

NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ ÉP CỌC BÊ TÔNG GIA CỐ NỀN MÓNG CHO NHÀ DÂN CÓ DIỆN TÍCH NHỎ VÀ MẶT BẰNG THI CÔNG CHẬT HẸP TRONG NỘI THÀNH HÀ NỘI

Nguyễn Tiến Nam¹

Tóm tắt: Bài báo trình bày thiết bị ép cọc bê tông gia cố nền móng cho nhà dân có diện tích nhỏ và có mặt bằng thi công chật hẹp trong nội thành Hà Nội, khảo sát sự phụ thuộc của lực giữ neo với chiều sâu neo, cấp đất nhằm nâng cao chất lượng gia cố nền móng, rút ngắn thời gian thi công, giảm giá thành, thi công thuận tiện.

Từ khóa: Thiết bị ép cọc bê tông, neo, lực giữ.

Summary: This report presents the equipment for driving concrete pile foundations for residential area of small and narrow construction in Hanoi city and examination of the dependence of the force holding the anchor with anchor depths and soil levels in order to increase quality of foundation support, shorten construction time, reduce cost and enhance construction.

Keywords: Equipment for driving concrete pile, anchor, force holding

Nhận ngày 15/01/2012, chỉnh sửa ngày 20/7/2012, chấp nhận đăng ngày 30/8/2012

1. Đặt vấn đề

Việc gia cố nền móng cho các công trình nhà dân nói chung và nhà dân có diện tích nhỏ, có mặt bằng thi công chật hẹp trong nội thành Hà Nội nói riêng để cho công trình có tuổi thọ cao, an toàn cho người ở là rất quan trọng và mang tính cấp thiết rất lớn.

Bài báo trình bày thiết bị ép cọc loại sử dụng neo vít khi ép, thiết bị này được thiết kế với kết cấu nhỏ gọn, ép được cọc sát biên công trình bên cạnh, kết cấu thiết bị chia thành nhiều modul nhỏ phù hợp với việc thi công và di chuyển vào công trình có mặt bằng thi công chật hẹp (công trình xây chen), có lối vào nhỏ. Ngoài vấn đề kết cấu máy ra thì vấn đề rất quan trọng hiện nay cần giải quyết là nghiên cứu sự phụ thuộc của lực giữ neo với các yếu tố như loại đất, chiều sâu neo để các nhà thi công có cơ sở để vận hành thiết bị hiệu quả nhất, tăng năng suất, giảm chi phí gia cố nền móng.

