

Một số đánh giá về tính toán ổn định đường ống thi công bằng phương pháp khoan kích ngầm

Some evaluations stability of pipeline using pipe jacking construction

> TS VŨ THỊ THÙY GIANG

Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội; Email: vuthithuygiang98@gmail.com

TÓM TẮT:

Khoan kích ống ngầm là một phương pháp thi công đào ngầm phù hợp với các đường ống kỹ thuật đô thị (ống thông tin, cáp, điện, cấp thoát nước...). Đây là một phương pháp thi công hiệu quả trong việc sử dụng quỹ đất đô thị, giúp giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và cuộc sống thông thường của khu vực. Trong bài báo này trình bày một số khía cạnh của tính toán thiết kế ổn định của đường ống thi công bằng phương pháp khoan kích ngầm. Cuối cùng là ví dụ tính toán làm sáng tỏ các khía cạnh kỹ thuật của bài toán thiết kế đường ống và khả năng ứng dụng của phương pháp khoan kích ngầm trong đô thị.

Từ khóa: Phương pháp đào ngầm; đường ống; khoan kích ngầm; ổn định; đô thị.

ABSTRACT:

Pipe jacking is a trenchless method for urban infrastructure pipeline (communication pipes, cable, power, water supply and sewer ..). This is an efficiency construction for urban land use, minimization the negative impact on the environment and the normal life of citizen. In this paper, the discussions will range across not only specific aspects of microtunneling but also evaluations stability of the pipeline in pipe jacking construction. Finally, an example would clear the technical aspects of the pipe designs and application of pipe jacking in urban areas.

Keywords: Trenchless methods; pipeline; pipe jacking; stability; urban.

1. MỞ ĐẦU

Ngày từ thời cổ đại, con người đã biết sử dụng các đường ống cho mục đích tưới tiêu và thủy lợi; hiện vẫn còn để lại những tàn tích trên khắp thế giới như Trung Quốc, Ai cập, Hy Lạp, ... Trải qua hàng ngàn năm, các kỹ thuật xây dựng đường ống đã không ngừng phát triển và hoàn thiện. Cho đến nay có rất nhiều phương pháp thi công đường ống đã được áp dụng với nhiều công nghệ khác nhau, song có thể phân thành hai nhóm kỹ thuật chính là: kỹ thuật đào hở, còn

gọi là đào lộ thiên/đào và lấp (Trench Technology) và kỹ thuật đào ngầm (Trenchless Technology/No-dig) [1].

Cùng với yêu cầu của sử dụng quỹ đất đô thị và sự tiến bộ của khoa học công nghệ, kỹ thuật đào ngầm là một phương pháp xây dựng ngầm để lắp đặt, sửa chữa và làm mới các đường ống, ống dẫn và dây cáp ngầm bằng cách sử dụng các kỹ thuật giúp giảm thiểu hoặc loại bỏ nhu cầu đào trong điều kiện không gian hạn chế, nơi chúng được đặt bằng phương pháp (mở) truyền thống là khó khăn, không thể hoặc có thể là quá tốn kém [3], [6]. Đây là kỹ thuật xây dựng hiệu quả khi xây dựng các đường ống đô thị đặt sâu, đặc biệt là khi xây dựng các đường ống dạng ống có mặt cắt ngang tròn hoặc hình chữ nhật.

Phương pháp này không yêu cầu đào hào/rãnh dọc theo tuyến đặt ống, giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và cuộc sống thông thường của khu vực (đặc biệt là ở đô thị) trong quá trình xây dựng. Hiện nay có rất nhiều công nghệ trong kỹ thuật đào ngầm. Hình 1 giới thiệu một cách phân loại các công nghệ đào ngầm. Hệ thống này chia công nghệ thành ba loại chính : (1) khoan định hướng (khoan ngang), (2) khoan kích ngầm/kích đẩy ống, (3) phương pháp đào ngầm (làm hầm).

