

MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ CƠ HỌC CÔNG TRÌNH NGẦM

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

1. Một số vấn đề nghiên cứu tổng quan

Cơ học công trình ngầm là lĩnh vực nghiên cứu về sự biến đổi trạng thái cơ học của kết cấu chống giữ, mối quan hệ tương tác giữa kết cấu chống giữ và khối đá bao quanh, sự biến đổi của khối đá do sự tồn tại của công trình ngầm, thiết kế-tính toán kết cấu chống giữ nhằm đảm bảo an toàn cho quá trình sử dụng công trình ngầm trong suốt thời gian tồn tại của chúng.

So với các kết cấu xây dựng lộ thiên, kết cấu xây dựng công trình ngầm có một số đặc điểm khác biệt nổi bật sau đây:

- ❖ Điều kiện thi công, lắp đặt kết cấu chống giữ công trình ngầm rất phức tạp, diện công tác dưới phần ngầm bị hạn chế...

- ❖ Nếu công trình xây dựng lộ thiên chịu sự tác động không đáng kể, không thường xuyên, không liên tục của môi trường (mưa, băng giá-tuyết, gió, động đất...) thì công trình ngầm luôn luôn chịu sự tác động của môi trường đất đá, khí ngầm, nước ngầm, trọng trường... ở mức độ rất mạnh, rất lớn;

- ❖ Trong quá trình sử dụng, vận hành công trình ngầm, giữa môi trường đất đá bao quanh và kết cấu xây dựng luôn luôn tồn tại những mối quan hệ tác dụng cơ học, hoá-lý... rất phức tạp;

- ❖ Các kết cấu xây dựng công trình ngầm thường phải làm việc trong những điều kiện nguy hiểm, nặng nề hơn: đặc tính ăn mòn, xâm thực của nước ngầm, tác động có hại của môi trường vi khí hậu ngầm, khí ngầm...;

- ❖ Cấu tạo của các kết cấu xây dựng công trình ngầm về cơ bản có nhiều loại hoàn toàn khác biệt so với các kết cấu xây dựng lộ thiên: nếu các kết cấu xây dựng lộ thiên gần như làm việc độc lập với môi trường bao quanh thì phần lớn kết cấu chống giữ công trình ngầm luôn luôn vận hành trong cùng một tổ hợp liên kết khăng khít, chặt chẽ với môi trường bao quanh. Một số loại kết cấu chống giữ còn bao gồm một phần của môi trường, cùng làm việc và khai thác khả năng mang tải của môi trường bao quanh: vì neo; các lớp-vòng đất đá được gia cường...;

- ❖ Nếu các công trình xây dựng lộ thiên chỉ sử dụng các kết cấu xây dựng không biến hình thì các loại công trình ngầm thường sử dụng cả kết cấu xây dựng biến hình và kết cấu xây dựng không biến hình. Khi xuất hiện những phá huỷ cục bộ trong một (hoặc một số) bộ phận cấu thành thì kết cấu công trình lộ thiên có thể sẽ chuyển đổi từ kết cấu không biến hình sang kết cấu biến hình. Những phá huỷ cục bộ xuất hiện trong các kết cấu xây dựng lộ thiên trong nhiều trường hợp thường sẽ dẫn đến hiện tượng phá huỷ toàn cục của tổ hợp kết cấu xây dựng. Trong trường hợp này, kết cấu lộ thiên có thể sẽ không thể thoả mãn yêu cầu an toàn sử dụng trong giai đoạn tiếp theo. Vì vậy, thường các kết cấu xây dựng lộ thiên phải được tính toán sao cho chúng không bị phá huỷ, dù chỉ những phá huỷ cục bộ. Ngược lại, khi xuất hiện phá huỷ cục bộ, các kết cấu chống giữ công trình ngầm không biến hình nguyên thủy có thể sẽ trở thành kết cấu biến hình. Tuy nhiên, sự biến đổi cấu tạo này của hệ không làm cho kết cấu chống giữ công trình ngầm mất ổn định, mất độ bền vững. Sự xuất hiện những phá huỷ cục bộ mới trong kết cấu ban đầu chỉ có thể làm xuất hiện những mối liên kết dạng khớp mới trong kết cấu, làm thay đổi trạng thái cơ học của ban đầu của kết cấu. Trên thực tế, sự biến đổi cơ học này sẽ chuyển đổi trạng thái cơ học không bền vững (xuất hiện trước thời điểm xuất hiện phá huỷ) của kết cấu chống giữ công trình ngầm sang trạng thái cơ học bền vững mới.

Ngoài những khó khăn trên đây, trong quá trình giải quyết các bài toán cơ học công trình ngầm người thiết kế thường gặp những khó khăn cơ bản sau đây:

- ❖ Sự phức tạp của bài toán mô hình hoá vật thể địa chất-môi trường đất đá: các đặc tính phân lớp, phân phiến; sự tồn tại các mặt yếu cấu trúc, nứt nẻ, phá huỷ địa chất kiến tạo; sự tác động của nước ngầm, khí ngầm...;

- ❖ Sự phức tạp của bài toán xác định trường ứng suất nguyên sinh...;

- ❖ Sự phức tạp của quá trình mô hình hoá hệ thống "kết cấu chống giữ-khối đá"; mô hình khối đá; mô hình kết cấu chống giữ công trình ngầm; xác định vùng ảnh

hưởng của công trình ngầm trong khối đá bao quanh, kích thước của vùng ảnh hưởng...;

