



TECHNICAL
WORLD

KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2019
VĨNH LONG, 25 & 26 THÁNG 10 NĂM 2019

ĐỊA KỸ THUẬT VÀ XÂY DỰNG **PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**



Nguồn: google

Làng gốm Mang Thít

CHỦ ĐỀ 1

KỸ THUẬT XÂY DỰNG VÀ VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Động đất và nhiệm vụ đặt ra trong xây dựng ở Việt Nam <i>Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong, Nguyễn Xuân Tùng</i>	3
Nghiên cứu ảnh hưởng của bột đá vôi và Puzoland đến tính chất của bê tông hạt mịn chất lượng cao <i>Tăng Văn Lâm, Vũ Kim Điền</i>	9
Nghiên cứu chế tạo chất kết dính chịu nhiệt từ xi măng poóc-lăng hỗn hợp làm việc ở 800 °C <i>Lê Văn Trí, Đỗ Thị Phương, Thái Quang Minh</i>	14
Thí điểm xây dựng bờ kè chống sạt lở bờ sông, kênh rạch tại Cà Mau từ bao sinh thái <i>Nguyễn Xuân Mãn</i>	20
Mô hình lưới phân tích ảnh hưởng của ứng suất đến hệ số thấm nước của bê tông <i>Phạm Đức Thọ, Phạm Văn Hùng, Bùi Anh Thắng, Hoàng Đình Phúc, Đỗ Ngọc Anh, Võ Văn Nam</i>	25
Phân tích hiệu quả của cọc đá dăm bọc vải địa kỹ thuật khi gia cố nền đường trên nền đất yếu khu vực ven biển <i>Phạm Văn Hùng, Phạm Đức Thọ, Vũ Minh Ngạn, Hoàng Đình Phúc, Hồ Xuân Ba, Ngô Thị Hương Trang</i>	29
Xác định bán kính vùng phá hủy khi nổ một lượng thuốc đơn độc trong khối đá <i>Nguyễn Xuân Mãn</i>	34
Nghiên cứu chế tạo vữa nền cường độ cao cho bê tông tự đầm sử dụng hỗn hợp phụ gia khoáng zeolite - xi lò cao <i>Thái Quang Minh, Lê Văn Trí, Trần Thị Như Thảo, Võ Trung Kiên, Phạm Ngọc Minh</i>	38
Đánh giá tiềm năng sản xuất gạch không nung sử dụng phế thải bùn đỏ từ ngành công nghiệp nhôm <i>Huỳnh Trọng Phước, Lê Thị Thanh Tâm, Ngô Sĩ Huy</i>	44
Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng xi đáy lò nhà máy nhiệt điện An Khánh và Cao Ngạn trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên khi thay thế cát tự nhiên đến một số tính chất của hỗn hợp vữa xây dựng <i>Nguyễn Văn Hùng, Nguyễn Thị Nụ, Nguyễn Thành Dương, Phạm Thị Ngọc Hà, Phùng Hữu Hải, Tạ Thị Toán</i>	50
Tính toán trạng thái ứng suất - biến dạng cho đường hầm tiết diện nhỏ trên cơ sở nghiên cứu trạng thái cân bằng của hệ "vỏ chống - khối đất" <i>Nguyễn Duyên Phong, Đặng Trung Thành</i>	56
Nghiên cứu ảnh hưởng của thi công khoan kích ngầm Pipejacking đến các công trình hiện hữu <i>Vũ Minh Ngạn, Nguyễn Trọng Dũng, Nguyễn Thanh Nam</i>	59
Phát hiện vết nứt tự động cho kết cấu bê tông kích thước lớn sử dụng kỹ thuật xử lý hình ảnh và phương pháp học sâu <i>Nguyễn Kim Cường, Kei Kawamura, Đinh Văn Vinh, Vũ Quang Thuận, Cao Thanh Chương, Nguyễn Đức Thông</i>	64
Nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia trợ nghiền muối carbon và muối natri polyacrylate đến quá trình nghiền đá vôi khu vực Thanh Nghị, Thanh Liêm, Hà Nam <i>Tạ Thị Toán, Phạm Thị Thanh Hiền</i>	69

