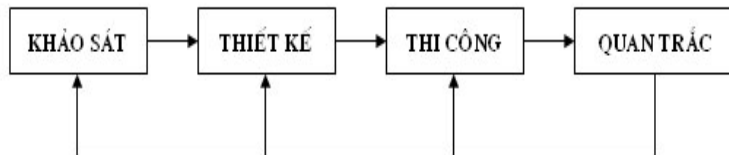


ĐÔI NÉT VỀ PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG NATM TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM

Ks. Phạm Quang Thành - Phòng KHCN&QHQT

1. Đặt vấn đề

Phương pháp đào hầm mới của Áo (the New australian Tunnelling Method - NATM) được thế giới biết đến vào năm 1948, khi GS L.v.Rabcewicz đăng ký bản quyền sáng chế phát minh của mình. Tư tưởng (hay triết lý) chủ đạo của phương pháp này là: khối đá chứa công trình ngầm (CTN) cần được tận dụng thành một bộ phận mang tải cơ bản của công trình, khối đá sẽ cùng với các thành phần kết cấu chống khác giữ ổn định công trình trong giai đoạn thi công cũng như trong giai đoạn sử dụng. Yêu cầu này chỉ có thể đạt được khi sử dụng một chu trình đào và chống giữ công trình một cách hợp lý. Song trong thực tế, một điều đã được thừa nhận: Xây dựng các công trình ngầm là một lĩnh vực mang tính nghệ thuật. Đối tượng tác động của xây dựng ngầm chính là khối đất, đá với các đặc tính luôn biến đổi theo thời gian và không gian. Do đó, không thể áp dụng một cách cứng nhắc những giải pháp đã áp dụng thành công tại một công trình này vào trong một công trình khác. Cũng như vậy, các phản ứng của đất đá không phải lúc nào cũng được dự kiến trước. Vì lý do đó, những rủi ro hoặc sai lầm trong thi công là điều không thể tránh khỏi. Mục tiêu của phương pháp NATM là hạn chế tối đa những rủi ro hoặc sai lầm đó đồng thời tìm cách tối ưu hoá chu trình đào, chống giữ công trình (xét về yếu tố an toàn và kinh tế). Để làm được, bên cạnh những biện pháp tương tự như trong các phương pháp khác: áp dụng quy trình đào cẩn thận, sử dụng kết cấu chống hợp lý, v..v.. một điểm mới trong NATM là sử dụng công tác quan trắc để đánh giá hiệu quả công tác thiết kế, thi công đã thực hiện tạo nên một chu trình xây dựng công trình ngầm khép kín (hình 1). Đây chính là yếu tố dẫn đến phương pháp này đã rất nhanh chóng được áp dụng rộng rãi trên thế giới và đã thu được nhiều thành công. Tuy nhiên, kèm theo đó là một loạt những vấn đề phức tạp nảy sinh về kỹ thuật, công tác điều hành quản lý, thiết bị, nguyên vật liệu khi áp dụng, đòi hỏi phải có sự nghiên cứu, chuẩn bị trước khi làm chủ được phương pháp.



Hình 1. Chu trình xây dựng công trình ngầm khép kín theo phương pháp NATM

2. Giới thiệu về phương pháp NATM

2.1. Những thành phần cơ bản trong NATM

Phương pháp NATM được định nghĩa là cách để tạo ra không gian công trình ngầm bằng việc sử dụng tất cả các biện pháp có thể để nâng cao khả năng tự chống giữ tối đa của công trình. Điều này đạt được thông qua việc áp dụng một lớp vỏ chống “ban đầu” nhẵn và linh hoạt, kết hợp với một lớp vỏ chống “cuối cùng”. Lớp vỏ chống “ban đầu” có thể bao gồm bê tông phun, vữa, neo hoặc bất cứ biện pháp nào khác, sử dụng độc lập hay kết hợp với nhau. Trong khi đó, lớp vỏ chống “cuối cùng” thường là bê tông liên khối đổ tại chỗ được thi công sau khi công trình đã được đánh giá là ổn định, hầu như không còn biến dạng. Tuy nhiên cũng cần hiểu rằng, phương pháp NATM không chỉ bao gồm việc sử dụng bê tông phun, neo đá, đào vòm ngược khi gặp đất đá yếu hay gần đây là sử dụng lớp màng chống thấm giữ không cho nước thấm nhập vào lớp vỏ chống bên trong của công trình mà còn đòi hỏi rất nhiều ở sự linh hoạt, khéo léo của con người khi xử lý những tình huống gặp phải trong thi công.