❖ Sự phức tạp của quá trình mô hình mối liên kết giữa kết cấu chống giữ và môi trường đất đá bao quanh;

❖ Vấn đề thay đổi tính chất, cấu trúc, mối quan hệ tương tác giữa các thành phần cấu thành của khối đá, kết cấu chống giữ, mối liên kết giữa kết cấu chống giữ và khối đá bao quanh công trình ngầm theo thời gian;

❖ Vấn đề biến đổi của hệ thống “kết cấu chống giữ-khối đá” theo thời gian, không gian có xét đến sự xuất hiện các phá huỷ cục bộ của các thành phần cấu thành hệ thống (khối đá, kết cấu chống giữ, mối liên kết khối đá với kết cấu chống giữ...);

❖ Vấn đề sự biến đổi trạng thái ứng suất-biến dạng của kết cấu chống giữ theo thời gian từ những phá huỷ cục bộ dẫn đến phá huỷ toàn cục của toàn bộ kết cấu;

❖ Vấn đề tính toán kết cấu chống giữ, xác định áp lực tác dụng lên công trình ngầm....

2. Sự phức tạp của bài toán mô hình hoá vật thể địa chất-môi trường đất đá

Môi trường đất đá bao quanh là nền tảng vật chất, là chỗ dựa cho công trình ngầm tồn tại. Khối đá vừa là lớp bảo vệ trực tiếp (nhờ khả năng mang tải của chúng) vừa là nguồn gốc trực tiếp gây ra phần lớn các sự cố, tai nạn... cho công trình ngầm. Để giải quyết tất cả các bài toán cơ học công trình ngầm, người thiết kế phải hiểu biết rõ sự ứng xử của môi trường đất đá khi có và không có công trình ngầm thông qua mô hình của chúng. Đây là một vấn đề rất khó và vẫn chưa được giải quyết trọn vẹn trên thực tế. Mọi sự tiếp cận của các nhà khoa học để giải quyết vấn đề này vẫn chỉ mang lại những kết quả gần đúng vì những khó khăn không thể vượt qua được sau đây:

❖ Sự phức tạp của cấu trúc, tính chất cơ-lý của môi trường khối đá: sự tồn tại các chủng loại mặt yếu trong khối đá; các đặc điểm phân lớp, phân phiến, nứt nẻ; các phá huỷ kiến tạo địa chất...;

❖ Sự phức tạp của thành phần thạch học môi trường đất đá;

❖ Sự phức tạp của thành phần, tính chất, sự chuyển dịch... nước ngầm, khí ngầm,... trong môi trường địa chất;

❖ Sự phức tạp của việc xác định trường ứng suất nguyên sinh trong khối đá;

❖ Sự biến đổi của tất cả các yếu tố trên theo thời gian, trong không gian....

Ví dụ, nhiều tác giả vẫn quan niệm rằng thành phần ứng suất pháp “ σ_y ” có nguồn gốc trọng trường trong trường ứng suất nguyên sinh được xác định trên cơ sở trọng lượng cột đá có chiều sâu “ h ” tính từ vị trí xem xét đến mặt đất [2], [3], [4]:

$$\sigma_y = \int_0^h [\gamma(y).dy]. \quad (1)$$

Tại đây: $\gamma(y)$ - Trọng lượng thể tích khối đá tùy theo chiều sâu “ y ” của vị trí tính toán, MN/m³.

Cơ sở tính toán trường ứng suất nguyên sinh khối đá hiện nay chủ yếu dựa trên định luật thủy tĩnh. Theo định luật này, thành phần ứng suất pháp có nguồn gốc trọng trường sẽ được xác định theo biểu thức (1). Đây là điều chưa hợp lý.

Trên thực tế, đá hoàn toàn khác với các loại chất lỏng và không thể như là một tập hợp các chất điểm vô cùng nhỏ, không có hình dạng, kích thước như chất lỏng. Trong đá luôn luôn tồn tại lực ma sát, lực dính kết, các móc nối cơ học... Trong khối đá thường xuyên có xu thế bảo toàn độ liên khối ban đầu chống lại những tác dụng của ngoại lực. Xu thế này thể hiện ở khả năng kháng nén, kháng cắt cao chống lại các biến dạng nén, biến dạng cắt và quá trình phá huỷ tính liên khối tại vị trí các mặt yếu. Tại đây lực dính kết sẽ triệt tiêu một phần giá trị áp lực có nguồn gốc trọng trường. Trọng lượng phần khối đá giới hạn trong một thể tích nào đó phải khác với giá trị áp lực trọng trường tác dụng lên diện tích mặt đáy do ảnh hưởng triệt tiêu của lực liên kết với môi trường.

Trong một khối đá tương đối cứng, đồng nhất, các phần tử, khối nguyên đá tiếp xúc với nhau và bảo toàn độ liên khối nhờ lực liên kết phân tử, lực ma sát và lực liên kết cơ học trên các mặt tiếp xúc. Trên thực tế gần như không thể thực hiện việc đo đạc riêng lẻ, xem xét các lực liên kết và mô hình hoá các mặt tiếp xúc. Các lực dính kết này có thể (và hợp lý hơn) nên liên kết vào cùng một khái niệm “lực dính kết tổng hợp” [5]. “Lực dính kết tổng hợp” sẽ gây ra sự cản trở quá trình biến dạng, chuyển dịch các phần tử, khối nguyên cấu thành khối đá thực tế. “Lực dính kết tổng hợp” được cụ thể hoá thông qua “hệ số giảm áp lực cột đá do lực dính kết tổng hợp” - “ k_{th} ” ($k_{th} < 1$) [5].