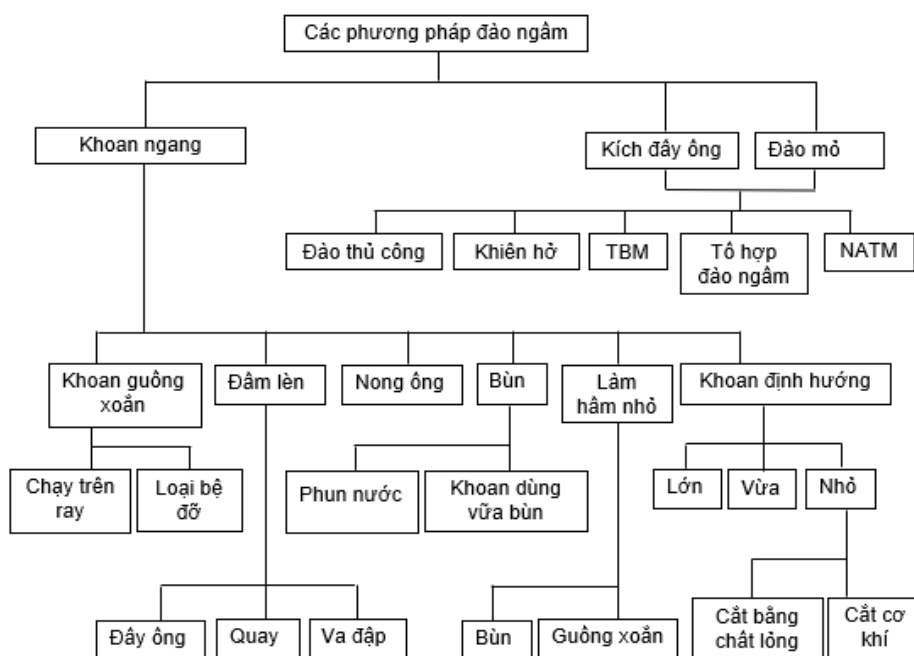
Công nghệ khoan kích ngầm ống là kỹ thuật đào ngầm cho phép thi công các đường ống với đường kính thay đổi từ 1069mm (42 inch) đến 4700mm (185 inch) hoặc các đường ống có mặt cắt hình chữ nhật có kích thước đến (20x7)m mà không gây ra sự ảnh hưởng đáng kể đến hoạt động trên bề mặt. Công nghệ này bao gồm việc đẩy một dây các ống trong lòng đất từ một giếng kích đến một giếng nhận, trong khi đào đất ở đầu ống bằng các thiết bị cơ khí hay các thiết bị đào bằng thủ công. Trong quá trình đào, các ống được đặt lần lượt từng ống một xuống giếng kích, liên kết vào cuối của dây ống và được đẩy đến một khoảng cách cho phép đặt ống tiếp theo xuống. Chu trình này được lặp đi lặp lại cho đến khi dây ống xuyên đến giếng nhận, có khoảng cách thường là từ 50 đến 500m đối với giếng kích [1].

Các ưu điểm của công nghệ khoan kích ngầm và được khuyến khích áp dụng trong các điều kiện sau:

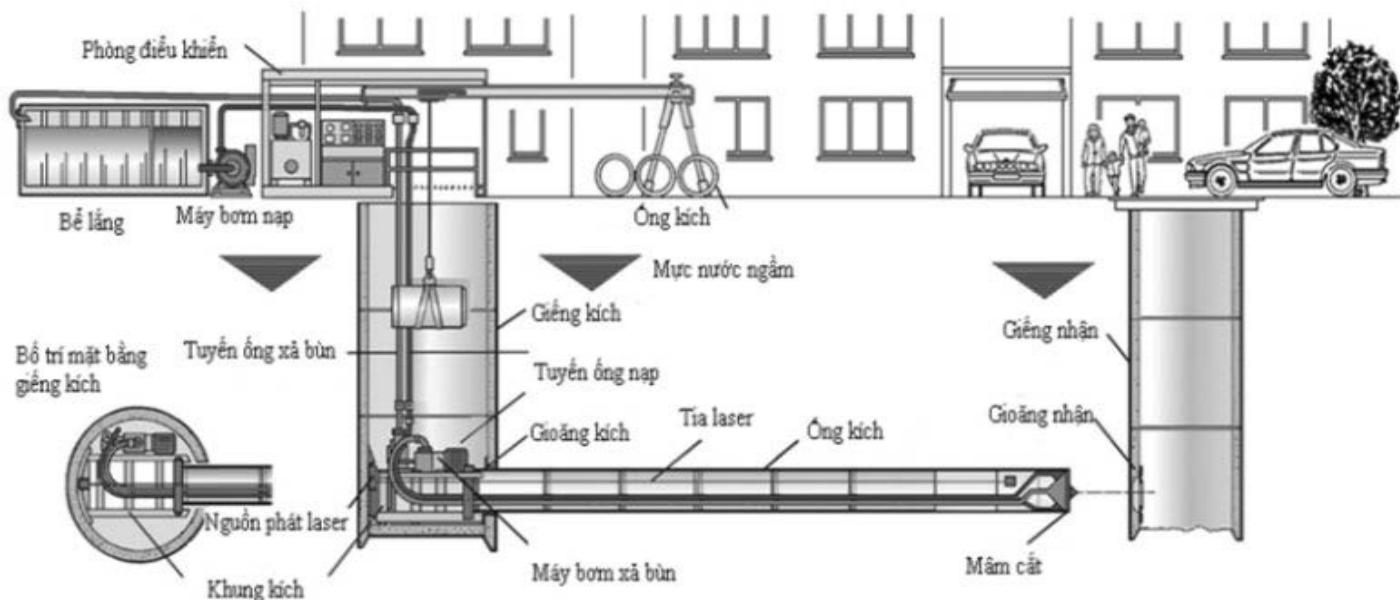
- Các đoạn tuyến dài tại những nơi có mật độ phát triển đô thị hoặc trong điều kiện có sự bảo hòa lớn của không gian ngầm hoặc điều kiện giao thông hiện tại, trong điều kiện quy hoạch đô thị và địa chất kỹ thuật khó khăn;

- Trên các đoạn đường ống ngắn để vượt qua các chướng ngại vật khác nhau dưới đường sắt, đường cao tốc, các tiện ích ngầm, đường nước và các chướng ngại vật khác;

- Dưới các khu vực di tích lịch sử/kiến trúc hoặc các khu bảo tồn không cho phép thay đổi diện mạo hiện có theo phương pháp đào mở.



