

LỰA CHỌN TỶ LỆ XI MĂNG VỚI ĐẤT KHI CHẾ TẠO CỌC XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU

ThS. THÂN VĂN VĂN

Bộ môn Công nghệ và quản lý xây dựng,

Trường Đại học Thủy Lợi

Tóm tắt: Xử lý nền đất yếu bằng cọc xi măng-đất đối với nước ta còn mới mẻ. Một trong những chỉ tiêu quan trọng khi thiết kế cọc xi măng-đất là lựa chọn tỷ lệ xi măng với đất. Để lựa chọn tỷ lệ xi măng với đất phù hợp với từng loại đất nền cần phải xử lý, tác giả giới thiệu những ảnh hưởng của tỷ lệ xi măng với đất đến tính chất của hỗn hợp vật liệu, sức chịu tải của cọc đơn, sức chịu tải của nền đất sau khi được gia cố và kinh nghiệm lựa chọn tỷ lệ xi măng với đất đối với các loại đất khác nhau cần phải xử lý để độc giả tham khảo.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay cùng với sự phát triển kinh tế của đất nước, nhu cầu phát triển về cơ sở hạ tầng rất lớn và cấp thiết. Phần lớn các công trình được xây dựng trên nền đất hình thành một cách tự nhiên trong những môi trường khác nhau. Do nền đất tự nhiên nhiều khi chưa đáp ứng được khả năng chịu tải của các công trình như nhà cửa, cầu cống, đê đập... xây dựng trên chúng, hay nói cách khác, khả năng chịu tải của chúng kém hơn so với tải trọng dự kiến. Vì vậy cần cải thiện tính chất của nền đất trong phạm vi đối ảnh hưởng để chúng có thể đủ sức chịu tải trọng thiết kế. Trong thực tế có nhiều phương pháp để cải thiện tính chất của nền đất yếu, một trong những phương pháp đó là xử lý nền bằng cọc xi măng đất. Một trong những thông số quan trọng khi thiết kế cọc xi măng đất là lựa chọn được tỷ lệ xi măng với đất hợp lý; nó ảnh hưởng trực tiếp đến tính chất của vật liệu, sức chịu tải của nền và giá thành công trình.

2. Ảnh hưởng của tỷ lệ xi măng với đất đến tính chất của hỗn hợp vật liệu, sức chịu tải của cọc xi măng-đất và sức chịu tải của nền đất sau khi được xử lý bằng cọc xi măng-đất

a) Ảnh hưởng của tỷ lệ xi măng với đất đến tính chất của hỗn hợp vật liệu xi măng đất

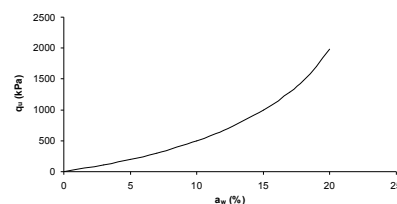
Việc lựa chọn tỷ lệ xi măng với đất (a_w) ảnh hưởng rất lớn đến tính chất của hỗn hợp vật liệu xi măng đất và giá thành công trình. Cường độ

kháng nén (q_u) là một chỉ tiêu để tính toán sức chịu tải của cọc. Thí nghiệm trong phòng với các tỷ lệ trộn xi măng với đất dính khác nhau cho kết quả như bảng sau:

Bảng 1. Kết quả thí nghiệm trong phòng xác định cường độ kháng nén của hỗn hợp vật liệu xi măng đất

Tỷ lệ xi măng với đất, a_w (%)	6	7	9	12	17
Cường độ kháng nén 28 ngày, q_u (kg/cm ²)	6,02	6,18	9,13	15,56	17,51
Cường độ kháng nén 90 ngày, q_u (kg/cm ²)	8,13	8,35	12,33	21,01	23,65

Cường độ của xi măng-đất tăng lên theo tỉ số tăng lượng xi măng trộn vào (hình 1) trong thực tế, tỷ lệ xi măng với đất thường chọn 7% ÷ 15%, trong các trường hợp thông thường thì không nên nhỏ hơn 12%.



