

Nghiên cứu thiết kế hệ thống kích cống tại ngã tư cầu Bính, quận Hồng Bàng, TP Hải Phòng

Research and design of sewer jacking system At binh bridge intersection, Hong Bang district, Hai Phong city

> TS TRẦN ĐỨC HIẾU

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; Email: hieutd@huce.edu.vn

TÓM TẮT:

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thiết kế hệ thống kích đẩy cống áp dụng vào thi công thực tế tại ngã tư cầu Bính, quận Hồng Bàng, TP Hải Phòng. Kích đẩy là một công nghệ để lắp đặt các đường ống ngầm, và các loại ống cống. Hệ thống kích thủy lực được sử dụng để đẩy các đốt cống được thiết kế đặc biệt đi trong lòng đất. Đây là phương pháp áp dụng chủ yếu để thi công những công trình hầm có dạng mặt cắt ngang hình tròn với đường kính tối đa lên tới 3m, phù hợp áp dụng cho các hầm kỹ thuật hoặc các hầm chui dân sinh, hầm đi bộ trong đô thị. Việc thi công kích đẩy các đốt cống được thực hiện từ các giếng đào thẳng đứng. Sau khi ép xong thì cống chính là kết cấu chống đỡ, tiến hành moi đất bên trong lòng nhờ sự bảo vệ của vỏ cống. Công nghệ thi công này sẽ không ảnh hưởng tới việc tổ chức giao thông bình thường trên mặt đất.

Từ khóa: Đẩy ép ngang; kích đẩy; lực cản ma sát; công trình ngầm; áp lực ngang.

ABSTRACT

The article presents the results of research on the design of a sewer pushing system applied in practical construction at the Binh Bridge intersection, Hong Bang District, Hai Phong City. Pushing is a technology used to install underground pipelines and sewer pipes. The hydraulic pushing system is used to push specially designed sewer segments into the ground. This is the primary method applied for the construction of circular cross-section tunnels with a maximum diameter of up to 3 meters, suitable for use in technical tunnels or pedestrian tunnels in urban areas. The construction of pushing the sewer segments is carried out from vertically dug shafts. After the segments are pushed, the sewer itself acts as a supporting structure, and soil excavation is done inside it, protected by the sewer lining. This construction technology does not affect normal surface traffic organization.

Keywords: Horizontal pressing; jacking; frictional resistance; underground works; horizontal pressure.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thi công các công trình ngầm theo phương pháp đào kín là một lĩnh vực vẫn còn mới ở nước ta. Đặc biệt là các công trình ngầm có đường kính nhỏ phục vụ cho hệ thống thoát nước ở Việt Nam. Công nghệ kích đẩy trong phương pháp đào kín phù hợp với những công trình dạng này với những ưu điểm vượt trội hơn so với các công nghệ khác.

Công nghệ khoan kích ngầm thuộc phương pháp đào kín, rất phù hợp khi xây dựng các công trình ngầm có kích thước nhỏ như cống thoát nước, đường ống kỹ thuật đặt sâu dưới lòng đất. Đặc biệt là tại các đô thị có mật độ dân cư đông và có nhiều công trình xây dựng phía trên mặt đất, việc lựa chọn công nghệ khoan kích ngầm là giải pháp tối ưu khi thi công lắp đặt đường ống kỹ thuật đặt sâu dưới lòng đất tại các thành phố trên, vì không phá vỡ các công trình phía trên cũng như cảnh quan môi trường đồng thời không gây cản trở giao thông trong quá trình thi công.

Hệ thống đường ống cấp thoát nước trong các đô thị ở Việt Nam nói chung không đồng bộ và hiện tại chưa đáp ứng được nhu cầu cấp thoát nước. Cụ thể thường xuyên úng ngập nặng mỗi khi có mưa lớn.