Hình 1. Phân loại các công nghệ đào ngầm [8]



Hình 2. Mô tả sơ đồ công nghệ khoan kích ống ngầm [7]

Các thành phần chính trong công nghệ khoan kích ngầm bao gồm:

- Đào đất bằng máy đào cơ giới hóa và giữ ổn định bề mặt;
- Thải bỏ đất đào hoặc các sản phẩm sau khi đào;
- Giám sát và hiệu chỉnh quỹ đạo;
- Lắp đặt đường ống bằng cách kích ống.

Tùy theo điều kiện cụ thể của từng dự án mà việc bố trí sơ đồ công nghệ có thể khác nhau được thể hiện trong Hình 2.

2. ĐẶC ĐIỂM VÀ YÊU CẦU THIẾT KẾ CỦA VỎ ĐƯỜNG ỐNG THI CÔNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP KHOAN KÍCH NGẦM

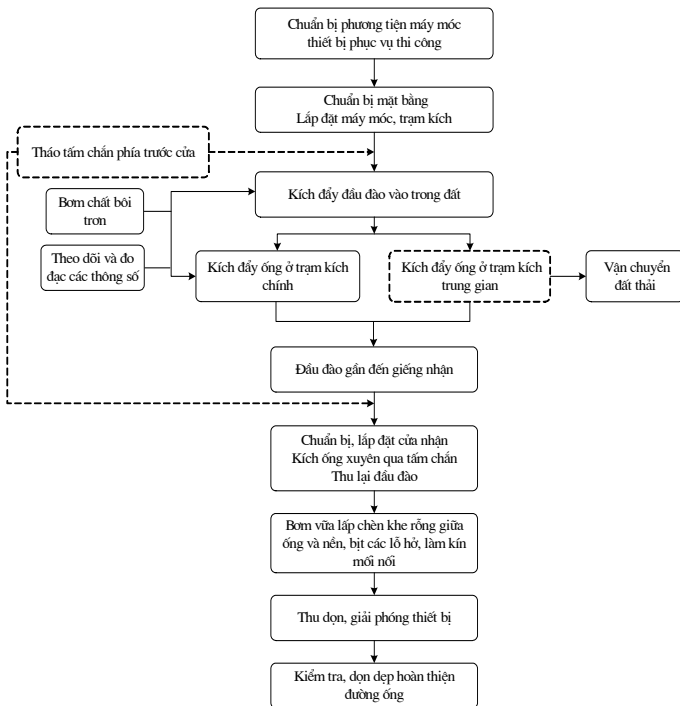
Đặc điểm của kết cấu vỏ đường ống khoan kích ngầm là ết cấu ống đóng vai trò quan trọng trong suốt giai đoạn thi công khoan kích ngầm và trong quá trình khai thác của công trình. Trong giai đoạn thi công khoan kích ngầm nó đóng vai trò: (1) là lớp vỏ chịu

lực cho đường ống; (2) truyền lực khoan kích ngầm tới khiên đào hoặc máy đào hầm; (3) đảm bảo lối công tác và tiếp cận gương đào; (4) đảm bảo lối vận chuyển đất bùn đã đào ra; và (5) tạo điều kiện cho việc thực hiện chống đỡ gương đào [2], [7], [9].

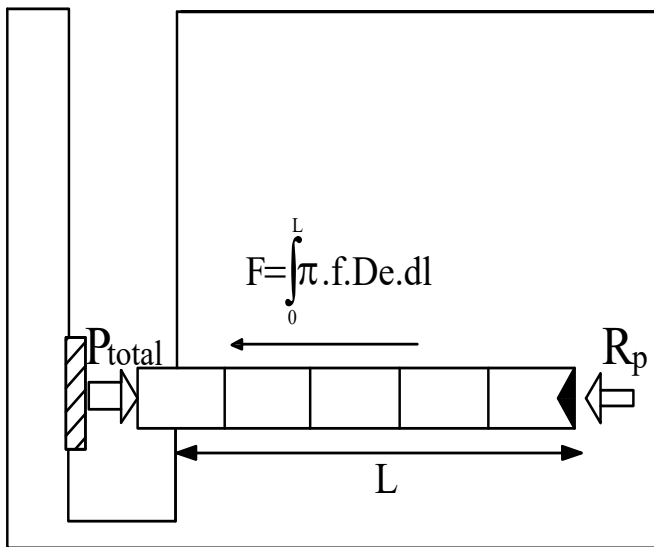
Do đặc điểm của đường ống khoan kích ngầm, bên cạnh các áp lực thông thường cần xác định lực đẩy P_{total} cần thiết để kích ống được xác định bằng tổng áp suất ở đầu máy khoan R_p và tác dụng của lực ma sát F tiếp xúc giữa đất và đường ống được mô tả trong Hình 4.

Để tính toán thiết kế thi công đường ống khoan kích ngầm cần phải xác định các thành phần sau :

- Tính toán lực ma sát giữa đất - đường ống.
- Tính toán ổn định của gương đào.
- Tính toán lực đẩy tối đa cho phép.



