

Thí nghiệm nén tĩnh O-cell để xác định sức chịu tải dọc trục cho cọc khoan nhồi đường kính nhỏ: trường hợp nghiên cứu điển hình

O-cell test to determine the axial bearing capacity of small bored pile: a case study

> TS PHẠM VIỆT ANH¹, TS NGUYỄN ĐỨC MẠNH^{2*}, THS VŨ CÔNG VIÊN¹

¹Bộ môn Cơ học đất-Nền móng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

²Bộ môn Cảng đường thủy, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

TÓM TẮT

Hiện nay việc cọc khoan nhồi đường kính nhỏ được sử dụng nhiều trong các công trình dân dụng có quy mô vừa và nhỏ ở đô thị. Tuy nhiên việc xác định sức chịu tải của cọc bằng phương pháp thí nghiệm nén tĩnh thông thường gặp khó khăn do sự hạn chế về không gian. Việc sử dụng thí nghiệm nén tĩnh cọc O-cell trong các trường hợp này để xác định sức chịu tải của cọc là một phương án khả thi. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ban đầu khi áp dụng phương pháp thí nghiệm nén tĩnh O-cell cho cọc khoan nhồi đường kính nhỏ, với cọc đường kính 600 mm và 800 mm. Sức chịu tải của cọc được xác định từ thí nghiệm theo phương pháp Osterber truyền thống và phương pháp cải tiến. Kết quả phân tích cho hai cọc minh họa cho việc kiểm chứng sức chịu tải của cọc khoan nhồi đường kính nhỏ bằng thí nghiệm nén tĩnh O-cell.

Từ khóa: Thí nghiệm nén tĩnh O-cell; cọc khoan nhồi đường kính nhỏ

ABSTRACT

Small bored piles are now widely used in small and medium-sized civil works in urban areas. However, determining the bearing capacity of piles by static axial compressive test is difficult due to space limitations. O-cell static compression test to determine the bearing capacity of piles is a potential alternative in these cases. This paper presents preliminary results when applying the O-cell test for small bored piles, with 600 mm and 800 mm of diameter. The bearing capacity of the pile is determined from the O-cell test according to the traditional Osterber method and the modified method. The analysis results for two piles illustrate the verification of the bearing capacity of small bored piles by the O-cell test.

Keywords: O-cell test; small bored pile

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thí nghiệm nén tĩnh cọc được xem là thí nghiệm đánh giá chính xác nhất khả năng chịu tải của cọc theo đất nền. Phương pháp thí nghiệm này được dùng để kiểm chứng giá trị sức chịu tải của cọc được xác định bằng các phương pháp khác. Thí nghiệm nén tĩnh có thể thực hiện gia tải trên đỉnh cọc (thí nghiệm nén tĩnh truyền thống), hoặc gia tải trong thân cọc (được gọi thí nghiệm nén tĩnh hai hướng, hay thí nghiệm nén tĩnh O-cell). Thí nghiệm nén tĩnh O-cell là một trong những phương pháp hiệu quả để đánh giá sức chịu tải của cọc. Trong thí nghiệm này, cọc thử được chia thành hai phần phía trên và phía dưới của vị trí đặt thiết bị, cọc được gia tải bằng thiết bị gia tải hàn dọc theo trục cọc. Nguyên lý của thí nghiệm này là sử dụng một đoạn của cọc thí nghiệm như là một hệ phản lực cho lực tác dụng lên đoạn cọc còn lại. Thí nghiệm nén tĩnh O-cell loại bỏ những lo ngại về an toàn, cũng như giới hạn không gian so với hệ thống gia tải trong các thí nghiệm tải trọng tĩnh thông thường [1]–[3].

Thí nghiệm nén tĩnh O-cell đã được sử dụng từ những năm 1984 cho cọc khoan nhồi và cọc đóng [5]. Tuy nhiên do yêu cầu về an toàn và tối ưu chi phí, thí nghiệm nén tĩnh O-cell chỉ thường được áp dụng cho các cọc có đường kính lớn và chiều dài cọc lớn, tải trọng thiết kế thường lớn hơn 40 MN [4]. Với cọc có đường kính nhỏ, vì chi phí thí nghiệm nén tĩnh O-cell thường cao hơn so với thí nghiệm nén tĩnh truyền thống, do đó việc áp dụng thí nghiệm nén tĩnh O-cell còn hạn chế.

Hiện nay, ở các thành phố lớn ở Việt Nam, nhiều công trình quy mô nhỏ trong các khu dân cư đông đúc thường áp dụng giải pháp móng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ D800 và D600. Tuy nhiên do sự hạn chế về mặt không gian mà việc thực hiện thí nghiệm nén tĩnh truyền thống sẽ không khả thi, do đó thí nghiệm nén tĩnh O-cell là một giải pháp tiềm năng để kiểm chứng sức chịu tải của cọc. Bài báo này trình bày những kết quả nghiên cứu ban đầu khi áp dụng thí nghiệm nén tĩnh O-cell cho hai (02) cọc khoan nhồi đường kính nhỏ D800 và D600.

2. MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM NÉN TĨNH O-CELL CHO CỌC KHOAN NHỒI ĐƯỜNG KÍNH NHỎ

Nhóm nghiên cứu đã thực hiện thí nghiệm nén tĩnh O-cell cho 02 cọc khoan nhồi đường kính nhỏ, gồm 01 cọc có đường kính 800 mm (cọc D800) và 01 cọc có đường kính 600 mm (cọc D600). Quy trình thí nghiệm nén tĩnh O-cell được thực hiện theo Tiêu chuẩn

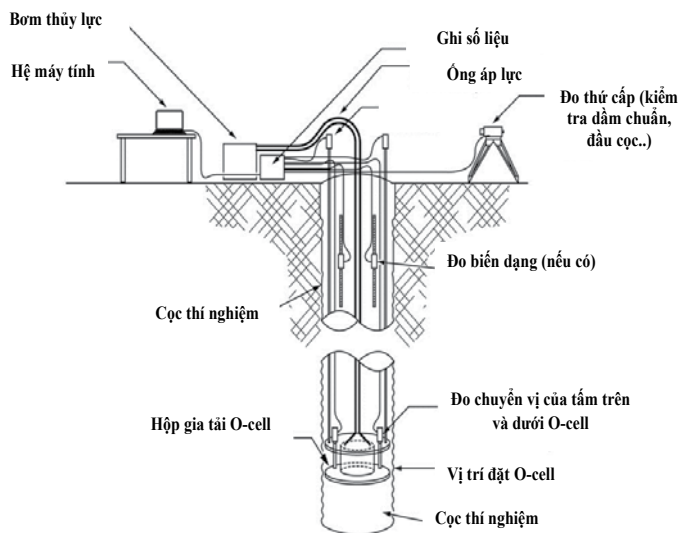
ASTM/D8169 [6]. Thông tin tóm tắt của 02 cọc thí nghiệm được trình bày trong Bảng 1. Thiết bị thí nghiệm được trình bày chi tiết cho cọc thí nghiệm D600.

Bảng 1. Thông tin cọc thí nghiệm nén tĩnh O-cell

Dự án	Kí hiệu cọc	Đường kính cọc	Chiều dài cọc	Tải trọng thí nghiệm	Vị trí O-cell so đỉnh cọc
98 Xuân Diệu	D600	600 mm	33.1 m	440 T	27.4 m
18 Điện Biên Phủ	D800	800 mm	40.2 m	1000 T	34.33 m

2.1 Sơ đồ và thiết bị thí nghiệm cho cọc thí nghiệm D600

Thiết bị thí nghiệm bao gồm hộp tải trọng O-cell và hệ thống quan trắc chuyển vị được minh họa trong Hình 1.



Hình 1. Mô hình thí nghiệm nén tĩnh O-cell [6]

Hộp gia tải O-cell: Đối với thí nghiệm nén tĩnh O-cell, tải trọng tối đa được gia tải bởi hộp kích O-cell được lấy bằng một nửa tải trọng thí nghiệm tối đa được chỉ định theo thiết kế. Công suất danh nghĩa của cụm kích phải vượt quá tải trọng kích dự kiến tối đa, ít nhất 10%. Cụm kích được điều áp bằng chất lỏng thủy lực, ví dụ như dầu hay nước. Cụm kích hai hướng được lắp ráp với các tấm chịu lực bằng thép, với các thanh gia cường (nếu cần), để phân bố tải trọng kích đều trên mặt cắt ngang cọc. Cụm kích được hàn hoặc khóa để nó luôn đóng kín trong quá trình vận chuyển, cũng như khi lắp đặt vào cọc. Các tấm thép trên và các tấm thép dưới có bề dày 30 mm, nằm vừa khít và được hàn vào trong lồng thép. Hành trình lớn nhất mà pittông đi trong xilanh là 150 mm.

+ Trong công trình 98 Xuân Diệu với cọc thí nghiệm D600, các kích O-cell được đặt cách đáy cọc một đoạn 5.70m. Hệ kích này sẽ hoạt động cùng với một bơm thủy lực và đồng hồ đo áp lực. Hệ tạo tải trọng được sử dụng để thí nghiệm bao gồm: 03 kích thủy lực với lực nâng tối đa 90 Tấn; 01 bơm thủy lực, khả năng tạo áp 10.000 psi; 01 đồng hồ đo áp với giới hạn đo 100 Mpa.

