

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP QUY HOẠCH VỊ TRÍ CỦA ĐƯỜNG HẦM

GS.TS. VÕ TRỌNG HÙNG
Trưởng Đại học Mỏ-Địa chất

Vị trí cửa đường hầm phải đảm bảo các yêu cầu sau đây: phần đường đào phía trước cửa đường hầm không quá sâu (khối lượng đào phá đất đá cửa đường hầm không quá lớn); đảm bảo độ ổn định cho bờ dốc đá hai bên hông đường đào, phía trên đường hầm; tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình thi công và công tác thoát nước mặt; chiều dày lớp đất đá trên nóc đường hầm phía sau cửa phải đủ dày để có thể sử dụng phương pháp đào phá ngầm và đảm bảo mức độ ổn định cần thiết cho quá trình thi công và sử dụng đường hầm; kết cấu cửa đường hầm đơn giản, dễ thi công; hiệu quả kinh tế thi công nhỏ nhất... [1].

1. Định hướng xác định vị trí cửa đường hầm từ việc so sánh khối lượng đào đường lộ thiên và khối lượng đào đường hầm

Rõ ràng vị trí cửa đường hầm phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khác nhau trên thực tế. Vì vậy, để giải quyết vấn đề phức tạp này, các nhà khoa học đã có những phương pháp tiếp cận khác nhau. Từ góc độ hiệu quả kinh tế, theo một số nhà khoa học: vị trí cửa đường hầm tốt nhất sẽ phải thoả mãn điều kiện giá thành đường đào lộ thiên bằng giá thành đường hầm thi công bằng phương pháp ngầm [2].

Từ yếu tố hiệu quả kinh tế trên đây, một số nhà khoa học đã đưa ra những kiến nghị bước đầu để xác định vị trí hợp lý cho cửa đường hầm như sau [2]. Giả sử trong đoạn đường hầm từ I đến III người ta có thể bố trí cửa đường hầm. Giả thiết rằng, mặt cắt đường đào tại các vị trí I, II, III tương ứng sẽ là F_1, F_2, F_3 . Khối lượng đào phá đất đá phần dốc phía trên trán cửa đường hầm tương ứng sẽ là V_1, V_2, V_3 (H.1). Tổng chi phí thi công 1 m đường hầm bằng d_h . Tổng chi phí thi công 1 m³ đường đào bằng d_L .

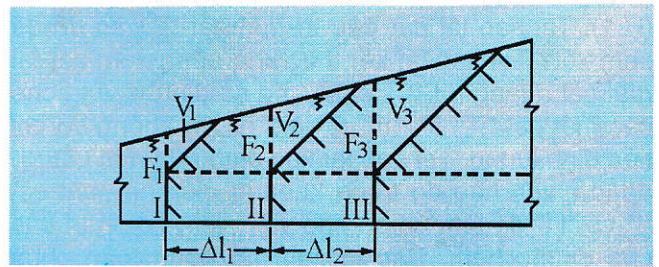
Xem xét đoạn "I-II" (H.1) [2]:

+ Giá thành "G_{h1}" đào đoạn đường hầm "Δl₁" bằng phương pháp ngầm bằng:

$$G_{h1} = (d_h \cdot \Delta l_1), \text{ đồng}; \quad (1)$$

+ Giá thành đào đoạn đường đào "G_{d1}" bằng [2]:

$$G_{d1} = \left\{ \left(\frac{F_2 + F_1}{2} \cdot \Delta l_1 + V_2 - V_1 \right) \cdot d_L \right\}, \text{ đồng}. \quad (2)$$



H.1. Sơ đồ xác định vị trí cửa đường hầm từ điều kiện hiệu quả kinh tế (theo [2]).

Tương tự như trên, trên đoạn "II-III" ta cũng có thể tính được các giá trị "G_{h11}" và "G_{d11}" tương ứng. Sau khi so sánh các giá trị tổng chi phí thi công đường đào và thi công đường hầm, ta thấy: nếu $G_{h1} \approx G_{d1}$ thì cửa hầm tại vị trí "I" là phương án thiết kế hợp lý. Trong trường hợp $G_{h1} > G_{d1}$ thì vị trí cửa đường hầm phải nằm sau vị trí "I". Bằng định hướng so sánh hiệu quả kinh tế các phương án thiết kế như vậy, người thiết kế sẽ có thể tìm ra vị trí cửa đường hầm hợp lý về mặt hiệu quả kinh tế [2].

2. Nghiên cứu hoàn thiện phương pháp xác định vị trí cửa đường hầm

Rõ ràng định hướng nghiên cứu do các tác giả [2] giới thiệu trên đây vẫn chưa xét đến một số vấn đề thực tế cơ bản khi xác định vị trí cụ thể cho cửa đường hầm như sau:

- ❖ Nội dung của định hướng trên mới chỉ mang tính định hướng mà chưa đưa ra kết quả xác định chuẩn xác vị trí cửa hầm trong những điều kiện địa hình, điều kiện thi công cụ thể;

- ❖ Định hướng trên chỉ mới xem xét bề mặt địa hình hoàn toàn là một mặt phẳng nghiêng lý thuyết. Đây là điều hoàn toàn khác biệt so với thực tế;

- ❖ Định hướng trên chỉ mới so sánh khối lượng đào lộ thiên khu vực trước cửa đường hầm và khối lượng đào đường hầm bằng phương pháp ngầm.