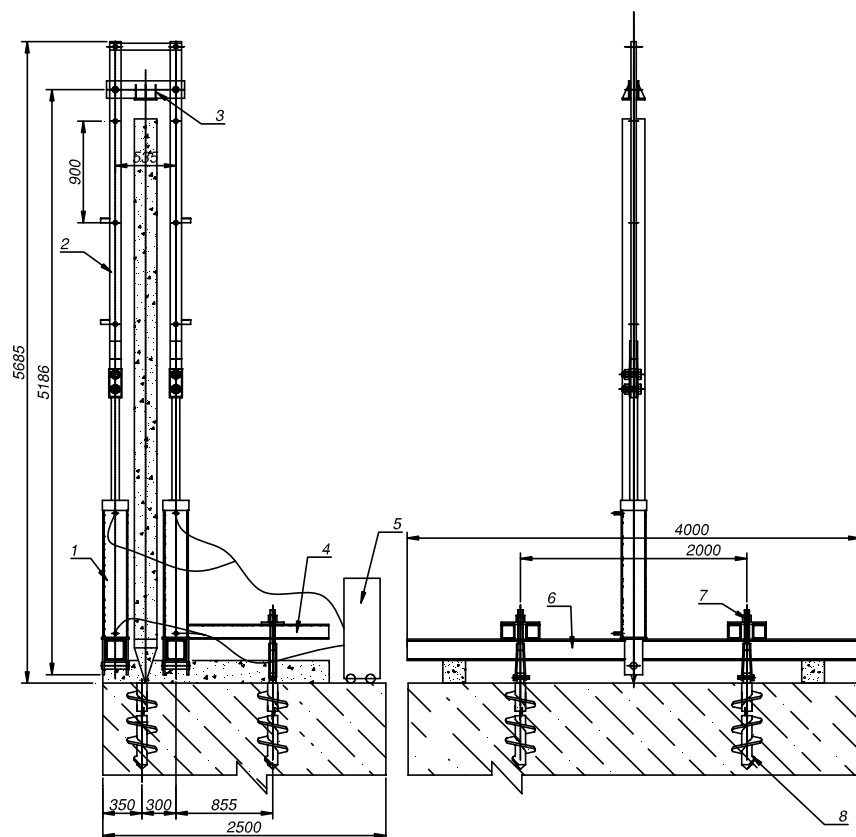
2. Cơ sở tính toán

2.1 Thiết bị ép cọc

Thiết bị ép cọc bê tông sử dụng neo vít gia cố nền móng cho công trình nhà dân có diện tích nhỏ và mặt bằng thi công chật hẹp trong nội thành Hà Nội được trình bày như hình 1.

Theo [1] thiết bị ép thiết kế như hình 1 được cải tiến từ các thiết bị ép neo thông thường để phù hợp với việc thi công ép cọc cho các nhà dân có diện tích nhỏ và mặt bằng thi công chật hẹp.

¹ ThS, Khoa Cơ khí Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng. E-mail: nammxid@gmail.com



Hình 1. Thiết bị ép cọc bê tông sử dụng neo vít

1. Xi lanh ép; 2. Giá ép; 3. Đòn ép; 4. Dầm phụ (04 cái); 5. Bộ nguồn cung cấp dầu có áp cho 2 xi lanh; 6. Dầm chính (02 cái); 7. Vít me neo (04 bộ); 8. Neo vít (04 bộ)

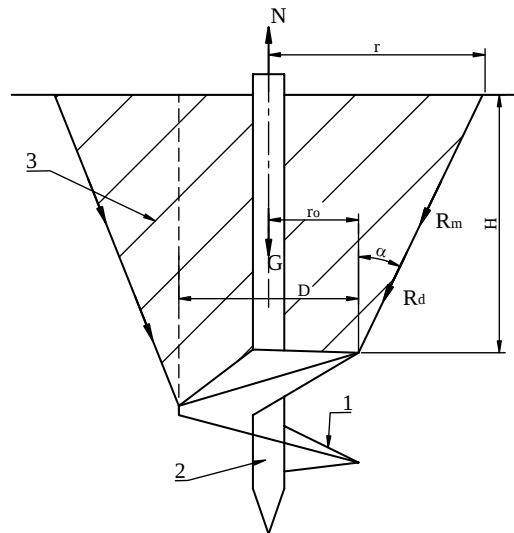
Các bộ phận như dầm chính, dầm phụ, giá ép được thiết kế gọn nhẹ dễ dàng khênh vác vào công trình, đặc biệt là thiết bị được cải tiến có thể ép cọc sát với công trình bên cạnh đã xây dựng (tâm cọc cách công trình bên cạnh có thể đạt 350mm, điều này các thiết bị ép khác phải cách 600mm) bằng cách đặt trực tiếp xi lanh ép trượt trên dầm chính. Khi ép ta thay đổi vị trí của đòn ép 3 trượt theo giá ép 2 ứng với từng hành trình của xi lanh đến khi hết chiều dài giá ép thì ta dùng ống độn để ép hết chiều dài cọc.

2.2 Sơ đồ tính toán lực giữ neo

Sơ đồ tính toán neo vít cho ở hình 2. Dưới tác dụng của lực nhổ neo N , cánh vít của neo sẽ bị kéo lên cùng với khối đất hình nón cụt (hình 2). Góc α giữa đường cắt đất và đường thẳng đứng lấy bằng góc truyền áp lực trong đất $\alpha = \varphi/4$, trong đó φ là góc ma sát trong của đất [3].