Hệ đo chuyển vị: Trong thí nghiệm nén O-cell thực hiện tối thiểu hai phép đo, gồm đo chuyển vị đỉnh cọc và đo chuyển vị các tấm trên và dưới của O-cell. Hệ đo chuyển vị công trình 98 Xuân Diệu bao gồm:

+ 06 đồng hồ đo chuyển vị hành trình 50mm (trong đó 02 đồng hồ đo chuyển vị đầu cọc, 02 đồng hồ đo chuyển vị của tấm thép dưới và 02 đồng hồ còn lại đo chuyển vị của tấm thép trên),

+ 04 thanh truyền đo chuyển vị (02 thanh để đo chuyển vị của tấm thép dưới, 02 thanh còn lại để đo dịch chuyển của tấm thép trên) và 02 dầm chuẩn.

2.2 Quy trình gia tải

Để tránh hiện tượng từ biến và khả năng hư hỏng kết cấu của cọc bê tông đổ tại chỗ, bê tông tươi cần đạt đủ cường độ trước khi thử tải. Trước khi thí nghiệm, bê tông cọc phải đạt cường độ đồng đều trong toàn bộ cọc và đạt ít nhất 85 % cường độ nén thiết kế.

Quy trình thử tải: Tải trọng tối đa được chỉ định của cụm kích sẽ bằng 50% tải trọng thử nghiệm tối đa được chỉ định. Số lần gia tải ít nhất là mười lần, với gia số tải bằng nhau và không quá 5 % tải trọng thử tối đa quy định. Ngay sau khi hoàn thành các số đọc cuối cùng cho mỗi lần tăng tải, thêm lần tăng tải tiếp theo một cách liên tục và trong vòng 2 phút. Nếu chuyển động đáng kể xảy ra bên trên hoặc bên dưới cụm kích, thời gian chờ tải có thể được kéo dài. Thêm gia số tải cho đến khi đạt một nửa tải thử nghiệm tối đa được chỉ định, hoặc cho đến khi quan sát thấy sự chuyển vị liên tục của cụm kích mà không có sự gia tăng đáng kể nào về áp suất của kích.

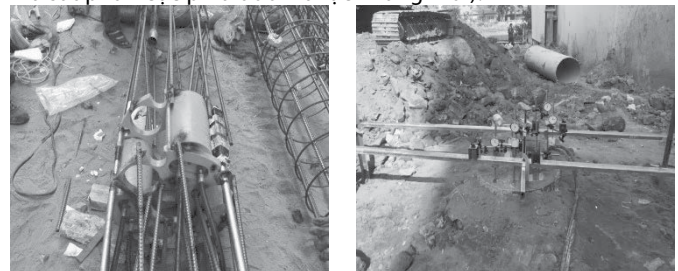
Sau khi đạt được tải, giữ tải không đổi trong khoảng thời gian không ít hơn 4 phút và không quá 16 phút, với yêu cầu sử dụng khoảng thời gian giống nhau cho tất cả các gia số tải trong suốt quá trình thử nghiệm.

Ghi lại các số liệu kiểm tra: ghi lại các số đọc kiểm tra được thực hiện ở 1, 2 và 4 phút, và mỗi lần nhân đôi liên tiếp khoảng thời gian đã trôi qua tính bằng phút sau khi áp dụng mỗi lần tăng hoặc giảm tải. Thực hiện các số đọc cuối cùng cho mỗi lần tăng hoặc giảm tải trong vòng 1 phút trước khi áp dụng lần tăng hoặc giảm tải tiếp theo.

2.3 Thí nghiệm O-cell thực tế cho cọc đường kính nhỏ

Nhóm tác giả đã thực hiện thí nghiệm nén tĩnh O-cell cho cọc khoan nhồi D600 của công trình 98 Xuân Diệu, và cọc D800 của công trình 18 Điện Biên Phủ.

Hình 2 trình bày thí nghiệm thực tế cho cọc D600 của công trình 98 Xuân Diệu. Vị trí đặt kích trong cọc tương ứng với vị trí lực đẩy lên và lực đẩy xuống là cân bằng nhau (ứng với hồ khoan thiết kế). Căn cứ vào hồ sơ thiết kế, vị trí đặt hộp O-cell được lựa chọn tại vị trí 27.4m tính từ đầu cọc trở xuống, cách mũi cọc một đoạn là 5.7m. Tại vị trí này lực đẩy lên tương ứng với lực ma sát của đoạn từ hộp O-cell đến mặt đất có giá trị là $Q_{ms\uparrow}=382.0T$, và lực đẩy xuống là $Q_{\downarrow}=381.6T$ (bằng tổng lực ma sát phần cọc phía dưới và lực kháng mũi).