Từ cơ sở phân tích trên đây, trong quá trình dự đoán trường ứng suất nguyên sinh của khối đá, chúng tôi [5] đã đề xuất biểu thức sau đây để tính toán thành phần ứng suất pháp có nguồn gốc trọng trường:

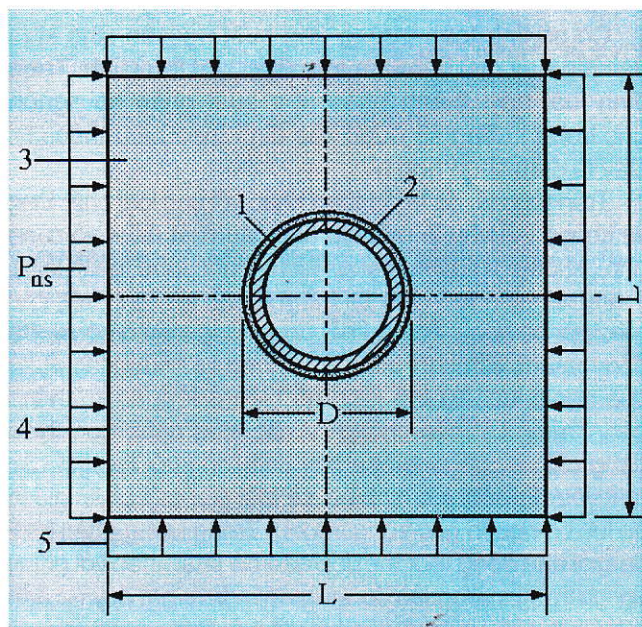
$$\sigma_y = \left\{ k_{th} \cdot \int_0^h [\gamma(y).dy]. \right\} \quad (2)$$

Tại đây: k_{th} - Hệ số giảm áp do tác động của “lực dính kết tổng hợp”.

3. Sự phức tạp của quá trình mô hình hoá hệ thống “kết cấu chống giữ-khối đá”

Việc thiết kế, tính toán kết cấu chống giữ công trình ngầm bằng các giải pháp thay thế môi trường đất đá bằng một hệ áp lực tác dụng kết cấu chống giữ có rất nhiều nhược điểm. Quan điểm này chứa đựng trong chính phương pháp tiếp cận rất nhiều sai sót về bản

chất. Các phương pháp tính toán được xây dựng trên cách tiếp cận này rất gần với cách tính toán các kết cấu xây dựng lộ thiên. Vì vậy, trên thực tế chúng ngày càng ít khi được sử dụng.



H.1. Mô hình tương tác giữa kết cấu chống giữ công trình ngầm và khối đá bao quanh: 1 - Công trình ngầm; 2 - Mối liên hệ giữa khối đá và công trình ngầm; 3 - Khối đá bao quanh công trình ngầm; 4 - Biên giới vùng khối đá ảnh hưởng trực tiếp đến công trình ngầm; 5 - Trường ứng suất nguyên sinh tác dụng vào vùng khối đá ảnh hưởng trực tiếp đến công trình ngầm; D - Đường kính thi công của công trình ngầm, m; L - Chiều rộng khu vực khối đá ảnh hưởng trực tiếp đến kết cấu công trình ngầm, m; P_{ns} - Trường ứng suất nguyên sinh khối đá, MPa.

Giữa kết cấu chống giữ công trình ngầm và khối đá bao quanh luôn luôn tồn tại sự tương tác rất phức tạp. trạng thái của khối đá bao quanh công trình ngầm và trạng thái cơ học của công trình ngầm không thể tách rời nhau được. Các trạng thái cơ học này phải có mối quan hệ hữu cơ rất khăng khít trên cơ sở vận hành đồng thời, thống nhất của hệ cơ học "kết cấu chống giữ-khối đá" (H.1). Chính trạng thái cơ học tổng hợp của hệ sẽ phản ánh sự ứng xử của từng thành phần trong hệ và của toàn hệ thống. Chỉ có thể khảo sát toàn bộ hệ thống "kết cấu chống giữ-khối đá" chúng ta mới có thể giải quyết được các bài toán cơ học công trình ngầm một cách đầy đủ, hợp lý.

Quá trình mô hình hoá hệ thống học "kết cấu chống giữ-khối đá" (H.1) sẽ phải giải quyết những vấn đề lớn sau đây: mô hình hoá khối đá bao quanh công trình ngầm; mô hình hoá mối liên kết giữa khối đá và kết cấu chống giữ công trình ngầm; mô hình hoá kết

cấu chống giữ công trình ngầm; nghiên cứu xác định vùng ảnh hưởng của công trình ngầm trong khối đá bao quanh, kích thước "L" của vùng ảnh hưởng....

Ví dụ, kích thước "L" của vùng ảnh hưởng trực tiếp lên kết cấu chống giữ công trình ngầm có thể sơ bộ lựa chọn theo mối quan hệ sau [1], [2], [3], [4]:

$$L = [(5 \div 6) \times D], \text{ m.} \quad (3)$$

Tại đây: D - Bán kính thi công quy đổi lớn nhất của công trình ngầm, m.

Tuy nhiên, cho đến nay chỉ riêng vấn đề này cũng vẫn chưa được giải quyết thấu đáo. Mối quan hệ (3) mới chỉ mang tính định hướng sơ bộ. Trên thực tế, sự thay đổi kích thước vùng nghiên cứu "L" sẽ gây nên những ảnh hưởng cuối cùng đến kết quả tính toán trạng thái ứng suất-biến dạng của kết cấu chống giữ công trình ngầm. Từ đây có thể gây nên những sai lệch cho việc lựa chọn kết cấu chống giữ hợp lý cho công trình ngầm.

