

# NGHIÊN CỨU VÀ XÁC ĐỊNH KẾT CẤU CHỐNG GIỮ TỐI ƯU KHI XÂY DỰNG CÁC ĐƯỜNG HẦM TIẾT DIỆN LỚN BẰNG SƠ ĐỒ HẠ BẬC

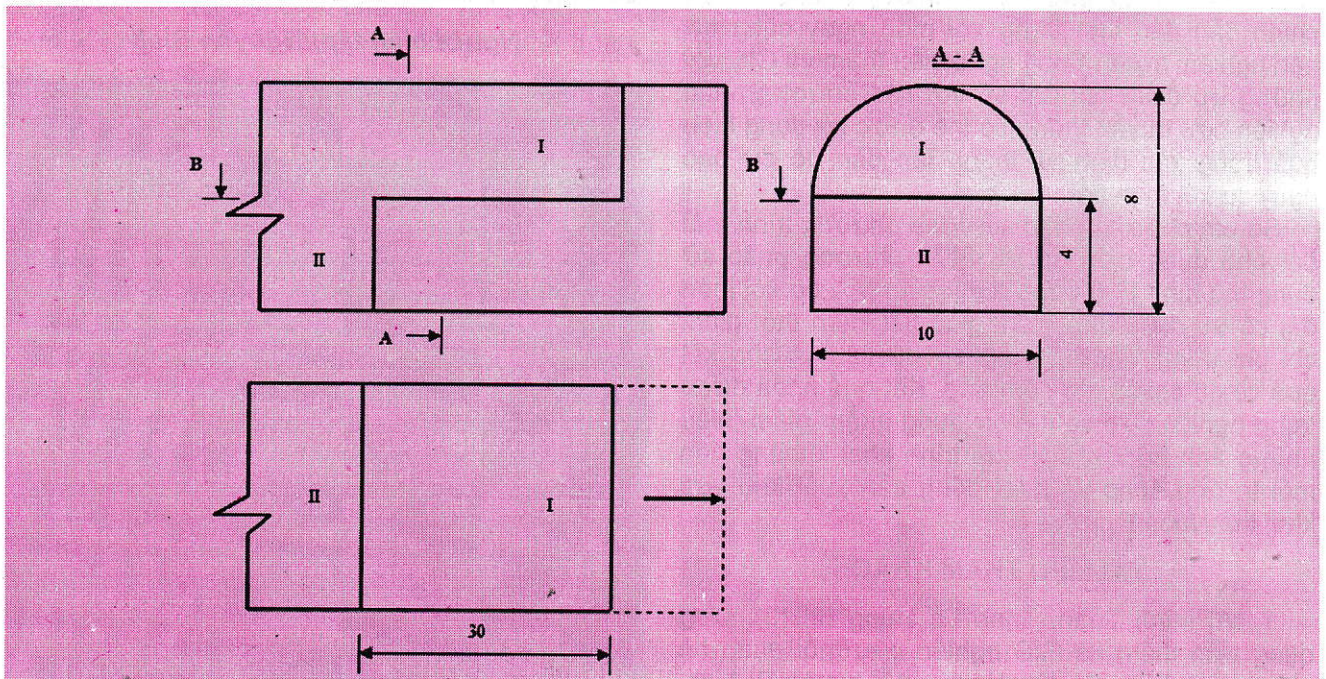
TS. TRẦN TUẤN MINH - *Trường Đại học Mỏ-Địa chất*  
ThS. NGUYỄN HỮU SÀ - *Trường Đại học Bà Rịa-Vũng Tàu*

Nhà nay việc xây dựng các đường hầm có chiều rộng 6÷10 m và chiều cao 8÷10 m thường sử dụng sơ đồ khai đào hạ bậc để nâng cao tốc độ khai đào cũng như làm giảm tác động đến khối đá xung quanh đường hầm. Các lý thuyết phân tích trước đây thường được giải quyết trên cơ sở đường hầm dạng tròn và sử dụng 2 bước khai đào trong môi trường đàn hồi, đàn hồi dẻo [1], [2], [6] hoặc dẻo cho đất đá cứng vững và đất đá mềm yếu [3], [4], [5], [7]. Tuy nhiên, trên thực tế hình dạng của các đường hầm không phải là dạng tròn mà có nhiều loại hình dạng khác nhau. Chính vì vậy mà việc nghiên cứu đánh giá trạng thái ứng suất biến dạng và lựa chọn các kết cấu chống giữ phù hợp xung quanh các đường hầm có tiết diện lớn khai đào bằng sơ đồ chia gương hạ

