

TƯƠNG QUAN GIỮA CƯỜNG ĐỘ CHỊU UỐN VÀ CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN CỦA TRỤ XI MĂNG ĐẤT THEO HÀM LƯỢNG XI MĂNG VÀ TỶ LỆ NƯỚC/XI MĂNG ĐỐI VỚI ĐẤT Bùn PHA CÁT

Đoàn Văn Đệ

Giảng viên, Trung tâm thí nghiệm Xây dựng và Môi trường, trường Đại học Xây dựng Miền Tây

Nhận ngày 8/12/2020, chỉnh sửa xong ngày 16/03/2021, chấp nhận đăng 31/03/2021

Tóm tắt

Bài báo nghiên cứu tương quan giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén của hỗn hợp xi măng đất đối với loại đất bùn pha cát. Sự tương quan đó không những phụ thuộc vào hàm lượng xi măng mà còn phụ thuộc vào tỷ lệ nước/xi măng. Nghiên cứu được tiến hành thông qua thí nghiệm cường độ chịu uốn trên mẫu có kích thước 4cm×4cm×16cm và cường độ chịu nén trên mẫu lập phương có kích thước 7,07cm×7,07cm×7,07cm. Quá trình chế bị mẫu được thực hiện trong phòng theo phương pháp trộn ướt khi thay đổi hàm lượng xi măng lần lượt là 5%, 10%, 15% và 20%. Ứng với mỗi hàm lượng xi măng, tỷ lệ nước/xi măng sẽ được thay đổi các giá trị lần lượt là 0; 0,5; 1,0; và 1,5. Kết quả cho thấy, tùy theo hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/xi măng mà tỷ số giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén có giá trị từ 0,33 đến 0,69. Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu cũng cho thấy rằng hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/xi măng hợp lý tương ứng là 15% và ≤ 0,5. Với hàm lượng xi măng, tỷ lệ nước/xi măng tối ưu này thì tỷ số giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén có giá trị từ 0,46 đến 0,6.

Từ khóa: hỗn hợp xi măng-đất, tỷ lệ nước/xi măng, hàm lượng xi măng, khả năng chịu uốn của trụ đất xi măng, bùn pha cát.

Abstract

This paper studies the relationship between flexural and compressive strength of soil cement mixtures with mud clay mixed with sandy. This ratio is not only depended on the cement content but also depended upon the ratio of water/cement. The study was conducted through flexural strength tests on 4cm × 4cm × 16cm samples and compressive strength on cube sizes of 7.07cm × 7.07cm × 7.07cm. Preparation of samples was conducted in the room by the wet mixing method by changing the cement content of 5%, 10%, 15% and 20%, respectively. For each cement content, the ratio of water / cement changes the values of 0, 0.5, 1.0 and 1.5 respectively. The results indicated that, it replies on the cement content and ratio of water/cement, the ratio between flexural and compressive strength is ranged from 0.33 to 0.69. Furthermore, the result is also shown that the optimum of cement content, water/cement ratio is 15% and less than 0.5 respectively. With these optimum ratios, the ratio between flexural and compressive strength is ranged from 0.46 to 0.60.

Keywords: cement soil mixed, water / cement ratio, cement content, bending resistance of cement column.

1. Giới thiệu

Trụ đất xi măng ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực tường chắn của các công trình ngầm, đặc biệt là các công trình nhà cao tầng trong các khu dân cư. Trong kết cấu này tường chắn ngoài chịu cắt, nén còn chịu uốn do áp lực đất tác dụng lên lưng tường. Nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước cho thấy cường độ chịu uốn (σ_b) nhỏ hơn nhiều so với cường độ chịu nén (q_u). Theo nghiên cứu của Terashi và các cộng sự [1] về tương quan giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén đối với loại đất sét vùng Kawasaki với mẫu nén có kích thước: đường kính × chiều cao = 50mm×100mm và mẫu uốn có kích thước: dài × rộng × cao = 250mm × 50mm × 50mm ở thời điểm 28 ngày tuổi cho thấy, tùy theo hàm lượng xi măng (hay vôi) và tỷ lệ nước/xi măng mà tỷ số lần lượt là $\sigma_b/q_u = 0,1$ (đối với đất trộn xi măng) và 0,6 (đối với đất trộn vôi). Theo kết quả nghiên cứu của Kitazumi và các cộng sự [2], đối với đất sét Kaolin, kết quả thí nghiệm trên mẫu uốn có đường kính 2cm, chiều dài 20cm; mẫu nén có kích thước đường kính 2cm, chiều cao 4cm ở thời điểm 28 ngày cho tỷ số $\sigma_b/q_u = 0,4$ và 0,28 tương ứng với tỷ lệ nước/xi măng lần lượt là 1,2 và 1,6. Theo kết quả nghiên cứu Đỗ Hữu Đạo [3], nghiên cứu trên loại đất cát ở Đà Nẵng, tùy theo thành phần hạt của cát mà tỷ lệ $\sigma_b/q_u = (0,29 \div 0,65)$. Theo kết quả nghiên cứu của

