

PHÂN TÍCH ỨNG SUẤT NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN NGẦM TRONG QUÁ TRÌNH XÂY DỰNG

TS. Đào Văn Hưng, PGS.TS. Nguyễn Quang Hùng
Khoa Công trình - Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Nhà máy thủy điện ngầm đặt sâu trong môi trường tự nhiên chịu lực hết sức phức tạp. Quá trình thi công đã làm thay đổi trạng thái ứng suất tự nhiên môi trường, phá vỡ trạng thái cân bằng ban đầu ảnh hưởng tới kết cấu chịu lực của nhà máy ngầm. Nội dung bài báo này tiến hành phân tích ứng suất nhà máy ngầm trong quá trình thi công khi có xét đến các đứt gãy địa chất thực tế. Các kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy một bức tranh tổng thể diễn biến quá trình thay đổi ứng suất trong môi trường theo quá trình thi công theo đúng thực tế.

Từ khóa: nhà máy thủy điện ngầm; ứng suất; biến dạng, xây dựng

I. Giới thiệu chung

Việt Nam là một nước có nguồn năng lượng nước dồi dào trên thế giới. Các công trình đầu mỗi ngày càng được xây dựng với tốc độ quy mô và tiến độ càng ngày càng mạnh mẽ. Tuy nhiên trong quá trình triển khai thực hiện, các vấn đề kỹ thuật mới càng ngày càng nảy sinh khi hệ thống tiêu chuẩn quy trình quy phạm của Việt Nam ra đời từ rất sớm, hiện nay nhiều vấn đề không còn phù hợp với điều kiện kỹ thuật cũng như kinh tế của đất nước cũng như trên thế giới. Một vấn đề tương đối quan trọng trong công trình thủy điện mà chúng ta đã và đang thực hiện nhưng chưa có những báo cáo tổng kết cũng như đánh giá chất lượng yêu cầu kỹ thuật theo hệ thống tiêu chuẩn Việt nam, các kết quả mới chỉ dựa trên các tham khảo của kinh nghiệm nước ngoài được đề cập đến ở đây là các kỹ thuật về xây dựng công trình ngầm thủy lợi thủy điện. Đặc biệt quan trọng là khi đánh giá mức độ an toàn của công trình ngầm này chưa phụ thuộc nhiều vào điều kiện kỹ thuật được đề cập đến các nghiên cứu mang tính khoa học.

Một đặc điểm phá hoại của môi trường nền tự nhiên khi xét đến sự phá vỡ trạng thái cân bằng ban đầu của nó thông qua quá trình thi công khi tiến hành các quá trình đào, khoan thi công công trình ngầm đã làm mất trạng thái cân bằng ban đầu của nó. Việc xây dựng các công trình ngầm như đường hầm, gian nhà máy ngầm... Đã làm ảnh hưởng đến sức chịu tải chung của công trình cũng như môi trường nền.

Theo các lý thuyết tính toán cô điển vẫn đang được áp dụng ở Việt nam, việc áp dụng và tiến hành tính toán trong thiết kế nhiều khi mang tính biểu kiến, không phản ánh được những điều kiện làm việc thực tế trong quá trình thi công cũng như vận hành của các công trình thủy lợi, thủy điện trong quá trình vận hành.

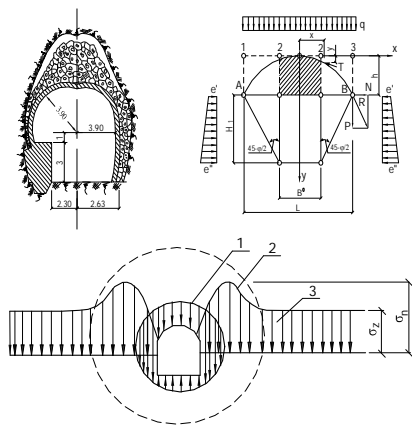
Chính từ những điều kiện thực tế này, bài báo trình bày một số quan điểm tính cũng như kết quả tính toán phân bố ứng suất môi trường tự nhiên và quá trình thay đổi của nó trong quá trình thi công nhằm đưa ra được những kết quả bước đầu về điều kiện làm việc của các công trình ngầm trong điều kiện thực tế của môi trường.

