

NGHIÊN CỨU CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY SỰ CỐ KHI THI CÔNG CÔNG TRÌNH NGẦM BẰNG MÁY ĐÀO HẦM LOẠI NHỎ

TS. ĐẶNG TRUNG THÀNH
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Thực tế thi công xây dựng các công trình ngầm (CTN) bằng máy đào hầm loại nhỏ (MĐHLN) cho thấy bên cạnh các thành tích, thành công lớn thì luôn gắn liền với nguy cơ xảy ra sự cố kỹ thuật do sự biến đổi bất thường, không lường trước của điều kiện thi công như điều kiện địa chất, địa chất thủy văn,... dẫn tới làm tăng giá thành, chậm tiến độ.

Đã có hơn 1000 MĐHLN đã được sử dụng để thi công CTN tiết diện nhỏ trong hơn 20 năm trở lại đây và công nghệ thi công CTN bằng MĐHLN đã có những tiến bộ vượt bậc. Thông thường MĐHLN được sử dụng tại những nơi có điều kiện thi công chật hẹp hay trong các đô thị, nơi tiềm ẩn các nguy cơ sự cố cao. Cho đến nay rất nhiều CTN sử dụng MĐHLN được xây dựng thành công, an toàn và đạt hiệu quả cao. Tuy nhiên, cũng đã có không ít các sự cố kỹ thuật xảy ra trong quá trình thi công và hậu quả để lại rất lớn. Thời gian hơn 1 năm để giải quyết sự cố chìm đầu đào khi thi công bằng MĐHLN tại dự án thoát nước kênh Nhiêu Lộc - Thị Nghè là một ví dụ điển hình.

Chính vì hậu quả đặc biệt nghiêm trọng do các sự cố kỹ thuật trong xây dựng CTN bằng MĐHLN gây ra nên việc tổng hợp, phân tích các nguyên nhân gây ra sự cố, nhằm rút ra được các bài học kinh nghiệm để hạn chế, giảm thiểu được các sự cố, đảm bảo chất lượng và tiến độ thi công CTN tiết diện nhỏ tại Việt Nam là điều rất cần thiết. Thành công của các công việc trong tương lai đều có thể đúc rút được không chỉ từ các kết quả thành công trong quá khứ, mà còn cả từ các bài học thất bại. Do đó, trong bài báo tổng hợp một số nguyên nhân gây sự cố thường xảy ra khi thi công CTN bằng MĐHLN trên thế giới với mục đích lưu ý cho các nhà quản lý, thiết kế và các nhà thầu thi công quan tâm trong các công tác liên quan.

1. Phân loại và phạm vi áp dụng của máy đào hầm loại nhỏ

Qua phân tích, tìm hiểu các tài liệu của Việt Nam cũng như trên thế giới, hiện nay MĐHLN sử dụng hệ thống vận chuyển đất đá bằng thủy lực là loại máy phù hợp với hầu hết các loại đất đá khác nhau [1]. Cũng như trong thực tế MĐHLN sử dụng hệ thống vận chuyển đất đá bằng thủy lực được sử dụng rộng rãi và được áp dụng hầu hết cho các CTN tiết diện nhỏ [3]. Do đó trong bài báo tập trung nghiên cứu nguyên nhân gây sự cố thường xuất hiện khi thi công CTN bằng loại máy này.

2. Phân loại sự cố

Sự cố khi xây dựng CTN bằng MĐHLN có thể xảy ra tại nhiều thời điểm, nhiều vị trí khác nhau của công trình, do nhiều nguyên nhân chủ quan và khách quan. Cho đến nay có rất nhiều các nghiên cứu, thống kê về nguyên nhân cũng như đánh giá ảnh hưởng của sự cố đến thời gian hoàn thiện công trình. Theo khảo sát của Mohamed and Gary (2007) [2] tại 35 công trình khác nhau thì thông thường một CTN sử dụng MĐHLN dành 19 % thời gian để giải quyết các sự cố xảy ra (hình H.1.a) và có 5 loại sự cố thường xuất hiện tại công trường (hình H.1.b).