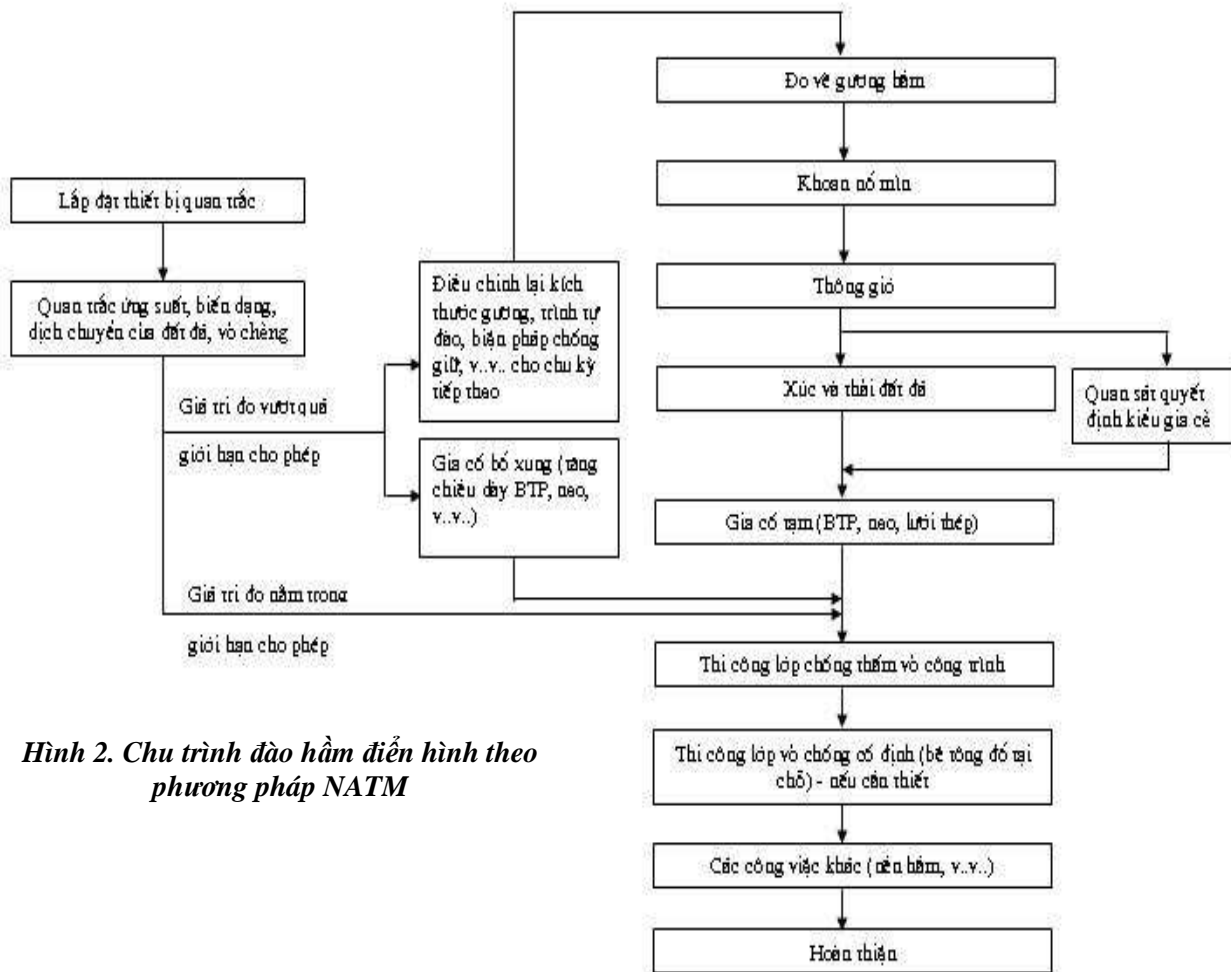
Có thể khái quát nội dung cơ bản của phương pháp NATM như sau:

- Xác định, đánh giá kỹ lưỡng các đặc trưng phản ứng địa cơ học của khối đất đá xung quanh công trình;
- Thiết kế hình dạng, tiết diện công trình phù hợp (trên cơ sở xem xét các yếu tố: ứng suất xung quanh biên, hệ số diện tích tiết diện sử dụng, v..v.);
- Tránh những ứng suất và biến dạng không có lợi bằng cách sử dụng các biện pháp gia cố phù

hợp, lắp đặt theo trình tự và thời gian hợp lý;

- Tối ưu hoá khả năng mang tải của kết cấu gia cố như một hàm của biến dạng nằm trong giới hạn cho phép;

- Sử dụng biện pháp quan trắc đánh giá độ ổn định công trình sau khi đào như là một phần bên trong của chu trình thi công.



Hình 2. Chu trình đào hầm điển hình theo phương pháp NATM

Mặc dù, một trong những ưu điểm lớn nhất của phương pháp NATM là khả năng áp dụng với mọi loại hình dạng, tiết diện ngang công trình song để tạo ra một trường ứng suất “hài hoà” trong khối đá xung quanh, nói chung trong phương pháp NATM, một ưu tiên luôn được đặt ra là hình dạng công trình được chọn có dạng cong tròn, không có các chỗ gãy khúc vì đây là những điểm tập trung ứng suất lớn không có lợi cho sự ổn định của công trình, đặc biệt trong những điều kiện đất, đá yếu. Trong trường hợp này, biện pháp thông thường được sử dụng là đào vòm ngược.

Phương án và sơ đồ thi công đào được thiết lập tùy thuộc vào chất lượng khối đá vây quanh. Quá trình đào công trình ngầm về mặt cơ học là gây ra hiện tượng “giảm tải” và làm xuất hiện những biến dạng đáng kể trong khối đá. Nhiệm vụ đặt ra là phải “bảo dưỡng” khối đá đến mức tối đa để có thể chịu được những biến đổi cơ học do quá trình này gây ra. Sẽ có ít vấn đề nảy sinh khi khối đá cứng vững và các vấn đề sẽ trở nên phức tạp khi gặp khối đá yếu. Trong trường hợp thứ hai, gương đào nên được chia thành nhiều phần nhỏ đồng thời có kết cấu chống phía nền hợp lý. Khoảng cách và thời gian cách quãng giữa mỗi chu kỳ đào tại các gương được xác định trên cơ sở thời gian ổn định không chống của công trình. Tiêu chuẩn mới của Áo về thi công đường hầm định nghĩa thời gian ổn định không chống là thời gian bề mặt khối đá có thể giữ ổn định không cần chống. Các nhân tố có ảnh hưởng tới thời gian ổn định không chống là chất lượng khối đá, hình dạng kích thước mặt cắt ngang và tiên độ đào hầm, độ sâu đặt công trình ngầm.

Hai yếu tố được xác định là quan trọng nhất trong thi công theo phương pháp NATM là sử dụng biện pháp gia cố tạm bằng bê tông phun trong đường hầm ngay sau khi đào và sử dụng các thiết bị quan trắc đánh giá độ ổn định đường hầm. Chính vì lý do này mà trên thế giới, phương pháp NATM còn được biết tới dưới các tên gọi “phương pháp bê tông phun” hay “phương pháp quan trắc”.