II. Lựa chọn mô hình tính toán.

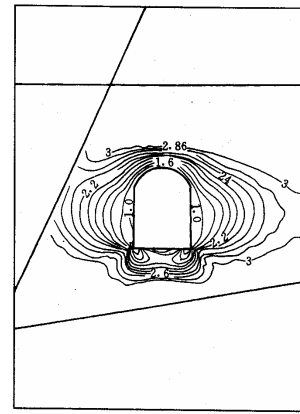
II.1. Lựa chọn mô hình vật liệu.

II.1.1. Chuẩn tắc phá hoại.

Trong các tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam cũng như trong các phương pháp tính toán lý thuyết về vỏ hầm là một trong những công trình tiêu biểu trong hệ thống các công trình ngầm nói chung. Việc lựa chọn sử dụng mô hình vật liệu là mô hình đàn hồi đã thể hiện một số điều kiện phản ánh điều kiện làm việc chưa phù hợp với thực tế. Một công trình ngầm đặt sâu trong môi trường tự nhiên, nhất là trong quá trình thi công, các tải trọng tác động vào công trình ngầm đã không còn tuân theo điều kiện lý thuyết nữa. Chính điều này phản ánh quá trình làm việc của môi trường vật liệu tự nhiên bên ngoài không còn tuân theo giai đoạn làm việc của vật liệu đàn hồi.



Hình 1a. Quan điểm tính toán theo phương pháp lý thuyết



Hình 1b. Kết quả tính toán theo phương pháp mô hình số.

Từ quan điểm cũng như kết quả tính toán được thể hiện ở hình 1(a,b) đã cho thấy rõ về sự khác biệt nhau giữa các kết quả tính toán theo các quan điểm khác nhau. Chính từ điều này sẽ đưa đến những ứng xử khác nhau về mặt công trình không phù hợp với điều kiện kinh tế kỹ thuật. Với đặc thù của công trình ngầm được đặt sâu dưới nền tự nhiên, chịu tải trọng tương đối phức tạp với chiều sâu cột đất đá tương đối lớn. Việc lựa chọn mô hình vật liệu làm việc trong giai đoạn đàn hồi đã thể hiện nhiều mặt chưa phù hợp với điều kiện thực tế khi mà nền tự nhiên không thỏa mãn được điều kiện liên tục cũng như điều kiện chịu tải của vật liệu không làm việc trong giai đoạn đàn hồi. Chính từ những lý do như vậy nên việc lựa chọn và đề xuất lựa chọn mô hình vật liệu dùng trong nghiên cứu, ở đây là mô hình dẻo đàn tính với chuẩn tắc phá hoại Drucker-Prager đối với môi trường đất đá chịu tải trọng lớn là tương đối phù hợp và được thể hiện như sau:

Phương trình cơ bản của chuẩn tắc:

$$F = \sqrt{J_2} + \alpha I_1 - K \quad (1)$$

trong đó:

$$I_1 = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3,$$

$$J_2 = \frac{1}{6} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2],$$

α, K là các hệ số của môi trường đất đá, c và ϕ là lực dính đơn vị và góc ma sát trong của môi trường nền. Nếu xét trên mặt phẳng năng lượng π , chuẩn tắc Drucker-Prager là đa

giác viền quanh sáu mặt của chuẩn tắc Columb. Khi đó các hệ số α và K được định nghĩa như sau

$$\alpha = \frac{2 \sin \phi}{\sqrt{3}(3 - \sin \phi)}, \quad K = \frac{6C \cos \phi}{\sqrt{3}(3 - \sin \phi)}.$$

Đối với giới hạn trong của đa giác Columb, chuẩn tắc Drucker-Prager xác định các hệ số α, K lần lượt được xác định như sau:

$$\alpha = \frac{2 \sin \phi}{\sqrt{3}(3 + \sin \phi)}, \quad K = \frac{6C \cos \phi}{\sqrt{3}(3 + \sin \phi)}.$$

Đối với bài toán hai chiều, các hệ số α, K lần lượt được xác định như sau:

$$\alpha = \frac{2 \tan \phi}{\sqrt{9 + 12 \tan^2 \phi}}, \quad K = \frac{3C}{\sqrt{9 + 12 \tan^2 \phi}}.$$

Chuẩn tắc kháng kéo tại lớp tiếp xúc giữa môi trường và công trình ngầm được xác định theo công thức:

$$F = \sigma_n - R_a \quad (2)$$

trong đó: R_a là cường độ kháng kéo của vật liệu.

