

# MỘT HƯỚNG NGHIÊN CỨU MỚI VỀ SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤN ĐỘNG NỔ MÌN THI CÔNG ĐƯỜNG HẦM ĐẾN KẾT CẤU CHỐNG ĐƯỜNG HẦM LÂN CẬN

VÕ TRỌNG HÙNG, ĐẶNG VĂN KIÊN

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Email: votronghung@khoaxaydung.edu.vn

Vấn đề đánh giá sự ảnh hưởng của chấn động nổ mìn khi đào đường hầm mới đến kết cấu chống cố định của đường hầm cũ lân cận có ý nghĩa quan trọng trong quá trình thiết kế quy hoạch đường hầm mới.

Bài báo trình bày hướng nghiên cứu mới về giải pháp lựa chọn vị trí tuyến đường hầm mới dựa trên việc đánh giá ảnh hưởng của chấn động nổ mìn từ việc thi công đường hầm mới tại các vị trí khác nhau trong không gian khối đá bao quanh đến kết cấu chống cố định của đường hầm cũ lân cận.

Tiêu chuẩn đánh giá được lựa chọn ở đây là đảm bảo giá trị vận tốc dao động phần tử lớn nhất an toàn (Peak Particle Velocity-PPV) có giá trị nhỏ nhất "PPV<sub>at</sub>" trong các phương án và nhỏ hơn tiêu chuẩn hiện hành.

## 1. Tổng quan

Thông thường, việc đánh giá ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu chống đường hầm lân cận đã được nghiên cứu theo hướng khối thuốc nổ đặt cùng mức với trục đường hầm cũ lân cận: đặt bên sườn hay phía trước gương đường hầm (H.1).

Ngoài ra, một số tác giả đã nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động khi nổ khối thuốc nổ đặt ngay trong đường hầm (các vụ nổ do khủng bố,...) hoặc ảnh hưởng của vụ nổ trên mặt đất đến các đường hầm (nổ mìn của bom đạn bề mặt đến các công sự).

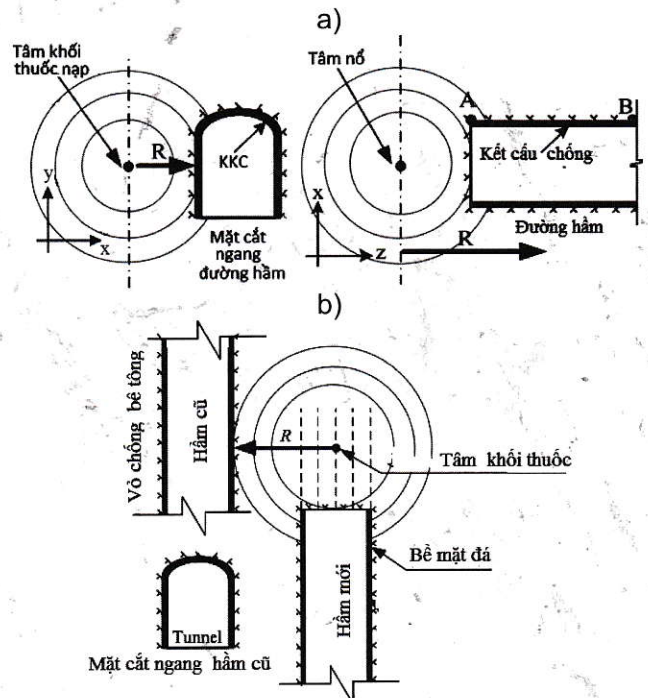
Ngoài các vị trí mô tả trên H.1 thì việc nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu đường hầm khi nổ mìn tại các vị trí khác trong không gian gần như chưa được nghiên cứu.

Đến nay, các nghiên cứu vấn đề trên chủ yếu thực hiện trên mô hình 2D, gần như chưa có kết quả nghiên cứu bằng mô hình 3D.