Thông thường khi ta thi công bằng thiết bị ép neo thì ép được với lực ép khoảng 441,45 đến 588,6 KN (hay 45 đến 60 tấn) và thường sử dụng 4 neo giữ nên mỗi neo phải chịu được một lực nhổ neo N tối thiểu 110-147 KN (hay 11,25-15 tấn) để thiết bị ép được cọc bê tông xuống nền đất;

Sau đây ta khảo sát lực giữ neo P phụ thuộc các yếu tố như cấp đất, chiều sâu neo với điều kiện biên của lực giữ neo là $P \geq N = (110\div147)$ KN, (2) để đưa ra được chiều sâu neo hợp lý ứng với từng cấp đất khác nhau.

**Hình 2.** Sơ đồ tính lực giữ neo

1. Cánh vít; 2. Ống vít; 3. Khối đất nón cắt giữ neo

r là bán kính phần đáy lớn của khối đất giữ neo; r_o là bán kính cánh vít; D là đường kính neo; H là chiều sâu của neo; G là trọng lượng khối đất nón cắt giữ neo; R_m là lực cản do ma sát ở bề mặt chung quanh khối đất bị cắt; R_d là lực dính ở bề mặt chung quanh khối đất bị cắt; N là lực nhổ neo.

Theo [3] tổng lực giữ neo P chống lại lực nhổ neo N được tính theo công thức sau:

$$P = R_m + R_d + G$$

trong đó: G : Trọng lượng khối đất nón cắt giữ neo; $G = V \cdot \gamma$ (KN)

Với: V là thể tích khối đất nón cắt giữ neo, tính theo công thức sau:

$$V = \frac{\pi \cdot H \cdot (r^2 + r_o^2 + r \cdot r_o)}{3} \quad (\text{m}^3)$$

γ là trọng lượng riêng của đất (KN/m³)

- R_m : là lực cản do ma sát ở bề mặt khối đất bị cắt

$$R_m = \frac{1}{2} \pi (r + r_o) \gamma \cdot H^2 \cdot \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \tan \varphi \quad (\text{KN})$$

- R_d : Là lực dính của xung quanh khối đất hình nón cắt; $R_d = S \cdot c$ (KN)

trong đó: c là lực dính riêng của đất (KN/m²); S là Diện tích xung quanh khối đất nón cắt, được tính như sau:

$$S = \pi \cdot s \cdot (r + r_o)$$

$$s = \sqrt{(r - r_o)^2 + H^2}$$

$$r = (r_o + H \cdot \tan \alpha) = r_o + H \cdot \tan(\varphi/4)$$

$$R_d = \pi \sqrt{(r_o + H \cdot \tan \alpha - r_o)^2 + H^2} \cdot (r_o + H \cdot \tan \alpha + r_o) \cdot c = \pi \cdot H \cdot c \sqrt{\tan^2 \alpha + 1} \cdot (2r_o + H \cdot \tan \alpha)$$

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG

Từ đó ta có hàm liên hệ giữa lực giữ neo với chiều sâu neo:

$$P(H) = \frac{1}{2} \pi (2r_o + H.tg \frac{\varphi}{4}).\gamma.H^2.tg^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}).tg\varphi + \pi.H.c.\sqrt{(tg^2 \frac{\varphi}{4} + 1).(2r_o + H.tg \frac{\varphi}{4})} + \frac{\pi.H.\gamma}{3} \left[(r_o + H.tg \frac{\varphi}{4})^2 + r_o^2 + (r_o + H.tg \frac{\varphi}{4}).r_o \right] \quad (1)$$

Từ công thức (1) ta thấy lực giữ neo P phụ thuộc các yếu tố sau :

- Phụ thuộc vào cấp đất: Góc ma sát trong của đất, φ ; Trọng lượng riêng của đất, γ ; Lực dính riêng của đất, c.

- Phụ thuộc vào neo: Bán kính cánh vít, r_o ; Chiều sâu neo, H.