Ngoài ra, dựa trên trạng thái biến dạng kéo để phán đoán các khu vực bị phá hoại của công trình và môi trường, trong đó có thể cho phép modul biến dạng kéo cũng như modul cường độ kháng cắt cho phép lựa chọn một hệ số an toàn nhất định

II.1.2. Mô hình vật liệu

Với mô hình đàn dẻo, khi $F < 0$ vật liệu làm việc trong giai đoạn đàn hồi, khi đó quan hệ giữa ứng suất và biến dạng được thể hiện qua quan hệ sau:

$$d\tilde{\sigma} = \tilde{D} d\tilde{\varepsilon} \quad (3)$$

trong đó:

\tilde{D} : ma trận đàn hồi.

Khi môi trường tự nhiên xuất hiện các vết nứt đoạn tầng và quan niệm rằng tại các vết nứt đoạn tầng này không phát sinh ứng suất cắt. Khi đó quan hệ này có thể viết lại dưới dạng:

$$d\tilde{\sigma} = \tilde{T}^T \tilde{D} T d\tilde{\varepsilon} \quad (4)$$

trong đó: \tilde{T} là ma trận chuyển vị tọa

độ, \tilde{D} Ma trận đàn hồi dị hướng có thể xét đến tính không đồng nhất theo các hướng của môi trường:

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda + 2G & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & \lambda + 2G & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & G & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Khi $F > 0$ Vật liệu làm việc sau giai đoạn

phá hoại, khi $\left(\frac{\partial F}{\partial \sigma}\right)^T D d\tilde{\varepsilon} > 0$ tương ứng với

vật liệu làm việc trong giai đoạn dẻo gia tải. Để phản ánh quan hệ dẻo này, có thể sử dụng quan hệ giữa ứng suất và biến dạng như sau:

$$d\tilde{\sigma} = \tilde{D}_{ep} d\tilde{\varepsilon} \quad (6)$$

trong đó:

$$\tilde{D}_{ep} = \tilde{D} - \tilde{D} \quad (7)$$

Ma trận dẻo \tilde{D}_{ep} được xác định như sau:

$$\tilde{D}_{ep} = \frac{\tilde{D} \frac{\partial F}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial F}{\partial \sigma}\right)^T \tilde{D}}{\left(\frac{\partial F}{\partial \sigma}\right)^T \tilde{D} \frac{\partial F}{\partial \sigma} + H} \quad (8)$$

Ở đây lựa chọn $H=0$, giả thiết là vật liệu làm việc trong giai đoạn dẻo lý tưởng, sau giai

đoạn phá hoại, khi $\left(\frac{\partial F}{\partial \sigma}\right)^T D d\tilde{\varepsilon} \leq 0$, vật liệu

làm việc nằm trong giai đoạn trung tính giữa gia tải và dỡ tải, vật liệu làm việc với tính chất thuần đàn dẻo, lúc này vật liệu làm việc tương tự như trong giai đoạn đàn hồi.

II.1.3. Giải phương trình cơ bản phi tuyến.

Khi giải phương trình cơ bản phi tuyến, lựa chọn phương pháp gia tải từng bước được xác định theo phương trình cơ bản:

$$\tilde{K}_e \Delta \tilde{\delta} = \Delta \tilde{R} \quad (9)$$

$$\Delta \tilde{R} = \tilde{K}_p (\Delta \tilde{\delta}^* + \Delta \tilde{\delta}) \quad (10)$$

trong đó: \tilde{K}_e là ma trận cứng tổng thể đàn hồi, $\Delta \tilde{\delta}^*$ là ma trận chuyển vị tăng thêm.

$$\Delta \tilde{\delta}^* = \tilde{K}_e^{-1} \Delta \tilde{R} \quad (11)$$

$\Delta \tilde{R}$: là ma trận tải tăng thêm.

$$\Delta \tilde{\delta} = (\Delta \tilde{\delta}^* + \Delta \tilde{\delta}) \quad (12)$$