4. Mô hình hoá mối liên kết giữa kết cấu chống giữ và môi trường đất đá bao quanh

Mối liên kết giữa kết cấu chống giữ và môi trường đất đá bao quanh có ý nghĩa rất quan trọng. Chính mối quan hệ này là cầu nối chuyển tải tất cả mọi sự tác động của môi trường đất đá bao quanh đến kết cấu chống giữ, sự ảnh hưởng của khối đá bao quanh lên kết cấu chống giữ. Chính mối liên kết này sẽ thực hiện sự tác động ngược trở lại của kết cấu chống giữ lên môi trường bao quanh. Việc nghiên cứu xác định mô hình hoá mối liên kết giữa kết cấu chống giữ và khối đá bao quanh sẽ làm cho bài toán thiết kế, tính toán kết cấu chống giữ công trình ngầm trở nên tin cậy, hợp lý, thuyết phục hơn. Kết quả tính toán thiết kế kết cấu chống giữ công trình ngầm khi đó sẽ mang lại sự an toàn lâu dài cho công trình ngầm.

Hiện nay mối liên kết giữa kết cấu chống giữ và môi trường đất đá bao quanh là một trong nhiều vấn đề chưa được nghiên cứu đầy đủ. Điều này không chỉ do việc các nhà nghiên cứu cơ học công trình ngầm chưa nhận thức được ý nghĩa, tầm quan trọng của chúng mà là do sự phức tạp quá lớn của vấn đề nghiên cứu.

Cho đến nay, nhiều nhà khoa học mới chỉ dừng lại ở ba chủng loại mối liên kết giữa kết cấu chống giữ và môi trường đất đá bao quanh như sau [1]:

- ❖ Giữa kết cấu chống giữ và môi trường đất đá bao quanh tồn tại mối liên kết chặt chẽ, liên khối (mối liên kết khối). Tại đây có mối liên hệ lực liên kết hướng tâm (P_n) vuông góc với mặt tiếp xúc và lực liên kết theo phương tiếp tuyến song song với mặt tiếp xúc (P_t);

- ❖ Giữa kết cấu chống giữ và môi trường đất đá bao quanh tồn tại mối liên kết ma sát (mối liên kết bề mặt). Tại đây có mối liên hệ lực hướng tâm (P_n) vuông góc với mặt tiếp xúc và lực ma sát theo phương tiếp tuyến song song với mặt tiếp xúc (P_{ms});

❖ Giữa kết cấu chống giữ và môi trường đất đá bao quanh tồn tại mối liên kết lần (mối liên kết điểm). Tại đây không có mối liên hệ lực hướng tâm (P_n) vuông góc với mặt tiếp xúc và không có lực ma sát (P_{ms}) theo phương tiếp tuyến song song với mặt tiếp xúc.

Rõ ràng việc chỉ xem xét ba mối liên kết trên đây vẫn chưa thể hiện đầy đủ bức tranh quan hệ phức tạp giữa kết cấu chống giữ và môi trường khối đá bao quanh. Ba mối liên hệ trên đây vẫn chưa phản ánh tất cả các mối liên kết của kết cấu chống giữ và môi trường bao quanh. Trên thực tế, mối liên kết giữa kết cấu chống giữ và môi trường khối đá bao quanh phụ thuộc vào một số yếu tố chủ yếu như sau:

❖ Khoảng cách giữa kết cấu chống giữ và môi trường khối đá;

❖ Số lượng, đặc điểm vị trí tiếp xúc trực tiếp, gián tiếp kết cấu chống giữ và môi trường khối đá;

❖ Đặc điểm các bề mặt tiếp xúc của kết cấu chống giữ và môi trường khối đá;

❖ Đặc điểm tồn tại của các khoảng trống công nghệ giữa kết cấu chống giữ và môi trường khối đá;

❖ Vật liệu liên kết giữa kết cấu chống giữ và môi trường khối đá;

❖ Đặc điểm tiếp xúc giữa kết cấu chống giữ và môi trường khối đá;

❖ Góc tiếp xúc giữa kết cấu chống giữ và môi trường khối đá;

❖ Đặc điểm liên kết của khối đá với các thành phần riêng lẻ cấu thành kết cấu chống giữ trong toàn bộ kết cấu chống giữ công trình ngầm;

❖ Sự biến đổi của lớp vật liệu liên kết, khoảng trống công nghệ, các bề mặt tiếp xúc của kết cấu chống giữ và môi trường khối đá trong quá trình tác dụng tương hỗ của hệ thống “kết cấu chống giữ-khối đá bao quanh”;

❖ Đặc điểm chuyển đổi từ một chủng loại liên kết sang những chủng loại liên kết khác dưới tác dụng của ngoại lực....

❖ Sự biến đổi của các yếu tố trên đây và tổ hợp của chúng theo không gian, thời gian.