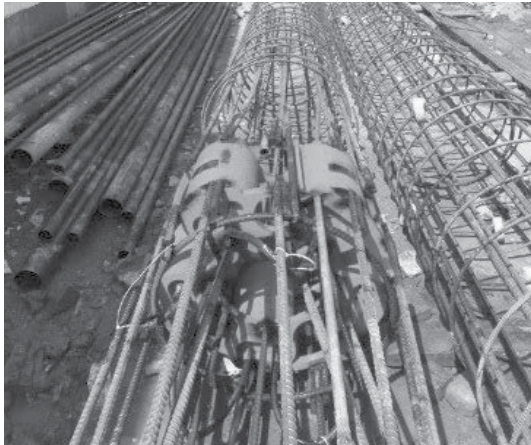


a) Hệ thống O-cell vào cọc

b) Hệ thống đo áp lực và chuyển vị

Hình 2. Công trình 98 Xuân Diệu - Cọc D600 - thí nghiệm nén tĩnh O-cell

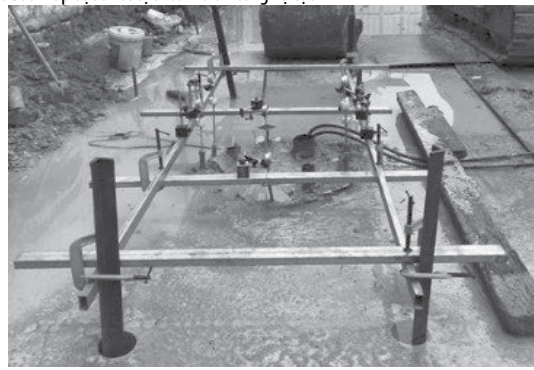
Hình 3 và hình 4 minh họa thiết bị thí nghiệm O-cell cho công trình 18 Điện Biên Phủ với cọc thí nghiệm D800. Sức chịu tải cho phép của cọc là 400T với tải thí nghiệm 250% là 1000T.



Hình 3. Công trình 18 Điện Biên Phủ - cọc D800 - lắp đặt thiết bị O-cell và thi công hạ cọc



a) Hệ thống gia tải trên mặt đất



b) Hệ thống đo áp lực và chuyển vị

Hình 4. Công trình 18 Điện Biên Phủ - cọc D800 - hệ thống thiết bị trên mặt đất

Đối với hai cọc thí nghiệm của hai dự án, chỉ thực hiện thí nghiệm nén tĩnh O-cell, với các phép đo được thực hiện là: đo tải trọng; đo chuyển vị của các vị trí của tấm trên - tấm dưới của O-cell, và đo chuyển vị trên đỉnh cọc. Trong các thí nghiệm này không thực hiện đo ứng suất biến dạng trong thân cọc.

3. DỰ BÁO SỨC CHỊU TẢI CỦA CỌC KHOAN NHỒI ĐƯỜNG KÍNH NHỎ TỪ THÍ NGHIỆM O-CELL

Các cọc chịu tải trọng dọc trục trong thực tế thường chịu tải trọng do công trình truyền xuống từ đỉnh cọc, tương tự như trong thí nghiệm nén tĩnh truyền thống là gia tải từ đầu cọc. Trong khi đó, với thí nghiệm O-cell, kết quả của các thí nghiệm thường được trình bày dưới dạng các đường cong tải trọng - chuyển vị tại vị trí tấm trên và tấm dưới của O-cell. Do đó, cần có một phương pháp để xây dựng đường cong tải trọng - chuyển vị tương đương (hay đường tải trọng-lún) tại vị trí đỉnh cọc (sau đây gọi là đường cong PS tương đương). Osterberg [7] đã đề xuất một phương pháp xây dựng đường cong PS tương đương đầu tiên, dựa trên giả thiết cọc là một vật thể cứng. Sau đó, phương pháp cải tiến kể đến biến dạng nén đàn hồi của cọc đã được đề xuất bởi [3], [8], [9]. Hạn chế chính của phương pháp cải tiến là sự phân bố tải trọng dọc thân cọc từ trên xuống thường không được biết trước; hơn nữa các hệ số hiệu chỉnh bị ảnh hưởng bởi tỷ lệ độ mảnh của cọc [1], sự phân bố của cường độ kháng cắt của đất, cũng như tổng lực ma sát bên huy động dọc theo trục cọc. Kim và Mission [4] đã thực hiện phân tích ứng xử của cọc có kể đến lực cản dọc trục (kháng ma sát bên) và lực cản mũi cọc (kháng mũi) để đưa ra đường cong PS tương đương [10], [11]. Trong những năm gần đây, phương pháp số cũng

đã được sử dụng để đưa ra đường cong PS tương đương từ kết quả thí nghiệm.

