

BÀN VỀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN GIA CỐ NỀN BẰNG CỌC XIMĂNG - ĐẤT

TS. Phùng Vĩnh An

Viện Thủy Công

Tóm tắt: Bài báo đề cập đến những tồn tại trong phương pháp tính toán được quy định trong tiêu chuẩn Việt Nam TCXDVN 385:2006 “Phương pháp gia cố nền bằng trụ đất xi măng” và TCCS 05:2010/VKHTLVN “Hướng dẫn sử dụng phương pháp Jet Grouting tạo cọc đất xi măng để gia cố đất yếu, chống thấm nền và thân công trình đất”, đồng thời, đề xuất một số điểm nhằm hoàn thiện các tiêu chuẩn đã nêu trên.

Summary: This paper, refers to the some exist disadvantages about the calculation method in the Vietnam standard 385:2006 "Stabilization of Soft Soil by the Soil Cement Column Method" and Vietnam Academy for Water Resources standard 05:2010" Guideline for using cement soil columns created by Jet-grouting method to improve soft soils, stop water leakage under and through earth structures". Through which, propose amendments this exists in the standards to be finalized.

MỞ ĐẦU

Trong 10 năm trở lại đây, công nghệ trộn sâu (CDM) đã được ứng dụng khá phổ biến ở Việt Nam. Công nghệ này gồm có 2 loại, khác nhau về cách thức trộn đất tại chỗ với chất kết dính. Một loại, trộn vữa xi măng với đất bằng cánh gắn ở đầu cần khoan. Loại thiết bị này khi đất được cắt bằng cánh thì đồng thời chất kết dính (dạng bột hoặc dạng vữa) được bơm ra đầu mũi qua ruột cần khoan. Phương pháp này còn được gọi là phương pháp trộn cơ (Mechanic). Loại thứ 2, đất được cắt bằng các loại tia có áp lực cao [1]. Phương pháp này gọi là phương pháp Jet-Grouting (JG). Tùy thuộc vào công nghệ 1 pha, 2 pha hay 3 pha mà đất được cắt bằng tia vữa, hay cả vữa và khí hoặc cả vữa, khí và nước. Cọc xi măng đất (XMĐ) được tạo ra trong quá trình cần khoan được rút lên, do trong quá trình rút cần khoan các tia với áp lực cao được phun ra ở đầu mũi khoan, chúng cắt đất và trộn với vữa tạo ra vật liệu XMĐ. Đối với phương pháp này, cọc XMĐ tạo ra phụ thuộc nhiều vào điều kiện khách quan như loại đất, tốc độ rút cần, áp lực bơm vữa.v.v. Mặc dù cách thức tạo cọc XMĐ của hai phương pháp trên khác nhau nhưng về bản chất, không có sự khác biệt vật liệu XMĐ do hai phương pháp này tạo ra (chỉ khác nhau về chất lượng). Đối với phương pháp tính toán cũng tương tự như vậy.

I. MỘT SỐ TỒN TẠI TRONG CÁC TÀI LIỆU HIỆN HÀNH

Hiện nay, tài liệu có tính pháp lý để thiết kế xử lý đất yếu bằng cọc XMĐ bao gồm: (1) Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 385:2006 “*Phương pháp gia cố nền đất yếu bằng trụ xi măng đất*” do Bộ xây Dựng ban hành, ngoài ra có Tiêu chuẩn cơ sở của Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam TCCS 05:2010/VKHTLVN “*Hướng dẫn sử dụng phương pháp Jet Grouting tạo cọc xi măng đất để gia cố đất yếu chống thấm nền và thân công trình bằng đất*”. Bộ Giao Thông Vận Tải cũng đã có dự thảo tiêu chuẩn thiết kế thi công và nghiệm thu cọc XMĐ nhưng vì một số lý do đến nay dự thảo này chưa được chính thức trở thành tiêu chuẩn; (2) Các tài liệu khác gồm sách, báo tham khảo. Ví dụ sách của Nhà xuất bản Nông Nghiệp “*Công nghệ khoan phụt cao áp trong xử lý đất yếu*” hoặc của Nhà xuất bản Xây Dựng “*Cọc đất xi măng – Phương pháp gia cố nền đất yếu*”. Ngoài ra, cũng có nhiều bài báo đã đề cập đến phương pháp tính toán này. Qua thực tế thiết kế và theo dõi các công trình ứng dụng cọc XMĐ, thấy rằng các tài liệu trên bộc lộ một số tồn tại như sau:

Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 385:2006 là tiêu chuẩn đầu tiên của Việt Nam về thiết kế và nghiệm thu cọc XMĐ [3]. Tiêu chuẩn này tồn tại khá nhiều nhược điểm, tuy nhiên trong

khuôn khổ bài báo này chỉ bàn về vấn đề tính toán:
(1) Tính toán ổn định; (2) Tính toán độ lún.

Về tính toán ổn định, ý tưởng chính trong phương pháp tính toán là quy đổi nền đất yếu sau khi gia cố thành nền tương đương có cường độ kháng cắt được tăng lên theo tỷ lệ cọc XMD gia cố trên một đơn vị diện tích. Công thức tính toán như sau:

$$a = \frac{S_c}{S_s} \quad (1.1)$$

$$c_{tb} = c_u(1-a) + ac_c \quad (1.2)$$

Trong đó:

c_u là sức kháng cắt của đất, tính theo phương pháp trọng số cho nền nhiều lớp;

c_c là sức kháng cắt của cọc XMD; a là tỷ lệ diện tích gia cố;

S_c là diện tích cọc XMD gia cố; S_s là diện tích gia cố.

Điều bàn luận ở đây là thông thường sức kháng cắt được kí hiệu là S_u . Trường hợp đặc biệt, khi không kể đến góc ma sát của đất, khi đó người ta mới kí hiệu c_u thay cho S_u . Công thức (1.2) như trên rất dễ gây nhầm lẫn cho người tính toán.

Công thức 1.2 được nêu trên đây, giá trị c_u là sức kháng cắt của đất, tính theo phương pháp trọng số cho nền nhiều lớp, nghĩa là bài toán có nền nhiều lớp sẽ được quy đổi thành nền 1 lớp (tương tự như phương pháp cô điển tính thấm qua đập đất). Tuy nhiên, trong thực tế hiện nay vẫn tính toán các đặc trưng chống cắt cho các lớp khác nhau.

Về tính lún, phương pháp tính lún quan niệm độ lún của đất nền sau khi gia cố bằng cọc XMD gồm 2 thành phần, thành phần do khối gia cố và thành phần của khối đất chưa gia cố dưới mũi cọc. Trong đó, thành phần thứ nhất được tính toán theo công thức sau:

$$S_1 = \frac{qH}{E_{tb}} = \frac{qH}{aE_p + (1-a)E_s} \quad (1.3)$$

Trong đó:

q - tải trọng truyền lên khối gia cố (kN).

h - chiều sâu của khối gia cố (m).

a - tỷ lệ diện tích gia cố (%).

E_p - mô đun đàn hồi của vật liệu cọc, có thể lấy lấy $E_p = (50 \div 100)C_c$.

E_s - mô đun biến dạng của đất nền giữa các cọc, có thể lấy $E_s = 250C_u$.

Trong công thức trên, không khó để nhận ra rằng các giá trị E_s, E_p có độ sai lệch lớn so với trị số lấy theo công thức trên. Vì vậy, người thiết kế cần phải cân nhắc về các giá trị này khi quyết định chiều dài cọc XMD gia cố để đảm bảo độ lún theo tiêu chuẩn quy định.