Để thi công lắp đặt hệ thống các đường ống kỹ thuật ngầm trong lòng đất như đường ống cấp thoát nước... trong điều kiện có nhiều

công trình phía trên mặt đất như đường giao thông, đường sắt, nơi hệ thống đi qua đòi hỏi phải có thiết bị thi công chuyên dụng dạng máy đào hầm ngầm. Các thiết bị loại này hiện nay chủ yếu được nhập ngoại với giá thành rất đắt và nhiều khi không chủ động được về mặt thời gian. Hệ thống tài liệu phục vụ khai thác cũng như phục vụ tính toán thiết kế trong lĩnh vực này vẫn còn rất thiếu và không đầy đủ nên luôn gây khó khăn cho các đơn vị thi công sử dụng thiết bị. Việc ứng dụng công nghệ khoan đẩy ép ngang trong thi công một đường cống ngầm xuyên ngang phía dưới tại ngã tư cầu Bính, quận Hồng Bàng, TP Hải Phòng được tiến hành mà không phải đào bới phía trên. Đây là công nghệ thi công đường ống cấp thoát nước ngầm còn mới ở nước ta. Nó có nguyên lý khác hẳn so với công nghệ khoan ngang có định hướng và cần phải nghiên cứu để đưa vào ứng dụng. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu của tác giả và áp dụng trong thực tế thi công, đường kính cống 0,8m với chiều dài 31,5m.

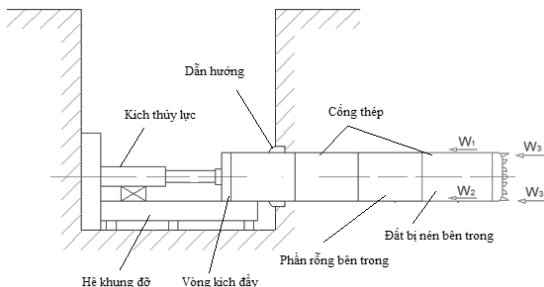
2. PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG VÀ TÍNH TOÁN

2.1. Phương pháp đẩy ép ngang

Phương pháp đẩy ép ngang là một kỹ thuật đào ngầm được sử dụng cho các công trình ngầm chủ yếu loại đường ống kỹ thuật, thi

công bằng cách đẩy các đoạn ống có chiều dài nhất định với đường kính giới hạn. Phương pháp này được sử dụng chủ yếu cho các đường hầm có đường kính nhỏ đặt ở chiều sâu không lớn và xây dựng tại những nơi mà phương pháp đào hở không thích hợp. Sơ đồ công nghệ thi công theo phương pháp đẩy ép ngang cho ở Hình 1.

Trong phương pháp kích đẩy, đường ống thiết kế và các đốt cống được dẫn dưới lòng đất từ giếng bắt đầu đến giếng tiếp nhận, có sử dụng kích thủy lực để kích đẩy các đốt cống. Lực kích đẩy được truyền thông qua sự tương tác qua lại giữa các đốt cống, đến bề mặt đào. Quá trình đào mọi đất được thực hiện bên trong lòng cống, dùng phương pháp xói nước để và sử dụng bơm bùn để vận chuyển bùn lên phía trên.



Hình 1. Sơ đồ công nghệ thi công đẩy ép ngang

Công nghệ thi công đẩy ép ngang được mô tả tóm tắt trong các bước sau:

- **Bước 1:** Lấy tim tuyến, cốt cao độ, xác định vị trí công trình.
- **Bước 2:** Lắp hàng rào bảo vệ an toàn tại khu vực thi công.
- **Bước 2:** Thi công giếng khởi hành và giếng kết thúc.
- **Bước 3:** Lắp dựng cống trực.
- **Bước 4:** Lắp đặt trung tâm điều khiển, bơm thủy lực, bơm nước, bơm hút bùn...
- **Bước 5:** Lắp đặt các bộ phận khung kích và kích thủy lực, điều chỉnh kích thủy lực cho đúng với tim tuyến như thiết kế.