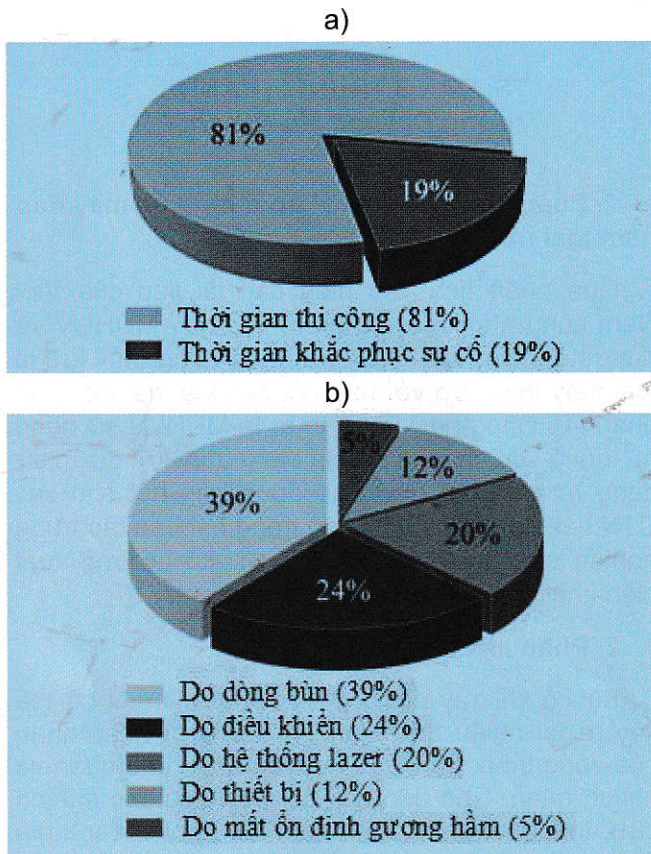
3. Nguyên nhân gây sự cố

Thi công CTN bằng MĐHLN có thể chia ra làm hai giai đoạn: giai đoạn chuẩn bị cho quá trình kích dầy và giai đoạn kích dầy. Trong giai đoạn kích dầy thì hầu hết các thiết bị có tại công trường như: hệ thống kích dầy, các hệ thống cung cấp điện, các hệ thống cáp, laze, hệ thống lọc bentonite trong đất thải,... đều được đưa vào sử dụng. Do đó các sự cố chủ yếu xuất hiện ở giai đoạn này [1].

3.1. Nguyên nhân gây sự cố cho máy đào hầm

3.1.1. Khối đá có kích thước lớn và các chương ngại vật

Độ sâu thông thường của CTN khi thi công bằng MĐHLN từ 3 đến 15 mét. Ở độ sâu này đất được hình thành do bồi đắp nhân tạo hoặc là đất phủ chứa rác thải, vật liệu xây dựng, cọc của các công trình trước đó để lại, đôi khi chứa các khối đá có kích thước lớn, độ bền cao gây trở ngại cho quá trình thi công.



H.1. Thời gian (a) và các loại sự cố (b) thường xảy ra khi sử dụng MĐHLN [2]

Phế liệu kim loại, gỗ hoặc nhựa PVC có tính linh hoạt cao là những vật liệu khó có thể cắt, nghiền bởi răng, đĩa cắt và hệ thống nghiền. Thi công trong điều kiện này tốc độ thi công chậm. Mặt khác, do các loại vật liệu này có nhiều kích thước lớn nhỏ khác nhau nên khả năng tích tụ trong hệ thống nghiền cao, đôi khi vượt quá khả năng nghiền gây tắc hệ thống.

3.1.2. Ma sát

Khi kích đẩy, lực đẩy của hệ thống được tạo ra bởi lực đẩy tại đầu cắt cộng với lực ma sát dọc theo các ống kích đã được kích. Lực ma sát này tăng lên khi chiều dài CTN tăng. Thực tế, sau một độ dài nhất định lực ma sát tăng gây hư hại ống khi lực đẩy vượt quá giới hạn cho phép chịu lực của

ống kích. Lực ma sát tăng do điều kiện địa chất khu vực thi công:

- ❖ Trong các loại đất có khả năng thẩm thấu cao đến cát chảy (cát bên dưới mực nước ngầm, đất có tính nứt nẻ cao,...) các chất lỏng không tập trung vào khoảng trống giữa đường ống và đất đá làm giảm ma sát mà lan truyền trong cát, đất làm giảm tác dụng của chất lỏng này;

- ❖ Trong điều kiện mất ổn định, đất có xu hướng dịch chuyển nhanh, bám nhanh xung quanh thành ống gây ra ma sát lớn;

- ❖ Các khối đất đá mất ổn định do quá trình kích đẩy có thể tạo thành các trụ tác dụng lên thành ống làm gia tăng lực ma sát;