Trên thực tế quá trình thi công đoạn lộ thiên cửa hầm và quá trình thi công đường hầm bằng phương pháp ngầm còn chứa đựng các thông số, khối lượng thi công... khác so với nội dung định hướng trên đây đề xuất;

❖ Nhiều khối lượng công tác thi công khác vẫn chưa được xét đến trong nội dung định hướng trên đây: khối lượng công tác gia cường bề mặt bờ dốc đá; khối lượng công tác chống giữ, công tác gia cường sâu bờ dốc đá...;

❖ Định hướng này vẫn chưa xem xét đến các đặc tính cơ lý đất đá khu vực thi công đường đào và đường hầm;

❖ Việc chỉ giả thiết xem xét khoảng biến thiên có thể của vị trí đường hầm trong khoảng từ mặt cắt "I" đến mặt cắt "III" là không có cơ sở khoa học (H.1). Tại sao lại bắt đầu từ mặt cắt "I" nào đó để xem xét? Tại sao lại kết thúc khả năng xem xét tại mặt cắt ngang "III"? Tại đây, cơ sở định vị vị trí cho các mặt cắt "I", "II", "III" rất mơ hồ và không có chỉ tiêu định lượng. Tại sao lại xác định một mặt cắt "II" ngẫu nhiên nào đó trong khoảng giữa hai mặt cắt "I" và "III" để làm cơ sở cho việc xem xét vị trí của cửa đường hầm. Các tác giả [2] hoàn toàn chưa đưa ra những chỉ dẫn cụ thể và cơ bản để xác định các mặt cắt "I", "II" và "III". Ngoài ra, kết luận sơ bộ so sánh các giá trị tổng chi phí thi công đường đào và thi công đường hầm theo hai công thức (1) và (2) để dự báo vị trí của đường hầm rất mơ hồ. Tại đây rất nhiều thông số tính toán (F_1 , F_2 , F_3 , V_1 , V_2 , V_3 ...) còn chưa rõ ràng. Vì vậy, khả năng sử dụng định hướng nghiên cứu trên đây vừa thiếu tính khả thi vì thiếu cơ sở khoa học trên thực tế.

Từ những nhận xét trên đây, chúng tôi đề xuất cơ sở để xác định vị trí hợp lý cho cửa đường hầm nên dựa trên những yếu tố sau đây:

❖ Nên bắt đầu khảo sát sự biến đổi của vị trí cửa đường hầm từ điểm gốc "0" đầu tiên khi chúng bắt đầu cắt vào sườn núi, vào sâu trong bờ dốc đá theo hướng phát triển của trục đường hầm (H.2);

❖ Sau đó, cùng với sự phát triển dần vị trí xem xét vào sâu phía trong bờ dốc đá, tổng khối lượng công tác thi công đường đào bằng phương pháp lộ thiên và tổng khối lượng công tác thi công đường hầm bằng phương pháp ngầm sẽ tăng dần. Mức độ gia tăng của khối lượng công tác thi công đường hầm bằng phương pháp ngầm về cơ bản có mối quan hệ tuyến tính với khoảng cách từ điểm gốc "0" đến vị trí xem xét thứ "i" và không phụ thuộc vào đặc tính địa hình của bờ dốc đá phía trên. Trong khi đó, mức độ gia tăng của khối lượng công tác thi công đường đào lộ thiên sẽ không phụ thuộc tuyến tính vào khoảng cách từ điểm gốc "0" đến vị trí xem

xét thứ "i" và phải chịu sự phụ thuộc rất lớn vào đặc tính địa hình bờ dốc đá phía trong giới hạn khu vực đào phá lộ thiên;

❖ Do bề mặt địa hình khu vực bố trí cửa đường hầm rất đa dạng, phức tạp, cho nên việc nghiên cứu xác định vị trí cửa đường hầm trong từng trường hợp cụ thể nên tiến hành theo từng bước. Đầu tiên nên bắt đầu quá trình nghiên cứu từ phương án đơn giản nhất (gọi là phương án nghiên cứu cơ sở). Phương án này sẽ là cơ sở để có thể dự đoán, dự báo vị trí cụ thể cho cửa đường hầm. Sau đó, chúng ta có thể xem xét bổ sung dần các điều kiện phức tạp của thực tế để giải quyết trọn vẹn bài toán.

2.1. Nghiên cứu xác định khối lượng công tác đào phá đất đá hình thành đoạn đường đào phía trước của đường hầm trong phương án lý tưởng hoá điều kiện thực tế

Trong trường hợp điều kiện địa hình của khu vực thi công xây dựng cửa đường hầm có thể cho phép áp dụng giải pháp đặt cửa hầm vào phía trong sườn bờ dốc (sườn đồi, núi...), để đơn giản hoá cho công tác nghiên cứu bước đầu, chúng ta có thể chọn phương án nghiên cứu cơ sở với các điều kiện đơn giản nhất, lý tưởng hoá như sau:

❖ Chọn bề mặt địa hình khu vực cửa đường hầm là một mặt phẳng dốc nghiêng lý tưởng với góc dốc so với mặt phẳng nằm ngang bằng " α ";

❖ Chọn môi trường đất đá khu vực thi công cửa đường hầm có đặc tính đồng nhất, đẳng hướng với góc dốc ổn định tự nhiên bằng " β ";

❖ Chọn đường hầm nằm ngang có trục cấu tạo "x-x" vuông góc với đường phương của bề mặt địa hình tại cửa đường hầm (H.2.b).