Trong bài báo này sử dụng phương pháp truyền thống (phương pháp Osterberg) và phương pháp cải tiến để xây dựng đường cong tải trọng - độ lún tương đương. Kết quả được so sánh với các dự báo từ kết quả thí nghiệm trong phòng cũng như hiện trường để bước đầu đánh giá hiệu quả của thí nghiệm O-cell cho cọc khoan nhồi đường kính nhỏ.

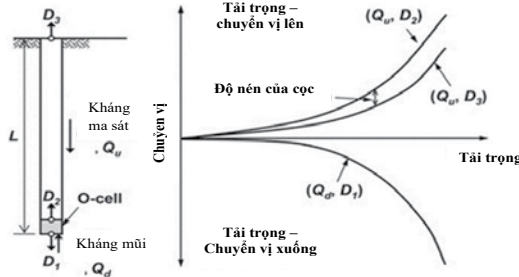
3.1 Phương pháp Osterberg truyền thống

Phương pháp truyền thống để xây dựng các đường cong tải trọng - độ lún tương đương (PSTĐ), được đề xuất bởi Osterberg [7], [8], dựa trên giả thiết chính cọc là vật thể cứng. Với phương pháp này, các đường cong tải trọng-chuyển vị lên và tải trọng-chuyển vị xuống được kết hợp bằng cách cộng các tải trọng lên và xuống cho các chuyển vị thông thường (Hình 5). Với giả thiết cọc là cứng thì đỉnh và mũi cọc

có cùng chuyển vị nhưng tải trọng khác nhau. Một chuyển vị tùy ý được chọn, sau đó lực cản của mũi cọc và dọc trục của cọc được xác định là các tải tương ứng với chuyển vị tại các đường cong (Q_d, D_1) và (Q_u, D_2) tương ứng. Tổng lực cản dọc trục và mũi cọc so với chuyển vị đã chọn trở thành một điểm duy nhất tại đường cong tải trọng-chuyển vị tương đương. Đường cong hướng xuống tương đương có được bằng cách lặp lại quá trình này tại các điểm chuyển vị khác nhau. Tuy nhiên, phương pháp này không thỏa mãn điều kiện thực tế vì chuyển vị mũi cọc D2 bao gồm cả việc nén cọc bằng tải trọng O-cell [12].

Một trong những nhược điểm chính của phương pháp truyền thống là nó bỏ qua biến dạng đàn hồi (δ_c) của vật liệu cọc, có thể

lớn đáng kể khi tỷ lệ độ mảnh của trục là rất lớn (độ mảnh=L/B, trong đó L là độ sâu cọc bên dưới mặt đất và B là đường kính cọc). Một hạn chế khác của phương pháp truyền thống là tổng trực tiếp của các chuyển vị lên và xuống được giới hạn ở chuyển vị nhỏ hơn trong hai chuyển vị. Để tận dụng dữ liệu chuyển vị lớn hơn, đường cong có chuyển vị nhỏ hơn phải được ngoại suy để tạo ra đường cong tải trọng-chuyển vị. Hiện nay, thường sử dụng phép ngoại suy theo đường cong hyperbolic [1].



Hình 5. Đường cong PS tương đương theo phương pháp truyền thống [1], [12]

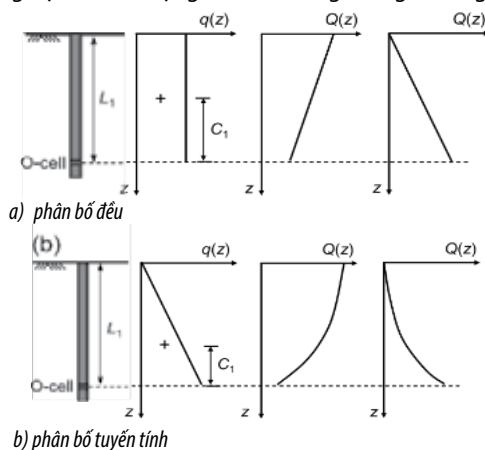
3.2 Phương pháp cải tiến

Phương pháp cải tiến dựa trên thực tế là một chuyển vị (độ lún) tại đầu cọc bao gồm cả độ lún nền và độ co ngắn đàn hồi của vật liệu làm cọc. Trong các thí nghiệm O-cell, sự dịch chuyển xuống dưới của tấm đáy đã bao gồm độ lún của nền và sự co rút đàn hồi của phần cọc bên dưới O-cell. Do đó, không cần điều chỉnh bổ sung để giải thích cho sự co ngắn đàn hồi của phần cọc bên dưới O-cell. Tuy nhiên, đối với phần cọc phía trên O-cell, độ co ngắn đàn hồi trong thí nghiệm với tải trọng tác dụng từ trên xuống hầu hết vượt so với thí nghiệm O-cell [2].