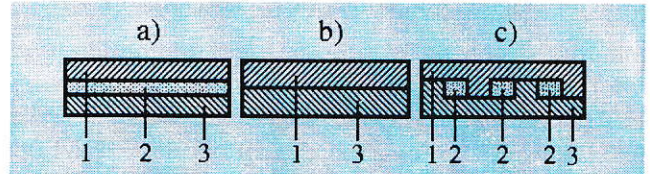
Khi xét đến đặc điểm khoảng cách giữa các vị trí tiếp xúc của kết cấu chống giữ với môi trường đất đá ta có thể chỉ ra những mối liên kết cơ bản giữa chúng như sau (H.2):

❖ Mối liên kết gián tiếp: giữa khối đá và kết cấu chống giữ tồn tại một lớp vật liệu liên kết trung gian (lớp vật liệu đệm, lớp vật liệu liên kết, khoảng trống... tự nhiên hoặc nhân tạo) (H.2.a). Tại đây khoảng cách giữa các vị trí tiếp xúc kết cấu chống giữ với môi trường đất đá có giá trị dương (lớn hơn không);

❖ Mối liên kết trực tiếp: giữa khối đá và kết cấu chống giữ không tồn tại lớp vật liệu liên kết trung gian; khối đá và kết cấu chống giữ liên kết với nhau bằng chính chúng, bằng chính các phần kết cấu, phần vật

liệu tại các vị trí tiếp xúc (H.2.b). Tại đây khoảng cách giữa các vị trí tiếp xúc của kết cấu chống giữ với môi trường đất đá có giá trị bằng không;

❖ Mối liên kết hỗn hợp: giữa khối đá và kết cấu chống giữ tồn tại tổ hợp của lớp vật liệu liên kết trung gian và các kết cấu liên kết trực tiếp (H.2.c). Tại đây khoảng cách giữa các vị trí tiếp xúc kết cấu chống giữ với môi trường đất đá có giá trị âm (nhỏ hơn không).



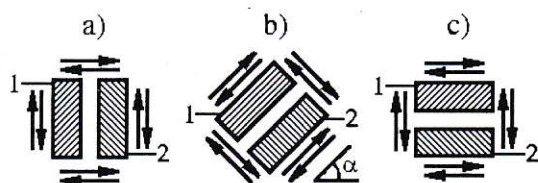
H.2. Mối liên hệ giữa đặc điểm khoảng cách và các loại liên kết của kết cấu chống giữ công trình ngầm với khối đá bao quanh: a - Mối liên kết gián tiếp; b - Mối liên kết trực tiếp; c - Mối liên kết hỗn hợp; 1 - Khối đá bao quanh công trình ngầm; 2 - Lớp vật liệu liên kết trung gian; 3 - Kết cấu chống giữ công trình ngầm.

Trong mối liên kết gián tiếp (H.2.a): mối quan hệ cơ học (đặc tính truyền tải, liên kết cơ học) giữa khối đá và kết cấu chống giữ được thực hiện thông qua lớp vật liệu liên kết trung gian. Lớp vật liệu đệm, lớp vật liệu liên kết... này có thể có nguồn gốc tự nhiên (vật liệu lấp nhét tự nhiên hình thành trong quá trình thi công công trình ngầm) hoặc nhân tạo (lớp vật liệu gia cường, lấp đầy...). Ngoài ra, trên thực tế có thể xuất hiện một dạng đặc biệt của lớp liên kết này dưới dạng khoảng trống, lớp đệm không khí rỗng liên tục hoặc đứt quãng (không liên tục). Tính chất cơ học của vật liệu lớp, tính chất liên kết bề mặt giữa lớp với khối đá và giữa lớp với kết cấu chống giữ công trình ngầm có ý nghĩa rất quan trọng trong quá trình mô hình hoá sự tương tác của chúng.

Trong mối liên kết trực tiếp (H.2.b): mối quan hệ cơ học (đặc tính truyền tải, liên kết cơ học) giữa khối đá và kết cấu chống giữ được thực hiện thông qua mối liên kết trực tiếp giữa chúng với nhau. Tính chất cơ học của khối đá, tính chất cơ học của vật liệu kết cấu chống giữ, tính chất hình học liên kết bề mặt giữa khối đá với kết cấu chống giữ công trình ngầm đóng vai trò rất quan trọng trong quá trình mô hình hoá sự tương tác của chúng.

Trong mối liên kết hỗn hợp (H.2.c): mối quan hệ cơ học (đặc tính truyền tải, liên kết cơ học) giữa khối đá và kết cấu chống giữ được thực hiện thông qua hai chủng loại mối liên kết - Mối liên kết trực tiếp và mối liên kết gián tiếp. Mức độ phức tạp của mối liên kết tại đây tăng lên gấp bội vì các nguyên nhân sau: sự tồn tại đồng thời, đan xen nhau không theo quy luật xác định

(mang tính ngẫu nhiên phức tạp) của hai mối liên hệ trên phạm vi bề mặt của mỗi thành phần cấu thành kết cấu chống giữ và trên toàn bộ kết cấu chống giữ công trình ngầm; tính chất biến đổi của các mối liên hệ thay đổi trong không gian tại tất cả các vị trí bề mặt liên kết; sự biến đổi ngẫu nhiên không theo quy luật xác định của các mối liên hệ về tính chất liên kết, tính chất truyền tải, kích thước mối liên kết, tính chất bề mặt liên kết, tính chất vật liệu lớp liên kết....



H.3. Mối liên hệ giữa đặc điểm hướng định vị trong không gian và các loại liên kết của kết cấu chống giữ công trình ngầm với khối đá bao quanh: a - Mối liên kết thẳng đứng; b - Mối liên kết nghiêng một góc " α " so với mặt phẳng nằm ngang; c - Mối liên kết song song với mặt phẳng nằm ngang; 1 - Khối đá bao quanh công trình ngầm; 2 - Kết cấu chống giữ công trình ngầm; mũi tên chỉ các hướng chuyển dịch có thể của kết cấu chống giữ và khối đá so với nhau.