Trong trường hợp lý tưởng hoá các điều kiện thực tế trên đây, khi cửa đường hầm nằm cách vị trí điểm gốc "0" (khi chưa có khối lượng đất đá đào phá tại bờ dốc đá) một khoảng cách bằng " c_1 " thì hai bên hông đường đào lộ thiên và phía trên trán cửa đường hầm sẽ hình thành ba vùng trống đặc trưng do việc đào phá đất đá khu vực bờ dốc đất đá phía trước cửa đường hầm và phía trên trán đường hầm:

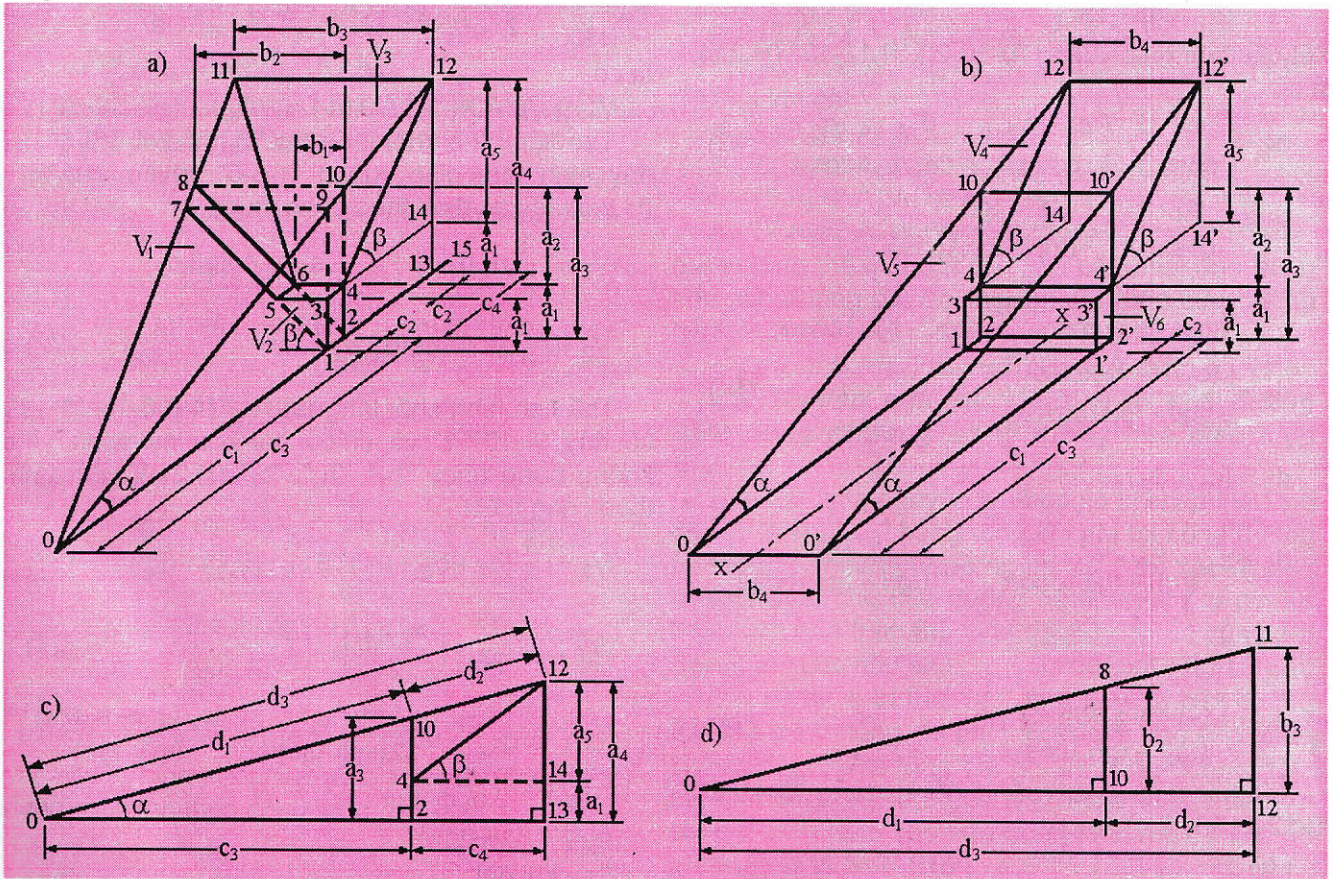
❖ "Vùng I" giới hạn bởi hai mặt phẳng thẳng đứng đi qua hai mặt biên hông của cửa đường hầm (1-2-3-4) và (1'-2'-3'-4') song song với trục cấu tạo "x-x" (H.2.b);

❖ Hai "vùng II" giới hạn bởi hai mặt phẳng thẳng đứng đi qua hai mặt biên hông của cửa đường hầm (1-2-3-4) và (1'-2'-3'-4') song song với trục cấu tạo "x-x" (H.2.b) và các mặt dốc nghiêng hai bên đường đào lộ thiên tại hông và phía trên trán cửa đường hầm (ví dụ (H.2.a): mặt dốc nghiêng "0-7-8-11-6-5-1" tại hông và mặt dốc nghiêng "11-12-4-6" phía trên trán cửa đường hầm). Trong trường hợp này,

thể tích đào phá đất đá của hai vùng này đối xứng nhau qua trục "x-x" và có giá trị bằng nhau.