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA THI CÔNG KHOAN KÍCH NGẦM PIPEJACKING ĐẾN CÁC CÔNG TRÌNH HIỆN HỮU

Vũ Minh Ngạn^{1*}, Nguyễn Trọng Dũng¹, Nguyễn Thanh Nam²

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

² Cục Kinh tế, Bộ Xây dựng

*Email: vminhngan@hung.edu.vn

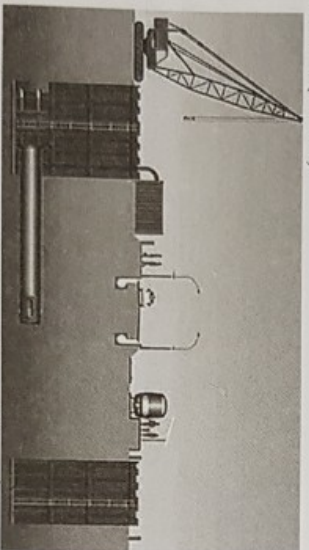
Tóm tắt:

Công nghệ thi công khoan kích ngầm pipejacking đang trở nên phổ biến khi thi công lắp đặt hệ thống đường ống cấp thoát nước và tuyenen kỹ thuật tại các thành phố lớn ở Việt Nam như Hà Nội, TP Hồ Chí Minh và Đà Nẵng. Tuy nhiên, khi thi công các dự án khoan kích đáy tại Việt Nam đã xảy ra một số sự cố gây ảnh hưởng đến các công trình trên bề mặt và lân cận. Bài báo này đưa ra các mô hình tính toán nhằm phân tích các ảnh hưởng của việc thi công đường ống bằng phương pháp khoan kích đáy pipejacking đến các công trình trên bề mặt và một số kết cấu ngầm hiện hữu. Trên cơ sở đó, nhà thiết kế có thể đánh giá mức độ ảnh hưởng của việc thi công khoan kích ngầm và đề xuất các giải pháp nhằm đảm bảo an toàn cho các công trình cũng như quá trình thi công.

Từ khóa: pipejacking, đường ống, cấp thoát nước, khoan kích ngầm, công trình.

1. Mở đầu

Công nghệ thi công khoan kích ngầm pipejacking thường được sử dụng khi thi công các hệ thống ống ngầm đường kính nhỏ như đường ống thoát nước, ống cấp nước, ống dẫn gas, điện lực, viễn thông,... vốn giữ vai trò quan trọng trong khu vực đô thị. Nguyên lý của phương pháp là các kích thủy lực được đặt ở giếng kích có công suất lớn được sử dụng để đẩy các ống kích đã được đục sẵn vào trong lòng đất trong khi máy đào hầm tiết điện nhỏ đào phía trước (hình 1).



Hình 1. Công nghệ thi công khoan kích ngầm trong thành phố

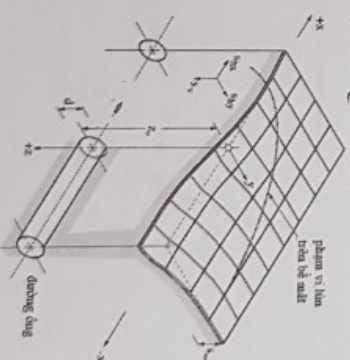
Phương pháp thi công này có ưu điểm linh hoạt, kết cấu tuyến ống được hoàn thiện giống như lắp đặt bằng phương pháp đào hở, hạn chế ảnh hưởng đến môi trường và các công trình hiện hữu xung quanh. Công nghệ thi công khoan kích ngầm đang trở nên phổ biến khi thi công lắp đặt hệ thống cấp thoát nước và tiện ích tại các thành phố lớn ở Việt Nam như Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh và Đà Nẵng (dự án xây dựng hệ thống thoát nước thải Yên Xá, dự án thiết kế, cung cấp và lắp đặt tuyến ống truyền tải nước sạch đường kính 2,4 m từ ngã tư Bình Thái đến giao lộ Điện Biên Phủ - Nguyễn Bình Khiêm, dự án Cải thiện môi trường nước thành phố Đà Nẵng...). Tuy nhiên trong thực tế thi công tại Việt Nam đã xảy ra một số sự cố gây ảnh hưởng đến các công trình trên bề mặt và lân cận như dự án Nhiêu Lộc - Thị Nghè, TP.