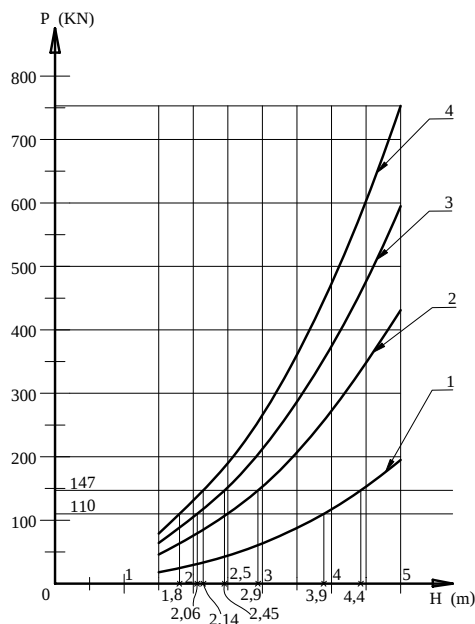
2.3 Khảo sát lực giữ neo (P) theo chiều sâu neo (H) ứng với 4 cấp đất khác nhau

Theo [2] và các tài liệu liên quan ta có số liệu về tính chất cơ lý của các cấp đất khảo sát và neo giữ cho ở bảng 1. Ở phần này ta khảo sát lực giữ neo P theo sự biến thiên của chiều sâu neo H ứng với 4 cấp đất khác nhau. Giá trị tính chất cơ lý của 4 cấp đất ta lấy giá trị trung bình ứng với từng cấp đất, bán kính neo ta lấy theo giá trị thường sử dụng hiện nay là $r_o = 0,15m$, kết quả số liệu khảo sát cho ở bảng 1:

Bảng 1. Bảng số liệu đầu vào của các cấp đất và neo để khảo sát P theo H

STT	Bán kính neo, r_o , (m)	Tính chất cơ lý của đất theo cấp đất			
		Cấp đất	Góc ma sát trong φ (độ)	Trọng lượng riêng γ (KN/m ³)	Lực dính riêng c (KN/m ²)
1	0,15	I	30	13	5
2	0,15	II	35	16	15
3	0,15	III	40	17	20
4	0,15	IV	45	19	23

Thay các giá trị đầu vào ở bảng 1 vào công thức (1), theo phần mềm Excel ta có các giá trị của lực giữ neo P biến thiên theo chiều sâu neo H được trình bày ở bảng 2.



Hình 3. Đồ thị $P = f(H)$, ứng với các cấp đất khác nhau

Bảng 2. Các giá trị lực giữ neo P thay đổi theo chiều sâu neo H và cấp đất neo

STT	Bán kính neo ro, (m)	Chiều sâu neo H , (m)	Lực giữ neo P , (KN)			
			Cấp đất I	Cấp đất II	Cấp đất III	Cấp đất IV
1	0.15	1.5	18.0	46.5	64.2	78.6
2	0.15	1.75	23.3	59.5	82.3	101.4
3	0.15	2	29.4	74.3	103.0	127.4
4	0.15	2.25	36.4	91.0	126.3	156.8
5	0.15	2.5	44.4	109.7	152.4	189.8
6	0.15	2.75	53.5	130.6	181.4	226.5
7	0.15	3	63.8	153.6	213.4	267.2
8	0.15	3.25	75.2	179.0	248.5	311.9
9	0.15	3.5	87.9	206.8	287.0	360.8
10	0.15	3.75	102.0	237.2	328.9	414.2
11	0.15	4	117.5	270.2	374.4	472.2
12	0.15	4.25	134.4	306.0	423.5	534.9
13	0.15	4.5	153.0	344.6	476.5	602.6
14	0.15	4.75	173.1	386.2	533.5	675.3
15	0.15	5	195.0	430.9	594.5	753.3

Từ các giá trị của bảng 2 ta vẽ được đồ thị hàm số $P = f(H)$, ứng với từng cấp đất khác nhau như trình bày ở hình 3. Trong đó: 1. Đồ thị $P = f(H)$ ứng với đất cấp I; 2. Đồ thị $P = f(H)$ ứng với đất cấp II; 3. Đồ thị $P = f(H)$ ứng với đất cấp III; 4. Đồ thị $P = f(H)$ ứng với đất cấp IV.