Hình 2. Thi công giếng khởi hành

- **Bước 6:** Trong suốt quá trình thao tác kích đẩy cống, cần liên tục kiểm tra sự chính xác của tim tuyến đào thực tế.
- **Bước 7:** Lắp đặt đốt cống đầu tiên vào rãnh kích đẩy và điều chỉnh nó đúng tâm phù hợp với các yêu cầu thiết kế.
- **Bước 8:** Liên kết vòng kích đẩy với cống.
- **Bước 9:** Đẩy cống tại giếng khởi hành. Bắt đầu quá trình đẩy, kích thủy lực phía sau tiến hành đẩy cống tiến về phía trước và đồng thời đất được nén bên trong cống.
- **Bước 10:** Thu đầu kích lại tạo ra một khoảng trống để lắp đốt cống kế tiếp.
- **Bước 11:** Liên kết các đoạn cống bằng phương pháp hàn.
- **Bước 12:** Đất phía trong cống được lấy ra bằng phương pháp thủy lực (dùng bơm nước có áp lực cao xói vào tầng đất để phá vỡ, sau đó dùng bơm hút bùn để hút bùn và đẩy lên thùng chứa bên trên).

- **Bước 13:** Quá trình được tiến hành lặp lại cho tới khi cống được đẩy sang bên giếng kết thúc.

- **Bước 14:** Tiến hành xói nước để vận chuyển bùn lên phía trên, để thông cống.

- **Bước 15:** Nhấc khung kích và kích cùng với các thiết bị phụ trợ khác ra khỏi giếng khởi hành.

- **Bước 16:** Dọn dẹp mặt bằng thi công theo quy định.



Hình 3. Giếng kết thúc

2.2. Tính toán

Trong bài báo tác giả trình bày tính toán thiết kế hệ kích thủy lực để đẩy cống có đường kính $D = 0,8\text{m}$ có chiều dài thành ống 10mm , chiều sâu đặt cống 10m , cấp đất làm việc đất cấp II. Cống được làm bằng thép không gỉ, có đường kính ngoài $D = 0,8\text{m}$; chiều dài của mỗi đoạn cống 3m ; liên kết các đoạn cống bằng phương pháp hàn; chiều dài toàn tuyến đặt cống $L = 31,5\text{m}$.

Địa điểm thi công: nút giao cầu Bính, quận Hồng Bàng, TP Hải Phòng, Việt Nam.

Mô tả vị trí: đây là cống thoát nước thải sinh hoạt, phía trên là đường tàu hỏa và đường giao thông đường bộ.

Thời gian thi công: tháng 6/ 2019.

Tổng lực cản di chuyển đẩy cống (W_c) được hợp thành từ 3 thành phần (Hình 1) gồm lực ma sát giữa bề mặt của bề mặt ngoài cống với nền đất (W_1), lực ma sát bên trong của cống với đất (W_2), lực cản phía trước đầu cống (W_3). Với giả thiết là nền đất đồng nhất đẳng hướng, độ sâu không thay đổi trong quá trình đẩy (10m) nên coi áp lực phân bố đều trên vỏ máy [1], và lực cản do dốc W_d , ở đây thi công đường ống có độ nghiêng $\alpha = 1,5^\circ$ nên có thể coi lực cản do dốc $W_d = 0$:

$$W_c = W_1 + W_2 + W_3, \text{ kN} \quad (1)$$

2.2.1. Lực ma sát giữa vỏ cống và nền đất W_1

Theo [2, 6]: $W_1 = f_{ms1} [2(q_d + q_n) \cdot L \cdot D + G_m]$, kN (2)

trong đó: f_{ms1} - Hệ số ma sát giữa thép và đất; $f_{ms1} = 0,32 \div 0,64$ chọn $f_{ms1} = 0,4$; q_d - Áp lực thẳng đứng của đất lên vỏ máy, kN/m²; q_n - Áp lực ngang chủ động của đất, kN/m² (Hình 4); L - Chiều dài cống; D - Đường kính ngoài của máy, $D = 0,8\text{m}$; G_m - Trọng lượng của cống, kN. $q_d = \gamma \cdot H$, kN/m² (3)

trong đó: γ - Trọng lượng riêng của đất, kN/m³; đất cấp II ÷ III có $\gamma = 17\text{ kN/m}^3$ [3]; H - Độ sâu đặt cống, $H = 10\text{m}$.

