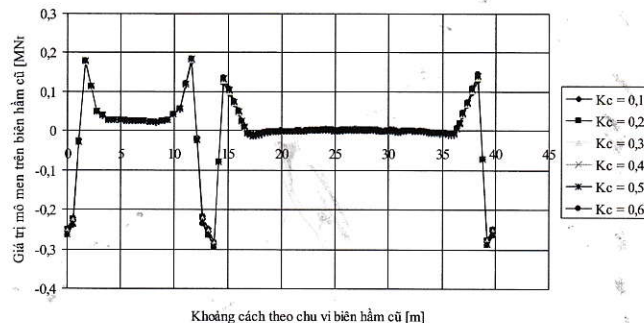
H.8. Mối quan hệ giữa chuyển vị tổng thể biên hầm cũ và sự thay đổi chấn động do nổ mìn ở trong đường hầm mới: ở đây điểm cực đại là điểm ở dưới nền hầm và bên sườn phải của đường hầm cũ, điểm cực tiểu là điểm đo bên tường phải gần dưới chân tường hầm cũ

Bằng cách làm tương tự chúng ta cũng có thể thiết lập được mối quan hệ giữa sự thay đổi ứng suất trên biên đường hầm cũ đang tồn tại và hệ số chấn động do nổ mìn bên trong đường hầm mới khai đào, kết quả được mô tả như trong đồ thị hình H.9. Quan sát kết quả thấy rằng khi áp lực nổ trong hầm mới càng lớn thì chấn động nổ mìn càng cao, ứng suất trên biên đường hầm cũ càng tăng.



H.9. Mối quan hệ giữa ứng suất thẳng đứng trên biên hầm cũ và sự thay đổi hệ số chấn động do nổ mìn khai đào đường hầm mới bên cạnh

Một yếu tố quan trọng khác để đánh giá độ ổn định của kết cấu vỏ hầm cũ khi chịu áp lực chấn động do nổ mìn bên đường hầm mới tác động lên cũng cần thiết phải được xem xét, đó là sự thay đổi giá trị mô men ở trong vỏ hầm cũ. Nếu mô men do chấn động nổ mìn ở hầm mới gây lên đối với vỏ hầm cũ quá lớn sẽ làm vỏ hầm bị nứt, hoặc bị gãy vỡ. Bằng phân tích chúng ta cũng thu được quy luật sự thay đổi giá trị mô men uốn trong vỏ chống đường hầm cũ với các giá trị áp lực nổ mìn khác nhau từ đường hầm mới như trong hình H.10.



H.10. Sự thay đổi biên độ mô men uốn trong vỏ chống đường hầm cũ

Qua đồ thị thấy rằng giá trị mô men uốn trong vỏ chống ở vị trí góc gần trái đường hầm cũ có giá trị lớn nhất, mô men ở đây không có sự thay đổi nhiều giữa các lần thay đổi hệ số K_c . Tuy nhiên, quy luật phân bố của mô men vẫn nằm trong giới hạn cho phép. Hay trong trường hợp này thì do thay đổi hệ số K_c với dải quá nhỏ chỉ 0,1 mỗi bước nên giá trị không biến động nhiều rõ rệt.

4. Kết luận và kiến nghị

Qua các phân tích ở trên có thể thấy rằng, giá trị hệ số chấn động do nổ mìn ở bên trong đường hầm khai đào mới có ảnh hưởng lớn đến tính ổn định của đất đá xung quanh đường hầm cũ cũng như độ ổn định của vỏ hầm ở trong đường hầm cũ (quan sát kết quả phân tích thu được trên hình H.8, H.9 và H.10). Giá trị hệ số chấn động do nổ mìn trong hầm mới có ảnh hưởng lớn đến giá trị chuyển vị, độ ổn định của đất đá trên biên đường hầm và độ ổn định của vỏ chống. Khi các giá trị hệ số chấn động thay đổi một dải lớn sẽ có ảnh hưởng rõ rệt hơn đến độ ổn định của đường hầm cũ. Đây được xem là mức độ ảnh hưởng của áp lực nổ mìn đến độ ổn định của đường hầm bên cạnh trong điều kiện nghiên cứu cụ thể trong bài này.