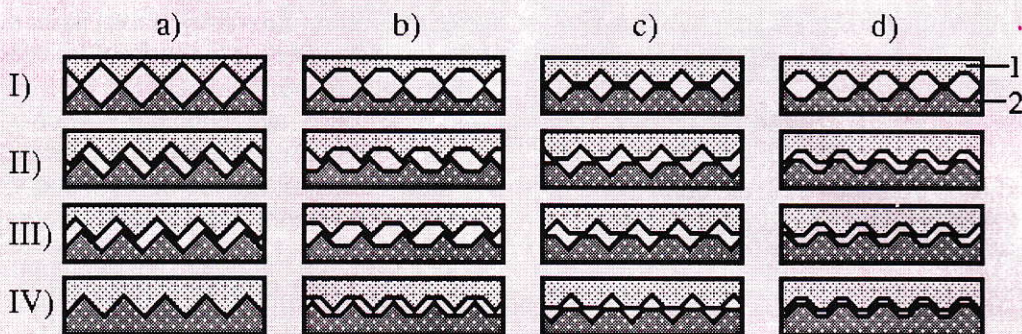
Khi xét đến đặc điểm hướng định vị trong không

gian của các mặt tiếp xúc giữa các vị trí tiếp xúc của kết cấu chống giữ với môi trường đất đá ta có thể chỉ ra những mối liên kết cơ bản giữa chúng như sau (H.3):

- ❖ Mối liên kết thẳng đứng (H.3.a);
- ❖ Mối liên kết nghiêng một góc " α " so với mặt phẳng nằm ngang (H.3.b);
- ❖ Mối liên kết song song với mặt phẳng nằm ngang (H.3.c).

Việc xem xét hướng hướng định vị trong không gian của các mặt tiếp xúc (thông qua góc " α ") phải được xem xét trong quá trình xác định các mối quan hệ tác dụng cơ học, truyền tải giữa kết cấu chống giữ công trình ngầm và khối đá bao quanh.

Rõ ràng tại đây không chỉ tồn tại các mối quan hệ lực nén ép theo phương vuông góc với mặt tiếp xúc " P_n " khi hai mặt tiếp xúc chuyển dịch đối hướng tiến gần nhau, lực cắt " P_c " theo hướng song song với mặt tiếp xúc mà còn cả lực kéo " P_k " khi hai mặt tiếp xúc chuyển dịch đối hướng rời xa ra khỏi nhau. Đây là một điều mà cho đến nay trong tất cả các mô hình tương tác "kết cấu chống giữ-khối đá bao quanh" ít khi xem xét đến. Ngoài ra, các mô hình mô phỏng hướng chuyển dịch của các mặt tiếp xúc tại H.3 không ổn định theo thời gian, Trên thực tế các hướng chuyển dịch này sẽ luôn biến đổi tùy theo sự tương tác của kết cấu chống giữ và môi trường đất đá bao quanh dưới sự tác dụng của ngoại lực.



H.4. Sơ đồ cấu tạo đặc trưng của một số chủng loại bề mặt tiếp xúc trực tiếp giữa kết cấu chống giữ công trình ngầm và khối đá bao quanh: a - Bề mặt có hình răng cưa đỉnh nhọn-đáy nhọn; b - Bề mặt có hình răng cưa đỉnh nhọn-đáy phẳng; c - Bề mặt có hình răng cưa đỉnh phẳng-đáy nhọn; d - Bề mặt có hình răng cưa đỉnh phẳng-đáy phẳng; 1 - Khối đá bao quanh công trình ngầm; 2 - Kết cấu chống giữ công trình ngầm; I-IV - Các pha dịch chuyển-liên kết bề mặt khác nhau.

Trong trường hợp tồn tại mối liên kết trực tiếp (H.2.b), sự tác động giữa kết cấu chống giữ và khối đá bao quanh phụ thuộc rất lớn vào đặc tính bề mặt tiếp xúc. Hình dạng, kích thước, đặc điểm lồi lõm... của bề mặt sẽ xác định tính chất liên kết, truyền tải từ khối đá lên kết cấu chống giữ công trình ngầm. Ví dụ, trên thực tế có thể chỉ ra bốn loại mặt tiếp xúc với các hình dạng của vị trí nhô lên trên bề mặt các kết cấu như sau (H.4):

- ❖ Bề mặt có hình răng cưa đỉnh nhọn-đáy nhọn (H.4.a);
- ❖ Bề mặt có hình răng cưa đỉnh nhọn-đáy phẳng (H.4.b);
- ❖ Bề mặt có hình răng cưa đỉnh phẳng-đáy nhọn (H.4.c);
- ❖ Bề mặt có hình răng cưa đỉnh phẳng-đáy phẳng (H.4.d).

Ngoài ra, do bề mặt luôn luôn có xu thế dịch chuyển, cho nên cho từng loại liên kết bề mặt sẽ có các pha dịch chuyển-liên kết khác nhau (I-IV - Các pha dịch chuyển bề mặt theo các hướng khác nhau, H.4). Chính các đặc điểm liên kết bề mặt và các pha chuyển dịch liên kết bề mặt khác nhau này sẽ gây nên những sự khác biệt trong quá trình tính toán kết cấu chống giữ công trình ngầm.