## 2. Một số kết quả nghiên cứu đã thực hiện

### 2.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu đường hầm lân cận tại dự án đường hầm Croix-Rousse

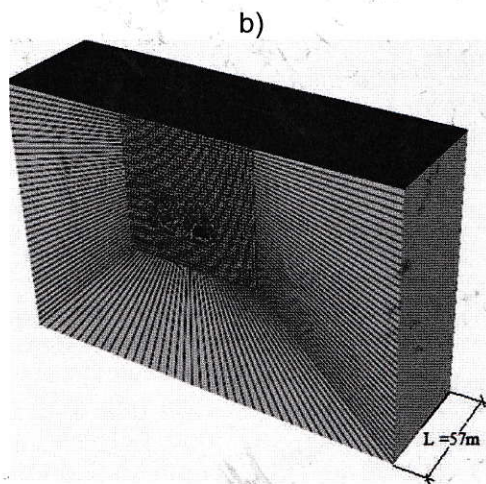
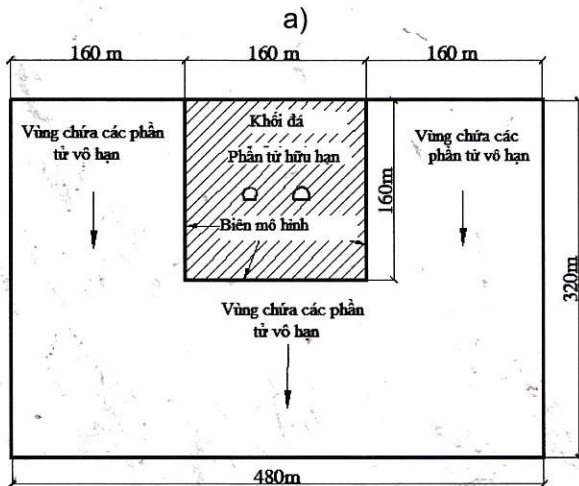
Việc khảo sát ảnh hưởng của khoảng cách giữa hai đường hầm đã được một số tác giả chú ý nghiên cứu và đã có những kết quả nhất định.



H.1. Mối quan hệ giữa vị trí khối nổ thi công đường hầm mới đến kết cấu chống giữ đường hầm cũ trong các trường hợp mô tả khác nhau: a - Trường hợp mô tả theo mặt cắt thẳng đứng; b - Trường hợp mô tả trên mặt bằng

Khi nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu chống cố định của đường hầm Croix-Rousse, Lyon, Pháp. Đường hầm giao thông

đô thị Croix-Rousse (Lyon, Pháp) nằm giữa sông Rhône và sông Saône. Chiều dài đường hầm bằng 1757,5 m; diện tích mặt cắt ngang bằng 84,10 m<sup>2</sup>. Vị trí đường hầm nằm ở khu vực rất đông dân cư, có nhiều tòa nhà nằm gần đó [3].

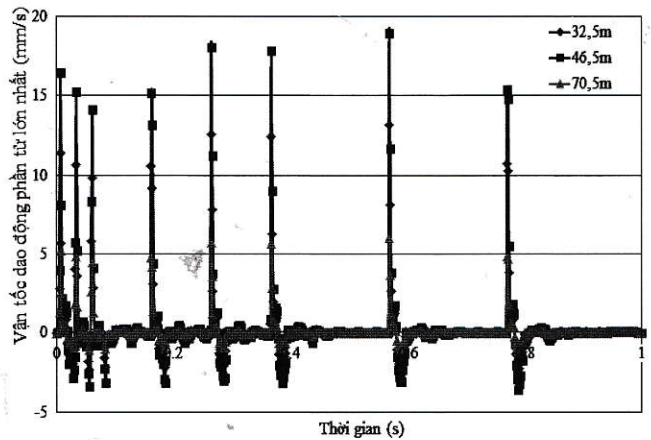


H.2. Kích thước mô hình số trong nghiên cứu: a - Mô hình số 2 chiều (mô hình số 2D); b - Mô hình số 3 chiều (mô hình số 3D)

Tại đây có một đường hầm cũ dạng vòm tường thẳng nằm song song với đường hầm mới. Khu vực nghiên cứu chủ yếu là đá granite. Sau khi xây dựng và kiểm chứng mô hình số, tác giả Đặng Văn Kiên [3]+[7] đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của khoảng cách D giữa hai đường hầm đến mức độ chấn động của kết cấu chống cố định của đường hầm cũ. Kích thước mô hình số 2 chiều 2D và mô hình số ba chiều 3D được thể hiện trên H.2.

Mô hình vật liệu, mô hình áp lực, điều kiện biên như đã chọn trong các phần nghiên cứu trước [3]+[7]. Kết quả khảo sát mối quan hệ giữa khoảng cách hai đường hầm (D) cùng mức đến

vận tốc dao động phần tử lớn nhất “PPV” trong kết cấu chống của đường hầm cũ lân cận trong mô hình 3D thể hiện trên H.2.b.



H.3. Kết quả ảnh hưởng của khoảng cách giữa hai đường hầm (D) đến mức độ chấn động trong kết cấu chống của đường hầm liền kề lân cận

Kết quả ảnh hưởng của khoảng cách giữa hai đường hầm (D) đến mức độ chấn động trong kết cấu chống của đường hầm liền kề lân cận (H.3) cho thấy: vận tốc dao động phần tử lớn nhất trong kết cấu chống tỉ lệ nghịch với khoảng cách giữa hai đường hầm.

Trên cơ sở tiêu chuẩn về giá trị vận tốc dao động phần tử lớn nhất cho phép lấy theo các tiêu chuẩn Bảng 1, Bảng 2, Bảng 3 cho kết cấu chống bê tông cố định là khoảng 15 mm/s, chúng ta sẽ xác định được khoảng cách nhỏ nhất cho phép giữa hai đường hầm bằng  $D_{\min}=32,5$  m tương ứng với lượng thuốc nổ lớn nhất nổ tại dự án đường hầm Croix-Rousse đã được tính chuyển ra áp lực nổ tác dụng lên biên đường hầm trong mô hình áp lực nổ [3]+[7].

