

PHÂN TÍCH SỰ CỐ ĐẨY TRỜI KHI THI CÔNG CÔNG TRÌNH NGẦM TẠI DỰ ÁN TUYẾN TÀU ĐIỆN NGẦM SỐ 1 TP. HỒ CHÍ MINH

VŨ MINH NGÂN

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Email: vuminhngan@gmail.com

Sự phát triển nhanh của nền kinh tế xã hội dẫn đến dân cư tập trung đông, đặc biệt tại các khu vực đô thị. Vấn đề tắc nghẽn giao thông thường xuyên xảy ra và trở thành vấn nạn của xã hội. Do không gian trên mặt đất ngày càng trở nên chật hẹp, các công trình ngầm thành phố (như các tuyến metro, bãi đỗ xe ngầm,...) trở nên hết sức cần thiết. Hiện nay, các công nghệ thi công các công trình ngầm thành phố bằng máy đào hầm TBM ngày càng phổ biến và được ứng dụng rộng rãi trên thế giới, đặc biệt trong điều kiện địa chất đất yếu, với các yêu cầu khắt khe về độ lún, giảm thiểu mức độ ảnh hưởng đến công trình xung quanh. Trong đó, các dự án xây dựng đường hầm có lớp đất phủ mỏng, yếu là thách thức lớn khi thi công. Giải pháp thiết kế các nhà ga, tuyến đường với chiều sâu nông có các ưu điểm: tiết kiệm chi phí xây dựng; giảm thời gian di chuyển hành khách.

1. Tổng quan

Tại các thành phố lớn, các tuyến đường hầm thường được thiết kế và thi công đi qua các khu vực di tích, phố cổ, danh lam thắng cảnh và các điểm du lịch quan trọng. Việc hạn chế các ảnh hưởng và tác động của quá trình thi công đường hầm đến các công trình và hệ thống hạ tầng hiện hữu là hết sức quan trọng khi thiết kế và thi công. Vì thế, khi thi công đường hầm nông trong điều kiện đất yếu, thường sử dụng các máy đào hầm bơm dung dịch bùn (AVN TBM) hoặc máy đào hầm làm việc trên nguyên lý cân bằng áp lực đất (EPB TBM). Áp lực bơm dung dịch tại mặt gương đào cũng như tại đuôi máy đào hầm sẽ ảnh hưởng đến độ lún trên bề mặt và đến các công trình lân cận. Mặt khác, khi bơm dung dịch bùn tại vị trí gương đào với áp lực quá nhỏ nên đất sẽ tràn vào trong buồng đào của máy đào hầm TBM, dẫn đến sự lún sụt trên bề mặt và có thể gây ra các hố sụt lớn.

Điều kiện này thường được sử dụng để tính toán áp lực bơm dung dịch cần thiết nhỏ nhất khi thi công đường hầm bằng các máy đào hầm TBM và các máy đào hầm tiết diện nhỏ TBM (loại máy khoan kích ngầm có đường kính đường ống từ 0,5 đến 3,0 m) với các đường kính thay đổi tại các độ sâu và trong điều kiện địa chất khác nhau [1], [6], [7], [9]. Khi bơm dung dịch bùn tại mặt gương đào hoặc tại đuôi máy đào hầm với áp lực bơm quá lớn, khối đất phía trên máy đào hầm sẽ bị đẩy trôi lên. Dung dịch bùn khi đó sẽ thoát ra ngoài và áp lực tại bề mặt gương đào sẽ giảm đột ngột, gây ra sự mất ổn định mặt gương đào và sụp đổ nền đất, gây hư hỏng máy đào hầm và người thi công, ảnh hưởng đến các công trình lân cận trên bề mặt. Hiện tượng này được định nghĩa là hiện tượng đẩy trôi khi thi công đường hầm.

Trong thiết kế thi công đường hầm, áp lực bơm dung dịch gây ra hiện tượng đẩy trôi được sử dụng như điều kiện biên trên để tính toán áp lực bơm dung dịch lớn nhất. Việc kiểm soát áp lực bơm dung dịch trong quá trình thi công đường hầm tại vị trí gương đào hoặc tại đuôi máy đào hầm quyết định sự thành công của dự án. Công tác này phụ thuộc kinh nghiệm của người vận hành máy đào hầm cũng như người thiết kế tổ chức thi công.

Hiện tượng đẩy trôi khi thi công đường hầm bằng máy đào hầm TBM đã xảy ra tại một số dự án đường hầm trên thế giới. Sự cố đẩy trôi đầu tiên tại Đức năm 1909 khi thi công đường hầm Old Elbe. Sự cố tiếp theo đã xảy ra tại dự án đường hầm Second Heinenoord Tunnel vào năm 1997 tại Hà Lan gây ra sụt lún nghiêm trọng và gián đoạn thi công trong một thời gian dài. Sau đó, nghiên cứu hiện tượng đẩy trôi đã được tiến hành tại Geo Delft, Hà Lan dưới sự giám sát của COB ở trường Đại học Công nghệ Delft nhằm xác định các nguyên nhân, cơ chế, các yếu tố ảnh hưởng và

đưa ra các phương pháp tính toán cho hiện tượng đẩy trôi khi thi công đường hầm trong đất yếu [3].