Hình 3. Sơ đồ các bước thi công khoan kích ngầm [1]



Hình 4. Sơ đồ tính toán đường ống khoan kích ngầm [7]

Ở đây, giá trị ma sát là giá trị được đặc trưng cho các thông số khác như đào vượt, chiều dày tầng phủ, hiệu chỉnh quỹ đạo hoặc khối lượng chất bôi trơn được bơm vào. Các giá trị được nhóm lại với nhau thành 6 loại đất có các đặc tính chung được xác định dưới đây (Bảng 1).

a) Trường hợp đất dính: áp lực cần thiết để duy trì đào ổn định được cho theo quan hệ sau:

$$\sigma_T > \gamma \left(H + \frac{D_e}{2} \right) - T_c S_u \quad (1)$$

Trong đó:

γ là trọng lượng riêng của đất;

H chiều dày tầng phủ/chiều sâu đặt đường ống

S_u là sức kháng cắt không thoát nước của đất;

T_c là hệ số ổn định được xác định theo tỷ số H/D_e và giá trị P/D_e .

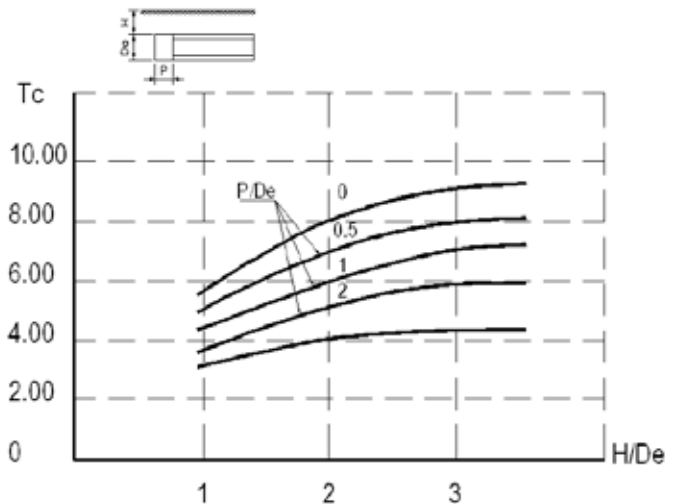
P là chiều dài đoạn đã đào chưa được chống đỡ ngay phía sau gương đào.

Trong những đường ống khoan kích ngầm ống, chiều dài không chống P thường nhỏ hoặc bằng 0, và $P/D_e = 0$.

Quá trình đào được ổn định nếu áp suất bên trong σ_T nhỏ hơn hoặc bằng 0.

Bảng 1. Giá trị ma sát giữa đất và đường ống [9]

Loại đất	γ (kN/m ³)	P_1 (MPa)	C_u (kPa)	φ_u (°)	c' (kPa)	φ'_u (°)
1 – Đất dính	17	0.3	20	0	10	17
2 – đất hạt rời	18	0.6	0		0	30
3- đất dính khá chắc	19	1	40	30	20	20
4 – đất rời khá chặt	19	1.5	0	34	0	34
5 – đất dính chắc đến cứng	20	2.5	75	10	25	25
5 -đất rời đầm chặt	200.	3	0	38	0	38



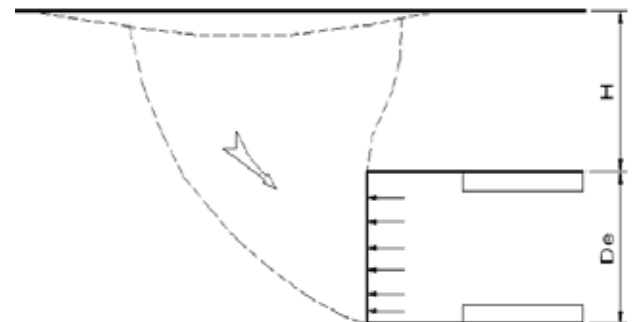
Hình 5. Biểu đồ tra hệ số ổn định T_c [9]

Để ngăn cản trường hợp áp lực tăng vượt quá áp lực gương đào cho phép - có thể gây ra hiện tượng bùng “blow-out” đất xung quanh gương đào thì:

$$\sigma_T < \gamma \left(H + \frac{D_e}{2} \right) + T_c S_u \quad (2)$$

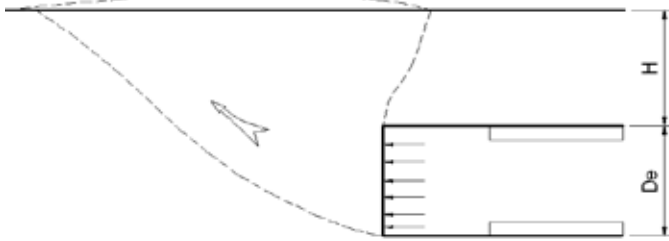
Như vậy có thể xảy ra hai trường hợp mất ổn định gương đào đó là:

Trường hợp 1: mặt đất trước gương đào có xu hướng bị lún xuống (Hình 6)



Hình 6. Khối đất phía trước gương đào có xu thế bị lún xuống [9]

Trường hợp 2: mặt đất trước gương đào bị đẩy trôi như Hình 6.



Hình 7. Khối đất trước gương đào có xu thế bị đẩy trôi [9]

Vì vậy, với đất mềm cần đưa vào một hệ số an toàn từ 1,5 ÷ 2 nhân với giá trị sức kháng S_u cho cả hai trường hợp để xác định giới hạn có thể chấp nhận để ngăn hiện tượng đẩy trôi hoặc lún xuống khi thực hiện khoan kích ngầm.