bậc phục vụ công tác phân tích và thiết kế ổn định các đường hầm là vấn đề cần thiết và có tính thiết thực. Trong bài báo này chỉ ra việc nghiên cứu trạng thái ứng suất biến dạng xung quanh đường hầm chia gương trong môi trường đất đá đồng nhất và lựa chọn kết cấu chống giữ tối ưu trên cơ sở phương pháp số.

## 1. Các thông số đầu vào cho phân tích

Giả thiết một đường hầm có chiều rộng khai đào 10 m, chiều cao đường hầm khai đào 8 m được xây dựng trong khối đất đá liên khối, liên tục với hệ số kiên cố đất đá  $f=3$  và các đặc tính như trong Bảng 1. Chiều sâu đặt đường hầm 50 m. Sơ đồ lý thuyết của bài toán được thể hiện như trong hình H.1.



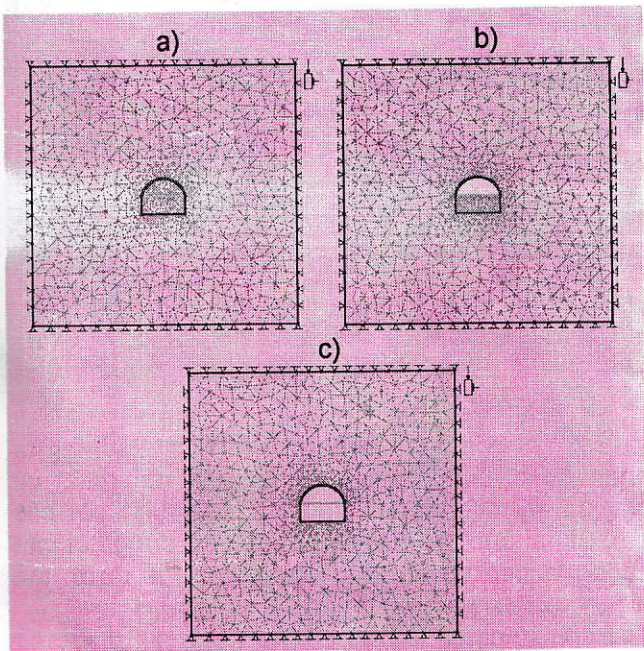
H.1. Sơ đồ bài toán lý thuyết cho phân tích

Bảng 1. Các tham số đầu vào khối đá đối với phân tích

Tên tham số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Trọng lượng thể tích đất đá	$\gamma$	0,026	MN/m <sup>3</sup>
Độ bền kéo khối đá	$\sigma_k$	0,01	MPa
Lực dính kết	c	0,05	MPa
Góc ma sát trong khối đá	$\varphi$	25	độ
Môđun đàn hồi	E	1200	MPa
Hệ số Poisson	$\mu$	0,25	-
Góc dẫn nở	$\psi$	0	độ
Chiều rộng đường hầm	B	10	m
Chiều cao đường hầm	h	8	m
Loại vật liệu	đều	-	-
Tỷ số ứng suất nguyên sinh (nằm ngang/thẳng đứng)	$K=\sigma_3/\sigma_1$	0,5	-

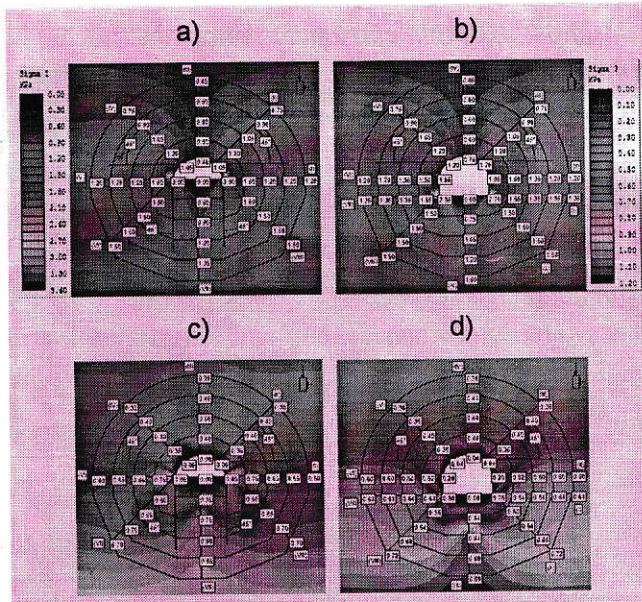
Bài toán có xem xét và chú ý đến tự trọng đất đá và trạng thái ứng suất nguyên sinh ban đầu trong khối đất đá