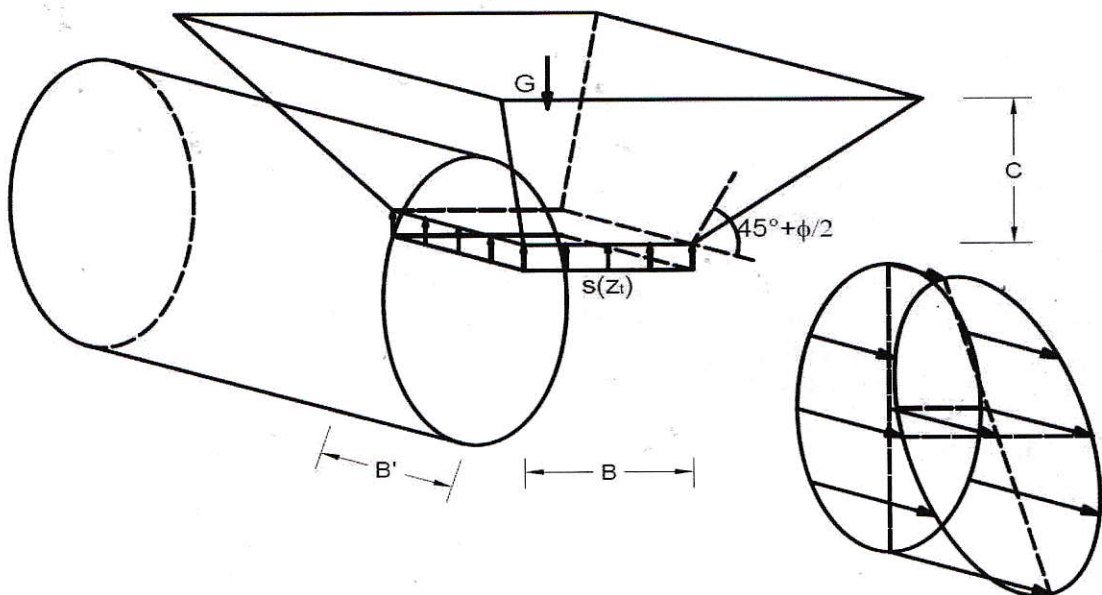
Ở Việt Nam, khi thi công đường hầm Dự án tuyến tàu điện ngầm số 1 Tp. Hồ Chí Minh Bến Thành-Suối Tiên đã ghi nhận một trường hợp đẩy trôi vào tháng 4 năm 2018. Sự cố này xảy ra khi thi công tuyến đường hầm làm cho một lượng dung dịch polymer thoát ra trên mặt đường tại lý trình Km1+500. Quá trình thi công đường hầm đã tạm dừng và các biện pháp an toàn đã được triển khai kịp thời nhằm giảm thiểu rủi ro và đảm bảo an toàn cho quá trình thi công và các công trình lân cận.

Bài báo tổng hợp các phương pháp phân tích hiện tượng đẩy trôi khi thi công đường hầm, từ đó xác định áp lực bơm dung dịch lớn nhất khi thi công, đề xuất mô hình phân tích hiện tượng đẩy trôi khi thi công đường hầm trong điều kiện nhiều

lớp địa chất khác nhau. Dựa vào mô hình đề xuất, tác giả áp dụng phân tích sự cố đẩy trôi tại Dự án tuyến tàu điện ngầm số 1 Tp. Hồ Chí Minh Bến Thành-Suối Tiên để rút ra các kinh nghiệm cho các dự án thi công đường hầm sắp tới ở Việt Nam.

2. Cơ sở lý luận phân tích hiện tượng đẩy trôi

Hiện tượng đẩy trôi thường được sử dụng là điều kiện biên trên để xác định áp lực bơm dung dịch lớn nhất tại mặt gương đào (thường là dung dịch bentonite, foam hoặc polymer) và tại đuôi máy đào hầm trong quá trình thiết kế thi công các đường hầm. Hiện nay, các mô hình thường được sử dụng trên thế giới để phân tích hiện tượng đẩy trôi có thể kể đến các mô hình do Balhaus năm 1991 [2], Wout Broere năm 2001 [6], Vũ Minh Ngạn và các cộng sự năm 2016 đề xuất [10].