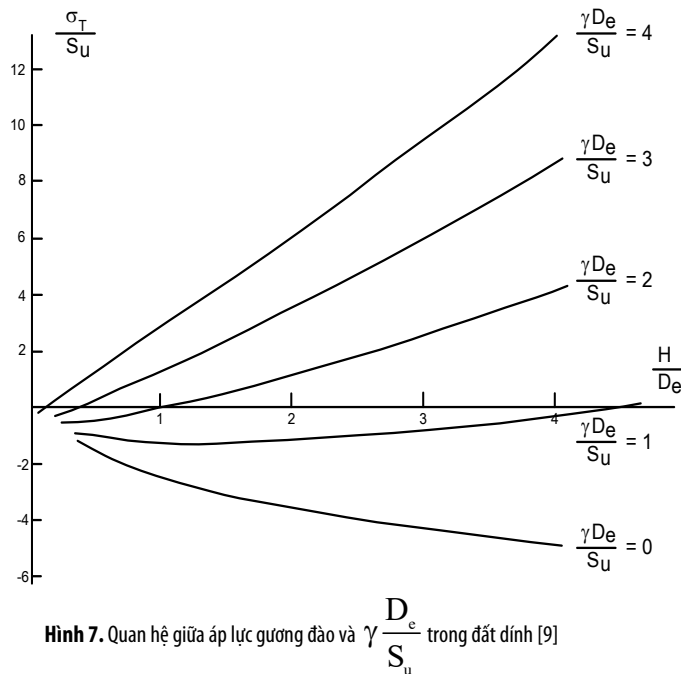
Phương trình tính toán áp lực chống cần thiết để giữ đường hầm không bị lún như trong công thức (2) có thể được viết lại như sau:

$$\frac{\sigma_T}{S_u} > \gamma \frac{D_c}{S_u} \left(\frac{H}{D_c} + \frac{1}{2} \right) - T_c \quad (3)$$

Trong phương trình (3) tỷ số $\frac{\sigma_T}{S_u}$ phụ thuộc nhiều thông số

trong đó có $\gamma D_c/S_u$ và được thể hiện trên Hình 7 với các giá trị $\gamma \frac{D_c}{S_u}$

khác nhau.



Hình 7. Quan hệ giữa áp lực gương đào và $\gamma \frac{D_c}{S_u}$ trong đất dính [9]

Từ Hình 6 nhận thấy khi các giá trị của σ_T nhỏ hơn 0 chứng tỏ rằng hầm ổn định mà không cần bất cứ áp lực chống đỡ nào. Chú ý rằng đối với các đường ống khoan kích ngầm nhỏ và vừa, trong hầu hết các trường hợp thì $\gamma \frac{D_c}{S_u}$ nhỏ hơn rất nhiều so với 1, gương đào thường ổn định.

3. VÍ DỤ TÍNH TOÁN

Số liệu ban đầu:

Cho đường ống thi công khoan kích ngầm trong khu vực đô thị, nằm dưới mực nước ngầm 1,5 m, đường ống nằm trong lớp đất có giá trị xuyên tiêu chuẩn $N = 30$; cường độ kháng cắt không thoát nước $S_u = 135 \text{ kN/m}^2$, mô đun biến dạng của đất $E_s = 100 \times 10^3 \text{ kN/m}^2$. Sức kháng ma sát của đất sét được xác định $F = 54 \text{ kN/m}$.

Thông số của các lớp đất như sau:

+ Lớp đất 1 có trọng lượng riêng bão hòa $\gamma'_1 = 19 \text{ kN/m}^3$, chiều dày 7 m.

+ Lớp đất 2 là đất sét có trọng lượng riêng bão hòa $\gamma'_2 = 21 \text{ kN/m}^3$, $k_0 = 1,6$

Chiều sâu đặt đường ống: $H = 12,0 \text{ m}$

Đường kính trong của ống: $D_i = 1,47 \text{ m} = 1470 \text{ mm}$

Đường kính ngoài của ống: $D_e = 1,8 \text{ m} = 1800 \text{ mm}$

Chiều dày đường ống $t = 165 \text{ mm}$

Yêu cầu:

- Tính ổn định của gương đào và hệ số an toàn.
- Tính biến dạng và chuyển vị của đường ống.
- Tính ma sát của ống và tải trọng tác dụng lên mỗi nối ống.

Lời giải:

i). Tính ổn định của gương đào và hệ số an toàn:

Tính toán áp lực tác dụng lên đường ống

Do đường ống nằm dưới mực nước ngầm, nên chịu tác dụng của áp lực nước thủy tĩnh. Áp lực đất đá tác dụng lên đường ống được tính theo trọng lượng của cột đất phía trên đường ống.