Bằng phần mềm số PHASE 2 chúng ta có thể mô hình bài toán phân tích với các bước khai đào khác nhau như trong hình H.2.

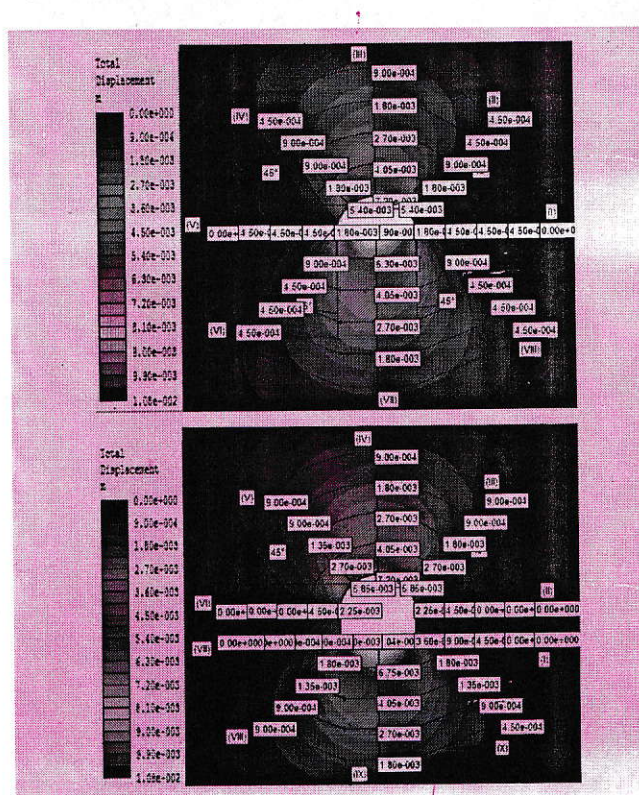


H.2. Sơ đồ các bước khai đào trong PHASE 2: a - Đường hầm; b - Đào bước 1; c - Đào bước 2

Sau khi phân tích bằng phần mềm số chúng ta thu được phân bố và các giá trị của ứng suất và chuyển vị xung quanh đường hầm cùng với các bước khai đào như trong hình H.3 và H.4, các giá trị số ứng suất và chuyển vị được tập hợp lại như trong Bảng 2 và 3.



H.3. Phân bố ứng suất thẳng đứng và nằm ngang theo bước khai đào: a - Phân bố ứng suất thẳng đứng trong giải pháp bậc trên; b - Phân bố ứng suất thẳng đứng trong giải pháp hạ bậc; c - Phân bố ứng suất nằm ngang trong giải pháp bậc trên; d - Phân bố ứng suất nằm ngang trong giải pháp hạ bậc



H.4. Phân bố chuyển vị tổng thể xung quanh đường hầm: a - Phân bố chuyển vị trong giải pháp phân bậc trên; b - Phân bố chuyển vị trong giải pháp sau khi hạ bậc