- ❖ Sau một thời gian ngừng kích đẩy (chuẩn bị cho quá trình kích đẩy, do sự cố hoặc thời gian nghỉ,...) thì lực kích đẩy sẽ lớn hơn so với số liệu được đo trước khi ngừng thi công. Điều này có thể giải thích là do áp lực đất đá tác động vào ống kích tăng theo thời gian, sau một thời gian ngừng thi công đất đá sẽ bám vào các thành ống kích chặt hơn dẫn đến lực ma sát tăng;

- ❖ Lệch tuyến trong quá trình thi công cũng là nguyên nhân gây ra lực ma sát tăng hơn dự kiến. Thực tế, khi điều khiển hướng tuyến công trình, lực ma sát giữa đất đá và máy đào hầm cùng với các ống kích đầu tiên cao hơn. Tại điểm cong giữa các ống kích có sự gia tăng sự tiếp xúc giữa đất đá và ống, đây cũng là một trong những nguyên nhân gây tăng lực đẩy tại hệ thống kích đẩy.

3.1.3. Tính mài mòn của đất

Khả năng mài mòn của đất là nguyên nhân chính gây mòn hệ thống răng đĩa cắt của máy đào. Khi hệ thống cắt bị mòn làm tăng thời gian thi công, rủi ro gặp sự cố. Hiện nay công nghệ thi công bằng MĐHLN chưa cho phép thay các hệ thống răng cắt, bánh cắt trong quá trình sử dụng máy đào hầm. Do đó hệ thống răng, đĩa cắt nếu bị quá mòn và có thể bị phá vỡ dưới tác dụng của áp lực trong quá trình kích đẩy. Khi hệ thống răng, đĩa cắt quá mòn hoặc bị vỡ dẫn đến tốc độ thi công giảm, do vậy cần phải tăng lực đẩy để đảm bảo tốc độ thi công. Hơn nữa khi răng cắt bị mòn quá nhiều, làm giảm tiết diện đào vượt của máy dẫn đến tăng lực ma sát.

3.1.4. Độ bám dính của đất

Đất sét có khả năng gây trở ngại trong quá trình cắt của hệ thống cắt, gây khó khăn khi vận chuyển vật liệu đất đá thải ra bên ngoài. Thực tế, đất sét pha nước tạo chất kết dính cao và dẫn đến khó khăn:

- ❖ Đất sét pha nước có thể tích tụ, hình thành các khối đất nhỏ trong hệ thống vận chuyển gây tắc nghẽn hệ thống vận chuyển đất đá thải;

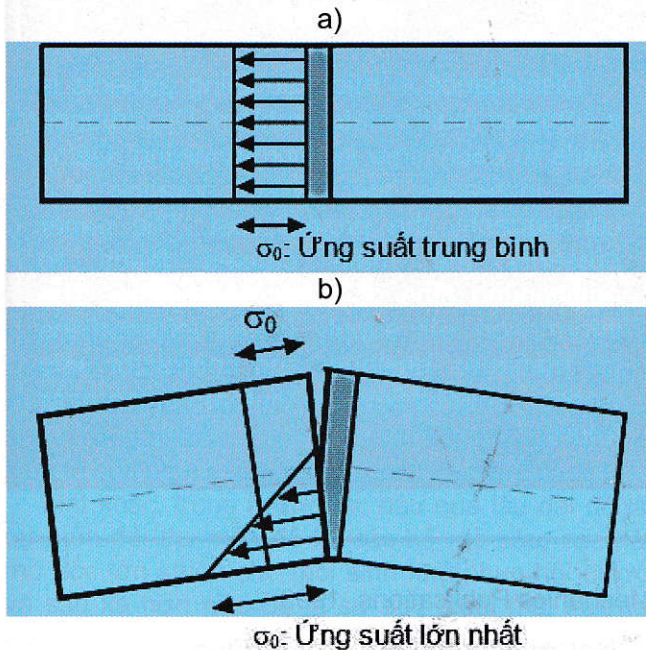
- ❖ Gây tắc nghẽn hệ thống lọc đất đá thải;

- ❖ Gây tắc nghẽn hệ thống cắt của máy đào hầm.

Những khó khăn trên đôi khi vượt quá khả năng đào, hay khả năng vận hành của máy. Trong một số trường hợp dẫn đến sự cố phải dừng quá trình kích đẩy. Tuy nhiên, nếu đo đạc và tính toán phù hợp sẽ giúp hạn chế được những rủi ro này.