+ Áp lực đất tác dụng lên đường ống:

$$\sigma_v = \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i = 7 \times 19 + 4,25 \times 21 = 222 \text{ kN/m}^2$$

+ Áp lực nước: Áp lực nước thủy tĩnh tính đến trục của tim đường ống

$$P_w = (11,25 - 1,5) \times 10 = 95,5 \text{ kN/m}^2$$

+ Ứng suất có hiệu thẳng đứng tác dụng lên đường ống:

$$\sigma'_v = \sigma_v - P_w = 124,5 \text{ kN/m}^2$$

+ Với $k_0 = 1,6$, ta có ứng suất có hiệu nằm ngang của đất tại trục của tim đường ống:

$$\sigma'_h = k_0 \sigma'_v = 1,6 \times 124,5 = 200 \text{ kN/m}^2$$

+ Tổng ứng suất nằm ngang tác dụng lên trục của tim đường ống:

$$\sigma_h = \sigma'_h + P_w = 200 + 97,5 = 297,5 \text{ kN/m}^2$$

Ống BTCT có trọng lượng riêng $\rho = 24 \text{ kN/m}^3$; ta có trọng lượng của đường ống là:

$$W = \frac{\pi}{4} (d_e^2 - d_i^2) \times 24 = 203 \text{ kN/m}$$

Tính toán ổn định của gương đào:

Ta có, chiều dày tầng phủ tính đến tim đường ống.

$$H = 12,0 - 1,47 - 0,165 = 10,4 \text{ m}$$

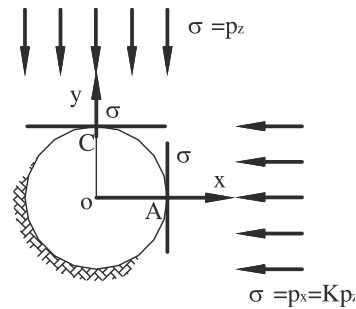
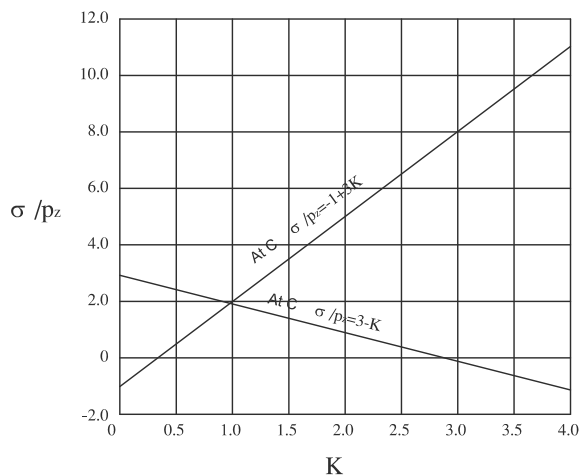
Xét tỉ số $\frac{H}{D_c} = \frac{10,4}{1,8} = 5,77$ và $\frac{P}{D_c} = 0$ kiểm tra điều kiện tại

gương đào

Tra biểu đồ Hình 4, ta có $T_c = 9$

Thay vào ta tính được, theo điều kiện

$$\sigma_T = \sigma_v - T_c S_u = 222 - 9 \times 135 \ll 0 \text{ do vậy gương đào ổn định}$$



Chú ý: $K = \sigma_x / \sigma_z$

Ứng suất cơ bản theo chu vi tại gương của hầm hình tròn như là hàm của K (Terzaghi and Rechart, 1952).

Hình 8. Tính toán áp lực đất theo Terzaghi [7]

Từ Hình 5, ta có ổn định của đường đào xác định như sau:

$$\frac{H}{D_c} = \frac{10,4}{1,8} = 5,77; \quad \frac{P}{D_c} = 0; \quad T_c = 4,2$$

$$\sigma_T = \sigma_v - T_c S_u = 222 - 4,2 \times 135 \ll 0 \rightarrow \text{đường đào rất ổn}$$

định, hệ số an toàn $FS > 2,5$

ii). Tính biến dạng và chuyển vị của đường ống:

Tính toán chuyển vị của đất nền

$$\delta_v = \frac{(1-\nu^2) D_c (3\sigma_v + \sigma_h)}{E_s}; \quad \delta_h = \frac{(1-\nu^2) D_c (3\sigma_h + \sigma_v)}{E_s}$$

Với điều kiện không thoát nước ngay lập tức sau khi đào

$$\sigma_v = 222 \text{ kN/m}^2; \quad \sigma_h = 298 \text{ kN/m}^2;$$

$$E_s = 100 \times 10^3 \text{ kN/m}^2; \quad \nu = 0,5$$

$$\text{Thay số vào ta được: } \delta_v = 13 \text{ mm}; \quad \delta_h = 15,1 \text{ mm}$$

Biến dạng lâu dài do thoát nước như sau:

Điều kiện thoát nước đầy đủ:

$$\frac{E'}{2(1+\nu')} = G' = G_u = \frac{E_s}{2(1+\nu)} \quad \text{với hệ số poisson điển hình}$$

$$\nu' = 0,2.$$

(với G là mô đun trượt, là như nhau với điều kiện thoát nước và không thoát nước)

$$\text{Vì vậy, } E' = 0,8 E_s, \text{ ta có; } \delta'_v = 16,3 \text{ mm}; \quad \delta'_h = 18,8 \text{ mm}$$

Nhận xét: để hạn chế các biến dạng đàn hồi do đất nền tác dụng lên đường ống, nên bổ sung thêm phần đào mở rộng bằng 25mm.

iii) Tính toán biến dạng cục bộ của đất:

Kiểm tra biến dạng cục bộ của đất nền xung quanh đường ống

$$\text{Ta có: } \sigma_v = 222 \text{ kN/m}^2; \quad \sigma_h = 298 \text{ kN/m}^2;$$

$$\text{Hệ số áp lực hông } K = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} = \frac{298}{222} = 1,34$$

Ứng suất cục bộ trên chu vi của đường ống:

$$\sigma_{cc} = (-1 + 3K) \sigma_v = (-1 + 3 \times 1,34) \times 222 = 666 \text{ kN/m}^2$$

Tại trục của tim đường ống

$$\sigma_{ca} = (3 - k) \sigma_v = (3 - 1,34) \times 222 = 368 \text{ kN/m}^2$$

Nhận xét: biến dạng cục bộ sẽ xuất hiện nếu $\sigma_c - \sigma_v > 2S_u$

Với đường ống không được gia cố bằng áp lực tại gương thì

$$\sigma_T = 0 \quad \text{và cả hai giá trị } \sigma_{cc} \text{ và } \sigma_{ca} \text{ đều lớn hơn}$$

$$2S_u = 270 \text{ kN/m}^2$$

Vì vậy, biến dạng cục bộ sẽ xuất hiện trừ khi đường ống được gia cố bằng áp lực bằng vữa bùn bôi trơn phù hợp với áp lực bùn $666 - 270 \approx 400 \text{ kN/m}^2$.

Nếu xuất hiện biến dạng cục bộ, việc dự đoán các ứng suất tiếp xúc giữa đường ống và đất nền là không khả thi nếu không sử dụng các phân tích phần tử hữu hạn. Tuy nhiên biến dạng cục bộ có thể được làm giảm đi bằng cách đào mở rộng nhiều hơn và trừ khi ở những vị trí mà lún bề mặt hoặc lún dưới bề mặt là một vấn đề lớn thì nên đào mở rộng có thể tăng đến phạm vi 40mm trên đường kính ống.

iv) Tính toán chuyển vị của đất nền

Nếu đào vượt 40mm = 0,04m theo chu vi của đường ống, khi đó đất nền sẽ ít tiếp xúc hoàn toàn với đường ống. Độ lún lớn nhất được xác định bằng việc mất thể tích đất và tính theo công thức:

$$V_s = \frac{\pi}{4} (1,84 - 1,8) = 0,1144 \text{ m}^3 / \text{m}$$

Do gương đào rất ổn định nên độ lún của do mất thể tích đất được bỏ qua; điểm bắt đầu xuất hiện lún như sau:

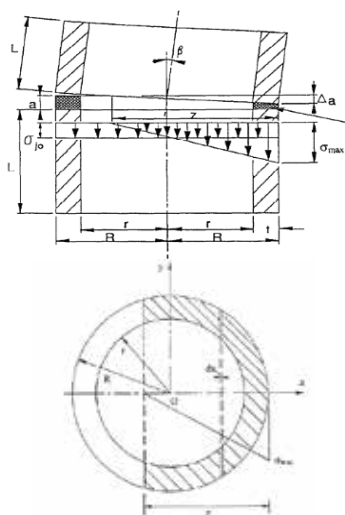
$$i = 0,43z + 1,2 = 5,94 \text{ m} \quad \text{với } z \text{ là chiều sâu tính đến trục tim đường ống, } z = 11,25 \text{ m.}$$

$$\text{Khi đó, } S_{\max} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi i}} = \frac{0,1144}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 5,94}} = 7,7 \text{ mm}$$

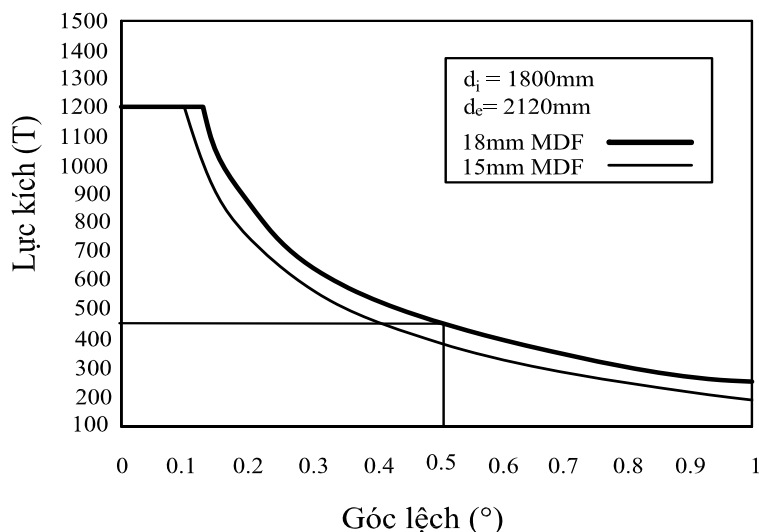
Nếu đào vượt lớn đến 50mm thì

$$V_s = \frac{\pi}{4} (1,85 - 1,8) = 0,143 \text{ m}^3 / \text{m} \quad \text{và}$$

$$S_{\max} = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi i}} = \frac{0,143}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 5,94}} = 9,6 \text{ mm}$$



Hình 9. Lực kích ống và tải trọng mỗi nối [5]



Hình 10. Góc lệch tối đa của ống kích cho phép

Nhận xét: Trong cả hai trường hợp chiều rộng của máng lún $\approx 6i \approx 36m$. Khi đường ống đặt nông, máng lún rộng và rộng như vậy khó có thể gây ra bất kỳ sự cố nào trừ khi có kết cấu hoặc dịch vụ nhạy cảm nằm phía bên trên của đường ống.

v) Tính ma sát trên thành ống và tải trọng mỗi nối ống

Tính ma sát trên thành ống:

Để đánh giá ma sát lên thành ống, trong điều kiện đất sét, với lực ma sát giữa đất và đường ống $F = 54 \text{ kN/m}$.