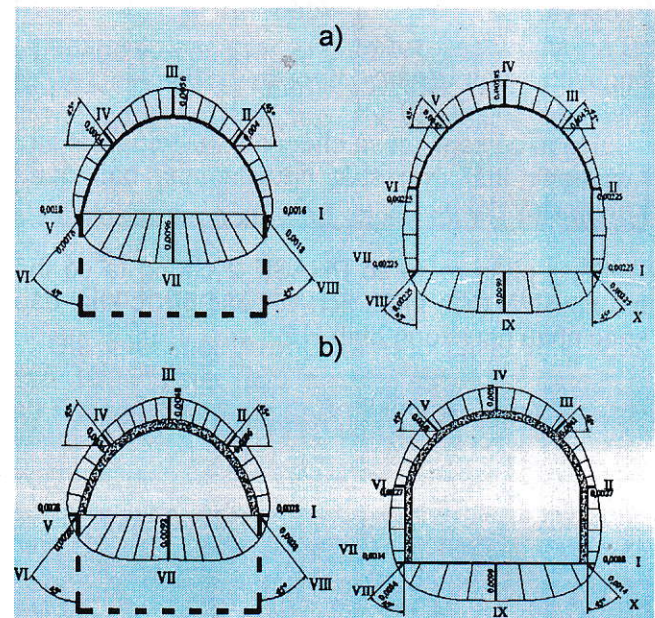
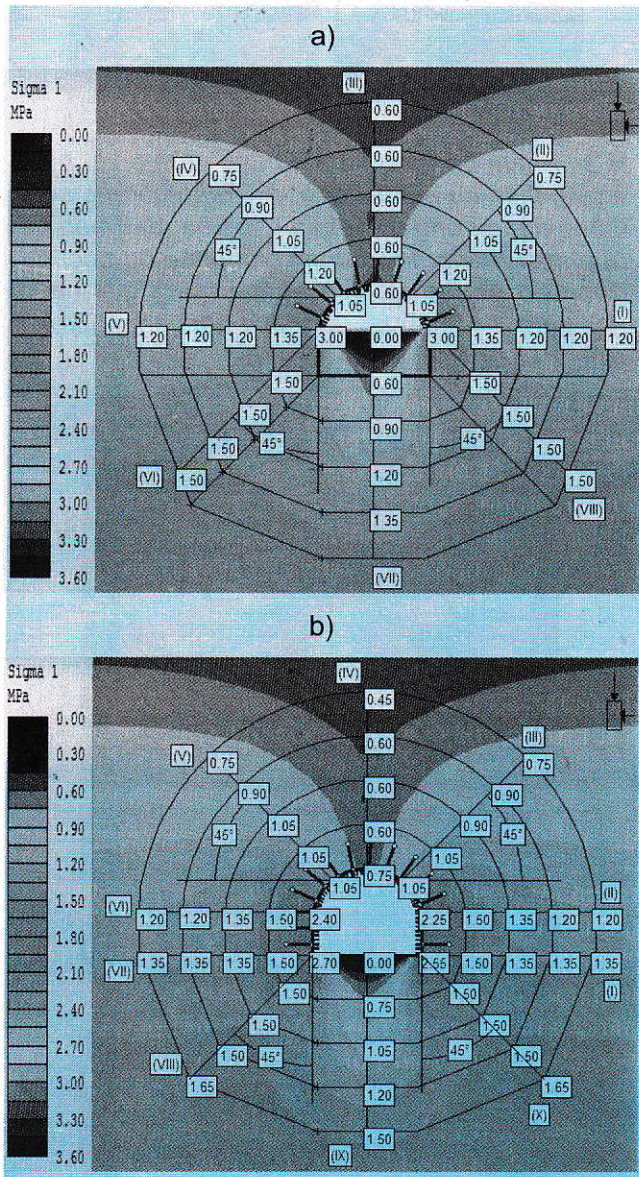
Bảng 2. Đặc tính của vật liệu neo

Tên tham số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
Loại neo	-	Dính kết toàn phần	-
Môđun đàn hồi	E	250000	MPa
Đường kính cốt thép	d	22	mm
Khả năng chịu kéo neo	P	0,1	mN
Khả năng mang tải neo dư	-	0,01	mN
Chiều dài thanh neo	L	2,5	m
Khoảng cách giữa các neo	(axa)	1,5x1,5	m

Trong trường hợp sử dụng kết cấu chống tạm bằng neo và bê tông phun để chống giữ đường hầm, trên cơ sở phân tích đường hầm chưa chống giữ xác định được bán kính vùng biến dạng dẻo chúng ta xác định được các tham số kết cấu chống neo như trong Bảng 2 và sử dụng đặc tính vỏ bê tông phun (Bảng 3).