Sử dụng và lắp dựng các kết cấu chống hợp lý đương nhiên sẽ góp phần làm cho khối đá xung quanh công trình giữ được khả năng mang tải, đặc biệt là chống lại hiện tượng “tơi rời” trong khối đá. Điểm khác biệt cơ bản giữa NATM và các phương pháp truyền thống là sử dụng lớp vỏ chống bằng bê tông phun thay vì các loại kết cấu chống nặng như bê tông đúc sẵn, vữa thép, v.v.. làm kết cấu chống tạm sơ bộ. Trong NATM, bê tông phun được coi là thành phần kết cấu chống đóng vai trò quan trọng nhất và trong nhiều trường hợp nó còn đồng thời giữ vai trò là kết cấu chống vĩnh cửu cho công trình. Mục đích áp dụng bê tông phun là giữ ổn định bề mặt khối đất đá, liên kết vùng đất đá gần biên công trình. Bê tông phun có thể được tăng cường bằng lưới thép, hoặc kết hợp với khung chống thép cũng như neo tùy thuộc vào chất lượng khối đá. Khi đó, vỏ chống đường hầm được xem như một kết cấu hỗn hợp bao gồm khối đá bao quanh và các thành phần kết cấu chống kể trên. Ưu điểm khi sử dụng bê tông phun so với các dạng kết cấu chống truyền thống là:

- Có thể áp dụng với công trình có hình dạng kích thước bất kỳ;
 - Rút ngắn được thời gian chu kỳ đào chống;
 - Có thể linh hoạt thay đổi chiều dài chu kỳ đào và trình tự các công việc phù hợp với các điều kiện đất, đá phá hủy;
 - Chi phí vật liệu thấp hơn;
 - Giảm nhu cầu nhân công cho công tác chống giữ;
 - Yêu cầu đầu tư thiết bị phục vụ gia cố thấp;
 - Tạo được bề mặt phù hợp để dễ dàng lắp đặt lớp mạng chống thấm có hiệu quả.
- Thời điểm lắp dựng kết cấu chống cũng rất được coi trọng trong thi công, điều

này được thể hiện trong quan điểm của NATM là tối ưu hoá khả năng mang tải của kết cấu chống như một hàm của biến dạng. Rõ ràng tồn tại một thời điểm thích hợp để lắp dựng kết cấu chống, tại thời điểm đó biến công trình đã bị biến dạng với một giá trị đủ lớn để khối đá tự hình thành một vòng mang tải bao quanh công trình song lại đủ nhỏ không để trạng thái ổn định ban đầu và độ bền nén của đá bị “suy yếu” vượt quá mức độ cho phép dẫn tới quá trình phá huỷ không kiểm soát được. Mặc dù trước đây đã có nhiều lý thuyết, phương pháp đề cập đến vấn đề này song chỉ trong NATM nó mới thực sự được xét tới như một trong những yếu tố cơ bản để đem lại thành công khi áp dụng trong thi công.

Một thành phần không thể thiếu trong chu trình xây dựng theo NATM là quá trình quan trắc được tiến hành tại mỗi công đoạn thi công. Quá trình này trước hết để đo dịch chuyển, biến dạng của khối đá, nhưng đồng thời cũng để xác định các thành phần ứng suất, các tải trọng tác dụng lên kết cấu chống cũng như các loại tác động khác. Các kết quả đo được đánh giá, phân tích kịp thời bằng đồ thị, biểu diễn sự phụ thuộc vào thời gian, cho phép có được nhận định về các biểu hiện biến đổi của ứng suất, biến dạng theo thời gian. Công tác đo đạc này được thực hiện liên tục trong suốt thời gian thi công công trình, các kết quả của nó cùng với các số liệu về điều kiện địa chất, địa chất thủy văn thu thập trước đó cho phép chúng ta điều khiển được quá trình phân bố lại ứng suất trong khối đá theo hướng có lợi, khẳng định tính hợp lý về trình tự thi công, kích thước gương đào, tiến độ đào cũng như phương án chống đỡ, mức độ (kích thước) và thời điểm lắp dựng kết cấu chống v.v.. phục vụ cho chu kỳ xây dựng tiếp theo. Rõ ràng điều này có ý nghĩa rất quan trọng bởi như đã đề cập trong phần I, không phải lúc nào chúng ta cũng dự kiến được trước và chính xác các đặc tính phản ứng của đất đá sau khi đào cũng như không thể áp dụng một cách máy móc những giải pháp đã được áp dụng thành công trong những điều kiện có tính tương tự. Số lượng, chủng loại thiết bị quan trắc lắp đặt, tần số đo được xác định dựa vào: mức độ ổn định dự kiến của công trình sau khi đào, tầm quan trọng của công trình, chu kỳ thi công. Do tính chất quan trọng nên công tác này phải do những người có đủ kinh nghiệm về địa chất, địa kỹ thuật và trước hết phải am hiểu về phương pháp NATM thực hiện.