tác giả và các cộng sự [4], tương qua giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén của đất bùn sét thay đổi theo hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/xi măng, giá trị này thay đổi từ 0,3 đến 0,8.

Như vậy có thể thấy rằng tương quan giữa cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn của trụ đất xi măng không những phụ thuộc vào loại đất mà còn phụ thuộc vào hàm lượng xi măng cũng như tỷ lệ nước/ xi măng. Địa chất ở khu vực ĐBSCL có đặc điểm không chỉ với lớp bùn sét có bề dày lớn mà còn xen kẽ nhiều lớp bùn cát pha ở các độ sâu khác nhau. Do đó, cần nghiên cứu tương quan giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén của loại đất này cũng như việc lựa chọn hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/xi măng hợp lý, qua đó góp phần làm cơ sở cho người thiết kế lựa chọn thông số sức kháng uốn hợp lý, vừa đảm bảo yếu tố kỹ thuật và kinh tế vừa đảm bảo yếu tố thuận lợi trong quá trình thi công.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là loại đất bùn pha cát, được lấy tại mố cầu Đường Trôm 2 (xã Quới An, huyện Vũng Liêm, tỉnh Vĩnh Long) và mố cầu Trung Hiệp (xã Trung Hiệp, huyện Vũng Liêm, tỉnh Vĩnh Long). Mẫu đất nguyên dạng sau khi thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý sẽ được sử dụng để chế bị mẫu đất trộn xi măng với các hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/xi măng khác nhau. Mẫu chế bị sẽ được thí

nghiệm xác định cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn ở các thời điểm 7, 14, 28, 56 và 90 ngày tuổi.

3. Tính chất cơ lý của đất và vật liệu thí nghiệm

3.1. Tính chất cơ lý của đất khu vực nghiên cứu

Mẫu đất nguyên dạng được lấy tại 02 hố khoan nêu trên, loại đất bùn pha cát sẽ được chọn để tiến hành thí nghiệm. Mẫu sau khi được lấy sẽ được bảo quản đảm bảo tính nguyên dạng và tránh thay đổi độ ẩm. Sau đó được thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý như lực dính, góc ma sát, dung trọng, độ ẩm... Kết quả thí nghiệm được trình bày ở Bảng 1.



Hình 1. Khoan lấy mẫu đất nguyên dạng.

Bảng 1. Các chỉ tiêu cơ - lý của đất nguyên dạng.

TT	Tính chất cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
1	Thành phần hạt			
	Sỏi sạn		%	
	Hạt cát		%	84,6
	Hạt bụi		%	8,5
	Hạt sét		%	6,9
2	Độ ẩm tự nhiên	w	%	28,4
3	Dung trọng tự nhiên	γ	g/cm^3	1,76
4	Dung trọng khô	γ_d	g/cm^3	1,37
5	Tỷ trọng	G_s		2,67
6	Giới hạn chảy	w_L	%	27
7	Giới hạn dẻo	w_d	%	17,4
8	Chỉ số dẻo	I_p	%	9,6
9	Độ sệt	I_L	%	1,61

Đất còn dư sẽ được sử dụng để trộn chế bị mẫu đất xi măng với các hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/xi măng khác nhau. Thí nghiệm xác định cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén ở các ngày tuổi lần lượt là 7, 14, 28, 56 và 90 ngày.

3.2. Xi măng

Xi măng được sử dụng là loại xi măng đa dụng Hà Tiên PCB40, phù hợp với tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 6260:2009). Kết quả thí nghiệm các đặc tính cơ bản được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Các đặc tính của xi măng nghiên cứu [5].