Đối với TCCS 05:2010/VKHTLVN được xây dựng bằng cách rút kinh nghiệm từ tiêu chuẩn trên và kết quả thực hiện các đề tài, dự án SXTN cấp Bộ và cấp Nhà nước. Ngoài ra, tiêu chuẩn này đã tham khảo 2 tài liệu liên quan là Tiêu chuẩn Châu Âu EN 12716:2001 “*Tiêu chuẩn thực hiện các công tác địa kỹ thuật đặc biệt khoan phụt cao áp Jet Grouting*” và Tiêu chuẩn Trung Quốc DBJ 08 40 94 “*Quy phạm kỹ thuật xử lý nền móng*” do trường Đại học Đồng Tế biên soạn, năm 1995 [7]. Trong đó, phương pháp tính toán được chia thành 2 phương pháp [2]: (1) Phương pháp nền; (2) Phương pháp cọc. Nội dung chính của phương pháp nền là quy đổi nền sau khi gia cố thành nền tương đương có các đặc tính độ bền, độ cứng tăng theo tỷ lệ gia cố cọc XMD trên một đơn vị diện tích. Sau khi quy đổi, việc tính toán được tiến hành giống như một nền đất bình thường. Phương pháp này, mặc dù cách trình bày có hơi khác so với cách trình bày trong Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 385:2006 nhằm mục đích sử dụng các phần mềm PTHH có sẵn để tính toán biến dạng. Tuy nhiên, về bản chất thì giống nhau. Phương pháp cọc áp dụng cho bài toán có bản đáy cứng trên đầu cọc XMD.

Đối với các tài liệu tham khảo khác, nói chung chỉ trình bày 1 trong 3 quan điểm về việc tính toán cọc XMD trong xử lý đất yếu. Bao gồm: (1) Phương pháp nền tương đương; (2) Phương pháp nền cọc; (3) Phương pháp hỗn hợp.

Tài liệu nêu ra 3 phương pháp tính toán, nhưng không có khuyến cáo cụ thể vì thế khó cho người thiết kế chọn phương pháp nào để tính toán. Phương pháp tính toán thiếu khâu kiểm tra ứng suất do tải trọng tác dụng vào cọc XMD và đất nền.

Quy định tính toán lún trong TCXDVN 385:2006 không phân biệt rõ trường hợp cho cọc treo và trường hợp cọc chống. Đối với TCCS 05:2010 công thức tính toán lún trong trường hợp cọc treo chưa đúng.

Các tài liệu trên chưa xét đến tác dụng của hiệu ứng vòm. Chưa phân biệt được trường hợp có mũ

(bản đáy cứng) hoặc trường hợp có sử dụng vải địa kỹ thuật để làm lớp đệm đầu cọc.

II. KIẾN NGHỊ HƯỚNG BỔ SUNG, SỬA ĐỔI

Đối với tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 385:2006, công thức 1.2 nên trình bày lại, tách ra thành 2 thành phần như sau:

$$c_{td} = ac_p + (1-a)c_s \tag{2.1}$$

$$\varphi_{td} = a\varphi_p + (1-a)\varphi_s \tag{2.2}$$

$$E_{td} = aE_p + (1-a)E_s \tag{2.3}$$

Trong đó:

φ_s, c_s, E_s - góc ma sát trong, lực dính và mô đun biến dạng của đất nền.

φ_p, c_p, E_p - góc ma sát trong, lực dính và mô đun biến dạng vật liệu XMD.

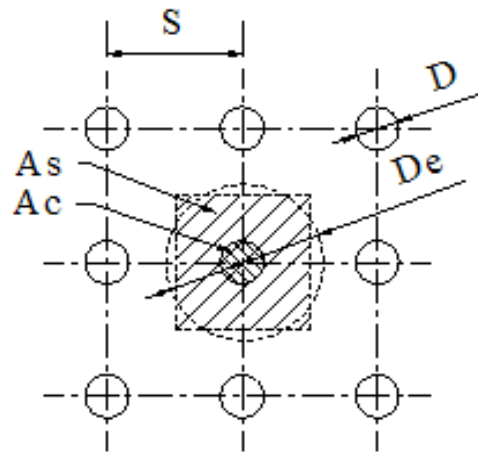
$\varphi_{td}, c_{td}, E_{td}$ - chỉ tiêu tương đương của hỗn hợp đất nền sau khi gia cố.