$\Delta \tilde{\delta}$ ma trận chuyển vị dẻo tăng thêm, $\Delta \tilde{\delta}$ là tổng lượng chuyển vị tăng thêm của toàn kết cấu.

$$\tilde{K} = \tilde{K}_e + \tilde{K}_p \quad (13)$$

\tilde{K} là ma trận cứng tổng thể của toàn kết cấu, \tilde{K}_p là ma trận cứng đường chéo chính khi vật liệu bắt đầu làm việc trong giai đoạn dẻo.

$$\tilde{K}_p = \int_V \tilde{B}^T \tilde{D}_p \tilde{B} dV \quad (14)$$

Quá trình tính toán tích phân từng bước sẽ

dừng lại khi $\frac{\Delta \tilde{\delta}_{n-1} - \Delta \tilde{\delta}_n}{\Delta \tilde{\delta}_n} \leq \varepsilon_1$.

II.2 Phương pháp phản ứng lực

Phương pháp phản ứng lực cho rằng lực do quá trình dỡ tải phát sinh do quá trình đào và ứng suất phát sinh trên mặt nền môi trường khi đào là hai lực cùng phương ngược chiều và có độ lớn như nhau. Từ quan điểm đó nên việc xác định ứng suất phát sinh trong nền khi thi công công trình ngầm chính là việc xác định tải trọng phát sinh do quá trình đào móng sinh ra và việc mô phỏng quá trình thi công hết sức quan trọng có ảnh hưởng lớn đến việc

xác định các tải trọng này. Dựa trên trường ứng suất tự nhiên ban đầu, thông qua việc giải phương trình tuyến tính xác định được ứng suất tại các biên. Dựa vào các quan hệ của ứng suất biến dạng trong giai đoạn đàn hồi, tiến hành xác định xác định tải trọng phát sinh trong quá trình dỡ tải. Giải phương trình cân bằng để thu được trường chuyển vị tăng thêm. Quá trình cứ tiếp diễn như vậy cho đến khi kết

thúc quá trình đào.

Nếu gọi trường ứng suất ban đầu trong môi trường là $\{\sigma\}^0$, trường chuyển vị tương đối ban đầu là $\{u\}^0$, i là thứ tự bước đào thi công, ứng suất pháp ban đầu tại bước đào thứ i là $\{\sigma_0\}^i$, tải trọng phát sinh trong quá trình đào bước thứ i được xác định như sau:

$$\left. \begin{aligned} p_x^i &= \frac{1}{6} \left[2\sigma_x^i (b_1 + b_2) + \sigma_x^{i+1} b_2 + \sigma_x^{i-1} b_1 + 2\tau_{xy}^i (a_1 + a_2) + \tau_{xy}^{i+1} a_2 + \tau_{xy}^{i-1} a_1 \right] \\ p_y^i &= \frac{1}{6} \left[2\sigma_y^i (a_1 + a_2) + \sigma_y^{i+1} a_2 + \sigma_y^{i-1} a_1 + 2\tau_{xy}^i (b_1 + b_2) + \tau_{xy}^{i+1} b_2 + \tau_{xy}^{i-1} b_1 \right] \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

trong đó:

$$a_1 = x_{i-1} - x_i, \quad a_2 = x_i - x_{i+1},$$

$$b_1 = y_i - y_{i-1}, \quad b_2 = y_{i+1} - y_i.$$

Nếu hệ trục tọa độ x, y trùng với phương của ứng suất chính đồng nghĩa với $\tau_{xy} = 0$, khi đó công thức (15) có thể rút gọn thành:

$$\left. \begin{aligned} p_x^i &= \frac{1}{6} \left[2\sigma_x^i (b_1 + b_2) + \sigma_x^{i+1} b_2 + \sigma_x^{i-1} b_1 \right] \\ p_y^i &= \frac{1}{6} \left[2\sigma_y^i (a_1 + a_2) + \sigma_y^{i+1} a_2 + \sigma_y^{i-1} a_1 \right] \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Nếu trường ứng suất ban đầu được định nghĩa là trường ứng suất trung bình, công thức (15) có thể được viết dưới dạng:

$$\left. \begin{aligned} p_x^i &= \frac{1}{2} \left[\sigma_{x0} (b_1 + b_2) + \tau_{xy0} (a_1 + a_2) \right] \\ p_y^i &= \frac{1}{2} \left[\sigma_{y0} (a_1 + a_2) + \tau_{xy0} (b_1 + b_2) \right] \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Nếu hệ trục tọa độ x, y trùng với phương của ứng suất chính, công thức (7) có thể rút gọn thành:

$$\left. \begin{aligned} p_x^i &= \frac{1}{2} \left[\sigma_{x0} (b_1 + b_2) \right] \\ p_y^i &= \frac{1}{2} \left[\sigma_{y0} (a_1 + a_2) \right] \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Trường ứng suất và chuyển vị cuối cùng được xác định từ trường ứng suất, chuyển vị ban đầu sau khi đã bổ sung cộng dồn các trường ứng suất, chuyển vị tăng thêm trong các bước đào thi công:

$$\{\sigma\} = \{\sigma_0\} + \{\sigma_1\} + \{\sigma_2\} + \dots + \{\sigma_n\} \quad (19)$$

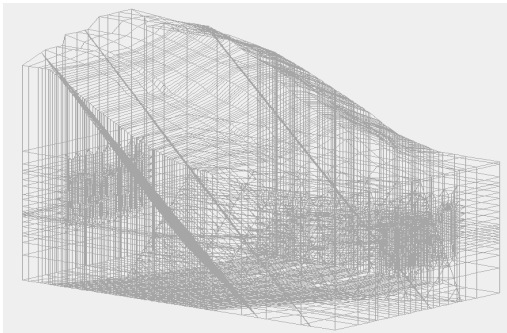
$$\{u\} = \{u_1\} + \{u_2\} + \dots + \{u_n\} \quad (20)$$

III. Công trình ứng dụng

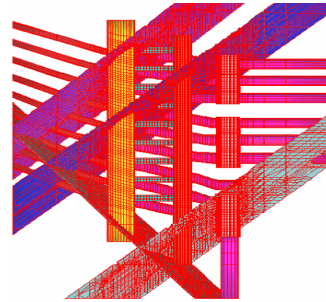
Công trình ứng dụng được lựa chọn trong nghiên cứu là một công trình thực tế 9 tổ máy. Quá trình tính toán được thực hiện mô phỏng toàn bộ quá trình đào thi công đường hầm dẫn nước, gian nhà máy, đường hầm tháo nước theo đúng trình tự thiết kế. Quan tâm và chú ý nhất trong nghiên cứu tập trung vào các đường hầm lấy nước số 6, 7, 8 là những đường hầm có tuyến cong và các đường hầm tháo nước số 4, 5, 6, 7, 8, 9 và không nghiên cứu vào đường hầm dẫn nước tập trung thoát ra hạ lưu. Điều đáng chú ý ở đây là gian nhà máy số 3 có các đường hầm tháo nước trước khi vào tháp điều áp có tuyến cong sẽ có nhiều ảnh hưởng trong quá trình phát sinh ứng suất của vùng này. Sự ảnh hưởng của 4 vết nứt địa tầng tới phân bố ứng suất trong khu nhà máy cũng đã được xem xét một cách thỏa đáng. Toàn bộ chiều dài tuyến công trình ngầm rộng 552.5 m trong đó phạm vi gian nhà máy ngầm 9 tổ máy dài 292.5 m, Tổ máy số 9 đào dài 100m, tổ máy số 1 đào dài 160 m. Cao trình đặt máy ở cao độ 345m, vị trí trung tâm gian nhà máy cách thượng lưu 115m, cách hạ lưu 230 m. Trong quá trình nghiên cứu, có xét đến ảnh hưởng của các đứt gãy địa tầng F_1, F_5, F_{12}, F_{18} trong đó F_5, F_{12} và F_{18} là ba đứt gãy nằm ngang, đứt gãy F_1 vuông góc với ba đứt gãy này, Lưới phân tử thể hiện toàn bộ quá trình thi công công trình ngầm được thể hiện trên hình 3-3 với 212106 điểm

nút, 211578 phần tử. Vị trí các đứt gãy địa tầng F_1, F_5, F_{12}, F_{18} được thể hiện trong hình 3-4. Để gia tăng mức độ chính xác trong quá trình tính toán về mức độ phức tạp của

địa chất, ảnh hưởng của quá trình thi công, ở đây lựa chọn kiểu phân tầng HL0+051.250, HL0+258.250, HR0+000.250 để tính toán phi tuyến tính.