**2.2. Một số kết quả nghiên cứu khác có chú ý đến vị trí của đường hầm mới**

Ngoài các kết quả đã trình bày ở trên, một số tác giả đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu chống cố định của đường hầm lân cận khi hai đường hầm ở hai mức khác nhau như trong kết quả nghiên cứu của Hua-bing Zhao (2015) (H.4) [9]. Tuy nhiên, đây cũng chỉ là một trường hợp nghiên cứu cụ thể khi đường hầm cũ nằm ở phía trên đường hầm đang đào.

Võ Trọng Hùng đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của nổ mìn tại gương đường hầm đến kết cấu chống phía sau gương đường hầm, từ đó đã đưa ra một số công thức cho phép định hướng tính áp lực lên kết cấu chống [1].

Bảng 1. Tiêu chuẩn GB 6722-2003 của Trung Quốc về an toàn cho phép "PPV<sub>at</sub>" của kết cấu chống bê tông cố định của đường hầm dưới ảnh hưởng của chấn động nổ mìn [4]

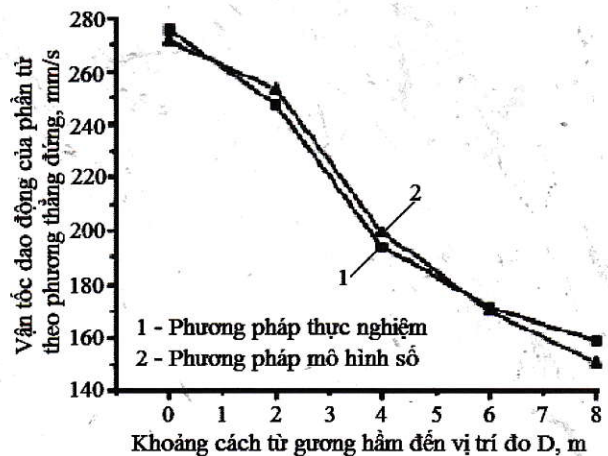
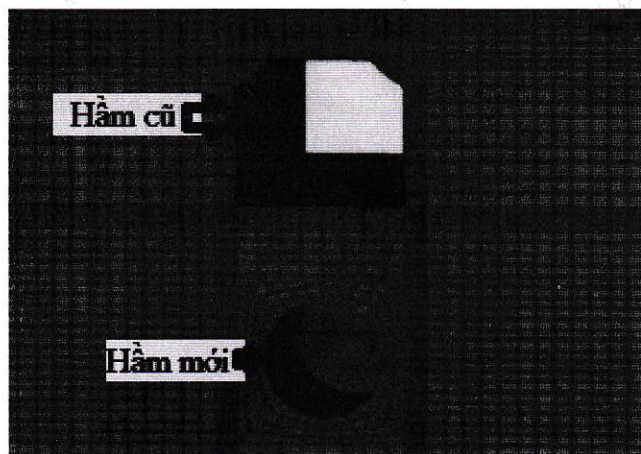
Đối tượng bảo vệ	Vận tốc dao động phần tử lớn nhất cho phép, mm/s		
	f ≤ 10 Hz	10 Hz < f ≤ 50 Hz	f > 50 Hz
Đường hầm thủy điện	70~80	80~100	100~150
Đường hầm giao thông	100~120	120~150	150~200
Đường hầm mỏ	50~180	180~250	200~300

Bảng 2. Tiêu chuẩn Đức DIN4150 1999-02, phần 3 áp dụng cho kết cấu chống đường hầm [4]

Tần số (Hz)	Vận tốc dao động phần tử lớn nhất cho phép, mm/s			
	1÷10	10÷50	50÷100	>100
Kết cấu chống	40	40÷80	80÷100	Nhỏ nhất 100

Bảng 3. So sánh một số tiêu chuẩn quốc gia và chỉ dẫn mức độ chấn động tới bê tông non và bê tông cứng liền khối

Nước	Tuổi bê tông				Ghi chú
	0÷3 ngày	3÷7 ngày	7÷28 ngày	>28 ngày	
Mỹ	-	6 mm/s	51 mm/s	-	
Trung Quốc	15÷20 mm/s	30÷40 mm/s	70÷80 mm/s	-	≤10 Hz
	20÷25 mm/s	40÷50 mm/s	80÷100 mm/s	-	10÷50 Hz
	25÷30 mm/s	50÷70 mm/s	100÷120 mm/s	-	≥50 Hz
Na Uy	5÷50 mm/s	50 mm/s	70 mm/s	100 mm/s	
Phần Lan	45 mm/s	50 mm/s	70 mm/s	70 mm/s	Khoảng cách 1 m
	90 mm/s	100 mm/s	140 mm/s	140 mm/s	Khoảng cách 10 m
Thụy Điển	-	-	-	70 mm/s	Khoảng cách 1 m
	-	-	-	134 mm/s	Khoảng cách 10 m
	30 mm/s	30 mm/s	-	-	Nếu f <sub>c</sub> ≤ 12 MPa