Hình 1. Quan hệ giữa tỷ lệ xi măng với đất và cường độ của xi măng-đất (Lin 2000)

Tùy thuộc yêu cầu về sức chịu tải của cọc mà lựa chọn tỷ lệ a_w để thỏa mãn yêu cầu vật liệu chế tạo cọc.

b) Ảnh hưởng của tỷ lệ xi măng với đất đến sức chịu tải của cọc đơn

Sức chịu tải của cọc đơn là chỉ tiêu để tính toán sức chịu tải của nền (sau khi đã được xử lý)

Sức chịu tải cho phép của cọc đơn xi măng-đất có thể ước tính theo các công thức:

Theo sức kháng cắt của vật liệu cọc xi măng-đất

$$P_{a1} = \eta \cdot f_{cu} \cdot A_c \quad (1)$$

Theo sức kháng cắt của đất sét yếu bao quanh (đất bị phá hoại)

$$P_{a2} = U_p \cdot \Sigma q_{si} \cdot l_i + \tilde{\alpha} A_c \cdot q_p \quad (2)$$

Trong đó:

P_{a1} - Sức chịu tải cho phép của cọc đơn xi măng-đất theo sức kháng cắt của vật liệu cọc xi măng-đất (kN);

P_{a2} - Sức chịu tải cho phép của cọc đơn xi măng-đất theo sức kháng cắt của đất sét bao quanh (kN);

f_{cu} - Trị số bình quân cường độ kháng nén (kN/m^2) của mẫu thử xi măng-đất trong phòng có công thức phối trộn xi măng-đất như của thân cọc, 90 ngày tuổi và trong điều kiện bảo dưỡng tiêu chuẩn;

A_c - Diện tích mặt cắt của cọc (m^2);

η - Hệ số triết giảm cường độ thân cọc;

U_p - Chu vi của cọc (m);

q_{si} - Lực ma sát cho phép của lớp đất thứ i xung quanh cọc (kN/m^2);

l_i - Chiều dày của lớp đất thứ i xung quanh cọc (m);

q_p - Sức chịu tải của đất móng thiên nhiên mũi cọc (kN/m^2);

α - Hệ số triết giảm sức chịu tải của đất móng thiên nhiên ở mũi cọc;

Sức chịu tải cho phép của cọc đơn $P_a = \min(P_{a1}, P_{a2})$.

c) Ảnh hưởng của tỷ lệ xi măng với đất đối với sức chịu tải của nền đất sau khi được xử lý bằng cọc xi măng-đất

Sức chịu tải của nền sau khi được xử lý bằng cọc xi măng-đất phụ thuộc vào sức chịu tải của

cọc đơn, mật độ cọc và phạm vi xử lý. Các yếu tố đó chịu ảnh hưởng trực tiếp của tỷ lệ xi măng với đất. Để tính sức chịu tải của nền sau khi được gia cố người ta đưa ra các quan điểm khác nhau:

- Phân tích của một khối cứng (tính toán như móng cọc)

- Phân tích, tính toán của một môi trường hợp nhất (xem cọc và đất cùng làm việc đồng thời)

- Phân tích, tính toán tương tác giữa đất và kết cấu.

Theo quy phạm Trung Quốc DBJ 08-40-94: Sức chịu tải đất móng hỗn hợp cọc xi măng-đất chịu lực có thể ước tính theo công thức:

$$f_{sp} = a_s \cdot \frac{P_a}{A_c} + \beta \cdot (1 - a_s) \cdot f_s \quad (3)$$

Trong đó:

f_{sp} - Sức chịu tải cho phép của móng tổ hợp (kN/m^2);

f_s - Sức chịu tải cho phép của đất móng thiên nhiên giữa các cọc (kN/m^2);

a_s - Tỷ lệ phân bố diện tích cọc và đất;

β - Hệ số triết giảm sức chịu tải của đất giữa cọc. Khi đất mũi cọc là đất yếu, có thể lấy $0,5 \div 1,0$; khi đất mũi cọc là đất cứng, có thể lấy $0,1 \div 0,4$.

Cũng có thể căn cứ yêu cầu công trình đạt tới sức chịu tải cho phép của móng tổ hợp, tìm tỷ lệ phân bố diện tích cọc và đất theo công thức:

$$a_s = \frac{f_{sp} - \beta \cdot f_s}{\frac{P_a}{A_p} - \beta \cdot f_s} \quad (4)$$

Khi bố trí mặt bằng cọc xi măng-đất chịu lực có thể căn cứ vào yêu cầu về sức chịu tải và biến dạng của nền móng đối với kiến trúc phần trên cũng như đặc điểm kết cấu phần trên. Chiều dài cọc phải căn cứ vào các yếu tố như yêu cầu biến dạng của khối kiến trúc và kết cấu móng.