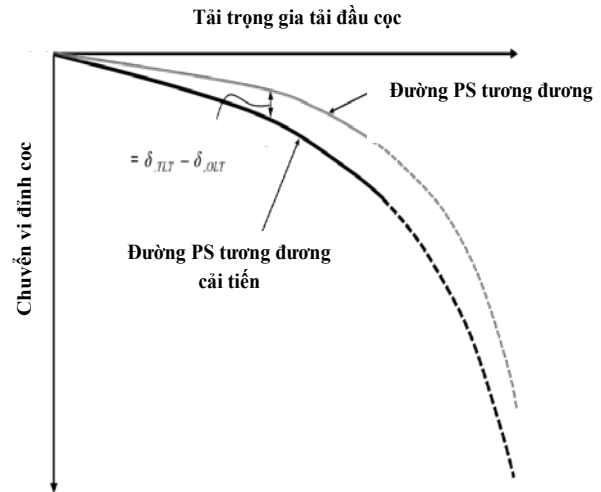
Khi đã biết tải trọng ở đầu và tại vị trí của O-cell, độ co ngắn đàn hồi $\delta_{c,TLT}$ thu được từ thí nghiệm tải trọng tác dụng từ trên xuống, có thể được ước tính như sau:

$$\delta_{c,TLT} = [C_1 Q_{s0} + (1 - C_1) Q_t] \frac{L_1}{E_p A_p} \quad (3-1)$$

trong đó Q_{s0} = tải trọng dọc trục tại vị trí của O-cell, Q_t = tải trọng ở đầu cọc, L_1 = chiều dài của cọc từ mặt đất và O-cell, E_p = mô đun Young của cọc, A_p = diện tích mặt cắt ngang của cọc, và C_1 = hệ số hình dạng phụ thuộc vào sự phân bố lực cản dọc trục đơn vị $q(z)$. Hệ số hình dạng C_1 là khoảng cách từ vị trí của O-cell O đến trọng tâm phân bố điện trở trục đơn vị (Hình 6). Các giá trị C_1 có thể được lấy tương ứng là 0,5 và 0,33 đối với các phân bố đều và tăng tuyến tính. Các giá trị tương tự cho các yếu tố hình dạng cũng được sử dụng trong phân tích để ước tính độ co ngắn đàn hồi từ các thí nghiệm tải tác dụng từ trên xuống thông thường [11].



Hình 6. Minh họa hệ số hình dạng C_1 trong các trường hợp điển hình [1]



Hình 7. Minh họa đường cong PS tương đương [1]

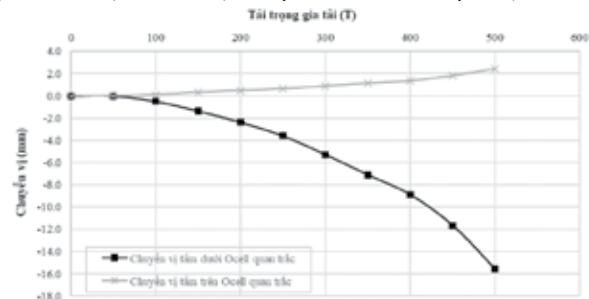
Đường cong PS tương đương cải tiến được xác định bằng cách cộng thêm biến dạng đàn hồi ước tính từ phương trình (3-1) vào đường cong PS tương đương thu được từ phương pháp truyền thống. Thực tế đường cong PS tương đương thu được từ phương pháp truyền thống đã bao gồm co ngắn đàn hồi $\delta_{c,OLT}$, do tải trọng nén giữa O-cell và đầu cọc, mặc dù phương pháp truyền thống giả định rằng cọc là cứng. Do đó, sự rút ngắn đàn hồi $\delta_{c,OLT}$ từ các thí nghiệm O-cell nên được trừ $\delta_{c,TLT}$ ước tính từ phương trình (3-1) để thu được độ co ngắn đàn hồi thuần của cọc. Vì tải ở đầu luôn bằng 0 trong trường hợp thí nghiệm O-cell, $\delta_{c,OLT}$ có thể được ước tính bằng cách thay thế Q_t bằng 0 trong phương trình (3-1) như sau:

$$\delta_{c,OLT} = C_1 \frac{Q_{s0} L_1}{E_p A_p} \quad (3-2)$$

Khi đó trong phương pháp cải tiến, độ co ngắn đàn hồi thuần ($= \delta_{c,TLT} - \delta_{c,OLT}$) của cọc phía trên O-cell được thêm vào trục tung của đường cong PS tương đương thu được từ phương pháp truyền thống, như minh họa ở Hình 7.