H.4. Kết quả nghiên cứu của Hua-bing Zhao (2015) [9]

### 3. Đề xuất hướng nghiên cứu mới dựa trên việc khảo sát tương quan vị trí hai đường hầm

Cho đến nay, việc nghiên cứu ảnh hưởng của vị trí và khoảng cách giữa hai đường hầm đến mức độ chấn động của kết cấu chống cố định của

đường hầm cũ từ công tác nổ mìn từ đường hầm mới cho thấy:

➢ Kết quả nghiên cứu về lĩnh vực này vẫn còn chưa nhiều. Các kết quả nghiên cứu vẫn mang tính định tính tổng thể, minh họa cho những trường hợp riêng của thực tế sinh động;

➤ Các nghiên cứu chủ yếu bằng phương pháp thực nghiệm, cho nên kết quả nghiên cứu vẫn chỉ mang tính định lượng cục bộ, cho đường hầm cụ thể, trong những điều kiện riêng. Những kết quả nghiên cứu này rất khó có thể sử dụng cho nhiều trường hợp đa dạng phức tạp khác trên thực tế;

➤ Các nghiên cứu bằng phương pháp số chủ yếu sử dụng các mô hình số 2D. Vì vậy, kết quả giải bài toán tác động không gian (tác động khối) phức tạp của quá trình truyền sóng trong khối đá và sự tác động của sóng nổ từ đường hầm đang thi công đến kết cấu chống giữ của các đường hầm lân cận vẫn chưa có đủ độ tin cậy;

➤ Các nghiên cứu sử dụng mô hình số 3D trong quá trình giải quyết bài toán trên đây vẫn gần như chưa được thực hiện. Mặc dù mô hình số 3D rất phức tạp, chưa được nghiên cứu nhiều trên thực tế, tuy nhiên việc sử dụng mô hình này sẽ cho phép giải quyết nhiều vấn đề thiết kế, thi công đường hầm hữu dụng trên thực tế;

➤ Quá trình nghiên cứu vẫn chỉ tiến hành cho những trường hợp đặc biệt, cho những vị trí đường hầm đặc biệt trong không gian: hai đường hầm nằm cùng mức; hai đường hầm nằm ở khác mức nhưng trên cùng một mặt phẳng thẳng đứng. Đây là những trường hợp riêng, đặc biệt, không thường xuyên xảy ra trên thực tế. Ngoài hai trường hợp này, trên thực tế vị trí tương hỗ giữa hai đường hầm rất đa dạng, phong phú và phức tạp. Vì vậy những kết quả nghiên cứu đã có cho hai trường hợp riêng trên đây không thể sử dụng được cho những trường hợp đặc thù khác;

➤ Việc nghiên cứu tổng thể ảnh hưởng của vị trí đường hầm đến mức độ chấn động của kết cấu đường hầm lân cận hầu như chưa được giải quyết tổng thể, mang tính định lượng, đặc biệt trong mô hình số 3D. Những kết quả nghiên cứu định tính cho từng trường hợp riêng trong mô hình số 2D, mô hình số 3D chưa thể cho người thiết kế, thi công những cơ sở lý luận có độ tin cậy cao để có thể sử dụng trên thực tế.

Vì vậy, chúng tôi đề xuất một số định hướng cơ bản sau đây để có thể tiến hành nghiên cứu, giải quyết dần vấn đề “nghiên cứu ảnh hưởng của vị trí và khoảng cách giữa hai đường hầm đến mức độ chấn động tới kết cấu chống cố định của đường hầm cũ từ công tác nổ mìn trong đường hầm mới”:

➤ Xây dựng các mô hình số 2D, 3D cơ bản để giải quyết bài toán;

➤ So sánh kết quả mô hình hóa trên các mô hình số 2D, 3D với các kết quả nghiên cứu thực tế, kết quả nghiên cứu lý thuyết của các tác giả khác trên thế giới để vi chỉnh, hoàn thiện dần và đề xuất

các mô hình số 2D, 3D cho bài toán truyền sóng trong mô hình phẳng (2D) và mô hình khối (3D);

➤ Sử dụng các mô hình số 2D, 3D để giải quyết từng lớp bài toán, từng lớp vấn đề của lĩnh vực “nghiên cứu ảnh hưởng của vị trí và khoảng cách giữa hai đường hầm đến mức độ chấn động tới kết cấu chống cố định của đường hầm cũ từ công tác nổ mìn trong đường hầm mới”;

➤ Đề xuất một số mô hình quy hoạch mang tính tổng quát của vị trí tương hỗ giữa hai đường hầm gần nhau (một đường hầm cũ tồn tại trước đó, một đường hầm mới đang thi công);