H.1. Mô hình tính toán đẩy trôi theo đề xuất bởi Balhaus năm 1991 [2]

Hình H.1 mô tả khối đất phía trên máy đào hầm bị đẩy trôi được giả thiết có dạng hình nêm với trọng lượng "G". Giả thiết áp lực bơm dung dịch phân bố tại gương đào có giá trị là "s". Theo [2], áp lực bơm dung dịch "s" khi hiện tượng đẩy trôi xuất hiện được xác định dựa trên điều kiện ổn định của khối đất trên hầm theo công thức hệ số an toàn:

$$\eta = \frac{G}{S} > \eta_1 = \frac{\gamma \cdot C \cdot \left(B' + C \cdot \cot \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \right)}{B' \cdot s(z_i)} > \eta_2 = \frac{\gamma \cdot C}{s(z_i)} \quad (1)$$

Trong đó: C - Chiều sâu tầng đất phủ (m); φ - Góc ma sát trong (độ); γ - Dung trọng riêng của đất (KN/m^3); s - Áp lực bơm dung dịch (KN/m^2).

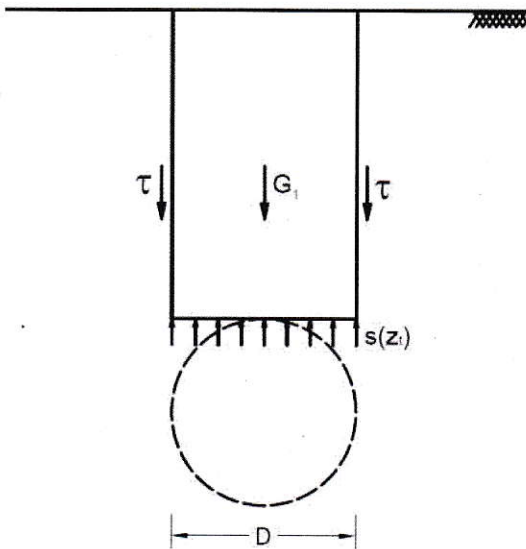
Mô hình trên hình H.1 thường đưa ra dự báo giá

trị áp lực bơm dung dịch gây đẩy trôi lớn so với giá trị đo thực tế, do không xét đến lực ma sát giữa khối đất bị đẩy trôi và môi trường đất xung quanh khi xảy ra hiện tượng đẩy trôi. Khi khối đất phía trên đường hầm cao tại gương đào và/hoặc tại đuôi máy đào hầm bị đẩy trôi do sử dụng áp lực bơm dung dịch lớn, ứng suất cắt sẽ xuất hiện giữa khối đất bị đẩy trôi và môi trường đất xung quanh. Mô hình nêu ở hình H.2 do Wout Broere đề xuất vào năm 2001 [6] có xét đến ứng suất cắt này.

Từ điều kiện cân bằng của khối đất phía trên đường hầm bao gồm có tổng hợp áp lực bơm dung dịch s, trọng lượng của khối đất phía trên máy đào hầm G_1 và lực cắt hai bên khối đất bị đẩy trôi τ , áp lực chống lớn nhất tại gương đào có thể được xác định như sau:

$$s_{\max} = C \left[\gamma + \frac{2 \cdot c + C \cdot K \cdot \gamma \cdot \tan \varphi}{D} \right] \quad (2)$$

Trong đó: c - Lực dính đơn vị, kN/m^2 .



H.2. Mô hình tính toán đẩy trôi do Wout Broere đề xuất vào năm 2001 [6]

Tuy nhiên, mô hình của Wout Broere (2016) đã bỏ qua trọng lượng phần đất dọc theo chu vi của hầm và chưa xét đến đặc trưng giảm áp lực khi dung dịch bơm di chuyển lấp đầy khoảng trống giữa vỏ hầm và máy đào hầm tạo ra nên giá trị áp lực bơm dung dịch gây đẩy trôi theo mô hình này thường nhỏ hơn so với thực tế. Khi bơm dung dịch tại mặt gương đào, dung dịch sẽ di chuyển lấp đầy các khoảng trống này và do