Bằng phân tích ở trên cũng có thể thấy rằng, trong điều kiện đất đá cụ thể như trong phân tích giá trị áp lực nổ mìn trong đường hầm mới phải được lựa chọn phụ thuộc vào điều kiện nổ mìn để

tránh ảnh hưởng đến độ ổn định của đường hầm bên cạnh. Đây cũng là những nhận định ban đầu để đánh giá chấn động nổ mìn khi đào hầm mới bên cạnh các đường hầm cũ đang tồn tại trong tương lai gần ở Việt Nam. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Trọng Hùng. Ảnh hưởng của công tác khoan nổ mìn đến sự hình thành vùng phá hủy xung quanh công trình ngầm. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 1. Hà Nội. 2012. Tr.5÷9.
2. Võ Trọng Hùng. Nghiên cứu sự tác động của sóng nổ mìn đến kết cấu chống giữ công trình ngầm. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 6. Hà Nội. 2010. Tr.1÷4.
3. Võ Trọng Hùng, Lê Đình Tân, Nguyễn Tiến Khiêm. Nghiên cứu động lực học môi trường đất đá và kết cấu đường hầm dưới tác dụng sóng nổ. Tạp chí Địa kỹ thuật. Số 1. Hà Nội. 1999.
4. Lê Đình Tân. Tính toán động lực học công trình ngầm chịu tác dụng của sóng nổ. Luận án TSKT. Học viện KTQS. Hà Nội. 2000.
5. Quy phạm an toàn về bảo quản, sử dụng, vận chuyển và tiêu hủy vật liệu nổ công nghiệp-QCVN 02:2008/BCT.
6. Nguyễn Xuân Mãn và nnk. Xác định bán kính phá hủy khi nổ một lượng thuốc nổ đơn độc trong khối đá. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học lần thứ 19. Trường Đại học Mỏ-Địa chất. Hà Nội. 11/11/2010.
7. Nguyễn Hải Hưng và nnk. Ảnh hưởng của thời gian tác dụng nổ đến kết cấu công trình ngầm quân sự. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học lần thứ 21. Trường Đại học Mỏ-Địa chất. Hà Nội. 14/11/2014.
8. Đặng Văn Kiên. Khảo sát chấn động nổ mìn khi đào hầm bằng phương pháp khoan nổ mìn ở khu vực thành phố bằng mô hình 2D. Tạp chí Công nghiệp mỏ. Số 6. Hà Nội. 2014, tr.7÷12.
9. Đàm Trọng Thắng, Bùi Xuân Nam, Trần Quang Hiếu. Nổ mìn trong ngành mỏ và công trình. NXB Khoa học Tự nhiên và công nghệ, Hà Nội, 2014.
10. Salencon, J. (1969). Contraction Quasi-Statique D'une Cavite a Symetrie Spherique Ou Cylindrique Dans Un Milieu Elasto-Plastique. Annales Des Ports Et Chaussees, Vol. 4, pp. 231-236.
11. Martin stolárik. Modeling of vibration effect within small distances, Acta Geodyn. Geomater., Vol. 5, No. 2 (150), 137-146, 2008.
12. Jens Anders Brenne Volden Engineering. Geological evaluation of the applicability of Drill & Split in tunnels at the Follo line project. Norwegian University of Science and Technology. June 2015.

13. Jinxing Lai, Haobo Fan, Jianxun Chen, Junling Qiu and KeWang. Blasting Vibration Monitoring of Undercrossing Railway Tunnel Using Wireless Sensor Network. 10 March. 2015.

14. Qingguo Liang, Jie Li, Dewu Li, Erfeng Ou. Effect of Blast-Induced Vibration from New Railway Tunnel on Existing Adjacent Railway Tunnel in Xinjiang, China. rock mechanics and rock engineering. January. 2012.

15. Xibing Li, Wenzhuo Cao, Ming Tao, Zilong Zhou, Zhengong Chen. Influence of unloading disturbance on adjacent Tunnels. International journal of rock mechanics and mining sciences. April 2016.

16. https://www.rocscience.com/help/phase2/webhelp/phase2_model/Seismic>Loading.htm

17. M. Hamada. Department of Civil Engineering, Waseda University, Japan. Earthquake resistant design, Vol. I - Earthquake Resistant Design.

18. Мангуш С.К, Крюков Г.М, Фисун А.П. Взырвные работы при подземной разработке полезных ископаемых. Москва. 2000.

Ngày nhận bài: 07/02/2017

Ngày gửi phản biện: 24/03/2017

Ngày nhận phản biện: 29/05/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 25/07/2017

Từ khóa: điều kiện nổ mìn, chấn động nổ mìn, áp lực nổ mìn, đường hầm, phương pháp khoan nổ mìn, đường hầm cũ

SUMMARY

Nowadays, transported tunnels are widely developed and built in Vietnam. Transported tunnels are usually designed with twin tunnels (two parallel tunnels) and they are driven at the moment curing excavation to increasing the speed of excavation. However, in the fact because of technic-economical conditions one tunnel is excavated and following the future we are going to expand tunnels or build new tunnels near the old tunnels. Today, drilling and blasting method is used for many cases during excavation tunnels. Vibration is released in the processing of blasting that has influence on the old tunnels. This paper introduces assessment of the values of vibration of blasting waves on the stability of tunnels during excavation new tunnels near the existing tunnels.