➤ Đề xuất định hướng nghiên cứu cho từng nhóm bài toán riêng lẻ, chịu sự ảnh hưởng của một số yếu tố ảnh hưởng cơ bản. Tìm quy luật định lượng của sự ảnh hưởng nổ mìn từ đường hầm mới đến đường hầm cũ cho từng nhóm bài toán riêng lẻ;

➤ Giải quyết một số nhóm bài toán quy hoạch vị trí hai đường hầm gần nhau (một cũ, một mới) để có thể tìm ra quy luật ảnh hưởng định tính, định lượng của các vị trí khác nhau trong không gian;

➤ Sử dụng các quy luật định lượng ảnh hưởng mới tìm được để có thể giải quyết một số vấn đề cơ bản nhất cho việc quy hoạch, thi công, chống giữ,... hai đường hầm gần nhau, có ảnh hưởng lẫn nhau ở mức độ cao khi tiến hành nổ mìn ở đường hầm mới.

Để thực hiện những ý tưởng trên đây chúng tôi đề xuất một số nhóm vấn đề riêng và một số ý tưởng cụ thể để giải quyết vấn đề “nghiên cứu ảnh hưởng của vị trí và khoảng cách giữa hai đường hầm đến mức độ chấn động tới kết cấu chống cố định của đường hầm cũ từ công tác nổ mìn trong đường hầm mới” như sau:

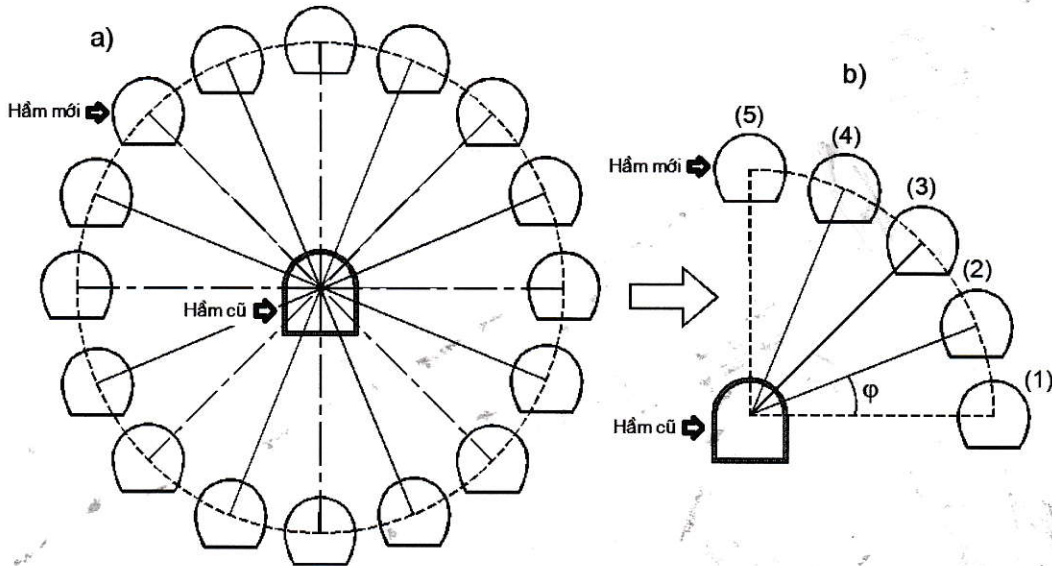
➤ Đề xuất phương án cơ sở thứ nhất - Hai đường hầm đồng mức trên mặt phẳng nằm ngang. Tại đây, chúng tôi sử dụng đại lượng “vận tốc dao động phân tử lớn nhất an toàn  $PPV_{at}$ ” trong kết cấu chống bê tông cố định của đường hầm cũ lân cận” làm tiêu chí để so sánh giữa các giải pháp nghiên cứu. Từ kết quả nghiên cứu sự thay đổi khoảng cách “D” giữa hai đường hầm lân cận khi nổ mìn ở đường hầm mới tác động lên kết cấu chống cố định của đường hầm cũ, sẽ xác định được giá trị khoảng cách giới hạn nhỏ nhất “ $D_{min}$ ” cho phép kết cấu chống giữ đường hầm cũ vận hành an toàn, không chịu ảnh hưởng xấu từ vụ nổ mìn từ đường hầm mới;

➤ Tiếp theo, có thể tiến hành quy hoạch, bố trí các phương án vị trí của đường hầm mới nằm trên một đường tròn có bán kính bằng “ $D_{min}$ ” - Khoảng cách tối thiểu giữa hai đường hầm mới và cũ đã xác định ở trên. Tại đây, tâm “đường tròn quy

hoạch” cho các vị trí đường hầm bao quanh đường hầm cũ là là tâm của đường hầm cũ (H.5.a). Như vậy, nếu lấy đường hầm cũ làm tâm (trục đường hầm) thì các phương án vị trí tâm các đường hầm mới cần xem xét sẽ nằm trên một đường tròn (mặt tròn) cách tâm (trục đường hầm) một khoảng bằng “ $D_{min}$ ”. Rõ ràng khi đó sẽ có vô số phương án quy hoạch vị trí cho đường hầm mới trên “đường tròn quy hoạch” vị trí đường hầm mới. Việc nghiên cứu sự ảnh hưởng của các vị trí mới sẽ cho những số liệu để có thể giải quyết bài toán quy hoạch đường

hầm, tìm ra vị trí đường hầm mới có khả năng gây nên sự ảnh hưởng ít nhất lên đường hầm cũ;