Cách trình bày như trên rõ ràng, tránh được nhầm lẫn. Khắc phục được việc quy đổi nền nhiều lớp thành nền một lớp bằng phương pháp trọng số. Đặc biệt thuận lợi khi sử dụng các phần mềm địa kỹ thuật. Ngoài ra, bổ sung thêm công thức (2.3) để dễ dàng tính toán biến dạng trong trường hợp sử dụng phần mềm.

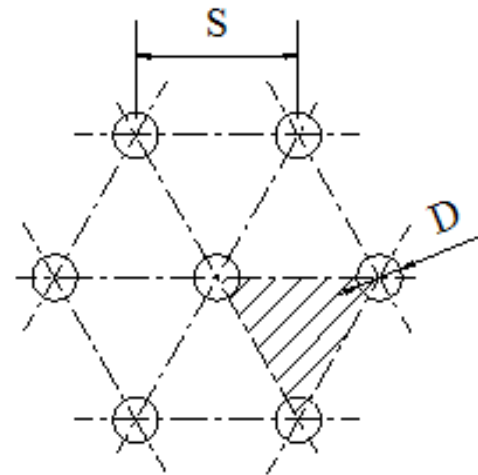
Đối với việc chọn mô đun biến dạng đất nền E_s trong công thức 1.3, không nên lấy theo giá trị trên mà lấy theo giá trị mô đun biến dạng của các lớp đất nền trong tài liệu khảo sát. Với mô đun biến dạng XMD E_p , trong trường hợp tạm tính ban đầu nên lấy $(25 \div 50)q_u$ đối với phương pháp trộn cơ và $(50 \div 350)q_u$ đối với phương pháp trộn tía [4]. Cần phải tính toán lại độ lún bằng giá trị mô đun biến dạng của vật liệu XMD từ kết quả thí nghiệm mẫu lấy trên hiện trường, trước khi tiến hành thi công đại trà.

Cần khẳng định sử dụng quan điểm nền tương đương cho bài toán ổn định tổng thể, quan điểm cọc cho bài toán biến dạng, tránh cho người tính toán phải cân nhắc lựa chọn phương pháp tính toán. Với cách thức như vậy, trong một bài toán bất kỳ đều sử dụng cả 2 quan điểm để tính toán. Đây cũng là vấn đề đã được đề cập đến trong tiêu chuẩn Nhật Bản [6].

Đối với trường hợp đắp đất trên nền đất yếu, cần phân biệt trường hợp nền đắp sử dụng cọc XMD có hoặc không có lớp đệm vải ĐKT đầu cọc và trường hợp có mũ (đầu cọc XMD có bản đáy cứng như móng cống.....vv).



Hình 1. Bố trí kiểu hình vuông



Hình 2. Bố trí kiểu hình tam giác

Để việc tính toán được thuận lợi, nên bổ sung công thức tính toán tỷ lệ mật độ gia cố cọc XMD cho 2 trường hợp phổ biến là trường hợp bố trí dạng hình vuông và bố trí dạng tam giác đều. Công thức tính toán mật độ gia cố lần lượt đối với hình vuông và tam giác đều là :

$$a_p = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{s} \right)^2 \tag{2.4}$$

$$a_p = \frac{\pi}{2\sqrt{3}} \left(\frac{d}{s} \right)^2 \tag{2.5}$$

Trong đó:

s - khoảng cách giữa các cọc XMD(m).

d - đường kính của cọc XMD gia cố (m).