Để tính thể tích đào phá đất đá cho các vùng I

và vùng II cần xác định các kích thước cần thiết của đường đào và các vùng hố đào lộ thiên phía trước cửa đường hầm (H.2).



H.2. Sơ đồ xác định lượng thể tích đất đá phải đào phá trên khu vực đường đào lộ thiên cho cửa đường hầm

Xét các tam giác vuông "0-10-2", "2-4-6" và "2-8-10" (H.2.a), ta có:

$$c_3 = (c_1 + c_2); \quad (3)$$

$$a_3 = (c_3 \cdot \text{tg}\alpha) = [(c_1 + c_2) \cdot \text{tg}\alpha]; \quad (4)$$

$$a_2 = (a_3 - a_1) = [(c_1 + c_2) \cdot \text{tg}\alpha - a_1]; \quad (5)$$

$$b_1 = (a_1 \cdot \text{cotg}\beta); \quad (6)$$

$$b_2 = (a_3 \cdot \text{cotg}\beta) = [(c_1 + c_2) \cdot \text{tg}\alpha \cdot \text{cotg}\beta]; \quad (7)$$

Tại đây: c_1 - Khoảng cách từ điểm gốc "0" đến vị trí "1" của đường hầm theo thiết kế (H.2), m; c_2 - Chiều rộng dọc trục vùng đường đào nằm trực tiếp phía trên kết cấu cửa đường hầm (H.2), m; a_1 - Tổng chiều cao kết cấu cửa đường hầm, m; a_2 - Chiều cao từ điểm trên cửa đường hầm đến mặt dốc đá tại điểm "4" (H.2); b_1 - Chiều rộng mặt cấu tạo nằm ngang phía trên cửa đường hầm, m; b_2 - Chiều rộng hố đào tại hai điểm "8-10" (H.2.a); α - Góc dốc cấu tạo tự nhiên của bờ dốc đá phía trước cửa đường hầm, độ; β - Góc dốc ổn định tự nhiên của vật liệu bờ dốc đá phía trước cửa đường hầm, độ.

Theo tam giác vuông "4-12-14" (H.2.c), ta có:

$$a_5 = (c_4 \cdot \text{tg}\beta); \quad a_5 = (a_4 - a_1). \quad (8)$$

Từ đây:

$$c_4 = \left(\frac{a_4 - a_1}{\text{tg}\beta} \right). \quad (9)$$

Xét hai tam giác vuông đồng dạng "0-10-2", "0-12-13" (H.2.c), ta có:

$$\frac{a_3}{a_4} = \left(\frac{c_3}{c_3 + c_4} \right). \quad (10)$$

Thay " c_4 " theo (9) vào (10) và sau một số phép biến đổi ta xác định được giá trị " a_4 ":

$$a_4 = c_1 \cdot \frac{\text{tg}\alpha \cdot \text{tg}\beta}{(\text{tg}\beta - \text{tg}\alpha)} + c_2 \cdot \frac{\text{tg}\alpha \cdot \text{tg}\beta}{(\text{tg}\beta - \text{tg}\alpha)} - a_1 \cdot \frac{\text{tg}\alpha}{(\text{tg}\beta - \text{tg}\alpha)}$$

hoặc

$$a_4 = \frac{\text{tg}\alpha \cdot [(c_1 + c_2) \cdot \text{tg}\beta - a_1]}{(\text{tg}\beta - \text{tg}\alpha)}. \quad (11)$$

Từ (11) và (9) ta xác định được giá trị " c_4 ":

$$c_4 = c_1 \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)} + c_2 \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)} - a_1 \cdot \frac{1}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)}$$

hoặc

$$c_4 = \left[\frac{(c_1 + c_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha - a_1}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)} \right] \quad (12)$$

Xét các tam giác vuông "0-10-2", "0-12-13" (H.2.c), ta có:

$$d_1 = \left(\frac{c_3}{\cos \alpha} \right) = \left(\frac{c_1 + c_2}{\cos \alpha} \right) = \frac{c_1}{\cos \alpha} + \frac{c_2}{\cos \alpha}; \quad (13)$$

$$d_2 = \left(\frac{c_4}{\cos \alpha} \right) = c_1 \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \cdot \cos \alpha} + c_2 \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \cdot \cos \alpha} - a_1 \cdot \frac{1}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \cdot \cos \alpha}$$

$$d_2 = \left[\frac{(c_1 + c_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha - a_1}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \cdot \cos \alpha} \right] \quad (14)$$

$$d_3 = (d_1 + d_2) = \left(\frac{c_3 + c_4}{\cos \alpha} \right) = c_1 \cdot \frac{\operatorname{tg} \beta}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \cdot \cos \alpha} + c_2 \cdot \frac{\operatorname{tg} \beta}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \cdot \cos \alpha} - a_1 \cdot \frac{1}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \cdot \cos \alpha}$$

$$d_3 = \left[\frac{(c_1 + c_2) \cdot \operatorname{tg} \beta - a_1}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \cdot \cos \alpha} \right] \quad (15)$$