Bảng 3. Các đặc tính vỏ chống bê tông phun

Tên các tham số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
Loại vật liệu	Tính chất	Đàn hồi	-
Môđun đàn hồi	E	32000	MPa
Chiều dày	d	Thay đổi	m
Hệ số Poisson	$\mu$	0,2	-



H.5. Kết quả phân bố ứng suất thẳng đứng xung quanh đường hầm được chống giữ bằng neo 2,5 m (axa=1,5x1,5 m) bê tông phun 5 cm: a - Bước 1; b - Bước 2

H.6. Phân bố chuyển vị tổng thể trên biên hầm theo các bước khai đào với chiều dày bê tông phun khác nhau: a - Bê tông phun d=5 cm; b - Bê tông phun d=25 cm.

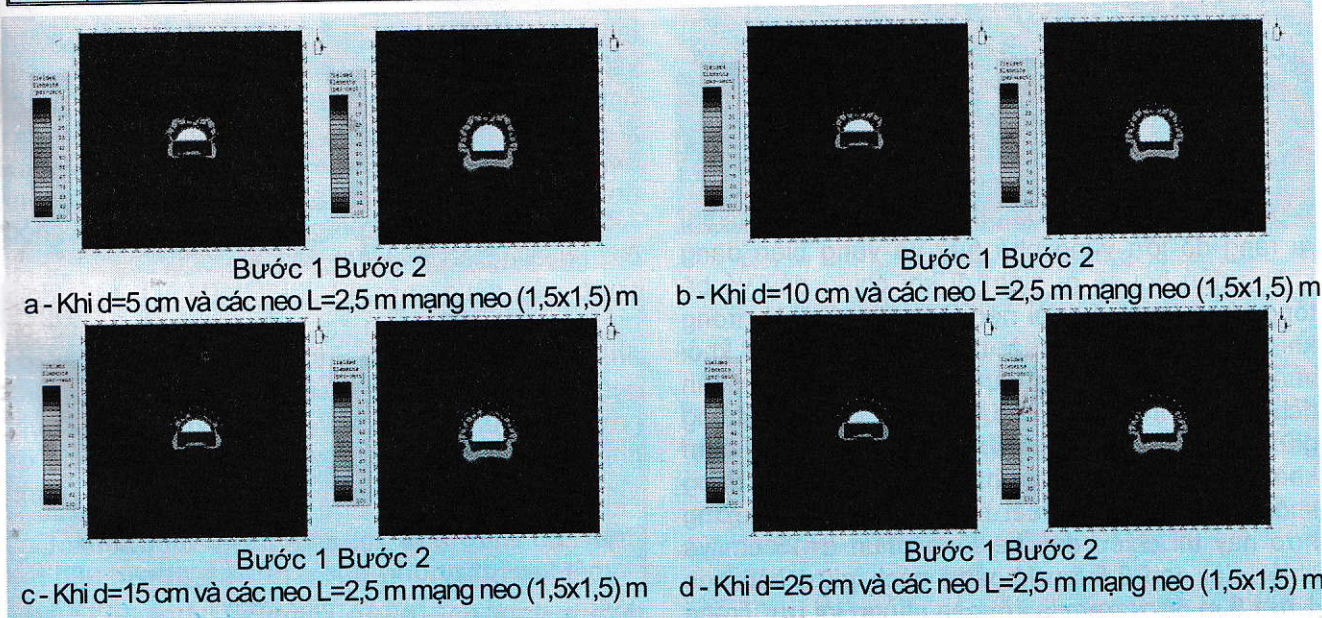
Sau khi phân tích bằng phần mềm số chúng ta nhận được phân bố và giá trị của ứng suất và chuyển vị xung quanh đường hầm cùng với các bước khai đào khi đường hầm có sử dụng kết cấu chống là neo và bê tông phun, kết quả được thể hiện như trong hình H.11 và 12 và Bảng 4.

Bằng phân tích cũng có thể quan sát được sự biến đổi của vùng phá hủy xung quanh đường hầm ở các bước khai đào khác nhau cùng với sự thay đổi các đặc tính kết cấu chống giữ khác nhau (quan sát hình H.7).