Hồ Chí Minh. Do đó, trong bài báo này, nhóm tác giả sẽ tập trung vào việc đưa ra các mô hình phân tích và xác định phạm vi ảnh hưởng của việc thi công đường ống bằng phương pháp khoan kích đáy pipejacking đến độ lún bề mặt và các công trình lân cận. Trên cơ sở đó có thể đánh giá mức độ ảnh hưởng của việc thi công khoan kích ngầm, đề xuất các giải pháp nhằm đảm bảo an toàn cho các công trình cũng như quá trình thi công thực tế.

2. Ảnh hưởng của thi công khoan kích ngầm pipejacking đến công trình hiện hữu

Thi công khoan kích ngầm sẽ gây ra dịch chuyển của nền đất xung quanh máy đào hầm và đường ống kích, dẫn đến sự phân bố lại ứng suất trong đất và gây ảnh hưởng và thậm chí hư hỏng các công trình hiện hữu lân cận. Một trong những ưu điểm của công nghệ kích ống ngầm là chuyển vị của nền đất xung quanh không đáng kể khi thi công với hệ đào kín và có kết hợp với bơm vữa hoặc bentonite lấp đầy khoảng trống giữa đường ống và nền đất. Tuy nhiên, khi thi công trong các khu vực đô thị chật hẹp và có nhiều công trình hiện hữu, việc phân tích đánh giá ảnh hưởng của thi công khoan kích ngầm đến độ lún trên bề mặt cũng như độ lún các công trình ngầm là cần thiết.

Phạm vi lún phía trên bề mặt đất khi thi công đường ống được thể hiện trong hình 2.



Hình 2. Phạm vi lún trên bề mặt khi thi công khoan kích (Attewell cùng cộng sự, 1986)

Tác giả Mair và mk., (1993) đã đưa mối quan hệ giữa

giá trị K và tỷ số z/z₀ như sau:

$$K = \left[\frac{0.175 + 0.325 \left(1 - \frac{z}{z_0} \right)}{1 - \frac{z}{z_0}} \right] \quad (6)$$

Đề tính được độ lún do thi công khoan kích theo công thức (1), cần xác định độ lún lớn nhất tại tâm đường ống

được tính từ thể tích lún V_s để đất

S_{v,max}. Giá trị S_{v,max} được tính từ thể tích lún V_s để đất

$$S_{v,max} = S_{v,max} i \sqrt{2\pi} \quad (7)$$

Thể tích lún V_s được xác định từ lượng hao hụt đất

(lượng đào dư) khi thi công khoan kích thường tính qua tỷ

lệ phần trăm V_L ở khu vực đào mặt đường ống theo công

thức sau:

$$V_s = V_L \frac{\pi D^2}{4} \quad (8)$$

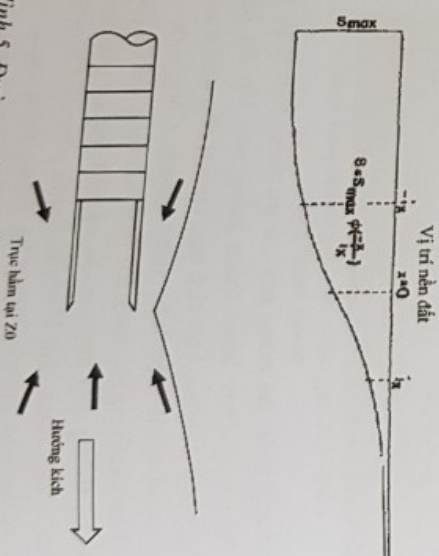
Trong thi công khoan kích ngầm, lượng hao hụt đất trong kích ống do dịch chuyển của đất nền có thể được giả định là không đáng kể do bơm dung dịch bùn với áp lực cao tại khoảng trống giữa đường ống và nền đất xung quanh liên tục. Khi thi công khoan kích trong đất sét đường kính đường ống trong phương pháp này tương đối nhỏ và có mặt đào hớ trong đất sét nên có độ ổn định cao chỉ có các chuyển vị rất nhỏ. Lượng hao hụt được xác định theo công thức đối với kích ống tròn như sau:

$$V_s = \frac{\pi}{4} (D_g^2 - D_p^2) \quad (9)$$

Từ công thức (7) và (8), ta có công thức tính độ lún lớn nhất tại tâm đường ống như sau:

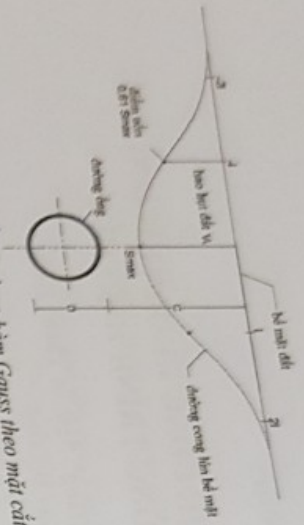
$$S_{v,max} = \sqrt{\frac{\pi V_L D^2}{2 \cdot 4i}} \quad (10)$$

Đường cong lún lý tưởng theo phương dọc đường ống thể hiện trong hình 5. Độ lún bắt đầu tại vị trí cách mặt gương đào của máy đào hàm ở khoảng cách từ z₀ hoặc z₀.



Hình 5. Đường cong lún bề mặt dọc đường ống thi công khoan kích (Lake và mk., 1992).
Đường cong lún dọc đường ống được giả thiết là tương ứng với đường cong xác suất cộng dồn, Attewell và Woodman (1982), và được biểu diễn theo công thức sau:

$$S_v = \frac{V_s}{\sqrt{2\pi i}} e^{\left(\frac{y^2}{2i^2}\right)} \left[G\left(\frac{x-x_l}{i}\right) - G\left(\frac{x-x_r}{i}\right) \right] \quad (11)$$



Hình 3. Đường cong lún bề mặt dạng hàm Gauss theo mặt cắt ngang đường ống (Peck, 1969)

Theo các tài liệu nghiên cứu và phân tích về lún do thi công khoan kích ngầm, dạng lún tức thời theo phương công bên dưới của đường ống được mô tả bằng đường cong có dạng hàm Gauss (hình 3).

Công thức xác định độ lún bề mặt s_v như sau:

$$s_v = S_{v,max} e^{-\frac{y^2}{2i^2}} \quad (1)$$

Trong đó:

S_{v,max} : là độ lún lớn nhất tại điểm y = 0

i : là khoảng cách giữa điểm uốn của đường cong đến tâm đường ống.

Bề rộng i phụ thuộc vào chiều sâu với đường kính đường ống.

Thông thường, giá trị i được xác định theo công thức sau:

$$i = Kz_0 \quad (2)$$

Trong đó:

z₀ : chiều sâu đặt đường ống, thường lấy bằng C+D/2.

Giá trị K thường bằng 0,5 đối với đất dính, với giá trị điển hình bằng 0,4 đối với đất sét dẻo cứng đến 0,7 đối với đất sét chảy, và bằng 0,25 đối với đất không dính.

Theo O'Reilly and New (1982), khoảng cách i có thể xác định theo các công thức sau:

$$i = 0.28z_0 - 0.1 \quad (3)$$

cho đất dạng rời.

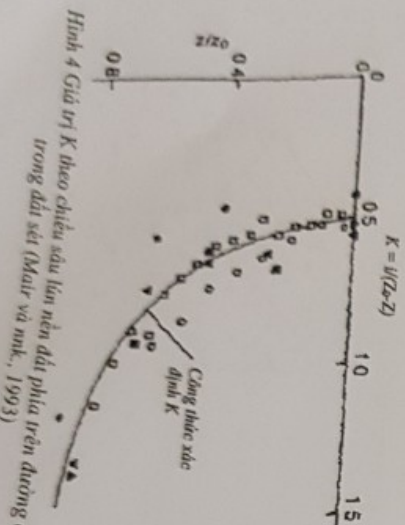
$$i = 0.43z_0 + 1.1 \quad (4)$$

cho đất dạng dính.

Độ dịch chuyển của nền đất tại độ sâu z có dạng hàm Gauss như đường cong lún trên bề mặt. Trong đó, tham số i có thể được xác định theo công thức sau sau:

$$i = K(z_0 - z) \quad (5)$$

với z là độ sâu đang xét.



Hình 4. Giá trị K theo chiều sâu lún nền đất phía trên đường ống trong đất sét (Mair và mk., 1993)

Trong đó: x và y là tọa độ.

Hàm số G được xác định theo công thức sau:

$$G = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (12)$$

Giá trị của hàm phân phối danh định công đôn G được tính bằng cách lấy tích phân số hoặc trong các tài liệu thống kê.