➤ Do có tính đối xứng không gian của bài toán, cho nên ta chỉ cần xét sự biến đổi vị trí của đường hầm mới trong khoảng biến thiên trong khoảng một phần tư đường tròn hay ( $0^{\circ} \leq \varphi \leq 90^{\circ}$ ) (H.5.b). Tại đây, ở giai đoạn đầu tiên chỉ nên xem xét một số vị trí mang tính đặc thù nhằm tìm đủ số liệu để tìm quy luật định lượng thực nghiệm cho sự tác động của vụ nổ mìn ở đường hầm mới tác động lên đường hầm cũ trong khoảng biến thiên:  $0^{\circ} \leq \varphi \leq 90^{\circ}$ ;



H.5. Sơ đồ nghiên cứu ảnh hưởng của vị trí đường hầm mới khi nổ mìn thi công đến mức độ chấn động của kết cấu chống cố định của đường hầm lân cận

➤ Đại lượng được đưa vào để làm tiêu chí so sánh giữa các giải pháp nghiên cứu là vận tốc dao động phần tử lớn nhất an toàn “ $PPV_{at}$ ” trong kết cấu chống giữ cố định của đường hầm cũ lân cận. Các giá trị vận tốc dao động phần tử lớn nhất an toàn “ $PPV_{at}$ ” do ảnh hưởng của chấn động nổ mìn trong kết cấu chống giữ của đường hầm cũ liên hệ cho các vị trí khác nhau sẽ có giá trị khác nhau tương ứng với góc “ $\varphi$ ” cụ thể. Từ đây, chúng ta có thể xây dựng được một hàm số thể hiện mối quan hệ thực nghiệm giữa giá trị “ $PPV_{at}$ ” với góc “ $\varphi$ ”:

$$PPV_{at} = F(\varphi). \quad (1)$$

Trong đó:  $\varphi$  - Góc tạo thành bởi đường bán kính nối tâm đường hầm cũ với vị trí tâm đường hầm mới trên cung tròn và phương nằm ngang;

Trên cơ sở các nghiên cứu trên, chúng tôi đưa ra một số định hướng mới nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn khi đào đường hầm mới đến kết cấu chống cố định của đường hầm cũ lân cận theo trình tự như sau:

➤ Bước 1 - Nghiên cứu tiến hành khi hai đường hầm được quy hoạch tại cùng mức nhằm xác định khoảng cách tối thiểu cho phép giữa hai đường hầm ( $D_{min}$ ) vẫn đảm bảo an toàn cho kết cấu chống giữ của đường hầm cũ lân cận;

➤ Bước 2 - Nghiên cứu sẽ được tiến hành khi đường hầm mới được quy hoạch tại năm vị trí điển hình với:  $\varphi = 0^{\circ}$ ;  $\varphi = 22,5^{\circ}$ ;  $\varphi = 45^{\circ}$ ;  $\varphi = 67,5^{\circ}$ ;  $\varphi = 90^{\circ}$  (xem H.5, H.6). Như vậy, tại đây sẽ tiến hành nghiên cứu sự ảnh hưởng của vị trí đường hầm mới (tương ứng với góc “ $\varphi$ ”) đến mức độ chấn động của kết cấu chống giữ đường hầm cũ theo năm vị trí điển hình của đường hầm mới như sau:

+ Vị trí 1 - Đường hầm mới nằm ở vị trí cùng mức nằm ngang với đường hầm cũ ( $\varphi = 0^{\circ}$ );

+ Vị trí 2 - Đường hầm mới nằm ở vị trí khác mức nằm ngang với đường hầm cũ ( $\varphi = 22,5^{\circ}$ );

+ Vị trí 3 - Đường hầm mới nằm ở vị trí khác mức nằm ngang với đường hầm cũ ( $\varphi = 45^{\circ}$ );

+ Vị trí 4 - Đường hầm mới nằm ở vị trí khác mức nằm ngang với đường hầm cũ ( $\varphi = 67,5^{\circ}$ );

+ Vị trí 5 - Đường hầm mới nằm ở vị trí phía trên đường hầm cũ ( $\varphi=90^0$ );

> Bước 3 - Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu xác định "PPV<sub>at</sub>" cho từng trường hợp đặc biệt ở bước 2, chúng ta sẽ có các kết quả "PPV<sub>at,i</sub>" cho từng trường hợp vị trí cụ thể của đường hầm tương ứng với từng góc " $\varphi_i$ " cụ thể. Tại đây,  $i=1\div 5$  - Các trường hợp quy hoạch vị trí của đường hầm;

> Bước 4 - Xây dựng quy luật thực nghiệm PPV<sub>at</sub>=F( $\varphi$ ) trong khoảng biến thiên của góc " $\varphi$ ":  $0^0\leq\varphi\leq 90^0$ . Quy luật thực nghiệm này sẽ cho kết quả nghiên cứu ở dạng tổng quát cho các vị trí đường hầm bất kỳ khi  $0^0\leq\varphi\leq 90^0$  (H.5.b). Kết quả nghiên cứu sẽ cho phép tìm ra quy luật, từ đó có thể tìm ra vị trí tốt nhất cho đường hầm mới nhằm giảm thiểu tối đa sự ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu đường hầm cũ lân cận (H.6).