Cọc xi măng-đất có thể bố trí theo hình vuông hoặc tam giác đều, tổng số cọc cần dùng tính theo công thức:

$$n = \frac{a_s \cdot A}{A_c} \quad (5)$$

Trong đó:

n - Tổng số cọc;

A - Diện tích đáy nền móng (m^2).

Khi cọc xi măng-đất chịu lực có tỷ lệ phân bố cọc và đất tương đối lớn ($a_s > 20\%$), đồng thời lại không bố trí theo hàng đơn, phải coi chum cọc xi măng-đất với đất giữa cọc là một móng nặng toàn khối quy ước. Để kiểm tra cường độ lớp đất mềm yếu dưới đáy móng nặng toàn khối quy ước, áp dụng công thức:

$$\mu = \frac{f_{spm} \cdot A + G - A_{sm} \cdot q_s - f_{sm} \cdot (A - A_1)}{A_1} < f \quad (6)$$

Trong đó:

f_{spm} - Lực nén mặt đáy móng nặng toàn khối quy ước (kN/m^2);

G - Trọng lượng móng nặng toàn khối quy ước (kN);

A_{sm} - Diện tích bề mặt bên móng nặng toàn khối quy ước (m^2);

q_s - Lực ma sát bình quân bề mặt bên móng nặng toàn khối quy ước (kN/m^2);

f_{sm} - Sức chịu tải cho phép của đất móng ở cạnh móng nặng toàn khối quy ước (kN/m^2);

A_1 - Diện tích mặt đáy của móng nặng toàn khối quy ước (m^2);

f - sức chịu tải cho phép của đáy móng sau khi chỉnh sửa mặt đáy móng nặng toàn khối quy ước (kN/m^2).

3. Kinh nghiệm lựa chọn tỷ lệ xi măng với đất

Tỷ lệ xi măng với đất (a_w) được tính theo % khối lượng xi măng so với khối lượng đất khô. Để chọn tỷ lệ pha trộn các hỗn hợp gia cố theo phương pháp thí nghiệm trong phòng xác định sức kháng nén của mẫu xi măng-đất. Để giảm bớt số mẫu và thời gian thí nghiệm chúng tôi giới thiệu một số kinh nghiệm để độc giả tham khảo.

Bảng 2. Tỷ lệ xi măng với đất tối ưu tương ứng với các loại đất khác nhau (Mitchell and Freitag, 1959)

STT	Loại đất	Tỷ lệ xi măng với đất %
1	Đất tốt chứa sỏi, cát hạt thô, cát hạt mịn, có hoặc không có lượng nhỏ bùn hay sét	5% hoặc ít hơn
2	Đất cát xấu với lượng nhỏ bùn	9%
3	Loại đất cát còn lại	7%
4	Đất chứa bùn không dẻo hoặc dẻo vừa phải	10%
5	Đất sét dẻo	13% hoặc nhiều hơn

Theo thống kê, tỷ lệ xi măng với đất thích hợp thay đổi theo từng loại đất và có giá trị biến đổi trong phạm vi nhất định. Trong xi măng-đất thường dùng xi măng silicat phổ thông hoặc xi măng xi quặng. Lượng xi măng trộn vào là $7\% \div 15\%$ trọng lượng khô của đất cần gia cố hoặc lượng xi măng từ $180 \div 250 \text{ kg/m}^3$ đất gia cố. Thông thường, khi hàm lượng hạt sét trong đất yếu tăng thì lượng xi măng yêu cầu cũng tăng (Bell, 1993).

Theo nghiên cứu của Lan Wang [2]: “Tính ổn định của vật liệu xi măng-đất trong môi trường có sunfat” lượng xi măng thay đổi trong phạm vi từ 4% đến 16% trọng lượng khô của đất cần gia cố.

Qua nghiên cứu so sánh, Shiells và các cộng sự (2003) kết luận: thông thường phương pháp trộn ướt sử dụng tỷ lệ xi măng với đất cao hơn so với phương pháp trộn khô.

- Lượng xi măng từ $180 \div 400 \text{ kg/m}^3$ đất cần gia cố đối với phương pháp trộn ướt;

- Lượng xi măng từ $90 \div 180 \text{ kg/m}^3$ đất cần gia cố đối với phương pháp trộn khô.