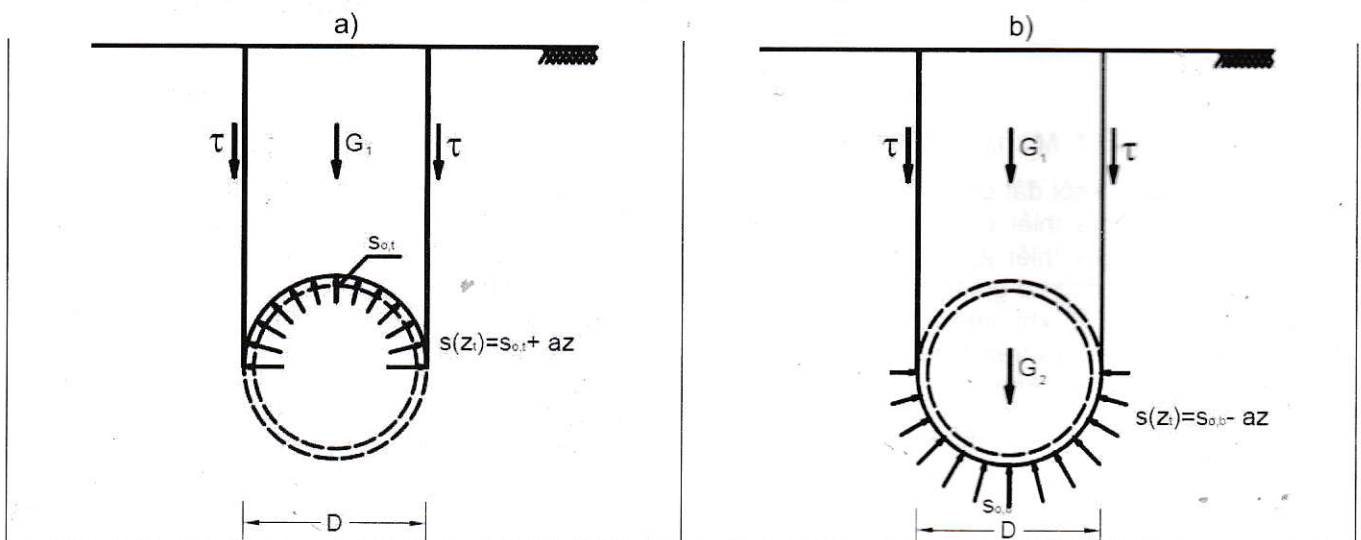
đó áp lực dung dịch bơm sẽ giảm đi [4], [5]. Trong tài liệu [10], Vũ Minh Ngạn và các cộng sự đã đề xuất mô hình phân tích hiện tượng đẩy trôi có xét đến sự thay đổi áp lực dung dịch tuyến tính xung quanh máy đào hầm TBM theo hai phần của mặt cắt ngang đường hầm bao gồm phần phía trên và phía dưới máy đào hầm như trong hình H.3. Các kết quả kiểm chứng với số liệu đo trong trường hợp sự cố đẩy trôi xảy ra khi thi công hầm Second Heineoord Tunnel và ba thí nghiệm li tâm [10] cho thấy mô hình tính toán đề xuất bởi Vũ Minh Ngạn và các cộng sự đưa ra kết quả tính toán sát với kết quả đo đạc tại thực địa và thí nghiệm hơn so với các kết quả tính toán bằng các mô hình đề xuất bởi Balthaus và Wout Broere. Khi chỉ xét đến khối đất phía trên đường hầm bị đẩy trôi do áp lực bơm dung dịch lớn tại phần phía trên hầm (hình H.3.a), từ điều kiện cân bằng của khối đất trên đường hầm, áp lực bơm dung dịch lớn nhất đỉnh hầm $s_{0,t,\max}$ được xác định theo công thức:

$$s_{0,t,\max} = \gamma \cdot \left(H - \frac{\pi}{8} \cdot D \right) + 2 \cdot \frac{H}{D} \cdot (c + H \cdot K \cdot \gamma \cdot \tan \varphi) - \frac{a \cdot D}{4} \quad (3)$$

Khi cả đường hầm và khối đất phía trên đường hầm bị đẩy trôi do áp lực bơm dung dịch lớn tại phần dưới hầm (hình H.3.b), từ điều kiện cân bằng, áp lực bơm dung dịch lớn nhất tại đáy hầm $s_{0,b,\max}$ được xác định theo công thức sau:

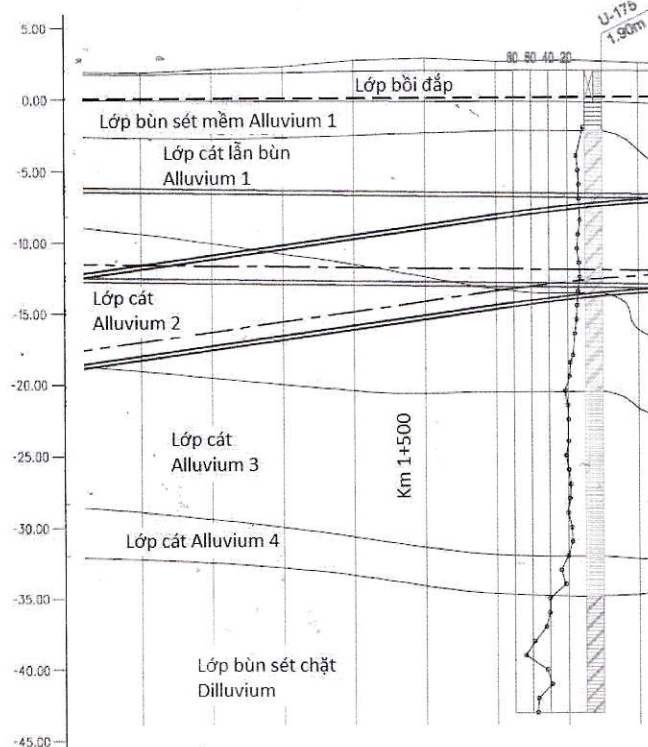
$$s_{0,b,\max} = \gamma \cdot \left(H - \frac{\pi}{8} \cdot D \right) + 2 \cdot \frac{H}{D} \cdot (c + H \cdot K \cdot \gamma \cdot \tan \varphi) + \gamma_T \cdot D + \frac{a \cdot D}{4} \quad (4)$$

Trong đó: H - Chiều sâu hầm (m), γ_T - Trọng lượng riêng của vỏ hầm, $\gamma_T = 24 \text{ kN/m}^3$; a - Gradient theo phương đứng của dung dịch bơm.