Xét hai tam giác vuông đồng dạng "0-10-8", "0-12-11" (H.2.d), ta có:

$$\left(\frac{b_2}{h_3} \right) = \left(\frac{d_1}{d_3} \right) \quad (16)$$

Sau khi thay thế các giá trị "b₂" theo (7), "d₁", "d₃" theo (13), (15) và biến đổi, ta tìm ra giá trị "b₃" như sau:

$$b_3 = c_1 \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)} + c_2 \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)} - a_1 \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)}$$

$$b_3 = \left[\frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot (c_1 + c_2 - a_1 \cdot \cot \operatorname{tg} \beta)}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)} \right] \quad (17)$$

Thể tích hình khối chóp "V₁" "0-8-10-2" có một cạnh bên vuông góc với đáy có đỉnh là "0", cạnh bên "0-2" vuông góc với đáy "8-10-2" (H.2.a) xác định theo công thức:

$$V_1 = \frac{1}{3} \cdot c_3 \cdot S_{\Delta}^{8-10-2} = \frac{1}{3} \cdot c_3 \cdot \frac{1}{2} \cdot b_2 \cdot a_3 \quad (18)$$

Sau khi thay "c₃", "a₃" và "b₂" và theo (3), (4) và (7) ta có:

$$V_1 = (c_1)^3 \cdot \frac{(\operatorname{tg} \alpha)^2 \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{6} + (c_1)^2 \cdot (c_2) \cdot \frac{(\operatorname{tg} \alpha)^2 \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{2} + (c_1) \cdot \frac{(\operatorname{tg} \alpha)^2 \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{2} \cdot (c_2)^2 + (c_2)^3 \cdot \frac{(\operatorname{tg} \alpha)^2 \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{6} \quad (19)$$

Sau khi đặt:

$$A_1 = \left[\frac{(\operatorname{tg} \alpha)^2 \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{6} \right]; A_2 = \left[(c_2) \cdot \frac{(\operatorname{tg} \alpha)^2 \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{2} \right]; \quad (20)$$

$$A_3 = \left[\frac{(\operatorname{tg} \alpha)^2 \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{2} \cdot (c_2)^2 \right]; A_4 = \left[(c_2)^3 \cdot \frac{(\operatorname{tg} \alpha)^2 \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{6} \right];$$

ta có:

$$V_1 = [(c_1)^3 \cdot A_1 + (c_1)^2 \cdot A_2 + (c_1) \cdot A_3 + A_4] \quad (21)$$

Thể tích hình khối lăng trụ "V₂" "1-2-4-6-5-3" có đáy hình tam giác vuông "1-3-5", chiều cao "c₂" (H.2.a) sẽ xác định theo công thức:

$$V_2 = \left(\frac{1}{2} \cdot a_1 \cdot b_1 \cdot c_2 \right) = \left(\frac{1}{2} \cdot a_1 \cdot a_1 \cdot \cot \operatorname{tg} \beta \cdot c_2 \right)$$

$$V_2 = \left[\frac{1}{2} \cdot (a_1)^2 \cdot \cot \operatorname{tg} \beta \cdot c_2 \right] \quad (22)$$

Thể tích hình khối lăng trụ "V₃" "4-6-8-10-11-12" có đáy "4-10-12" và chiều dài của ba cạnh bên không bằng nhau "b₁", "b₂", "b₃" (H.2.a), xác định theo công thức:

$$V_3 = \left[\frac{1}{3} \cdot (b_1 + b_2 + b_3) \right] \cdot S_{\Delta}^{4-10-12} \quad (23)$$

$$S_{\Delta}^{4-10-12} = \left(\frac{a_2 \cdot c_4}{2} \right) \quad (24)$$

$$S_{\Delta}^{4-10-12} = (c_1)^2 \cdot \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha}{2(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)} + c_1 \cdot \frac{(c_2 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha - a_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)} + \frac{(a_1)^2 - 2 \cdot a_1 \cdot c_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)} \quad (25)$$

Sau khi đặt:

$$A_5 = \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha}{2(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)}; A_6 = \frac{(c_2 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha - a_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)}; \quad (26)$$

$$A_7 = \frac{(a_1)^2 - 2 \cdot a_1 \cdot c_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)}$$

ta có:

$$S_{\Delta}^{4-10-12} = A_5 \cdot (c_1)^2 + A_6 \cdot c_1 + A_7 \quad (27)$$

Từ (6), (7) và (17) ta có:

$$\frac{1}{3} (b_1 + b_2 + b_3) = c_1 \cdot \left[3 \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{3(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)} + \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{3} \right] + c_2 \cdot \left[\frac{\operatorname{tg} \alpha}{3(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)} + \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{3} \right] - a_1 \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{3(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)} \quad (28)$$