Thay vào (3) có: $q_d = 170\text{ (kN/m}^2\text{)}$

Khi máy di chuyển, đất phía sau máy bị giãn ra, áp lực ngang của đất giảm trong khi áp lực đứng không đổi. Đường trạng thái ứng suất chuyển dần về vị trí giới hạn ứng với sự cân bằng chủ động. Khi này áp lực ngang chủ động của đất q_n tác dụng lên máy được xác định theo công thức [2, 4]:

$$q_n = q_a \cdot \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = q_a \cdot k_0, \text{ kN/m}^2 \quad (4)$$

trong đó: k_0 - Hệ số áp lực ngang của đất đá hay còn gọi là hệ số áp lực đất chủ động (hệ số nở hông); φ - góc ma sát trong của đất, với đất cấp II ÷ III, tra bảng $\varphi = 20^\circ$, [4]

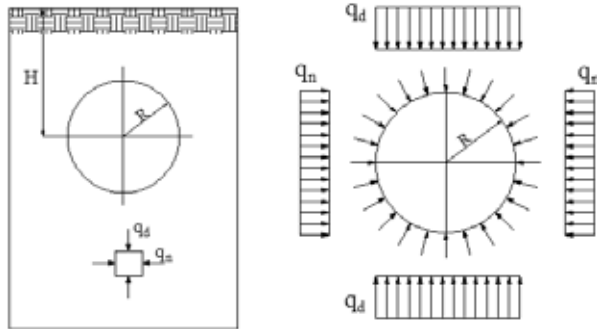
$$k_0 = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{20^\circ}{2} \right) \approx 0,5$$

Thay vào (4) có: $q_n = 85 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

Thay các kết quả trên vào (2) có bảng kết quả với sự thay đổi chiều dài cống từ $L = 3 \div 31,5\text{m}$.

Bảng 1. Lực cản ma sát giữa vỏ máy và nền đất

L (m)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	31,5
G_m (kN)	5,53	11,06	16,59	22,12	27,65	33,18	38,71	44,24	49,77	55,3	58,06
W_1 (kN)	491,8	983,6	1475,4	1967,2	2459	2950,8	3442,7	3934,5	4426,3	4918	5164



Hình 4. Sơ đồ lực tác dụng lên vỏ cống

2.2.2. Lực ma sát bên trong của cống với đất W_2

Lực này có thể bỏ qua, vì mỗi một lần đẩy được một đoạn cống dài 3m, ta phải dừng để đào môi đất bên trong cống (dùng phương pháp xói nước), vì vậy khi đẩy hết đoạn cống tiếp theo thì

Bảng 2. Lực cản di chuyển của máy

L (m)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	31,5
W_1 (kN)	491,8	983,6	1475,4	1967,2	2459	2950,8	3442,7	3934,5	4426,3	4918	5164
W_c (kN)	665,2	1157	1648,8	2140,6	2632,4	3124,2	3616	4108	4599,7	5091,4	5337,4

2.2.4. Tính lực đẩy máy

Để đảm bảo cống di chuyển được thì lực đẩy cần đảm bảo điều kiện sau [1, 2]: $F_d \geq W_c \cdot k_{at}$, kN (7)

Bảng 3. Lực đẩy máy

L (m)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	31,5
W_c (kN)	665,2	1157	1648,8	2140,6	2632,4	3124,2	3616	4108	4599,7	5091,4	5337,4
F_d (kN)	698,5	1214,8	1731	2247,6	2764	3280	3797	4313	4829,7	5346	5604