Hình 3-3. Mô hình không gian ba chiều phân tích ứng suất nhà máy thủy điện



Hình 3-4. Mô tả các đứt gãy F_1, F_5, F_{12}, F_{18} dùng trong tính toán

III.1 Mô phỏng quá trình thi công

Phương án thi công được thể hiện như ở bảng 3.1

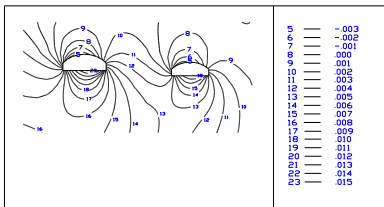
III.2 Phân tích kết quả tính toán

Lựa chọn mặt cắt qua tổ máy số 2 để tiến hành phân tích kết quả tính toán trong suốt quá trình thi công.

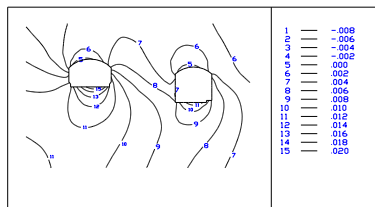
Kết quả phân tích chuyển vị:

Bảng 3.1. Tiến độ thi công

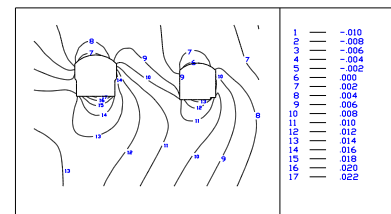
Bước thi công	Cao trình gian nhà máy (m)	Cao trình phòng điều khiển (m)	Đường hầm lấy nước (m)
1	250.4	245.7	263.0
2	241.2	236.7	256.5
3	230.7	227.8	250.7
4	221.5	221.5	244.0
5	211.5		234.0
6	205.0		222.5



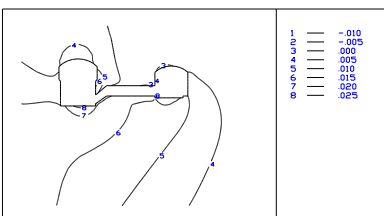
Hình 3-1. Đồ thị chuyển vị (bước đào 1, đơn vị: m)



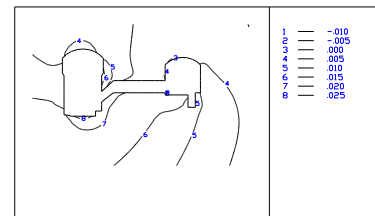
Hình 3-2. Đồ thị chuyển vị (bước đào 2, đơn vị: m)



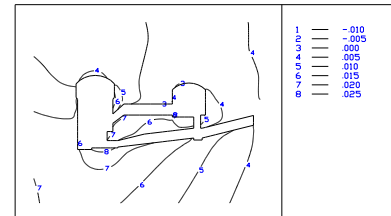
Hình 3-3. Đồ thị chuyển vị (bước đào 3, đơn vị: m)



Hình 3-4. Đồ thị chuyển vị (bước đào 4, đơn vị: m)

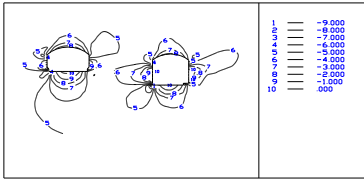


Hình 3-5. Đồ thị chuyển vị (bước đào 5, đơn vị: m)

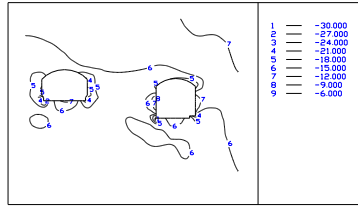


Hình 3-6. Đồ thị chuyển vị (bước đào 6, đơn vị: m)

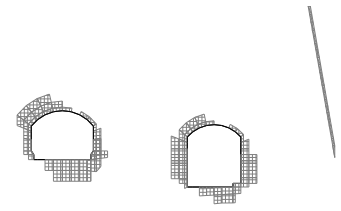
Kết quả phân tích ứng suất và vùng dẻo:



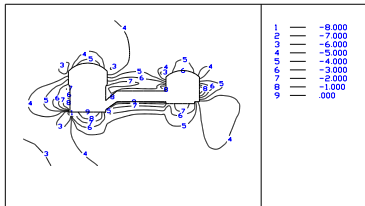
Hình 3-7 Dạng ứng suất kéo chính mặt cắt dọc tổ máy 2 (bước đào 2, đơn vị: MPa)



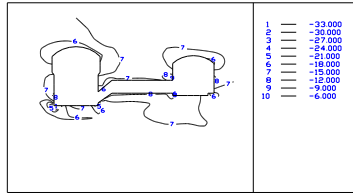
Hình 3-8 Đường đẳng ứng suất nén chính mặt cắt dọc tổ máy 2 (bước đào 2, đơn vị: MPa)



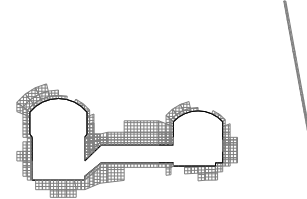
Hình 3-9 Vùng tính dẻo mặt cắt dọc tổ máy 2 (bước đào 2)



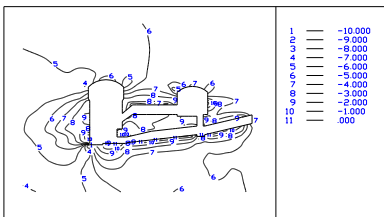
Hình 3-10 Dạng ứng suất kéo chính mặt cắt dọc tổ máy 2 (bước đào 4, đơn vị: MPa)



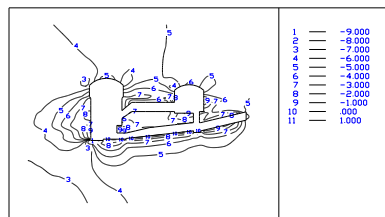
Hình 3-11 Dạng ứng suất nén chính mặt cắt dọc tổ máy 2 (bước đào 4, đơn vị: MPa)



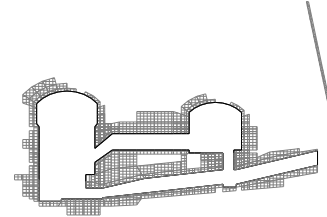
Hình 3-12 Vùng tính dẻo mặt cắt dọc tổ máy 2 (bước đào 4)



Hình 3-13 Dạng ứng suất kéo chính mặt cắt dọc tổ máy 2 (bước đào 6, đơn vị: MPa)



Hình 3-14 Dạng ứng suất nén chính mặt cắt dọc tổ máy 2 (bước đào 6, đơn vị: MPa)



Hình 3-12 Vùng tính dẻo mặt cắt dọc tổ máy 2 (bước đào 6)

Các kết quả tính toán thể hiện mặt cắt dọc tổ máy số 2 mô phỏng số chân thực quá trình thi công toàn gian nhà máy ngầm, đã phân tích chi tiết trường chuyển vị khối đá trong các giai đoạn đào, hai cấp trường chuyển vị cùng với đặc trưng biến hình vùng tính dẻo, cung cấp các số liệu để phân tích ổn định nhà máy ngầm.

1) Giá trị chuyển vị phát sinh trong quá trình đào không quá lớn, nói chung đều nhỏ hơn 25.0 mm, chỉ có vùng cục bộ gần các gian nhà máy vượt quá 30 mm, mặc dù ảnh hưởng đối với tính ổn định khối đá không quá lớn nhưng cũng cần phải gia cố chống đỡ.

2) Tổng thể trong quá trình đào, đại bộ phận trong vùng đều là ứng suất nén, chỉ có một vùng nhỏ (đáy cuối đường hầm, vùng cục

bộ sát đường hầm dẫn nước dưới tường thượng lưu nhà máy chính) phát sinh ứng suất kéo nhưng không lớn. Giá trị ứng suất toàn gian nhà máy đều nằm trong khoảng từ -43.0 ~ 1.0 MPa.

3) Sau khi hoàn thành quá trình đào, toàn gian nhà máy đã xuất hiện vùng tính dẻo với mức độ khác nhau, khi tiến hành gia cố chống đỡ nên xem xét kỹ, đặc biệt là các vùng giao giữa các gian nhà máy.