3.3 Diễn giải kết quả

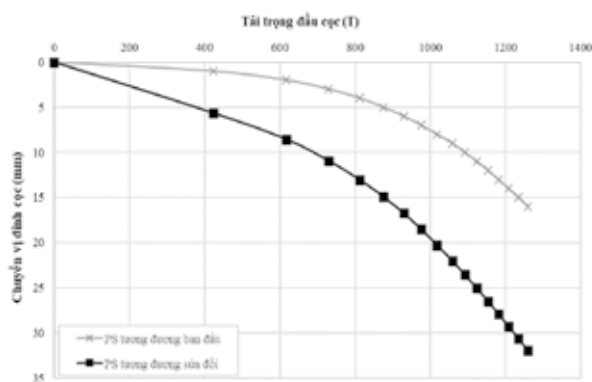
Kết quả thí nghiệm nén tĩnh O-cell cho công trình 18 Điện Biên Phủ, với cọc thí nghiệm D800 được thể hiện trong Hình 8, gồm các đường cong tải trọng – chuyển vị cho các tấm ở trên và dưới O-cell. Tại tải trọng thí nghiệm lớn nhất 500T, chuyển vị của tấm trên của O-cell (tương ứng với phần trên cọc) là 2.42 mm và của tấm dưới của O-cell là 15.6 mm. Kết quả này cho thấy phần mũi cọc chuyển vị khá lớn, điều này có thể do nguyên nhân cọc khoan nhồi D800 có phần mũi cọc chưa được xử lý tốt dẫn đến chuyển vị mũi lớn.



Hình 8. Kết quả thí nghiệm nén tĩnh O-cell cho cọc D8000, công trình 18 Điện Biên Phủ

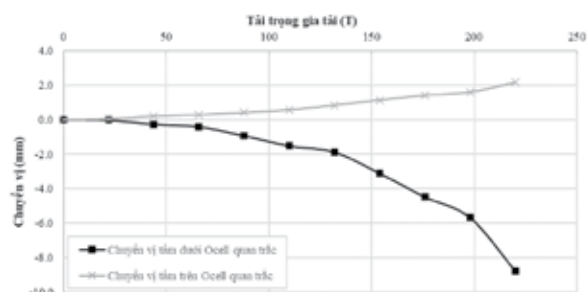
Sử dụng phương pháp Osterberg truyền thống và phương pháp cải tiến để xây dựng đường cong tải trọng - chuyển vị đỉnh cọc tương đương (đường cong PS tương đương), như thể hiện trong Hình 9. Theo TCVN 10304:2014, điều 7.3.2, “trong tất cả các

trường hợp còn lại đối với móng nhà và công trình (trừ cầu và công trình thủy), trị riêng về sức chịu tải trọng nén của cọc R_{cu} , lấy bằng tải trọng thử cọc ứng với độ lún S được xác định theo công thức $S = \xi S_{gh}$. Với độ lún giới hạn cho các công trình dân dụng thông thường là 10 cm, hệ số $\xi = 0.2$, ta có sức chịu tải chịu nén giới hạn của cọc tương ứng với độ lún thí nghiệm là 2 cm (hay 20 mm). So sánh kết quả từ đường cong PS tương đương ta thấy rằng $P_{gh} = 1000 T$ với đường cong PS tương đương cải tiến, với đường cong PS tương đương ban đầu P_{gh} có giá trị lớn hơn 1200 T.

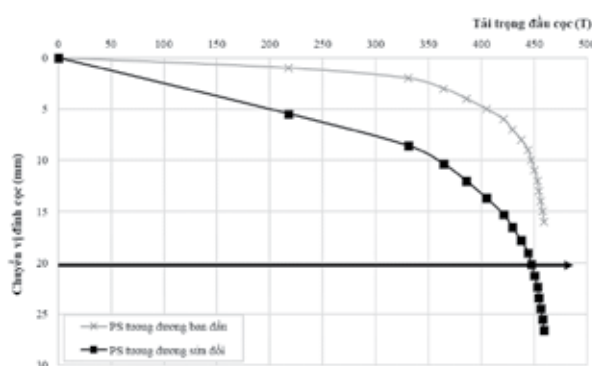


Hình 9. Đường cong tải trọng độ lún đỉnh cọc của cọc D800 công trình 18 Điện Biên Phủ

Kết quả thí nghiệm nén tĩnh O-cell cho cọc D600 cho công trình 98 Xuân Diệu được thể hiện ở Hình 10, kết quả đường cong tải trọng - chuyển vị đỉnh cọc tương đương được thể hiện ở Hình 11. Giá trị sức chịu tải nén giới hạn tương ứng với độ lún 2 cm là 448 T khi sử dụng phương pháp cải tiến, trong khi đó với phương pháp truyền thống, P_{gh} đạt giá trị 455 T. Ngoài ra kết quả từ đường cong tải trọng - độ lún đỉnh cọc của cả hai phương pháp đều chỉ ra rằng bắt đầu từ giá trị tải trọng 450 T, chuyển vị đỉnh cọc tăng nhanh hơn rất nhiều so với tốc độ tăng của tải trọng. Trong trường hợp này có thể coi là cọc bị phá hoại ở tải trọng 450T.