Như vậy, trên cơ sở thực hiện các bước nghiên cứu trên đây, để kết quả nghiên cứu có tính tổng quát nhằm giải quyết tổng thể vấn đề cho các trường hợp giá trị " $\varphi_i$ " bất kỳ cần tìm ra mối quan hệ giữa mức độ chấn động nổ mìn tác động lên kết cấu chống cố định của đường hầm cũ lân cận và góc " $\varphi_i$ ".

Bằng việc sử dụng mô hình số 2D, 3D đã xây dựng và kiểm chứng, tiến hành nghiên cứu các mô hình khác nhau tương ứng với các giá trị " $\varphi_i$ " (vị trí) bất kỳ. Sau đó tiến hành liên kết các giá trị vận tốc dao động phần tử an toàn "PPV<sub>at,i</sub>" tương ứng với các trường hợp. Kết quả sẽ cho phép thiết lập mối quan hệ giữa vận tốc dao động phần tử lớn nhất trong kết cấu chống bê tông của đường hầm cũ "PPV<sub>at,i</sub>" và góc " $\varphi_i$ " hợp bởi vị trí đường hầm mới và phương nằm ngang dự kiến như H.6.

#### 4. Kết luận

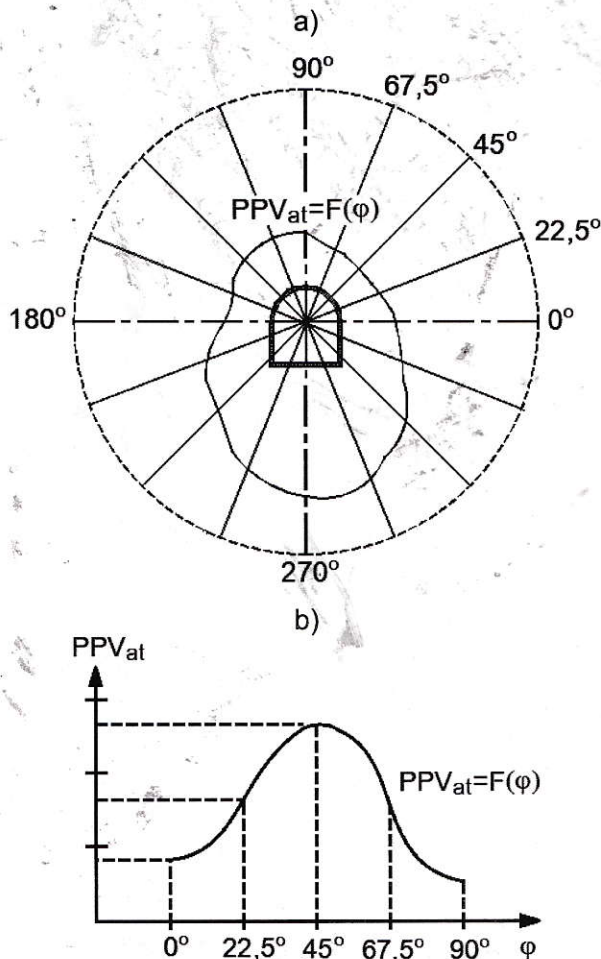
Những kết quả nghiên cứu trên đây cho phép rút ra một số kết luận sau đây:

> Vị trí và khoảng cách của đường hầm mới đào bằng khoan nổ mìn có ảnh hưởng rất lớn đến mức độ chấn động tác động lên kết cấu chống cố định của đường hầm lân cận. Các nghiên cứu gần đây mới chỉ tiến hành nghiên cứu một số trường hợp đặc biệt như: hai đường hầm cùng mức hay đường hầm mới nằm ngay phía dưới hay phía trên đường hầm cũ. Do đó, việc chỉ ra vị trí đường hầm mới trong điều kiện cụ thể, trong đó ứng với vị trí này ảnh hưởng của nổ mìn tại gương đường hầm mới đến kết cấu chống đường hầm cũ lân cận là an toàn, đến nay vẫn chưa được nghiên cứu.