Sau khi đặt:

$$A_8 = \left[\frac{\operatorname{tg} \alpha}{3(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)} + \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{3} \right]; \quad (29)$$

$$A_9 = c_2 \cdot \left[\frac{\operatorname{tg} \alpha}{3(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)} + \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{3} \right] - a_1 \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \cot \operatorname{tg} \beta}{3(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)}$$

ta có:

$$\frac{1}{3}(b_1 + b_2 + b_3) = c_1 \cdot A_8 + A_9 \quad (30)$$

Từ (23), (27), (30), giá trị thể tích "V₃" có thể xác định theo công thức:

$$V_3 = (c_1)^3 \cdot A_5 \cdot A_8 + (c_1)^2 \cdot (A_6 \cdot A_8 + A_5 \cdot A_9) + (c_1) \cdot (A_7 \cdot A_8 + A_6 \cdot A_9) + (A_7 \cdot A_9) \quad (31)$$

Thể tích hình khối "V₄" (4-10-12-4'-10'-12') (H.2.b) xác định theo công thức:

$$V_4 = S_{\Delta^{4-10-12}} \cdot b_4 \quad (32)$$

Tại đây: b₄ - Chiều rộng cấu tạo của cửa đường hầm, m.

Từ (25) và (32) ta có:

$$V_4 = \frac{(c_1)^2 \cdot \text{tg}^2 \alpha \cdot b_4}{2(\text{tg} \beta - \text{tg} \alpha)} + \frac{c_1 \cdot (c_2 \cdot \text{tg}^2 \alpha - a_1 \cdot \text{tg} \alpha) b_4}{(\text{tg} \beta - \text{tg} \alpha)} + \frac{[(a_1)^2 - 2 \cdot a_1 \cdot c_2 \cdot \text{tg} \alpha] b_4}{2(\text{tg} \beta - \text{tg} \alpha)} \quad (33)$$

Sau khi đặt:

$$A_{10} = \frac{\text{tg}^2 \alpha \cdot b_4}{2(\text{tg} \beta - \text{tg} \alpha)}; \quad A_{11} = \frac{(c_2 \cdot \text{tg}^2 \alpha - a_1 \cdot \text{tg} \alpha) b_4}{(\text{tg} \beta - \text{tg} \alpha)}$$

$$A_{12} = \frac{[(a_1)^2 - 2 \cdot a_1 \cdot c_2 \cdot \text{tg} \alpha] b_4}{2(\text{tg} \beta - \text{tg} \alpha)} \quad (34)$$

ta có:

$$V_4 = [(c_1)^2 \cdot A_{10} + (c_1) \cdot (A_{11} + A_{12})] \quad (35)$$

Thể tích hình khối "V₅" (0-2-10-0'-2'-10') (H.2.b) có thể xác định theo công thức:

$$V_5 = (S_{\Delta^{0-2-10}} \cdot b_4) \quad (36)$$

Diện tích tam giác vuông (0-2-10) (hình H.2.b) xác định theo công thức:

$$S_{\Delta^{0-2-10}} = (0,5 \cdot a_3 \cdot c_3) = 0,5 \cdot [(c_1 + c_2) \cdot \text{tg} \alpha] \cdot (c_1 + c_2) = (c_1)^2 \cdot 0,5 \cdot \text{tg} \alpha + \text{tg} \alpha \cdot (c_1) \cdot (c_2) + (c_2)^2 \cdot 0,5 \cdot \text{tg} \alpha = (c_1)^2 \cdot 0,5 \cdot \text{tg} \alpha + (c_1) \cdot (c_2) \cdot \text{tg} \alpha + (c_2)^2 \cdot 0,5 \cdot \text{tg} \alpha \quad (37)$$

Từ (36) và (37) ta có:

$$V_5 = (c_1)^2 \cdot 0,5 \cdot \text{tg} \alpha \cdot b_4 + (c_1) \cdot (c_2) \cdot \text{tg} \alpha \cdot b_4 + (c_2)^2 \cdot 0,5 \cdot \text{tg} \alpha \cdot b_4 \quad (38)$$

Sau khi đặt:

$$A_{13} = (0,5 \cdot \text{tg} \alpha \cdot b_4); \quad A_{14} = (c_2 \cdot \text{tg} \alpha \cdot b_4); \quad A_{15} = [(c_2)^2 \cdot 0,5 \cdot \text{tg} \alpha \cdot b_4] \quad (39)$$

ta có:

$$V_5 = (c_1)^2 \cdot A_{13} + (c_1) \cdot A_{14} + A_{15} \quad (40)$$

Thể tích hình khối chữ nhật "V₆" (1-2-4-3-1'-2'-4'-3') (H.2.b) xác định theo công thức:

$$V_6 = (c_2 \cdot a_1 \cdot b_4) \quad (41)$$

Như vậy, tổng thể tích đất đá "ΣV" cần phải đào trong khu vực đường đào lộ thiên phía trước cửa đường hầm (H.2) sẽ xác định theo công thức:

$$\Sigma V = 2 \cdot (V_1 + V_3 - V_2) + (V_4 + V_5 - V_6) \quad (42)$$

Sau khi thay thế các giá trị V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆ tương ứng theo các biểu thức (20), (21), (31), (35), (40), (41), ta có:

$$\Sigma V = (c_1)^3 \cdot (2 \cdot A_1 + 2 \cdot A_5 \cdot A_8) + (c_1)^2 \cdot (2 \cdot A_2 + 2 \cdot A_6 \cdot A_8 + 2 \cdot A_5 \cdot A_9 + A_{10} + A_{13}) + (c_1) \cdot (2 \cdot A_3 + 2 \cdot A_7 \cdot A_8 + 2 \cdot A_6 \cdot A_9 + A_{11} + A_{14}) + (2 \cdot A_4 + 2 \cdot A_7 \cdot A_9 + A_{12} + A_{15} - 2 \cdot V_2 - V_6) \quad (43)$$

Sau khi đặt:

$$B_1 = (2 \cdot A_1 + 2 \cdot A_5 \cdot A_8); \quad B_2 = (2 \cdot A_2 + 2 \cdot A_6 \cdot A_8 + 2 \cdot A_5 \cdot A_9 + A_{10} + A_{13}); \quad B_3 = (2 \cdot A_3 + 2 \cdot A_7 \cdot A_8 + 2 \cdot A_6 \cdot A_9 + A_{11} + A_{14}); \quad B_4 = (2 \cdot A_4 + 2 \cdot A_7 \cdot A_9 + A_{12} + A_{15} - 2 \cdot V_2 - V_6) \quad (44)$$

giá trị tổng thể tích đất đá "ΣV" cần phải đào trong khu vực đường đào lộ thiên phía trước cửa đường hầm (H.2):

$$\Sigma V = [(c_1)^3 \cdot B_1 + (c_1)^2 \cdot B_2 + (c_1) \cdot B_3 + B_4], \text{ m}^3 \quad (45)$$

2.2. Nghiên cứu xác định vị trí của đường hầm trong phương án lý tưởng hoá điều kiện thực tế

Nếu áp dụng nguyên lý tổng giá trị chi phí đường đào lộ thiên "G_{i,dl}" bằng tổng chi phí thi công đường hầm bằng phương pháp ngầm "G_{i,h}" để xác định vị trí thích hợp cho cửa đường hầm, chúng ta có thể thực hiện quá trình tìm vị trí thích hợp của cửa hầm theo các bước như sau.

Giả sử tại vị trí thứ "i=0" tính từ vị trí cửa đường hầm có giá trị tổng chi phí thi công đường đào bằng không (V_{da}=0) và tổng chi phí thi công đường hầm bằng không (V_{dh}=0). Sau đó, người ta bắt đầu thi công đường hầm vào sâu trong khu vực bờ dốc đá phía sau vị trí "i=0" (H.2).

Tại vị trí "i=0+c₁" (c₁ là khoảng cách tính từ vị trí "i=0" đến vị trí "i=0+c₁") giá thành "G_{c₁,dh}" đào đoạn đường hầm "c₁" có thể tính bằng biểu thức:

$$G_{c_1,dh} = (d_h \cdot c_1), \text{ đồng} \quad (46)$$

Thực tế cho thấy, khối lượng các công tác thi công đoạn đường đào lộ thiên phía trước-trên cửa đường hầm bao gồm ba thành phần chủ yếu sau:

❖ Giá thành đào phá đất đá "G_{c₁,dl,dp}":

$$G_{c_1,dl,dp} = (\Sigma V \cdot d_l), \text{ đồng}; \quad (47)$$

❖ Giá thành gia cường đất đá bề mặt thành hố đào "G_{c₁,dl,gcbm}":

$$G_{c_1,dl,gcbm} = (S_{gcbm} \cdot d_2), \text{ đồng}; \quad (48)$$

❖ Giá thành gia cường sâu đất đá tại những vị trí cần thiết của thành hố đào "G_{c₁,dl,gcs}":

$$G_{c_1,dl,gcs} = (V_{gcs} \cdot d_3), \text{ đồng} \quad (49)$$

Tại đây: S_{gcbm} - Diện tích bề mặt thành-tường hố đào lộ thiên cửa đường hầm cần phải tiến hành gia cường bề mặt, m²; d₂ - Giá thành gia cường một mét vuông bề mặt thành-tường hố đào lộ thiên cửa đường hầm, đồng/m²; V_{gcs} - Giá trị thể tích thành-tường hố đào lộ thiên cửa đường hầm cần phải tiến hành gia cường sâu vào phía trong, m³; d₃ - Giá thành gia

cường sâu một mét khối thể tích thành-tường hố đào lộ thiên của đường hầm, đồng/m³.