Đối với loại vật liệu nửa cứng như XMD, công thức tính toán lún đầy đủ như sau:

$$\Delta h = \frac{qxH}{a_p E_p + (1-a_p)E_s} + \frac{C_c}{1+e_0} H' \lg \frac{\sigma'_0 + q'}{\sigma'_0} \quad (2.6)$$

$$q' = \frac{qB}{B + \frac{H'}{2}} \quad (2.7)$$

Trong đó:

Δh - tổng độ lún tính toán của nền gia cố bằng cọc xi măng đất (m).

q - tải trọng đơn vị tác dụng (kN/m); H - chiều dày lớp đất yếu được gia cố (m).

E_p - mô đun biến dạng của cọc (kN/m²); E_s - Mô đun biến dạng của đất nền xung quanh cọc (kN/m²).

q' - Tải trọng tác dụng lên lớp đất yếu không được gia cố dưới mũi cọc.

H' - Chiều dày lớp đất yếu không được gia cố dưới mũi cọc.

C_c - Chỉ số nén của lớp đất yếu dưới mũi cọc.

e_0 - Hệ số rỗng tự nhiên của lớp đất yếu dưới mũi cọc.

σ'_0 - Áp lực địa tầng hiệu quả.

Công thức tính toán trên gồm 2 thành phần, thành phần độ lún của cọc XMĐ và đất xung quanh cọc và thành phần độ lún của đất dưới mũi cọc. Tùy thuộc vào trường hợp cọc treo hay trường hợp cọc chống mà công thức trên có 1 hoặc đủ cả 2 thành phần.

Trước khi tiến hành tính toán biến dạng theo công thức 2.6 và 2.7, cần phải kiểm tra ứng suất do ngoại lực tác dụng vào cọc XMĐ và nền đất, để xem cọc XMĐ gia cố và đất nền có chịu được tải trọng tác dụng hay không. Việc tính toán ứng suất cũng cần phải xét đến hiệu ứng vòm theo tiêu chuẩn Anh BS 8006: 1995 [5] để đảm bảo tính hiệu quả về kinh tế.

III. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

Cho đến nay, công nghệ xử lý đất yếu bằng phương pháp trộn sâu (Deep Mixing Method) đã được áp dụng ở nước ta một thời gian. Đánh giá chung, đây là một công nghệ xử lý tương đối có hiệu quả trong xử lý đất yếu và chống thấm. Mặc dù vậy, tiêu chuẩn thiết kế và các tài liệu tham khảo còn một số hạn chế như đã nêu ở trên. Những hạn chế này, cần được bổ sung, sửa đổi cho hoàn thiện đáp ứng được yêu cầu sản xuất hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Quốc Dũng, Phùng Vĩnh An, Nguyễn Quốc Huy “*Công nghệ khoan phụt cao áp trong xử lý đất yếu*”, Nhà xuất bản nông nghiệp, Năm 2005;
- [2]. TCCS 05:2010/VKHTLVN, “*Hướng dẫn sử dụng cọc xi măng đất thi công theo phương pháp Jet-grouting để xử lý nền đất yếu và chống thấm công trình bằng đất*”, Viện Khoa học Thủy lợi Việt nam, Hà Nội.
- [3]. TCXDVN 385:2006, *Gia cố đất yếu bằng trụ đất xi măng*, Hà Nội.
- [4]. Báo cáo đề tài nghiên cứu cấp Bộ “*Nghiên cứu đề ứng dụng giải pháp xử lý nền móng công trình Thủy lợi trên vùng đất yếu Đồng bằng sông Cửu Long bằng cọc xi măng – đất khoan trộn sâu*”, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, Năm 2008 - 2010;
- [5]. Tiêu chuẩn Anh BS 8006 :1995 “*Đất và các vật liệu đắp khác có gia cường*”, Nhà xuất bản Xây Dựng ;
- [6]. Coastal Development Institute of Technology (CDIT) (2002), *The Deep Mixing Method, Principle, Design and Construction*, Japan;
- [7]. Shanghai – Standard (1994), *Ground Treatment Code DBJ 08 – 40 – 94*, China.