3.2. Hư hại ống kích

Ống kích có hình tròn, chịu áp lực đất đá và chịu áp lực theo chiều dọc (áp lực kích đẩy) trong khi kích đẩy. Hệ thống kích đẩy tạo ứng suất nén vào ống kích, đôi khi vượt quá khả năng chịu tải của ống làm nứt, vỡ hay hư hại ống.



H.2. Sự tập trung ứng suất lên ống kích [1]: a - Hai ống kích có cùng tâm với hệ thống kích đẩy; b - Hai ống kích không cùng tâm với hệ thống kích đẩy

Quá trình kích đẩy các ống kích có thể nhận áp lực cao hay thấp phụ thuộc một phần vào độ lệch của ống kích với các ống kích liền kề và vào kinh nghiệm của người điều khiển. Lực đẩy được bắt đầu từ hệ thống kích đẩy, khi lực đẩy tại đây không cùng tâm với các ống kích dẫn đến tải trọng được phân phối không đều làm tập trung ứng suất tại một điểm (hình 2b). Khi đó áp lực tăng, bề mặt tiếp xúc giữa các ống kích giảm gây hiện tượng vỡ, hư hại ống kích [2].

3.3. Sự cố tại gương hầm

Hiện nay MĐHLN được sử dụng nhiều trong các đô thị, nơi có điều kiện thi công chật hẹp và thi công ở độ sâu nhỏ nên việc có thể cung cấp một cái nhìn tổng quan về các vấn đề có thể xảy ra trên bề mặt công trình để có thể đưa ra một số giải pháp phòng ngừa hợp lý là điều rất cần thiết.

3.3.1. Lún bề mặt

Để dễ dàng định hướng, làm giảm ma sát giữa đất đá và thành ống kích nên tiết diện đào luôn lớn hơn tiết diện ống kích. Khoảng trống đào vượt so với ống kích tạo ra một khoảng trống giữa đất đá và vành bên ngoài ống kích. Đến thời điểm nào đó, khi áp lực đất đá tăng, đất đá áp sát vào phía ngoài ống kích dẫn đến sự dịch chuyển đất đá công trình gây lún trên bề mặt.

3.3.2. Mất ổn định, mất cân bằng áp lực trên bề mặt gương hầm

Trong quá trình kích đẩy, máy đào hầm hoạt động, gương hầm chịu tác dụng xoay và đẩy của đầu cắt. Ngoài ra gương hầm còn chịu áp lực của chất lỏng trong quá trình kích đẩy.

Khi áp lực đẩy lên bề mặt nhỏ hơn áp lực của đất đá tác dụng lên gương hầm gây giảm áp suất, đất đá có xu hướng dịch chuyển nhanh vào trong đầu cắt và hệ thống nghiền. Trong một số trường hợp có thể gây lún bề mặt công trình;

Trong trường hợp áp lực quá cao, cao hơn nhiều so với áp lực đất đá từ gương hầm, tốc độ cắt, xâm nhập của máy đào nhanh hơn sự vận chuyển của hệ thống đất thải. Đây là nguyên nhân gây hiện tượng bùng nền trên bề mặt công trình.

3.4. Cung cấp vật liệu

Như đã đề cập, MĐHLN được sử dụng nhiều trong các đô thị nên trong thực tế việc chậm cung cấp nguyên vật liệu phục vụ cho quá trình thi công đã xảy ra và làm gián đoạn quá trình thi công. Vật liệu cung cấp chậm có thể do tắc đường, hỏng hóc các trang thiết bị vận chuyển,... Do đó việc phòng ngừa, quản lý, chủ động trong việc cung cấp vật liệu cần được quan tâm, tính toán chi tiết trong từng giai đoạn thi công cụ thể.

4. Nhận xét và đề xuất

Trong khuôn khổ bài báo, tác giả dừng lại nghiên cứu các nguyên nhân gây ra sự cố khi thi công CTN bằng MĐHLN. Các giải pháp khắc phục các sự cố trong thực tế cũng như lý thuyết sẽ được tác giả nghiên cứu và đề cập trong những bài báo tiếp theo. Tuy nhiên, qua nghiên cứu các tài liệu cũng như một số CTN sử dụng MĐHLN có thể thấy các sự cố xảy ra do nhiều nguồn khác nhau, từ điều kiện địa chất đến các chương ngại vật hay kinh nghiệm điều khiển,...