Vì vậy, từ các biểu thức (47), (48), (49), giá thành đào đoạn đường đào "G_{c1.dl}" có thể tính bằng công thức sau:

$$G_{c1.dl} = (\sum V \cdot d_i) + (S_{gcbm} \cdot d_2) + (V_{gcs} \cdot d_3) = \{[(c_1)^3 \cdot B_1 + (c_1)^2 \cdot B_2 + (c_1) \cdot B_3 + B_4] \cdot d_i\} + (S_{gcbm} \cdot d_2) + (V_{gcs} \cdot d_3), \text{ đồng.} \quad (50)$$

Để thoả mãn điều kiện tổng giá trị chi phí đường đào lộ thiên bằng tổng chi phí thi công đường hầm, từ (46) và (50) ta có:

$$(d_h \cdot c_1) = \{[(c_1)^3 \cdot B_1 + (c_1)^2 \cdot B_2 + (c_1) \cdot B_3 + B_4] \cdot d_i\} + (S_{gcbm} \cdot d_2) + (V_{gcs} \cdot d_3). \quad (51)$$

Từ (51) ta tìm ra phương trình bậc ba:

$$(c_1)^3 \cdot (B_1 \cdot d_i) + (c_1)^2 \cdot (B_2 \cdot d_i) + (c_1) \cdot (B_3 \cdot d_i - d_h) + (B_4 \cdot d_i + S_{gcbm} \cdot d_2 + V_{gcs} \cdot d_3) = 0 \quad (52)$$

Giải phương trình bậc ba (52) ta sẽ xác định được giá trị tối ưu "c₁" cho vị trí cửa đường hầm cho phương án lý tưởng hoá những điều kiện địa hình bờ dốc đá cụ thể phía trước cửa đường hầm.

2.3. Nghiên cứu xác định vị trí của đường hầm trong điều kiện thực tế

Rõ ràng phương pháp nghiên cứu đề xuất trên đây mới chỉ là giải pháp kỹ thuật đơn giản nhất mang tính cơ bản cho lời giải. Vì vậy, để lời giải có thể sử dụng hợp lý trên thực tế người thiết kế nên tiến hành quá trình xác định vị trí cửa đường hầm theo các bước như sau:

- ❖ Bước 1 - Xác định các kích thước cấu tạo cơ bản của cửa đường hầm: a₁, c₂, b₄;
- ❖ Bước 2 - Xác định các thông số hình học cơ bản và tính chất ổn định của bờ dốc đá trong điều kiện lý tưởng: góc cấu tạo cơ bản "α" của bờ dốc đá phía trước cửa đường hầm; góc ổn định "β" của bờ dốc đá;
- ❖ Bước 3 - Xác định vị trí hợp lý của cửa đường hầm (khoảng cách "c₁") trên cơ sở giải phương trình bậc ba (52) với ẩn số "c₁";
- ❖ Bước 4 - Xem xét khả năng phù hợp của vị trí lý tưởng của cửa đường hầm với các điều kiện thực tế. Nếu vị trí vừa xác định thoả mãn các điều kiện thực tế khác thì đây sẽ là phương án chọn để thiết kế. Trong trường hợp ngược lại cần xét thêm các điều kiện thực tế để lựa chọn;
- ❖ Bước 5 - Xem xét định vị cửa đường hầm từ các điều kiện thực tế khi vị trí lý tưởng không thoả mãn.

Trên thực tế, phương pháp tính toán trên có thể cho kết quả vị trí cửa đường hầm nằm khá sâu, đường đào quá dài, quá trình thi công gặp nhiều khó khăn, khó đảm bảo mức độ ổn định cần thiết cho đoạn đường đào trong giai đoạn sử dụng đường hầm. Do đó, vị trí hợp lý của cửa đường hầm sẽ phải được xét với các điều kiện địa hình và điều kiện địa chất khu vực xây dựng cụ thể.

3. Kết luận

Vị trí cửa đường hầm có vai trò rất quan trọng trong toàn bộ hệ thống đường hầm trên thực tế. Phương pháp đề xuất trên đây mới chỉ mang tính định hướng. Kết quả phương án lựa chọn vẫn mang tính lý tưởng hoá điều kiện thực tế. Trong tương lai phải có những nghiên cứu bổ sung để có thể đưa ra lời giải hợp lý hơn. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Trọng Hùng. Tối ưu hoá thiết kế xây dựng công trình ngầm và hệ thống công trình ngầm. Giáo trình Cao học. Trường Đại học Mỏ-Địa chất. Hà Nội. 1999. 203 trang.
2. Lê Văn Thường, Đinh Xuân Bằng, Nguyễn Tiến Cường, Phí Văn Lịch. Cơ sở thiết kế công trình ngầm. Nhà xuất bản KHKT. Hà Nội. 1981. 272 tr.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The paper presents the study results of estimating the tunnel gate position in real conditions basing on the principle equal of the cost prices of tunneling by the underground construction method and by the open construction method.

CHỈNH TÂM BĂNG TẢI...

(Tiếp theo trang 10)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Kháng (2005), Máy và tổ hợp thiết bị vận tải mỏ. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật.
2. Nguyễn Trọng (2006), Cơ học lý thuyết. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật.
3. Đinh Gia Tường (2003), Nguyên lý máy. Nhà xuất bản Giáo dục.
4. A.O.Spuvakovski (1982), Lý thuyết về băng tải. Nhà xuất bản Khoa học.
5. Jerzy Antoniak (2004), Przenosniki Tasmowe, Wydawnictwo politechniki śląskiej gliwice.

Người biên tập: Nguyễn Bình

SUMMARY

The paper presents the theory of self aligning idler conveyor. it serves in the design, installation, maintenance,... contribute to increase transport capacity, ensure safety and durability of the belt conveyor.