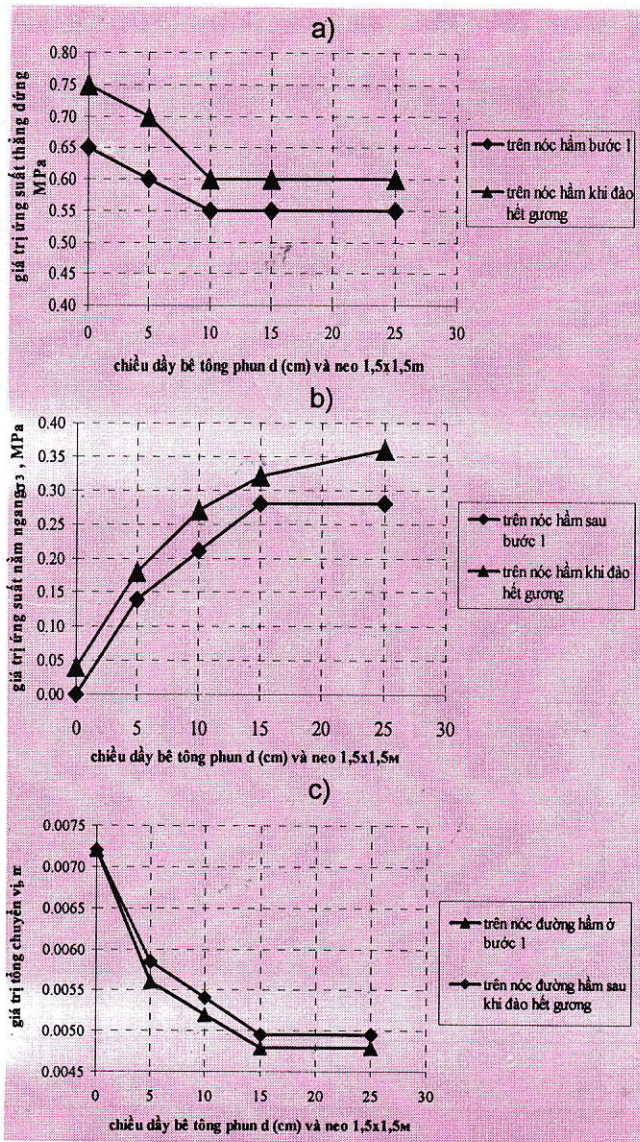
Sau khi phân tích có thể thiết lập được mối quan hệ quy luật giữa ứng suất và chuyển vị trên nóc của đường hầm với sự thay đổi các tham số kết cấu chống giữ đường hầm, kết quả được thể hiện như trong hình H.8.

Bảng 4. Giá trị ứng suất  $\sigma_1$ ,  $\sigma_3$  và chuyển vị tổng thể tại các điểm khác nhau trên biên của đường hầm khi thay đổi chiều dày bê tông phun

TT	US-BD	Các mặt cắt khác nhau								
		Khi bê tông phun d=5 cm và khoảng cách các neo 1,5x1,5 m								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Bước 1	$\sigma_1$	3,0	1,05	0,60	1,05	3,0	3,0	0,00	3,0	-
	$\sigma_3$	1,40	0,14	0,14	0,14	1,40	1,40	0,00	1,40	-
	$U_r$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$9,6 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	-
Bước 2	$\sigma_1$	2,55	2,25	1,05	0,75	1,05	2,40	2,70	0,00	2,55
	$\sigma_3$	0,86	0,41	0,23	0,18	0,18	0,45	0,95	0,00	0,86
	$U_r$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$5,8 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$
Khi bê tông phun d=10 cm và khoảng cách các neo 1,5x1,5 m										
Bước 1	$\sigma_1$	3,0	1,05	0,60	1,05	3,0	3,0	0,00	3,0	-
	$\sigma_3$	1,40	0,21	0,21	0,21	1,54	1,54	0,00	1,54	-
	$U_r$	$2 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$5,2 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$9,6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	-
Bước 2	$\sigma_1$	2,55	2,25	1,05	0,60	1,05	2,40	2,70	0,00	2,55
	$\sigma_3$	0,90	0,50	0,27	0,27	0,27	0,50	0,95	0,00	0,90
	$U_r$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$
Khi bê tông phun d=15 cm và khoảng cách các neo 1,5x1,5 m										
Bước 1	$\sigma_1$	3,0	1,05	0,60	1,05	3,0	3,0	0,00	3,0	-
	$\sigma_3$	1,54	0,21	0,28	0,21	1,54	1,54	0,00	1,54	-
	$U_r$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$9,2 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	-
Bước 2	$\sigma_1$	2,70	2,70	1,05	0,60	1,05	2,70	2,70	0,00	2,70
	$\sigma_3$	0,95	0,54	0,32	0,32	0,54	0,99	0,99	0,00	0,99
	$U_r$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$9,9 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$
Khi bê tông phun d=25 cm và khoảng cách các neo 1,5x1,5 m										
Bước 1	$\sigma_1$	3,0	1,00	0,40	1,00	3,0	3,0	0,00	3,0	-
	$\sigma_3$	1,61	0,28	0,28	0,28	1,61	1,61	0,00	1,61	-
	$U_r$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$9,2 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	-
Bước 2	$\sigma_1$	2,70	2,85	0,90	0,60	0,90	2,70	2,70	0,00	2,70
	$\sigma_3$	0,99	0,63	0,41	0,36	0,41	0,63	1,04	0,00	0,99
	$U_r$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$9,9 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$