Những ví dụ đặc tính bề mặt thể hiện tại H.4 chỉ là những trường hợp riêng trên thực tế, chưa mang tính tổng quát. Rõ ràng đặc tính cấu trúc bề mặt tiếp xúc giữa kết cấu chống giữ và khối đá bao quanh còn phức tạp hơn rất nhiều. Vì vậy, tại đây vẫn phải có những nghiên cứu mới, những cách tiếp cận mới, hợp lý hơn.

5. Sự biến đổi trạng thái cơ học an toàn của kết cấu chống giữ công trình ngầm khi xuất hiện các phá huỷ cục bộ trong kết cấu chống giữ

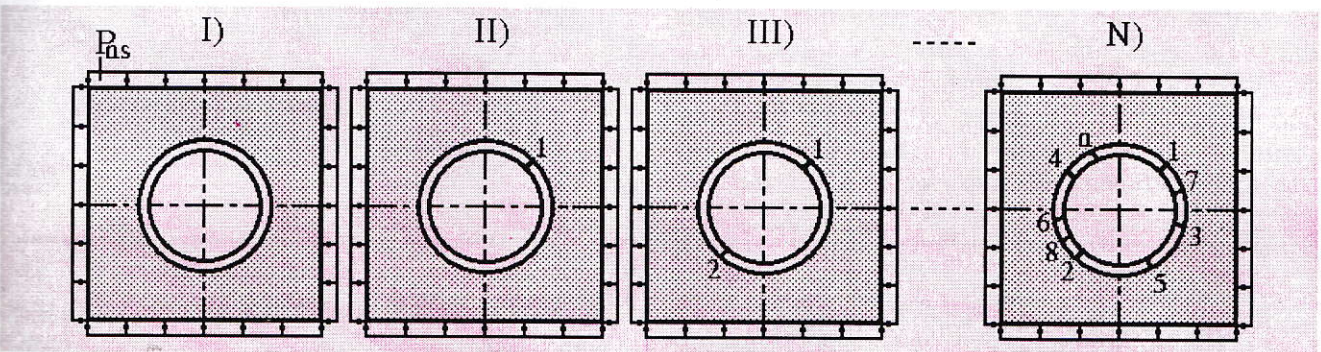
Trạng thái ứng suất-biến dạng của kết cấu chống giữ công trình ngầm luôn thay đổi theo không gian và thời gian tùy theo sự ứng xử của môi trường đất đá bao quanh và ngay chính kết cấu. Khác với các kết cấu xây dựng lộ thiên không biến hình, các kết cấu chống giữ công trình ngầm có thể sử dụng cả hai loại kết cấu không biến hình và biến hình. Vì vậy tại đây, người thiết kế phải xem xét các đặc điểm cấu tạo, các đặc tính chịu lực của chính kết cấu chống giữ công trình ngầm và sự tác dụng tương hỗ với khối đá bao quanh trong suốt thời gian tồn tại của chúng.

Trong trường hợp khi sự phá huỷ không xuất hiện

trong từng phần riêng lẻ cấu thành kết cấu chống giữ hoặc trong toàn bộ kết cấu chống giữ ban đầu thì phần kết cấu cấu thành hoặc kết cấu chống giữ sẽ có thể có cấu trúc liên khối, không biến hình ($k=0$ - Trạng thái "I", H.5). Sau đó, dưới sự tác động của ngoại lực, tùy theo mức độ chịu tải của kết cấu chống giữ trong mối quan hệ tác dụng tương hỗ phức tạp với môi trường đất đá bao quanh, dần dần trong từng phần riêng lẻ cấu thành kết cấu chống giữ hoặc trong toàn bộ kết cấu chống giữ ban đầu sẽ xuất hiện những phá huỷ cục bộ "k". Các vị trí "k" phá huỷ cục bộ (phá huỷ tạo khớp) trong từng phần kết cấu riêng lẻ cấu thành kết cấu chống giữ hoặc trong toàn bộ kết cấu chống giữ công trình ngầm sẽ phân chia kết cấu liên khối ban đầu (trạng thái "I", H.5) ra thành "k" kết cấu thành phần ("k" đoạn) liên kết với nhau qua các khớp (các vị trí phá huỷ cục bộ) (với $0 \leq k \leq n$).

Khi $k=n$ (tương ứng với trạng thái "N", H.5), thì kết cấu chống giữ sẽ được phân chia ra thành "n" phần cấu thành khác nhau, liên kết với nhau qua "n" khớp ("n" vị trí nút nề). Trạng thái ổn định, bền vững của toàn bộ hệ thống kết cấu chống giữ trong trạng thái thứ "k" sẽ được thiết lập nếu trong tất cả các thành phần cấu thành "k" sẽ không xuất hiện thêm những sự phá huỷ cục bộ mới.

Tại mỗi trạng thái cấu tạo "k", kết cấu chống giữ công trình ngầm sẽ có một trạng thái ứng suất-biến dạng tương ứng trong mối quan hệ tương tác với khối đá bao quanh, tương ứng với những đặc điểm liên kết cụ thể giữa từng thành phần kết cấu chống giữ với môi trường đất đá bao quanh tại thời điểm "k" xem xét.



H.5. Sơ đồ mô tả các trạng thái phá huỷ khác nhau (đặc trưng bởi số lượng, vị trí các phá huỷ) của kết cấu chống giữ và các sơ đồ tính toán kết cấu tương ứng: I, II, III, ..., N - Các trạng thái phá huỷ nối tiếp nhau của kết cấu chống giữ công trình ngầm dưới sự tác dụng của ngoại lực; 1, 2, 3, ..., n - Các vị trí phá huỷ cục bộ (tạo khớp) trong kết cấu chống giữ công trình ngầm.