> Bài báo đề xuất một hướng nghiên cứu mới, trong đó cố định vị trí của đường hầm cũ, còn đường hầm mới sẽ được đặt tại vị trí bất kỳ trên đường tròn có tâm là tâm của đường hầm cũ và cách đường hầm cũ một khoảng cách an toàn được xác định trong trường hợp hai đường hầm cùng mức. Kết quả của hướng nghiên cứu mới này sẽ cho phép đưa ra mối quan hệ giữa vị trí của đường hầm mới và mức độ chấn động lên kết cấu chống cố định của đường hầm cũ lân cận. Kết quả cũng cho phép đưa ra những khuyến cáo về việc lựa chọn tuyến đường hầm mới trong quá trình thiết kế nhằm giảm thiểu sự ảnh hưởng đến kết cấu chống cố định của đường hầm cũ lân cận. □

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Trọng Hùng. Bảo vệ môi trường trong xây dựng công trình ngầm và mỏ. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ. Hà Nội. 2013.
2. ABAQUS User's Examples and Theory Manual, Version 6.10, Simulia, Providence, 2011.



H.6. Dự kiến quy luật thực nghiệm mối quan hệ giữa vị trí của đường hầm mới theo góc cấu tạo " $\varphi$ " và giá trị vận tốc dao động phần tử lớn nhất an toàn "PPV<sub>at</sub>" trong kết cấu chống của đường hầm cũ lân cận do sự tác động của nổ mìn thi công ở đường hầm mới

3. Đặng Văn Kiên. Khảo sát chấn động nổ mìn khi đào đường hầm bằng phương pháp khoan nổ mìn ở khu vực thành phố bằng mô hình 2D. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 6/2014.

4. Đặng Văn Kiên. Các tiêu chuẩn quy phạm đánh giá ảnh hưởng của chấn động nổ mìn khi đào đường hầm đến kết cấu công trình lân cận. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 5/2015.

5. Đặng Văn Kiên. Ảnh hưởng của độ dài của mô hình ba chiều (3D) đến kết quả mô hình khi nghiên cứu chấn động nổ mìn đến kết cấu CTN lân cận do đào đường hầm bằng phương pháp khoan nổ mìn. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 2/2016.

6. Đặng Văn Kiên. Nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu đường hầm lân cận bằng hai phương pháp đo đặc hiện trường và phương pháp số. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 2/2016.

7. Đặng Văn Kiên. Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu cổ chống của đường hầm chính tại dự án đường hầm Hải Vân khi tiến hành mở rộng đường hầm lánh nạn bằng phương pháp khoan nổ mìn. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 2/2017.

8. Van Kien DANG. Numerical Simulation of Wave Propagation in Rock Media: The Effect of Element Type on the Boundary Condition and the Analysis Result in a Model of Blast Vibration. Scientific - Technical Journal of Mining and Geology. N<sup>o</sup>6 2015. Hanoi University of Mining and Geology.

9. Hua-bing Zhao và n.n.k. Experimental and Numerical Investigation of the Effect of Blast-induced Vibration from Adjacent Tunnel on

Existing Tunnel. KSCE Journal of Civil Engineering (0000) 00(0):1-9.

**Ngày nhận bài:** 26/02/2017

**Ngày gửi phản biện:** 15/03/2017

**Ngày nhận phản biện:** 18/05/2017

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 25/07/2017

**Từ khóa:** mô hình số 2D, 3D; nổ mìn; ảnh hưởng sóng nổ mìn; kết cấu chống giữ; quy hoạch vị trí; đường hầm mới; đường hầm cũ; khoảng cách an toàn; vận tốc dao động

### SUMMARY

This paper presents a new solution to study the effect of blast vibration at new tunnel face on lining of an adjacent existing tunnel. By numerical simulation and field data in-situ, the minimum distance between two tunnels is given to insure the safe of the existing tunnel lining. The location of the adjacent existing tunnel is fixed, the location of the new tunnel is moved on a circular. The radial of the circular is the minimum distance between two tunnels. A comparison the peak particle velocities which are obtained by above numerical model will give an optimal location of new tunnel in which the the effect of blast vibration at new tunnel face on lining of an adjacent existing tunnel is minimal.

## TRUNG HÒA CHẤT LƯỢNG...

(Xem tiếp trang 77)

8. TCVN 5975: 1995, 1996. Tiêu chuẩn Việt Nam về các nguyên liệu khoáng sản xuất xi măng,

9. Winebuyer, 2015. Limestone derived topsoil types.

**Ngày nhận bài:** 25/03/2017

**Ngày gửi phản biện:** 11/04/2017

**Ngày nhận phản biện:** 05/06/2017

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 25/07/2017

**Từ khóa:** trung hòa; nguyên liệu đầu vào; nhà máy xi măng; đá vôi; thành phần nguyên liệu khoáng; tiêu chuẩn

### SUMMARY

The limestone quarry is the major source of raw materials for the cement manufacturing operation. During production, required percent content of chemicals in raw mix may only be achieved through the analysis of alternative quarry plans by requiring the fewest purchased additives. Blending optimization model of various raw materials is presented as a short term planning in the quarry. This model is established in a case study of the quarry in the cement manufacturing operation and can be applied in Vietnam.