Tư tưởng xuyên suốt trong thi công theo NATM là sử dụng tất cả các biện pháp có thể nhằm mục đích tối ưu hoá quá trình xây dựng công trình. Có nghĩa là kết hợp hài hoà giữa cả ba yếu tố: chất lượng công trình, tính an toàn và hiệu quả kinh tế và điều này được thể hiện trong tất cả các giai đoạn từ khảo sát, thiết kế đến thi công. Phương pháp NATM không đưa ra đòi hỏi cao nhất đối với công tác thiết kế. Sự thành công của một dự án phụ thuộc chủ yếu vào những quyết định được đưa ra ngay tại hiện trường. Các thiết kế ban đầu chỉ nên xem là những chỉ dẫn trong thi công, điều quan trọng là phải có sự phối hợp giữa các bên: Chủ đầu tư, Tư vấn và Nhà thầu để đưa ra những thay đổi phù hợp theo điều kiện thực tế.

2.2. Những điểm khác biệt giữa NATM với các phương pháp khác

So với các phương pháp thi công truyền thống, khi thi công theo phương pháp NATM đòi hỏi có một số thay đổi trong các quá trình của công tác: khảo sát, thiết kế kỹ thuật và thi công.

- **Về công tác khảo sát:** Cũng tương tự như tất cả các phương pháp xây dựng công trình ngầm khác, yêu cầu đặt ra trong giai đoạn khảo sát là phải thu thập được các chỉ tiêu cơ học của đất đá, điều kiện địa chất, địa chất thủy văn phục vụ cho công tác thiết kế tuyến, hình dạng, tiết diện công trình, đánh giá mức độ ổn định khối đá và lập phương án

thi công, v.v.. Ngoài ra, trong quá trình thi công, những khảo sát bổ xung cũng sẽ được thực hiện nếu cần thiết khi gặp điều kiện đất đá thay đổi ngoài dự kiến hoặc đường hầm mất ổn định mạnh sau khi đào để phục vụ việc điều chỉnh thiết kế hay đưa ra biện pháp chống giữ bổ xung.

- **Về công tác thiết kế:** Khác với các phương pháp chống giữ truyền thống trước đó, trong NATM không còn tồn tại khái niệm kết cấu chống tạm hay kết cấu chống cố định. Tất cả các thành phần kết cấu chống “ban đầu” ngay sau khi đào đều được xem là một phần trong kết cấu chống “cuối cùng”, đây là hai khái niệm chỉ thể hiện yếu tố thời gian kết cấu chống được lắp dựng chứ không thể hiện sự khác nhau về vai trò, nhiệm vụ giữa chúng. Yêu cầu về tính chính xác và hiệu quả của các giải pháp thiết kế trong giai đoạn trước khi thi công không đòi hỏi ở mức độ cao nhất, chúng vẫn thường xuyên được điều chỉnh, bổ xung trong suốt quá trình thi công dựa vào các kết quả quan trắc thu được.

- **Về công tác thi công:** Với nội dung cơ bản của NATM là “bảo dưỡng” đá ở mức tối đa, công tác thi công trong NATM có ảnh hưởng quyết định tới toàn bộ quá trình xây dựng. Điểm khác biệt lớn nhất giữa NATM với các phương pháp khác chính là việc áp dụng và đánh giá đúng vai trò của công tác quan trắc như là một phần bên trong của chu trình xây dựng. Ngoài ra, quá trình thi công trong NATM cũng có tính linh hoạt rất cao, người thi công không bị bó buộc hay phải cứng nhắc tuân theo một vấn đề đã đưa ra trong thiết kế. Song cũng chính điều này đòi hỏi họ phải có đủ trình độ, kinh nghiệm để có thể đưa ra được những quyết định chính xác một cách nhanh nhất giải quyết những khó khăn gặp phải ngay tại hiện trường.