3. Đánh giá ảnh hưởng của thi công khoan kích ngầm đến các công trình hiện hữu

Thi công khoan kích ngầm gây ra chuyển dịch nền đất và sụt lún trên bề mặt. Các chuyển dịch này dẫn đến ảnh hưởng tới các công trình lân cận trên mặt đất và các kết cấu ngầm bên dưới. Khi đánh giá mức độ ảnh hưởng và hư hỏng của các công trình, độ lún và độ nghiêng của công trình là các thông số chính được tính toán và so sánh với các giá trị cho phép trong các quy định thiết kế. Căn cứ trên đường cong lún gây ra bởi thi công khoan kích ngầm đã đề cập phần trên, độ lún tại công trình và góc nghiêng của kết cấu có thể được tính toán xác định và so sánh đánh giá với độ lún và độ nghiêng cho phép.

Bảng 1 đưa ra phân loại mức độ hư hỏng của kết cấu hiện hữu theo độ lún và độ nghiêng của công trình theo đề xuất của Rankin (1998).

Hình 6 đưa ra mô hình tính toán độ lún và độ nghiêng của công trình trên bề mặt với x là khoảng cách từ tâm công trình đến trục của đường ống.

Độ lún s_y tại chân công trình được xác định theo công thức (1).

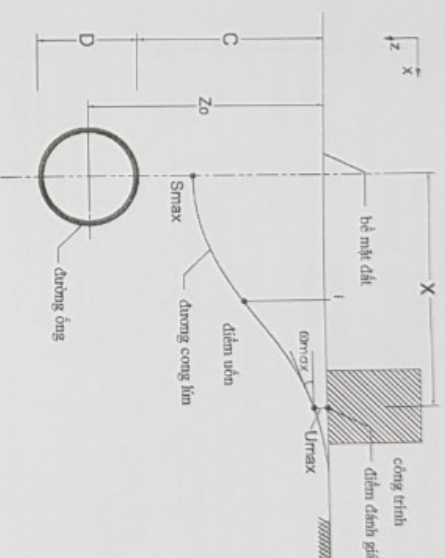
Độ nghiêng của công trình được xác định theo đạo hàm của đường cong lún có hàm số theo công thức (1), như sau:

$$\omega \approx s_y' = -\frac{S_{y,max}}{l^2} e^{-\frac{x^2}{2l^2}} = -\sqrt{\frac{\pi V_L D^2}{2 \cdot 4a^3}} e^{-\frac{x^2}{2l^2}} \quad (13)$$

Bảng 1. Bảng phân loại đánh giá mức độ ảnh hưởng (Rankin, 1988)

Phân loại	Độ nghiêng cho phép	Độ lún cho phép (mm)	Mô tả
1	Nhỏ hơn 1/500	Nhỏ hơn 10	Bỏ qua, gần như không có hư hỏng bề mặt.
2	1/500-1/200	10-50	Hư hỏng nhẹ, có thể có hư hỏng nhẹ trên bề mặt nhưng không ảnh hưởng đến kết cấu.
3	1/200-1/50	50-75	Hư hỏng ở mức độ vừa, có thể gây hư hỏng trên bề mặt và ảnh hưởng đến sự làm việc của kết cấu công trình, và có thể ảnh hưởng đến độ cứng của đường ống.
4	Lớn hơn 1/50	Lớn hơn 75	Hư hỏng ở mức độ lớn, ảnh hưởng lớn đến sự làm việc của kết cấu công trình; ảnh hưởng đến độ cứng của đường ống và khả năng gây hư hỏng các đường ống hiện hữu khác.

Từ công thức (1) và (13), nếu ta biết các giá trị cho phép biến dạng của công trình như trong bảng 1, ta có thể xác định khoảng cách x_0 từ công trình đến tâm đường hầm để công trình có biến dạng u_{max} và ω_{max} . Dựa vào đó, các kỹ sư có thể đánh giá mức độ ảnh hưởng đến công trình do khoan kích ngầm bằng cách so sánh giá trị x và x_0 .