Theo nghiên cứu của hai tác giả Mitchell and Freitag, 1959, [3]:

(1) Thông thường xi măng-đất chứa từ 5% ÷ 14% xi măng so với trọng lượng của đất cần gia cố và thường sử dụng để ổn định đất có tính dẻo thấp, đất cát;

(2) Lượng xi măng yêu cầu phụ thuộc vào loại đất, trạng thái của đất cần gia cố.

(3) Tỷ lệ xi măng với đất tối ưu (so với trọng lượng khô của đất cần gia cố) phụ thuộc vào các loại đất khác nhau như bảng 2, bảng 3:

Bảng 3. Tỷ lệ xi măng với đất với các loại đất khác nhau theo hệ thống phân loại Unified (Mitchell and Freitag, 1959)

ST T	Loại đất	Tỷ lệ xi măng với đất %
1	Sỏi có tính chọn lọc kém, cát có tính chọn lọc kém và cát có tính chọn lọc tốt	$6 \div 10$
2	Sét dẻo thấp, bùn dẻo thấp và bùn dẻo cứng	$8 \div 12$
3	Sét dẻo thấp, dẻo cứng	$10 \div 14$

Ở Viện kỹ thuật Châu Á, Law (1989) đã tiến hành nghiên cứu đưa ra kết luận: trộn 10% xi măng với đất sét yếu Băng Cốc – Thái Lan làm tăng độ bền nén nở hông 10 lần, áp lực cố kết trước tăng $2 \div 4$ lần. Hệ số cố kết quan sát được tăng $10 \div 40$ lần [1].

DOH and JICA (1998) kiến nghị: xi măng ảnh hưởng tốt cho việc cải thiện các đặc tính của đất sét ở Băng Cốc, Thái Lan. Phương pháp xử lý nền bằng cọc xi măng-đất thường sử dụng hàm lượng xi măng thích hợp trong khoảng $80 \div 200 \text{ kg/m}^3$ và chúng được xác định dựa vào cường độ thiết kế của mỗi dự án. Thông thường, xi măng Portland với hàm lượng vào khoảng 200 kg/m^3 được sử dụng trong các nghiên cứu ổn định đất sét biển mềm yếu.

Tóm lại, việc lựa chọn tỷ lệ xi măng với đất nên dựa trên cơ sở các kinh nghiệm đề xuất trong nhiều công trình nghiên cứu trước đây. Sau đó, tiến hành thí nghiệm trong phòng xác định sức kháng nén của mẫu xi măng-đất. Cuối cùng, chọn ra tỷ lệ xi măng với đất thích hợp.

4. Kết luận và kiến nghị

Việc lựa chọn tỷ lệ xi măng với đất để xử lý nền đất yếu bằng cọc xi măng đất là rất phức tạp; nó phụ thuộc vào nhiều yếu tố và chi phối đến chất lượng, giá thành xây dựng công trình. Đây là một chỉ tiêu quan trọng cần phải được nghiên cứu tỉ mỉ kể cả lý thuyết và thí nghiệm để lựa chọn được một tỷ lệ thích hợp mang lại hiệu quả cao khi xử lý nền đất yếu.

Tài liệu tham khảo

- [1] D.T.Bergado – J.C.Chai – M.C.Alfaro – A.S.Balasubramaniam (1994), *Những biện pháp kỹ thuật mới cải tạo đất yếu trong xây dựng*, Nhà xuất bản Giáo dục – Bản dịch của Nguyễn Uyên, Trịnh Văn Cường.
- [2] Lan Wang (May 2002), *Cementitious stabilization of soils in the presence of sulfate*, A Dissertation Submitted to Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College in partial fulfillment of the Requirements for the degree of Doctor of Philosophy in The Department of Civil & Environmental Engineering.
- [3] V.N.S.Murthy (2006), “Geotechnical engineering”, “Chapter 21. Soil improvement”, 21.9. *Soil stabilization by the use of admixtures*.

Abstract:

SELECTION OF CEMENT-SOIL RATIO IN PILE MANUFACTURE OF WEAK FOUNDATION IMPROVEMENT

The improvement of weak foundation is supposed to be newly applied in Vietnam. One of important standards to design cement – soil piles is to select an appropriate ratio of cement and soil. To have a suitable selection of cement – soil ratio to every different foundation, some factors need handling. The author, hopefully, tries to introduce some effects of cement – soil ratio on mixed properties of materials, gravity sustainment of monopiles, and reinforced foundation sustainment and experiences in selecting cement – soil ratio to every different soils that need handling for all readers' references.