IV. Kết luận

Bài báo sử dụng phương pháp hỗn hợp tiến hành mô phỏng quá trình đào nhà máy thủy điện ngầm, quá trình mô phỏng bao gồm các bước cơ bản: đầu tiên từ mô hình phần tử hữu hạn tiến hành tính toán phân tích với bước gia tải thứ nhất, thu được trường ứng suất ban

đầu. Sau đó từ trường ứng suất ban đầu này lại đưa vào mô hình phần tử hữu hạn, đồng thời lấy chuyển vị bằng 0, từ đó tiến hành phân tích mô phỏng với các bước đào, thu được trường chuyển vị và trường ứng suất, đây chính là trường chuyển vị và trường ứng suất thực tế.

Thông qua mô phỏng quá trình thi công một công trình thực tế đã biết, điều chỉnh mô hình phân tích và tham số tính toán, đối với

các vùng khác nhau không cùng tính chất có thể sử dụng phương pháp phân tích khác nhau để tiến hành dự báo ổn định và biến hình, đề xuất phương án thi công hợp lý và các biện pháp gia cố nếu có, điểm quan trọng của bài báo này chính là đã xác định được phạm vi tính toán và điều kiện biên của mô hình cùng với phương pháp mô phỏng quá trình đào nhà máy ngầm, đồng thời thu được một vài kết quả mô phỏng có giá trị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đào Văn Hưng, 2010. Phân tích ứng suất biến dạng và ổn định hệ thống Nhà máy Thủy điện ngầm (Luận án Tiến sỹ), Đại học Hà Hải - Trung Quốc. (Trung Văn)
- [2] Nguyễn Quốc Hùng, Nguyễn Thế Hùng, 2004. Thiết kế công trình hầm Giao thông. NXB Giao thông vận tải.
- [3] Zhang You Tian, 1999. Thiết kế kết cấu công trình ngầm thủy công - Trung Quốc, NXB Thủy điện Tây Bắc. (Trung Văn)
- [4] Li Shi Hui, 1999. Lý thuyết mới trong thiết kế gia cố đường hầm. Bắc Kinh: Nhà xuất bản Khoa học. (Trung Văn)
- [5] ZhuWei Sheng, 2004. Nghiên cứu tính ổn định của hệ thống công trình ngầm quy mô lớn, Tạp chí Cơ học đất đá và công trình. (Trung Văn)
- [6] Zhang You Tian, 2001. Bài học kinh nghiệm trong xây dựng đường hầm thủy công. Tạp chí Thủy lợi Thủy điện Quý Châu. (Trung văn)
- [7] Kong De Sen, Luan Mao Tian, 2005. Nghiên cứu phương pháp phân tích trị số cơ học đất đá, Tạp chí Kỹ thuật công trình đất đá. (Trung văn)
- [8]. Zheng Zhi, 2001. Sự phát triển công trình ngầm thủy công, Tạp chí Thủy lợi thủy điện Quý Châu. (Trung Văn)
- [9]. Trần Bảo Việt, Bùi Trọng Cầu, 2006. Phương pháp convergence - confinement trong thiết kế hầm. Tạp chí cầu đường.
- [10] C.Carranza Torroes, C.Feirhurst, 2000. Application of the convergence - confinement method of tunnel design to rock mass that satisfy the Hoek - Brown failure criterion, Tunnelling ang underground space.

Abstract

STRESS ANALYSIS OF SUBTERRANEAN HYDROPOWER PLANTS DURING CONSTRUCTION

Dr. Dao Van Hung, Assoc. Prof. Nguyen Quang Hung
Faculty Of Civil Engineering, Water Resources University

Deeply-placed subterranean hydropower plants in natural environment must bear greatly complicated loads. The construction has changed the natural stress state, disrupted the initial equilibrium state and exerted impacts on load-bearing structures of subterranean plants. Contents introduced in this paper are the stress analysis of subterranean hydropower plants during construction taking the actual geological faults into consideration. Initial research results have shown an overall picture of actual evolution of stress change in the medium during construction stage.

Keyword: *subterranean hydropower; stress; deformation; construction*