Từ bảng 2 và các đồ thị ở hình 3 xét trong vùng lực giữ neo $P = (110 \div 147)$, KN ta có các nhận xét sau:

- Lực giữ neo tỷ lệ thuận với chiều sâu neo và cấp đất neo; chiều sâu neo càng lớn, cấp đất càng lớn thì lực giữ neo càng lớn;

- Với đất cấp I, theo đồ thị số 1 (hình 3) để lực giữ neo $P \geq (110 \div 147)$ (KN) thì chiều sâu neo hợp lý là $H \geq (3,9 \div 4,4)$ m. Như vậy, kể đến các yếu tố khác nữa (như đất không đồng đều, hệ số an toàn...) thì chiều sâu neo hợp lý của đất cấp I là $H = (4 \div 5)$,m;

- Với đất cấp II, theo đồ thị số 2 (hình 3) để lực giữ neo $P \geq (110 \div 147)$, KN thì chiều sâu neo hợp lý là $H \geq (2,5 \div 2,9)$ m. Như vậy, kể đến các yếu tố khác nữa (như đất không đồng đều, hệ số an toàn...) thì chiều sâu neo hợp lý của đất cấp II là $H = (3 \div 4)$,m;

- Với đất cấp III, theo đồ thị số 3 (hình 3) để lực giữ neo $P \geq (110 \div 147)$, KN thì chiều sâu neo hợp lý là $H \geq (2,06 \div 2,45)$ m. Như vậy, kể đến các yếu tố khác nữa (như đất không đồng đều, hệ số an toàn...) thì chiều sâu neo hợp lý của đất cấp III là $H = (2,5 \div 3)$,m;

- Với đất cấp IV, theo đồ thị số 4 (hình 3) để lực giữ neo $P \geq (110 \div 147)$, KN thì chiều sâu neo hợp lý là $H \geq (1,8 \div 2,14)$ m. Như vậy, kể đến các yếu tố khác nữa (như đất không đồng đều, hệ số an toàn...) thì chiều sâu neo hợp lý của đất cấp IV là $H = (2 \div 2,5)$,m.

Vậy chiều sâu neo hợp lý ứng lực giữ neo $P \geq (110 \div 147)$, KN của các cấp đất khác nhau được cho ở bảng 3 như sau:

Bảng 3. Chiều sâu neo hợp lý ứng với từng cấp đất khác nhau

STT	Cấp đất	Chiều sâu neo hợp lý H, (m)
1	I	$4 \div 5$
2	II	$3 \div 4$
3	III	$2,5 \div 3$
4	IV	$2 \div 2,5$

3. Kết luận

- Kết quả của bài báo định hướng cho các nhà làm công tác thiết kế, chế tạo để cải tiến máy ép cọc hiện tại thành máy có nhiều ưu điểm nhất và các nhà thi công có cơ sở lựa chọn máy ép cọc phù hợp với công trình cụ thể, góp phần tăng năng suất, giảm giá thành gia cố nền móng, thi công thuận tiện, nâng cao chất lượng gia cố nền móng.

- Kết quả của bài báo là cơ sở để cho các nhà thi công chọn chiều sâu neo phù hợp với từng loại đất khác nhau (điều này trước đây chỉ làm theo kinh nghiệm), đảm bảo lực giữ neo để thời gian đưa neo vào nền đất nhỏ nhất giúp tăng năng suất gia cố nền móng.

- Với những nền đất quá yếu hoặc những nền đất cát thì khả năng giữ của neo rất thấp và với những trường hợp này ta phải sử dụng công nghệ ép sau (tức ta xây công trình được 2 đến 3 tầng và dùng chính trọng lượng của công trình để làm đối trọng cho máy ép).

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Tiến Nam (2011), *Nghiên cứu công nghệ và thiết bị phục vụ nạo vét rác và phế thải rắn cho các sông thoát nước của Hà Nội*, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Trường trọng điểm 2011, Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
2. Phạm Hữu Đồng (chủ biên); Hoa Văn Ngũ; Lưu Bá Thuận (2004), *Máy làm đất*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
3. Trương Quốc Thành (2012), *Máy nâng và cơ giới hóa công tác lắp ghép*. NXB Xây dựng, Hà Nội.