H.3. Mô hình tính toán đẩy trôi do Vũ Minh Ngạn và các cộng sự đề xuất bao gồm gradient áp lực vữa "a": a - Phần trên; b - Phần dưới; G_1 - Trọng lượng của khối đất phía trên đường hầm; G_2 - Trọng lượng của hầm, τ - Lực cắt dọc theo hai bên khối đất đẩy trôi; s - Áp lực bơm dung dịch tại gương đào hoặc tại đuôi máy đào hầm

3. Phân tích hiện tượng đẩy trôi tại dự án tuyến tàu điện ngầm số 1 Tp. Hồ Chí Minh



H.4. Điều kiện địa chất tại lý trình Km 1+500 Dự án tuyến tàu điện ngầm số 1 TP. Hồ Chí Minh

Tuyến tàu điện ngầm số 1 Tp. Hồ Chí Minh có chiều dài 19,7 km từ Chợ Bến Thành tới công viên Suối Tiên bao gồm 2,6 km ngầm dưới Nhà hát lớn thành phố, cảng Ba Son và dưới sông Sài Gòn. Phần lớn đường hầm được thi công bằng máy đào hầm loại cân bằng áp lực đất EPB TBM dưới lớp đất bao gồm có lớp đất phủ, các vật liệu phủ sa bồi

Bảng 1. Số liệu địa chất tại Dự án tuyến tàu điện ngầm số 1 TP. Hồ Chí Minh (theo Báo cáo UMRTL1-CP1b-TBMS-CGE-RPT-00073-C)

Lớp	Mô tả	Cao độ		Trọng lượng riêng γ , kN/m^3	Lực dính đơn vị c, kN/m^2	Góc ma sát trong φ , độ	Hệ số áp lực tĩnh K
		Từ	Tới				
1	Lớp bồi đắp	2,58	0,23	19	10	25	0,6÷0,5
2	Lớp bùn sét mềm Alluvium 2	0,23	-1,77	16,5	0	24	0,6÷0,5
3	Lớp cát lẫn bùn Alluvium 1	-1,77	-13,2	20,5	0	30	0,6÷0,5
4	Lớp cát Alluvium 2	-13,2	-17,4	20,5	0	33	0,5

Như đã đề cập ở phần trên, khi so sánh kết quả phân tích hiện tượng đẩy trôi theo các mô hình tính toán khác nhau trong tài liệu [10], mô hình tính toán với áp lực bơm dung dịch thay đổi tuyến tính theo chiều sâu hầm do Vũ Minh Ngạn và các cộng sự đề xuất (2016) đưa ra kết quả tính áp lực bơm

đắp kỹ thứ tư Alluvium và lũy tích Diluvium. Lớp đất phủ bề mặt có chiều dày khoảng 2 m. Lớp tiếp theo là các lớp phủ sa bồi đắp kỹ thứ tư Alluvium có chiều dày khoảng 30 m bao gồm các lớp bùn sét, sét pha cát mềm. Các lớp lũy tích Diluvium gồm có bùn sét và các lớp bùn cát bên dưới các lớp phủ sa bồi đắp kỹ thứ tư Alluvium. Hình H.4 mô tả đặc trưng địa chất và vị trí đường hầm tại khu vực xảy ra hiện tượng đẩy trôi tại lý trình km1+500.

Hiện tượng đẩy trôi được ghi nhận vào lúc 8 giờ sáng ngày 23/4/2018, tại lý trình km1+500 trên tuyến hầm phía Tây, tại nơi hầm có chiều sâu -11,67 m. Tại thời điểm xảy ra sự cố như trên hình H.5, dung dịch phun lên mặt đường là dung dịch polymer được bơm tại gương đào. Áp lực bơm dung dịch tại gương đào đo được tại thời điểm xảy ra sự cố là 380 kN/m^2 , đây là giá trị áp lực polymer cao nhất tại hai đường ống cấp polymer hoạt động tại thời điểm xảy ra sự cố (trên thực tế có 5 đường ống cấp polymer nhưng chỉ sử dụng 2 đường ống tại thời điểm đó).