Khi tính đến lực ma sát tăng lên do ngừng kích (tính với giá trị tăng 50%) ta có $F_{\max} = 81 \text{ kN/m}$

Tính toán mỗi nối ống

Sử dụng tấm đệm bằng bìa cứng hoặc gỗ MPF có chiều rộng 130mm, chiều dày 18mm, được đặt ở vị trí 15mm về phía trong của bề mặt đường ống. Cho phép góc lệch trục tuyến lớn nhất của mỗi nối là $0,5^\circ$ đòi hỏi phải có sự kiểm soát chính xác đường cong của trục đường ống (hình 10).

Lực kích ống tối đa tại góc lệch $0,5^\circ$ là $440T \approx 4400 \text{ kN}$. Khi đó chiều dài của các đoạn kích trung gian là

$$L_{\text{interjack}} = \frac{4400}{81} \approx 54m$$

Ở đoạn kích đầu tiên bao gồm cả lực kích ban đầu của máy, $P_0 = 300 \text{ kN}$

Khi đó khoảng cách đến ống kích trung gian đầu tiên

$$L_{\text{interjack}} = \frac{4400 - 300}{81} \approx 50m$$

Từ các điều kiện bên trên, nên bố trí ống kích trung gian đầu tiên với khoảng cách 45m (sau 18 ống; chiều dài ống $L = 2,5m$), đoạn tiếp theo là 20 ống (50m). Việc quan sát quá trình kích và sử dụng chất bôi trơn có thể cần điều chỉnh trong thực tế.

+ Ổn định của gương hầm: rất ổn định, hệ số an toàn $FS = 5,0$.

+ Ổn định của đường đào rất ổn định, hệ số an toàn $FS = 2,5$.

+ Biến dạng đàn hồi của nền: để ngăn ngừa biến dạng của nền đất do sự lấp bít đất lên đường ống, sử dụng giá trị đào vượt ban đầu 25 mm.

+ Biến dạng cục bộ của đất nền: biến dạng cục bộ xuất hiện trừ khi đường ống được gia cố bằng áp lực gương 400 kN/m^2 với vật liệu bôi trơn phù hợp. Điều này cũng có thể đạt được khi lượng đào vượt lên 40 mm với điều kiện xem xét ảnh hưởng của lún.

4. KẾT LUẬN

Khoan kích ngầm là một phương pháp mà trong trường hợp thi công đào mở từ trên mặt đất xuống gặp nhiều khó khăn tại các tuyến đường có mật độ giao thông cao hoặc có nhiều công trình ngầm hiện hữu dày đặc. Đặc biệt, khi thi công đường ống khoan kích ngầm, việc tính toán ổn định của đường ống là một khía cạnh kỹ thuật cần được chú trọng vì sự mất ổn định của đường ống và mất mát thể tích đất xung quanh đường đào có thể gây ra các hiện tượng lún, sụt, mất ổn định trong quá trình thi công.

Bên cạnh đó, với các đường ống khoan kích ngầm được giữ ổn định bằng các vữa bùn bôi trơn xung quanh nền đất, có thể sử dụng các giá trị đào vượt nhằm hạn chế ảnh hưởng của lún và mất thể tích đất bằng việc bổ sung lượng đào vượt phù hợp như được minh họa sáng tỏ trong ví dụ tính toán của mục 3.

Việc phân tích và tính toán đường ống khoan kích ngầm có nhiều các yếu tố bất định ảnh hưởng đến quá trình thiết kế và thi công đường ống khoan kích ngầm, do vậy việc cần trọng trong tính toán ổn định đường ống cần được phân tích kỹ lưỡng nhằm đảm bảo tránh các rủi ro trong thi công khoan kích ngầm nhất là trong khu vực đô thị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Đức Chính, "Nghiên cứu công nghệ kích đẩy trong thi công công trình ngầm ở Việt Nam", Đề tài NCKH cấp Bộ GTVT, 2007
2. ASCE/CI 36-15, Standard Design and Construction Guidelines for Microtunneling
3. BS-EN-12889:2000, Trenchless construction and testing of drains and sewers
4. BS 5911-1: Concrete Pipes and Ancillary Concrete Products
5. CPAA Concrete Pipe Association of Australasia, *Jacking Design Guidelines*, 2013
6. DIN EN 12889: Trenchless Construction and Testing of Drains and Sewers
7. FSTT French Society for Trenchless Technology, *Microtunneling and Horizontal Drilling*, 2006
8. James C. Thomson, *Pipejacking and Microtunnelling*, Springer-Science+Business Media, B.V, 1993
9. PJA, *Guide to best practice for the installation of pipe jacks and microtunnels*, Mashall, 1995