Hình 10. Kết quả thí nghiệm nén tĩnh O-cell của cọc D600 công trình 98 Xuân Diệu



Hình 11. Đường cong tải trọng độ lún đỉnh cọc của cọc D600 công trình 98 Xuân Diệu

4. KẾT LUẬN

Bài báo này đã trình bày kết quả ban đầu của thí nghiệm nén tĩnh O-cell cho cọc đường kính nhỏ D600 và D800. Căn cứ trên kết quả thí nghiệm, sức chịu tải của cọc theo TCVN 10304-2014 được xác định dựa theo phương pháp Osterberg truyền thống và phương pháp cải tiến. Đối với cọc D600 không có sự sai khác nhiều về kết quả dự báo sức chịu tải của cọc theo phương pháp truyền thống và phương pháp cải tiến. Tuy nhiên với cọc D800, sức chịu tải dự báo có sự sai khác khá lớn giữa hai phương pháp. Sự sai khác này đến từ chuyển vị tương đối lớn giữa phần tấm trên và tấm dưới của O-cell, nguyên nhân có thể do mũi cọc khoan nhồi chưa được xử lý tốt dẫn đến chuyển vị mũi cọc là lớn.

Việc sử dụng thí nghiệm nén tĩnh O-cell là khả thi với cọc khoan nhồi có đường kính nhỏ. Đặc biệt trong điều kiện không gian thi công các công trình trong đô thị bị hạn chế thì giải pháp thí nghiệm nén tĩnh O-cell là tiềm năng để áp dụng. Các nghiên cứu sâu hơn khi kể đến các hệ số ảnh hưởng xác định sức chịu tải cọc thí nghiệm O-cell, cũng như với số lượng cọc thí nghiệm nhiều hơn cần được thực hiện để khẳng định sự phù hợp của loại thí nghiệm này khi áp dụng cho các cọc khoan nhồi đường kính nhỏ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] H. Seo, R. B. Moghaddam, and W. D. Lawson, "Assessment of methods for construction of an equivalent top loading curve from O-cell test data," *Soils Found.*, vol. 56, no. 5, pp. 889–903, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.sandf.2016.08.013>.
- [2] M. England, "Review of methods of analysis of test results from bi-directional static load tests," in *Deep Foundations on Bored and Auger Piles-BAP V*, CRC Press, 2008, pp. 247–252.
- [3] O. S. Kwon, Y. Choi, O. Kwon, and M. M. Kim, "Comparison of the bidirectional load test with the top-down load test," *Transp. Res. Rec.*, vol. 1936, no. 1, pp. 108–116, 2005.
- [4] H.-J. Kim and J. L. C. Mission, "Improved evaluation of equivalent top-down load-displacement curve from a bottom-up pile load test," *J. Geotech. Geoenvironmental Eng.*, vol. 137, no. 6, pp. 568–578, 2011.
- [5] J. Osterberg, "A new simplified method for loading testing drilled shafts," *ADSC*, pp. 9–11, 1984.
- [6] ASTM D8169/D8169M-18, "Standard Test Methods for Deep Foundations Under Bi-Directional Static Axial Compressive Load."
- [7] J. O. Osterberg, *The Osterberg cell for load testing drilled shafts and driven piles*. Federal Highway Administration, 1995.
- [8] J. H. Schmertmann and J. A. Hayes, "The Osterberg cell and bored pile testing—a symbiosis," in *Proceedings: 3rd international geotechnical engineering conference, cairo university, cairo, egypt*, 1997, pp. 3–12.
- [9] J.-S. Lee and Y.-H. Park, "Equivalent pile load–head settlement curve using a bi-directional pile load test," *Comput. Geotech.*, vol. 35, no. 2, pp. 124–133, 2008.
- [10] H. M. Coyle and L. C. Reese, "Load transfer for axially loaded piles in clay," *J. Soil Mech. Found. Div.*, vol. 92, no. 2, pp. 1–26, 1966.
- [11] W. Fleming, "A new method for single pile settlement prediction and analysis," *Geotechnique*, vol. 42, no. 3, pp. 411–425, 1992.
- [12] R. Wang, D. E. Ong, J. Zhou, S. Liu, and E. Oh, "Validation of Analytical Solutions for Predicting Drilled Pile Behaviour under Bi-Directional Static Load Tests," *Geosciences*, vol. 12, no. 8, p. 284, 2022.