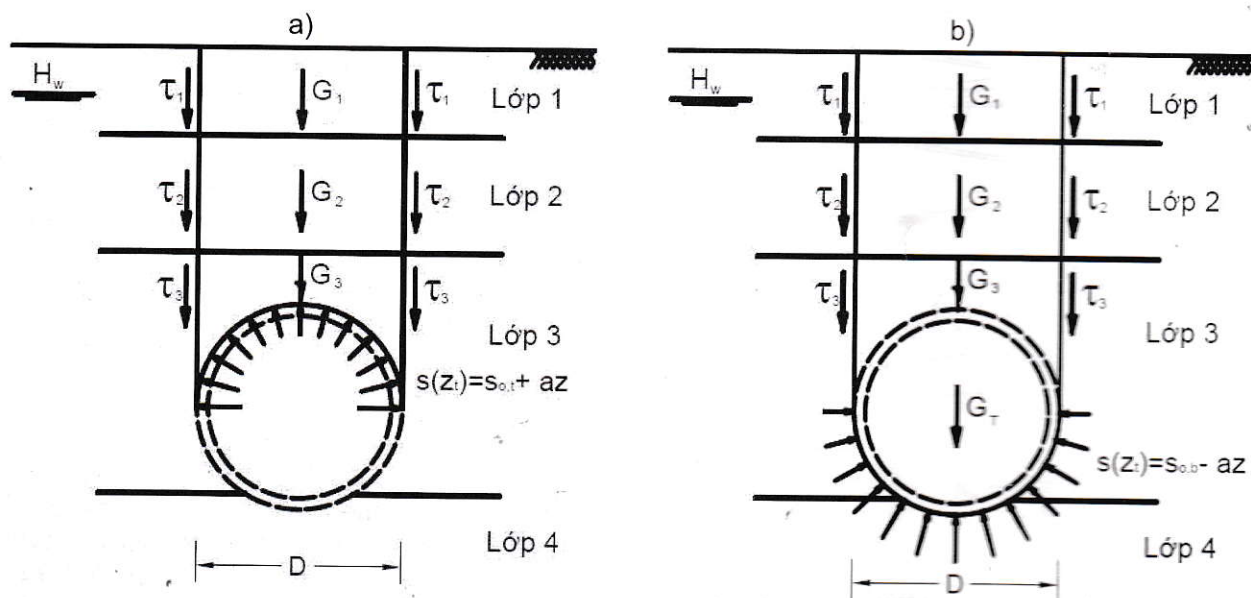


H.5. Dung dịch polymer phun lên trên mặt đường khi xảy ra sự cố đẩy trôi

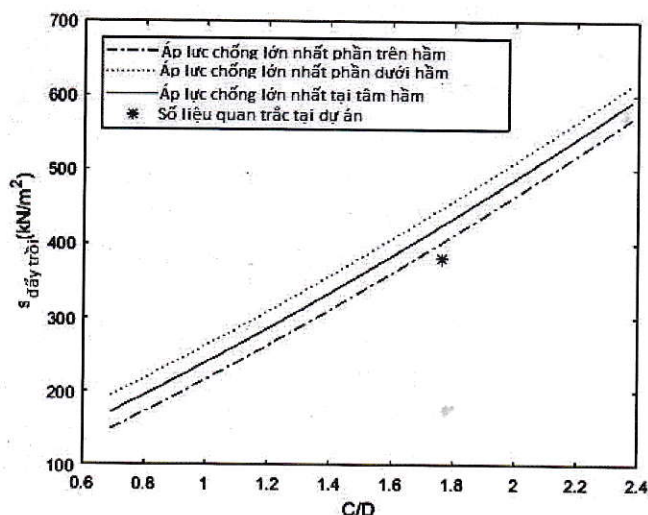
dung dịch lớn nhất trong điều kiện đẩy trôi chính xác hơn các kết quả tính toán từ các mô hình phân tích do Balthaus và Wout Broere đề xuất không chỉ đối với các thí nghiệm lý tâm mà còn đúng trong trường hợp thực tế tại hầm Second Heinenoord Tunnel. Tuy nhiên, mô hình phân tích hiện tượng

đẩy trôi như hình H.3 chỉ tính toán cho trường hợp đất đồng nhất và đẳng hướng. Trong bài báo này, tác giả đề xuất mô hình tính toán với điều kiện địa chất bao gồm nhiều lớp đất được thể hiện trong hình H.6 để phân tích sự cố đẩy trôi. Trong mô hình tính toán này, hầm được đặt ở độ sâu -11,67 m. Các thông số địa chất được thể hiện như trong Bảng 1. Tương tự như mô

hình nêu trong hình H.3, mô hình mô tả trong hình H.6.a phân tích cho trường hợp chỉ xét đến khối đất phía trên đường hầm bị đẩy trôi do áp lực bơm dung dịch lớn tại phần phía trên hầm, mô hình mô tả trong hình H.6.b phân tích cho trường hợp cả đường hầm và khối đất phía trên đường hầm bị đẩy trôi do áp lực bơm dung dịch lớn tại phần dưới hầm.