Hình 6. Mô hình đánh giá ảnh hưởng của thi công khoan kích đến công trình hiện hữu trên bề mặt

Trong bài báo này, các tác giả phân tích ảnh hưởng của khoan kích ngầm các giá trị cho phép theo mức độ 1 trong bảng 1, cụ thể $u_{max} = 10mm$ và $\omega_{max} = 1/500$.

Thấy $s_y = u_{max}$ vào công thức (1), ta rút ra giá trị x:

$$x = \sqrt{-2l^2 \ln \left(\frac{u_{max}}{S_{y,max}} \right)} = \sqrt{-2l^2 \ln \left(\frac{u_{max} \sqrt{4\sqrt{2}}}{V_L D^2 \sqrt{\pi}} \right)} \quad (14)$$

Thay $\omega = \omega_{max}$ vào công thức (12), ta có:

$$\omega_{max} = -\frac{S_{y,max}}{l^2} e^{-\frac{x^2}{2l^2}} \quad (15)$$

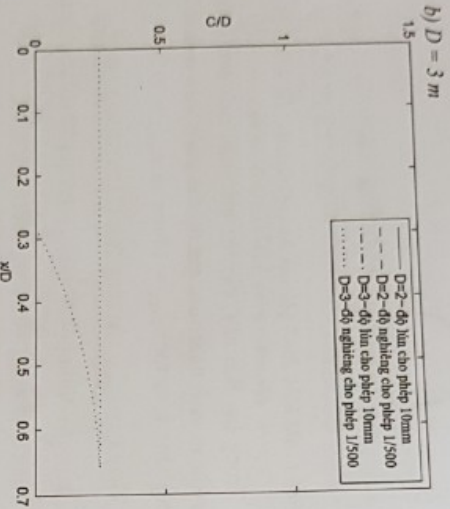
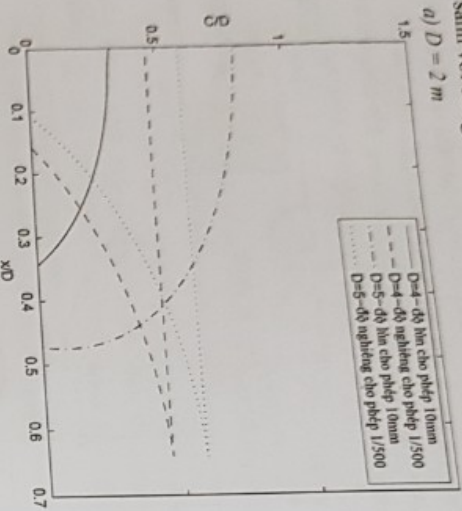
Từ đó ta có:

$$x = \frac{\omega_{max} l^3 \sqrt{2}}{\sqrt{\pi V_L D^2} \text{lambertW} \left(\frac{32 \omega_{max}^2 l^4 \sqrt{2}}{\pi V_L^2 D^4} \right)} \quad (16)$$

Hình 7 tổng hợp kết quả phân tích cho các trường hợp khoan kích trong điều kiện đất dính với các đường kính ống 2, 3, 4 và 5 m. Hình 7 cho thấy ảnh hưởng lún bề mặt càng nhỏ khi đường kính ống khoan kích càng nhỏ. Hình 7a cho thấy vùng ảnh hưởng tương ứng với $u_{max} = 10mm$ không xuất hiện khi thi công khoan kích ngầm các đường ống có đường kính từ 2 đến 3 m với giá trị hao hụt $V_L = 0,5\%$. Điều này cho thấy thi công khoan kích ngầm các đường ống có đường kính từ 2 đến 3m trong đất dính gây ra độ lún bề mặt luôn dưới $u_{max} = 10mm$ và các công trình trên bề mặt luôn được đảm bảo về độ lún cho phép. Khi $S_{y,max} = u_{max} = 10mm$ và $x=0$ tương ứng với vị trí tại tâm hầm, từ công thức (10), ta có thể xác định được đường kính nhỏ nhất D_0 mà khi thi công khoan kích đường ống, độ lún trên mặt đất luôn nhỏ hơn $u_{max} = 10mm$ với các giá trị đào hao hụt V_L khác nhau.

Bảng 2 thể hiện các giá trị D_0 khi thi công trong đất dính và đất rời với các giá trị đào hao hụt V_L . Bảng này cho thấy giá trị D_0 chủ yếu áp dụng khi thi công khoan

Kích ngậm trong đất dính và có giá trị lớn hơn nhiều khi so sánh với các giá trị D_0 khi thi công trong đất rời.