Nhìn chung, nếu chỉ chú ý riêng về công nghệ thì giữa NATM và các phương pháp thi công khác không thể hiện sự khác biệt nhiều. Sự thành công trong việc áp dụng chính là nhờ quan niệm linh hoạt trong quá trình thi công, nói cách khác là sự kết hợp các giải pháp khác nhau một cách hợp lý để đạt được mục tiêu “bảo dưỡng” khối đá ở mức tối đa. Đây chính là chìa khoá để đạt được cả 3 yếu tố: tính an toàn, chất lượng công trình và hiệu quả kinh tế.

2.3. Những yêu cầu đặt ra khi áp dụng phương pháp

Để có thể áp dụng thành công cần thiết phải đáp ứng các yêu cầu khác nhau trong mọi giai đoạn, từ lập kế hoạch, khảo sát, thiết kế đến khi thi công.

*** Công tác lập kế hoạch**

- Tiến hành khảo sát điều kiện địa chất, địa chất thuỷ văn thật thận trọng và tổng quát

- Xây dựng các chỉ tiêu cơ học đất, đá và địa chất với ý nghĩa thực tiễn cao làm cơ sở cho việc khảo sát, đánh giá mức độ ổn định khối đá

- Chuyển hoá hợp lý những nhận thức có được về khối đất, đá vào công tác lập kế hoạch chi tiết, theo từng giai đoạn thi công dưới dạng các phương án thi công cụ thể. Các phương án này phải bao hàm: trình tự thi công, các kết cấu chống và trình tự lắp dựng theo từng công đoạn cho đến khi hoàn thiện kết cấu chống

- Lập chương trình đo quan trắc địa kỹ thuật song song với quá trình thi công

- Cần có những khẳng định, quyết định về giải pháp cho những khu vực đất đá yếu

*** Công tác thi công**

- Thực hiện chính xác các phương án thi công đã lập

- Ghi chép và phân tích thường kỳ các thông tin về điều kiện khối đá, độ ổn định của đường hầm sau khi đào để có những biện pháp gia cố bổ xung, điều chỉnh quy trình

đào chống phục vụ các đoạn đào tiếp theo. Các quyết định này phải được đưa ra hợp lý, tối ưu kịp thời chính xác ngay tại hiện trường bởi những người có đủ kinh nghiệm.

- Áp dụng có tính hệ thống và thành công của NATM đòi hỏi phải có sự cộng tác chặt chẽ của các chuyên gia dày kinh nghiệm trong mọi công việc từ giai đoạn quy hoạch, thiết kế đến khi thi công.

- Đội ngũ cán bộ, công nhân trực tiếp thi công phải có hiểu biết nhất định về phương pháp NATM, có tinh thần trách nhiệm ý thức chủ động cao trong công việc.

*** Công tác điều hành, quản lý**

Việc áp dụng các kỹ thuật của phương pháp NATM đòi hỏi phải có một cơ cấu tổ chức quản lý đủ mạnh. Đây là một điểm mấu chốt đảm bảo chất lượng, tính an toàn và hiệu quả kinh tế của công trình.

3. Kết luận

Bên cạnh sự phát triển rộng rãi của phương pháp đào bằng máy TBM, đào bằng khiên đào, phương pháp NATM có những ưu điểm riêng của mình trong các dự án xây dựng đường ngầm với sự thay đổi liên tục điều kiện về các tính chất địa cơ học của khối đất đá nhờ vào tính linh hoạt của phương pháp và khả năng có thể áp dụng tốt trong các điều kiện khác nhau. Phương pháp NATM cũng tỏ ra có ưu điểm trong các CTN có hình dạng biên phức tạp, trong các công trình tiết diện lớn và trong điều kiện đất đá bị nén ép mạnh. Phương pháp NATM đã được áp dụng thành công trong mọi loại đường hầm giao thông và công cộng khác nhau, trong các dự án năng lượng phức tạp, trong các hầm ngầm chứa và trong các dự án nhiều công dụng khác, trong đá hoặc trong đất mềm yếu./

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Lectured by Prof D. I. Dr. Golser, Johann, Institute for Geomechanics, Tunnelling and Heavy Constructions. Montan University Leoben, Steiermark, Austria.