H.6. Mô hình phân tích hiện tượng đẩy trôi tại Dự án tuyến tàu điện ngầm số 1 TP. Hồ Chí Minh: a - Phần trên; b - Phần dưới



H.7. Kết quả phân tích hiện tượng đẩy trôi tại Dự án tuyến tàu điện ngầm số 1 TP. Hồ Chí Minh

Hình H.7 thể hiện kết quả tính toán theo các công thức (3) và (4) với các tỷ số chiều sâu tầng đất phủ/đường kính hầm C/D khác nhau theo điều kiện địa chất như trên hình H.6 và Bảng 1 nhằm đưa ra các giá trị tính toán áp lực bơm dung dịch lớn nhất với các vị trí hầm khác nhau. Trên hình

H.7, vị trí dấu (*) thể hiện áp lực bơm dung dịch đo được khi xảy ra đẩy trôi tại vị trí có tỷ số $C/D=1,76$. Áp lực đẩy trôi đo được tại vị trí này có giá trị 380 kN/m^2 .

Hình H.7 cho thấy kết quả tính toán từ các mô hình tính toán phân tích hiện tượng đẩy trôi và kết quả quan trắc có sự sai khác không đáng kể (khoảng 7 %). Điều này cho thấy các kết quả tính toán từ mô hình phân tích đề xuất là hoàn toàn tin cậy và cho kết quả chính xác về áp lực đẩy trôi trong sự cố này.

Việc thi công hầm tại Dự án tuyến tàu điện ngầm số 1 TP. Hồ Chí Minh đã kết thúc và không ghi nhận sự cố và ảnh hưởng nguy hiểm xảy ra. Việc phân tích lại sự cố đẩy trôi này rút ra một số bài học kinh nghiệm như sau:

- Kiểm soát tốt các áp lực chống tại gương đào và khoảng trống phía sau máy đào hầm là rất quan trọng trong việc đảm bảo sự thành công của dự án;
- Các giải pháp chuẩn bị khi xảy ra sự cố trước đó trong Biện pháp thi công có thể giảm thiểu mức độ tổn thất trong các trường hợp xảy ra sự cố;
- Mô hình tính toán áp lực đẩy trôi với sự thay

đổi tuyến tính áp lực chống tại phần trên và phần dưới của hầm có thể dự báo chính xác áp lực đẩy trời khi thi công hầm nông trong đất yếu. Các số sánh kiểm chứng với hai trường hợp thực tế tại hầm Second Heinenoord Tunnel và Dự án tuyến tàu điện ngầm số 1 Tp. Hồ Chí Minh cũng như 3 thí nghiệm lý tâm khẳng định điều này;

➤ Trong điều kiện địa chất tại Tp. Hồ Chí Minh, các rủi ro đẩy trời khi thi công hầm nông với tỷ số C/D nhỏ hơn 2,0 là có thể xảy ra (trong trường hợp này tỷ số C/D=1,76). Các nhà thầu thi công cần chú ý trong công tác quan trắc khi thi công hầm bằng TBM hoặc mTBM trong thành phố hoặc cần chú ý áp dụng các biện pháp xử lý nền đất yếu khi thi công nhằm giảm thiểu rủi ro đẩy trời;

➤ Với các dự án xây dựng đường hầm trong tương lai tại Tp. Hồ Chí Minh và tại Hà Nội trong điều kiện địa chất đất yếu như dự án tuyến tàu điện ngầm số 2 Tp. Hồ Chí Minh, tuyến tàu điện ngầm số 3 Hà Nội, các dự án đào hầm tiết diện nhỏ bằng phương pháp khoan kích đẩy ngầm (pipe jacking) như các dự án cấp thoát nước thành phố, hiện tượng đẩy trời cần được xét đến trong thiết kế và trong quá trình thi công nhằm hạn chế các hậu quả lớn có thể xảy ra.