Hình 7. Mối quan hệ giữa tỉ số C/D và x/D với độ lún cho phép 10 mm và độ nghiêng cho phép 1/500

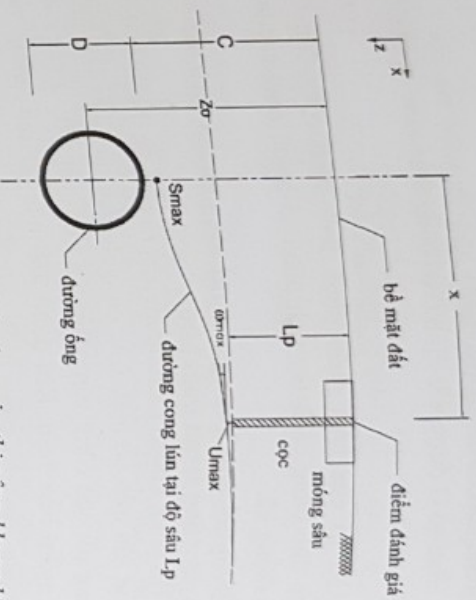
Hình 8 đưa ra mô hình đánh giá ảnh hưởng của thi công khoan kích đến kết cấu ngậm hiện hữu với L_p là độ sâu của kết cấu ngậm hiện hữu. Đường cong lún tại độ sâu cần đánh giá (trong trường hợp này là chân kết cấu ngậm L_p) được xác định theo công thức (1) và (4).

Bảng 2. Giá trị D_0

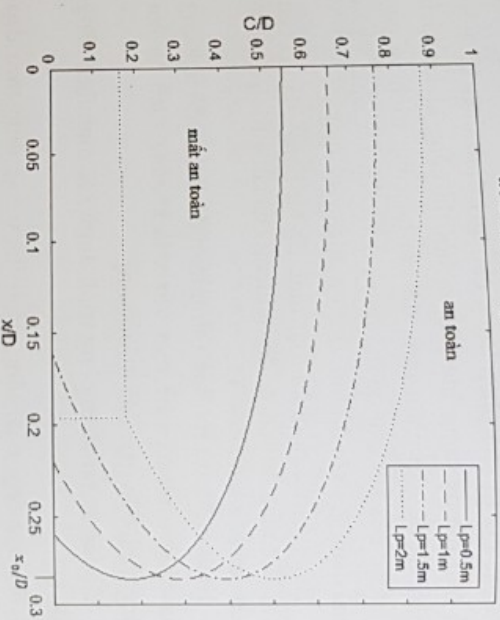
Lượng hao hụt V_L (%)	Đường kính D_0 (m)	
	Đất dính	Đất rời
0,015	7,64	1,79
0,02	6,24	0
0,5	3,42	0
1	2,25	0
2	1,51	0

Vị trí của kết cấu ngậm thường được thể hiện qua khoảng cách đến tâm đường ống x và chiều sâu L_p .

Từ công thức (14) áp dụng cho đường cong lún tại chiều sâu L_p , ta xác định được tương ứng với độ lún $u_{max} = 10mm$, từ đó xác định được vùng "an toàn" (độ lún nhỏ hơn $u_{max} = 10mm$) và vùng "an toàn" (độ lún lớn hơn $u_{max} = 10mm$), Ảnh hưởng của thi công khoan kích ngậm đến kết cấu ngậm hiện hữu được xác định từ vị trí của kết cấu ngậm nằm trong vùng



Hình 8. Mô hình đánh giá ảnh hưởng của thi công khoan kích đến kết cấu ngậm hiện hữu



Hình 9. Phạm vi ảnh hưởng khi thi công khoan kích ngậm đường ống $D = 3$ m với độ hao hụt $V_L = 0,5\%$ tại các độ sâu L_p khác nhau

Hình 9 mô tả phạm vi ảnh hưởng của khoan kích ngậm đường ống có đường kính $D = 3$ m với các độ sâu của kết cấu ngậm L_p khác nhau. Từ hình 9, khi thi công khoan kích đường ống thì tồn tại tỉ số $(C/D)_0$ mà ở độ sâu hơn thì độ lún tại chân kết cấu ngậm luôn nhỏ hơn $u_{max} = 10mm$. Giá trị $(C/D)_0$ được xác định theo công thức sau:

$$\left(\frac{C}{D}\right)_0 = \frac{0,65L_p}{D} + \sqrt{\frac{\pi V_L D}{8 u_{max}}} - 1 \quad (17)$$