Xuất phát từ thực tế là các chuyên gia Việt Nam chưa có nhiều kinh nghiệm trong lĩnh vực thi công bằng MĐHLN, ở nước ta cũng chưa có các tiêu chuẩn trong các khâu công việc liên quan đến thi công CTN bằng MĐHLN nên tác giả kiến nghị các cơ quan quản lý, các cơ quan tư vấn thiết kế và các đơn vị thi công cần thiết lập mọi lực lượng cán bộ chuyên môn, tìm hiểu các kinh nghiệm ở

nước ngoài, chuẩn bị đội ngũ thi công và đặc biệt phải tìm hiểu kỹ các khả năng có thể dẫn đến sự cố, chuẩn bị các giải pháp kỹ thuật cần thiết để xử lý các sự cố khi xảy ra.

Cần có các yêu cầu thỏa đáng đối với các đơn vị tư vấn, nhà thầu nước ngoài phải có các phương pháp đánh giá, phòng ngừa, quản lý rủi ro cụ thể trong các giải pháp kỹ thuật, thi công ngay từ khi bắt đầu hình thành dự án. Đồng thời phải có các biện pháp dự phòng khi có thể gặp sự cố, trên cơ sở kinh nghiệm của họ. Phân tích lựa chọn các nhà thầu, tư vấn và giám sát cần phải dựa trên cơ sở của họ trong quản lý, xử lý các rủi ro, tai biến.

Cần quan tâm tìm hiểu kỹ các biện pháp thăm dò bổ sung trong quá trình thi công, các phương pháp và công cụ quan trắc hữu hiệu, chính xác sẽ được sử dụng trong thi công để góp phần phát hiện và giảm thiểu tai biến, rủi ro đến mức tối thiểu tác hại của sự cố kỹ thuật nhằm xây dựng CTN với chất lượng tốt, tốc độ xây dựng cao và giá thành hạ. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. French Society for Trenchless Technology. Microtunneling and Horizontal Drilling: Recommendations. John Wiley & Sons, 2004.
2. Mohamed, Y. H. and R. S. Gary (2007). Delay time analysis in microtunneling projects. Journal of

Construction Engineering and Management 133(2), 191-195.

3. Stein, D. (2005). Practical Guideline for the Application of Microtunnelling Methods. Bochum, Germany. ISBN: 3-9810648-0-1.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

Từ khóa: máy đào hầm; sự cố; ống kích; gương hầm; mất ổn định

Ngày nhận bài: 15 tháng 11 năm 2015

SUMMARY

Disturbance in microtunneling projects is a complex multivariate problem. Disturbance leads to delay time in microtunneling. Delay time increases the project duration and consequently the project cost. The paper presents the main causes leads to nonworking time of a microtunnelling. The information will supply useful informations for manager, designer and contractor who works in related fields in Vietnam in the near future.

ỨNG DỤNG SỐ LIỆU...

(Xem tiếp trang 87)

Nói cách khác, nếu số điểm đo chỉ tập trung vào một phạm vi nhỏ thì dù số điểm đo nhiều, kết quả phân tích cũng không phản ánh được giá trị biến dạng của khối.

Việc xây dựng chương trình bài toán ngược BDDA trong trường hợp đo biến dạng tại điểm thuộc khối cho phép hoàn thiện hơn một bước chương trình bài toán ngược BDDA, làm chính xác thêm chương trình phân tích trong bài toán ĐDA. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Quốc Bảo, Trần Nhất Dũng. Phương pháp phần tử hữu hạn-Lý thuyết và lập trình, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2012.
2. Nguyễn Quốc Bảo, Nguyễn Văn Tuấn, Cao Chu Quang. Hiệu chỉnh quỹ đạo chuyển động của khối trong phân tích biến dạng không liên tục. Tạp chí Giao thông vận tải tháng 10-2015.
3. Shi G.H. Block System Modeling by Discontinuous Deformation Analysis, Computational

Mechanics Publications. 1993.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

Từ khóa: Phân tích, biến dạng không liên tục, chương trình tính, đo biến dạng, thuật toán

Ngày nhận bài: 15 tháng 10 năm 2015

SUMMARY

In the discontinuous deformation analysis, deformation is an important unknown quantity of the block. Deformation is calculated by the analysis program of FDDA forward problem or the program analysis of BDDA backward problem. For the backward analysis the deformation measurements will be used as input data to calculate the deformation of the block. This paper presents algorithms, calculation programs of the block deformation from the measured results.