3. KẾT LUẬN

Trên cơ sở nghiên cứu các phương pháp thi công hầm phổ biến hiện nay trên thế giới và phân tích đặc điểm cấu tạo, làm việc của máy đào hầm, sự ảnh hưởng của môi trường làm việc lên thiết bị công tác trong quá trình đào hầm. Bài báo đưa ra phương pháp thi công ngầm hợp lý dùng để thi công đường ống thoát nước ở các đô thị lớn của Việt Nam theo công nghệ kích đẩy, áp dụng các nghiên cứu của tác giả trong lĩnh vực máy đào hầm vào thực tiễn tại một công trình cụ thể đó là: đẩy cống có đường kính cống 0,8m, chiều dài 31,5m qua ngã tư cầu Bính, quận Hồng Bàng, TP Hải Phòng.

Bài báo đã thiết lập các công thức xác định một số thông số làm việc cơ bản của kích đẩy cống, ví dụ như lực đẩy cần thiết của các kích thủy lực để đẩy cống trong lòng đất. Qua đó, giúp cho công tác thiết kế chế tạo máy trong nước, nhằm tăng khả năng tự chủ trong công nghệ thi công mới, giảm chi phí đầu tư và giúp phổ biến công nghệ này trong thi công cống ngầm tại các đô thị ở Việt Nam mà không ảnh hưởng đến việc tổ chức giao thông phía

cũng chỉ có 3m đất phía bên trong nền giả thiết coi lực ma sát bên trong của cống với đất

$W_2 \approx 0$.

2.2.3. Lực cản phía trước đầu cống W_3

Lực cản do áp lực ép hông của đất đá ở bề mặt gương lò (ngược hướng với hướng di chuyển của cống), phụ thuộc vào phương pháp thi công [1, 7]:

$$W_3 = \frac{\pi D^2}{4} \gamma H \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{\pi D^2}{4} \gamma H k_b, \text{ KN} \quad (6)$$

trong đó: A_{gl} - diện tích gương lò (diện tích mặt đào): $A_{gl} = \frac{\pi D^2}{4} = 0,5 \text{ (m}^2\text{)}$

$$k_b = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{20^\circ}{2} \right) = 2,04$$

$$\Rightarrow W_3 \approx 173,4 \text{ (kN)}$$

Thay các kết quả vào biểu thức (1) ta có tổng lực cản di chuyển của máy tương ứng với sự thay đổi chiều dài $L = 3 \div 31,5\text{m}$.

trong đó: F_d - lực tính toán để đẩy cống (kN); k_{at} - hệ số an toàn; $k_{at} = 1,05 \div 1,15$ theo [1, 8], chọn $k_{at} = 1,05$ và W_c - lực cản di chuyển của máy, kN.

Thay các số liệu đã tính vào biểu thức (7) ta có bảng số liệu lực đẩy máy theo chiều dài $L = 3 \div 31,5\text{m}$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Trần Đức Hiếu (2016), *Thuyết minh báo cáo tổng kết đề tài khoa học và công nghệ cấp trường trọng điểm*, Mã số: 119-2015/ KHXD-TĐ.
- Trần Đức Hiếu (2015), *Nghiên cứu cơ sở lý thuyết phục vụ tính toán, thiết kế máy đào hầm loại tiết diện tròn*, Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng, Số 25/9/2015.
- Trần Đức Hiếu (2022), *Máy và thiết bị thi công đất*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
- Phan Hồng Quân (2012), *Cơ học đất*, Nhà xuất bản giáo dục Việt Nam.
- Vũ Liêm Chính (chủ biên), Nguyễn Thiệu Xuân, Trần Văn Tuấn, Nguyễn Thị Thanh Mai, Nguyễn Kiêm Anh (2014), *Máy sản xuất Vật liệu và cấu kiện Xây dựng*, NXB xây dựng.
- A. Г. Херренкнехт (2008), *Справочник: "Бестраншейные технологии в России"*, Москва.
- С.Н.Киселев (1987), *Проходческие Щиты Для Сооружения Тоннелей*, Москва.
- С.Н.Киселев, Н.Е.Черкасов (1966), *Тоннельные Машины*, Москва.