Tất cả các trạng thái cấu tạo của kết cấu thay đổi từ "I" đến "N" (giả sử trạng thái "N" là trạng thái cân bằng, ổn định, bền vững cuối cùng dự báo có thể đạt được tại thời điểm xem xét) đều hoàn toàn khác nhau (số lượng phá huỷ cục bộ - Số lượng khớp xuất hiện trong kết cấu - sẽ luôn luôn khác nhau tùy theo từng trạng thái cấu tạo-trạng thái ứng suất-biến dạng cụ thể). Vì vậy, trên

thực tế không thể đánh giá mức độ ổn định, bền vững của kết cấu chống giữ tại thời điểm cụ thể nào đó thay cho việc đánh giá toàn bộ quá trình vận hành-sử dụng của công trình ngầm. Mỗi trạng thái ứng suất-biến dạng cụ thể chỉ tương ứng với thời điểm xem xét hệ thống "kết cấu chống giữ-khối đá bao quanh". Chúng thể hiện khả năng ổn định và bền vững của kết cấu chống giữ tại

chính thời điểm đó. Sau đó, trạng thái ứng suất-biến dạng của kết cấu chống giữ có thể sẽ thay đổi. Chúng có thể chuyển đổi sang một trạng thái ứng suất-biến dạng mới khi xuất hiện những phá huỷ cục bộ (khớp cấu tạo) mới. Do đó, người nghiên cứu lại phải tiếp tục xác định trạng thái ứng suất-biến dạng mới tương ứng cho toàn bộ hệ thống kết cấu chống giữ mới.... Quá trình nghiên cứu-xem xét này có thể phải kéo dài liên tục, mãi mãi tùy theo sự ứng xử thực tế của từng thành phần cấu thành và toàn bộ hệ thống “kết cấu chống giữ-khoi đá bao quanh”.

Bức tranh biến đổi trạng thái ứng suất-biến dạng của kết cấu chống giữ công trình ngầm trên đây còn chịu sự chi phối-ảnh hưởng rất lớn của nhiều yếu tố: sự biến đổi của cấu trúc-cấu tạo-trạng thái-tính chất của môi trường đất đá bao quanh; sự thay đổi của các mối liên kết giữa kết cấu chống giữ và môi trường đất đá tại từng vị trí cụ thể tiếp xúc trên biên kết cấu chống giữ công trình ngầm....

6. Kết luận

Hiện nay, của phương pháp tính toán kết cấu chống giữ công trình ngầm đều chỉ dừng lại ở việc đánh giá trạng thái ổn định, bền vững của chúng tại một thời điểm nào đó. Tuy nhiên, công trình ngầm thường có tuổi thọ rất lớn. Kết quả tính toán cho từng thời điểm không thể cho được bức tranh toàn cảnh khả năng làm việc của kết cấu trong suốt thời gian tồn tại của chúng. Vì vậy, người thiết kế phải xem xét cả quá trình biến đổi của kết cấu chống giữ trong cả không gian và thời gian.

Trong đó ngoài các vấn đề mới đề xuất trên đây, người thiết kế cần lưu ý tới một số vấn đề cơ bản sau: sự thay đổi tính chất cơ học, cấu trúc của các thành phần cấu thành theo thời gian; sự biến đổi của hệ thống “kết cấu chống giữ-khoi đá” theo thời gian, không gian khi xuất hiện các phá huỷ cục bộ trong các thành phần cấu thành hệ thống; sự biến đổi

trạng thái ứng suất-biến dạng của kết cấu chống giữ theo thời gian từ những phá huỷ cục bộ dẫn đến phá huỷ toàn cục của toàn bộ kết cấu; nghiên cứu xác định áp lực tác dụng lên công trình ngầm; nghiên cứu phương pháp tính toán hợp lý kết cấu chống giữ công trình ngầm... Những vấn đề lý luận khái quát trên đây rất lớn và chỉ có thể giải quyết dần từng phần, tiến tới giải quyết trọn vẹn từng bài toán cơ học công trình ngầm.□

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Булычев Н. С. Механика подземных сооружений. М., Недра. 1982.
2. Баклашов И. В., Картозия Б. А. Механические процессы в породных массивах. М. Недра. 1986.
3. Баклашов И. В., Картозия Б. А. Механика подземных сооружений и конструкции крепей. М., Недра. 1992.
4. Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc. Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội. 2005.
5. Võ Trọng Hùng. Đặc điểm cấu trúc và vấn đề xác định trường ứng suất nguyên sinh khối đá. Tạp chí Các Khoa học về Trái đất, Số 4, 1994. tr. 167-169. 190.

Người biên tập: Phùng Mạnh Đắc

SUMMARY

The paper suggests some new ideas of the most difficult and necessary problems in the rock mechanics and the underground construction mechanics at present.

NÂNG CAO ĐỘ ỔN ĐỊNH...

(Tiếp theo trang 18)

5. 陈炎光, 陆士良. 中国煤矿巷道围岩控制[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1994.

6. 贺德胜. 浅谈锚杆支护理论及设计方法的应用与发展[J]. 科技情报开发与经济, 2006, 16(21):184-186.

7. 陈庆敏, 郭颂, 张农. 煤巷锚杆支护新理论与设计方法[J]. 矿山压力与顶板管理, 2002, (1):12-15.

8. 董方庭. 巷道围岩松动圈支护理论及应用技术[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2001.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

The paper shows some ideas of using the normal rock bolts with the cable rock bolts to supporting in underground constructions.