Với trường hợp xét độ sâu kết cấu ngậm $L_p = 2m$, ta xác định được giá trị $(C/D)_0 = 0,873$. Điều này có nghĩa là khi ống có đường kính 3 m, đặt ở độ sâu tại tìm ống 4,12 m thì độ lún tại chân các kết cấu ngậm có độ sâu 2m trở lên không quá 10mm.

Hình 9 cũng cho thấy khi thi công khoan kích ngậm với đường ống có đường kính $D = 3$ m, $V_L = 0,5\%$, tồn tại giá trị $x_0/D = 0,285$ hay $x_0 = 0,855m$ mà với độ sâu bất kỳ của kết cấu ngậm đều có độ lún nhỏ hơn $u_{max} = 10mm$. Từ công thức (14), ta có thể xác định được giá trị x_0 như sau:

$$x_0 = \frac{V_L D^2 \sqrt{\pi}}{u_{max} \sqrt{2e}} \approx 0,19 \frac{V_L D^2}{u_{max}} \quad (18)$$

4. Kết luận

Công nghệ thi công khoan kích ngầm pipejacking đang được áp dụng thi công lắp đặt hệ thống cấp thoát nước và tiện ích tại các thành phố lớn. Khi thi công các dự án khoan kích ngầm tại Việt Nam đã xảy ra một số sự cố gây ảnh hưởng đến các công trình trên bề mặt và lân cận.

Bài báo đưa ra các mô hình tính toán nhằm phân tích ảnh hưởng của việc thi công đường ống bằng phương pháp khoan kích ngầm pipejacking đến độ lún bề mặt và các công trình lân cận. Nghiên cứu cũng chỉ ra phạm vi ảnh hưởng đến nền đất khi thi công khoan kích ngầm với các đường kính khác nhau. Trên cơ sở đó, nhà thiết kế có thể đề dàng đánh giá mức độ ảnh hưởng của việc thi công, đề xuất các giải pháp nhằm đảm bảo an toàn cho các công trình cũng như quá trình thi công.

Tài liệu tham khảo

- Atwell, P. and Woodman, J. (1982). Predicting the dynamics of ground settlement and its derivatives caused by tunnelling in soil. *Ground Engineering*, 15(8).
- Lake, L. M., Rankin, W. J., & Hawley, J. (1996). Prediction and effects of ground movements caused by tunnelling in soft ground beneath urban areas. CIRIA.
- Mair, R., Taylor, R., and Bracegirdle, A. (1993). Subsurface settlement profiles above tunnels in clays. *Geotechnique*, 43(2).
- O'Reilly, M. and New, B. (1982). Settlements above tunnels in the United Kingdom-their magnitude and prediction. Technical report, Institution of Mining and Metallurgy.
- Peck, R. B. (1969). Deep excavations and tunnelling in soft ground. In Proc. 7th Int. Conf. on SMFE, pages 225-290.

ABSTRACT

RESEARCH ON EFFECTS OF PIPEJACKING ON EXISTING BUILDINGS

Vu Minh Ngan^{1,*}, Nguyen Trong Dung¹, Nguyen Thanh Nam²

¹Hanoi University of Mining and Geology

²Department of Construction Economics, Ministry of Construction

*Email: vminhngan@hmg.edu.vn

Pipejacking has been a popular construction method for installing water supply and drainage pipes as well as tunnelling systems in many cities such as Hanoi, Hochiminh city and Danang in Vietnam. However, there were some accidents which resulted effects on existing buildings in some pipejacking projects in Vietnam. This paper introduces models for analyzing the effects induced by pipejacking on existing surface buildings and subsurface structures. Based on these models, designers can assess the effect of pipejacking work and propose mitigating solutions for ensuring the safe of surrounding buildings and pipejacking process.

Keywords: pipejacking, water supply system, buildings.

Ngày nhận bài: 13/7/2019; Ngày phân biên: 27/8/2019; Ngày chấp nhận đăng: 18/9/2019.