H.7. Sự thay đổi vùng phá hủy xung quanh đường hầm ở các bước khai đào khác nhau



H.8. Mối quan hệ giữa ứng suất và biến dạng với các tham số kết cấu chống giữ đường hầm ở các giai đoạn khai đào khác nhau

**3. Kết luận**

Phân tích các kết quả phân tích ở trên có thể chỉ ra rằng độ lớn vùng phá hủy và vùng biến dạng không đàn hồi sẽ bị giảm đi khi chiều dày vỏ bê tông phun và chiều dài neo tăng lên. Do đó, trong khi thiết kế thì chiều dài neo phải vượt qua khỏi vùng biến dạng không đàn hồi. Các kết quả phân tích cũng chỉ ra rằng các tham số kết cấu chống giữ hiệu quả thu được khi xung quanh đường hầm không bị xuất hiện vùng phá hủy và vùng biến dạng không đàn hồi (quan sát hình H.7). Trong trường hợp này thì chiều dày bê tông phun  $d=15$  cm và chiều dài neo 2,5 m, khoảng cách giữa các neo 1,5x1,5 m được xem là kết cấu chống tối ưu. Trong trường hợp đó thì ứng suất và biến dạng trên nóc

(trên biên đường hầm) sẽ có giá trị nhỏ nhất (quan sát hình H.8). □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Nguyễn Quang Phích. Cơ học đá. NXB Xây dựng. Hà Nội. 2006.
2. Nghiêm Hữu Hạnh. Cơ học đá. NXB Xây dựng. Hà Nội. 2004.
3. Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc. Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ. NXBKHK. Hà Nội, 2008.
4. Н.С. Бульчев. Механика подземных сооружений. Недра. Москва. 1994.
5. Баклашов И.В, Б.А. Картозия. Механика подземных сооружений и конструкций крепей. Москва. 2002.
6. А.Н. Панкратенко. Обоснование и разработка параметров ресурсосберегающих технологий строительства подземных выработок большого поперечного сечения, диссертация. Москва. 2002.
7. Чан Туан Минь. Обоснование схем раскрытия забоя и выбор крепи выработок большого сечения в геологических условиях Вьетнама, диссертация. МГТУ. Москва. 2013. 176 стр.

Người biên tập: **Võ Trọng Hùng**

**SUMMARY**

Calculation and selection of support in tunnels are very important problems in analysis process stability tunnels. However, nowadays determination and definition support with consideration excavated stages in Vietnam have disadvantages and limits. In this paper introduce analysis and choice optimal parameters of supports when excavation tunnels by top advance and bench method in continuous rocks.

**ĐÁP ÁN CÂU HỎI**

1. Tranh cãi với một kẻ ngốc sẽ chứng minh rằng có hai kẻ ngốc. *Doris M. Smith.*
2. Cơ hội giống như bình minh, nếu bạn chờ đợi quá lâu, bạn có thể bỏ lỡ nó. *William Arthur.*
3. Thế giới phải chìm đắm trong đau khổ không phải vì tội ác của những kẻ xấu, mà là vì sự im lặng của những người tốt. *Napoleon.*

VTH sưu tầm