4. Kết luận

Hiện tượng đẩy trời là hiện tượng nguy hiểm và nhất thiết phải được xét đến trong thiết kế thi công hầm, đặc biệt khi thi công đường hầm với độ sâu nông trong điều kiện đất yếu nhằm giảm thiểu và phòng tránh các tổn thất xảy ra. Trong bài báo, tác giả đã phát triển mô hình phân tích hiện tượng đẩy trời do Vũ Minh Ngạn và các cộng sự đề xuất [6] cho trường hợp thi công hầm trong điều kiện địa chất nhiều lớp đất khác nhau. Kết quả tính toán kiểm chứng với trường hợp sự cố đẩy trời trong Dự án tuyến tàu điện ngầm số 1 Tp. Hồ Chí Minh đã cho thấy mô hình tính toán đề xuất có thể tính toán và dự báo tốt áp lực bơm dung dịch thực tế. Các giải pháp kỹ thuật sử dụng trong Dự án tuyến tàu điện ngầm số 1 TP. Hồ Chí Minh cho thấy việc chuẩn bị kỹ càng các biện pháp kỹ thuật cho các rủi ro khi thi công hầm là cần thiết đảm bảo sự thành công của dự án. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Anagnostou G. and Kovári K. The face stability of slurry-shield-driven tunnels. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 9(2): 165-174. 1994.
2. Balthaus H. Tunnel face stability in slurry shield tunnelling. In *Proceeding 12th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Rio de Janeiro, 13-18 August 1989 V2, P775-778, volume 28, page A391. Pergamon. 1991.
3. Bezuijen A. and Brassinga H.E. Blow-out pressures measured in a centrifuge model and in the field. *Tunnelling: a decade of progress: GeoDelft 1995-2005*, page 143. 2006.
4. Bezuijen A. and Talmon, A. Grout the foundation of a bored tunnel. *Tunnelling. A Decade of Progress. GeoDelft 1995-2005*, page 95. 2005a
5. Bezuijen A. and Talmon A. Processes around a TBM. In *Proceedings of the 6th International Symposium on Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground (IS-Shanghai 2008)*, pages 10-12. 2008.
6. Broere W. Tunnel Face Stability & New CPT Applications. PhD thesis, Delft University of Technology. 2001.
7. Jancsecz S. and Steiner W. Face support for a large mix-shield in heterogeneous ground conditions. In *Tunnelling'94. Papers presented at seventh International Symposium Tunnelling'94*, held 5-7 July 1994, London. 1994.
8. Talmon A. and Bezuijen A. Grouting the tail void of bored tunnels: the role of hardening and consolidation of grouts. In *Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground: Proceedings of the 5th International Symposium TC28.Amsterdam, the Netherlands, 15-17 June 2005*, page 319. Taylor & Francis US. 2005.
9. Vu M.N., Broere W. and Bosch J.W. The impact of shallow cover on stability when tunnelling in soft soils. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 50:507-515. 2015c,
10. Vu M.N., Broere W. and Bosch J.W. New blow-out models for shallow tunnelling in soft soils. *Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development - Geotec Hanoi 2016*, Phung (edt). ISBN 978-604-82-0013-8. 2016.

Ngày nhận bài: 18/2/2019

Ngày gửi phản biện: 15/4/2019

Ngày nhận phản biện: 21/8/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/10/2019

Từ khóa: đẩy trời; hầm nông; địa chất; nhiều lớp; môi trường đất; độ sâu nông; đất yếu; đường hầm tàu điện ngầm

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

(Xem tiếp trang 29)

chí Công nghiệp Mỏ. Số 4. Năm 2017. Trang 23÷30, 38.

6. Võ Trọng Hùng. Nghiên cứu xây dựng thuật toán xác định chiều sâu lỗ mìn thi công công trình ngầm khi chọn trước tốc độ tiến gương. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 5. Năm 2017. Trang 22÷30.

7. Võ Trọng Hùng. Nghiên cứu đề xuất một số giải pháp công nghệ, kỹ thuật, tổ chức hợp lý thi công công trình ngầm khi chọn trước tốc độ tiến gương. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 3. Năm 2018. Trang 54-61.

Ngày nhận bài: 09/2/2019

Ngày gửi phản biện: 15/5/2019

Ngày nhận phản biện: 24/8/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/10/2019

Từ khoá: số lượng; thành phần; máy; thiết bị thi công; chọn trước tốc độ tiến gương công trình ngầm; chiều sâu lỗ mìn

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

SUMMARY

The article shows the research result selecting the quantity, ingredient, properties for the machines, equipments using for driving underground construction when the driving tunnel face velocity is selected before.



1. Sự mất bình tĩnh và mâu thuẫn với chính mình là điểm yếu lớn nhất của bản chất con người. *Joseph Addison.*

2. Không biết bao nhiêu lần con người buông tay từ bỏ khi mà chỉ một chút nỗ lực, một chút kiên trì nữa thôi là anh ta sẽ đạt được thành công. *Elbert Hubbard.*

3. Những người thành công luôn luôn tìm kiếm cơ hội để giúp đỡ người khác. Những người không thành công luôn luôn hỏi: "Tôi được lợi gì?". *Brian Tracy.*

VTH sưu tầm

PHÂN TÍCH SỰ CỐ...

(Tiếp theo trang 35)

SUMMARY

When supporting pressures applied at the tunnelling face and/or the TBM tail are too high, blow-out occurs leading to the collapse of tunnelling process. This blow-out condition is normally calculated as the upper boundary of supporting pressures in tunnelling design, especially when tunnelling in soft soil conditions and with shallow depths. This paper presents recent blow-out models in the world and introduces a new model for analysing blow-out when tunnelling in multi-layered soil. An analysis for a blow-out case study of Hochiminh Metro Line 1 Bến Thành-Suối Tiên, Vietnam shows a good agreement between observed data in the field and analysed results from the multi-layered soil blow-out model.

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG...

(Tiếp theo trang 39)

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

SUMMARY

To protect the large cross-section underground constructions at large depths, some countries in the world (such as Russia, Poland, Ukraine, etc.) have put into use V-shaped steel (SVPU) replacing U-shaped steel (SVP). Because, V-shaped steel (SVPU) has many improvements in geometric cross-section characteristics, the mechanical properties and joints construction wich help to increase the load carrying capacity, bending, twisting and stability level. Nowadays, Quảng Ninh underground coal mines are going deeper, so that the applying the V-shaped steel (SVPU) increases the stability and security level for underground constructions in mines.