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả thí nghiệm	Yêu cầu (Theo TCVN 6260:2009)	
1	Thời gian đông kết	Bắt đầu	Phút	120	Min 45
		Kết thúc	Phút	240	Max 420
2	Cường độ nén	3 ngày	MPa	25,5	Min 18
		7 ngày	MPa	31,7	
		28 ngày	MPa	42,8	Min 40
3	Cường độ uốn	3 ngày	MPa	4,3	
		7 ngày	MPa	5,2	
		28 ngày	MPa	6,8	

3.3. Đặc tính của nước sử dụng

Nước được lấy từ nguồn nước sinh hoạt. Mẫu nước được gửi đến Trung tâm ứng dụng tiến bộ khoa học và công nghệ tỉnh Vĩnh Long thí nghiệm. Kết quả được tổng hợp như Bảng 3 dưới đây.

Bảng 3. Các đặc tính của nước dùng để chế bị mẫu [5].

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	Yêu cầu (Theo TCXDVN 302:2004)
1	Độ pH	-	6,74	
2	Hàm lượng cặn không tan	mg/L	9	Max 200
3	Hàm lượng Sunfat	mg/L	KPH (LOD=8)	Max 600
4	Hàm lượng Clorua	mg/L	16,41	Max 350

Ghi chú: KPH: Không phát hiện; LOD: Giới hạn phát hiện.

4. Chế bị và thí nghiệm mẫu hỗn hợp xi măng đất

Hỗn hợp đất và xi măng được trộn với các hàm lượng khác nhau lần lượt là 5%, 10%, 15% và 20%. Ứng với mỗi hàm lượng xi măng, tỷ lệ nước/xi măng được thay đổi lần lượt: 0; 0,5; 1,0 và 1,5. Các hỗn hợp này được chế bị trên các khuôn có kích thước 7,07cmx7,07cmx7,07cm dùng để thí nghiệm cường độ chịu nén và các mẫu trên các khuôn 4cmx4cmx16cm dùng để thí nghiệm cường độ chịu uốn.

Hỗn hợp xi măng đất được chế bị bằng phương pháp trộn ướt [6]. Tỷ lệ thành phần cấp phối được xác định như sau:

$$\text{Khối lượng xi măng: } W_c = \frac{1+w}{1+w_0} \times a_w \times W_0$$

Khối lượng nước trộn:

$$W_w = \left(\frac{w-w_0}{1+w} + \mu \times a_w \right) \times \left(\frac{1+w}{1+w_0} \right) W_0$$

Trong đó,
 W_0 – khối lượng đất khô, (kg);
 W_c – khối lượng xi măng, (kg);
 W_w – khối lượng nước, (kg);
 w – độ ẩm mẫu đất ở trạng thái tự nhiên;
 w_0 – độ ẩm mẫu đất sau khi phơi khô;
 a_w – tỷ lệ trộn đất xi măng;
 μ - tỷ lệ nước/xi măng;



Hình 2. Trộn và chế bị mẫu nén và mẫu uốn hỗn hợp xi măng đất. Các mẫu sau khi chế bị 3 ngày sẽ được tháo khuôn và ngâm nước bảo dưỡng đến thời điểm thí nghiệm 28 ngày.



Hình 3. Ngâm bảo dưỡng mẫu thí nghiệm

Các mẫu sau khi đủ thời gian 28 ngày bảo dưỡng sẽ được thí nghiệm nén và uốn nhằm tìm tương quan giữa cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn, ảnh hưởng của hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/xi măng đến cường độ chịu nén và uốn của hỗn hợp xi măng đất. Từ đó xác định được hàm lượng xi măng hợp lý và tỷ lệ nước/xi măng tối ưu. Với hàm lượng xi măng hợp lý và tỷ lệ nước/xi măng tối ưu đó, tiếp tục chế bị mẫu để tiến hành nén và uốn mẫu ở các thời điểm 7, 14, 56 và 90 ngày. Qua đó đánh giá sự thay đổi cường độ chịu uốn cũng như tương quan giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén theo thời gian.

Cường độ chịu nén của mẫu chế bị được xác định theo công thức [7]:

$$q_u = \frac{P}{A}$$

Trong đó :

q_u – cường độ chịu nén của mẫu đất xi măng ở tuổi thí nghiệm (MPa).

P – giá trị lực gây phá hoại mẫu, N.

A – diện tích mặt cắt ngang mẫu, mm².

Cường độ chịu uốn được xác định theo công thức [7]:

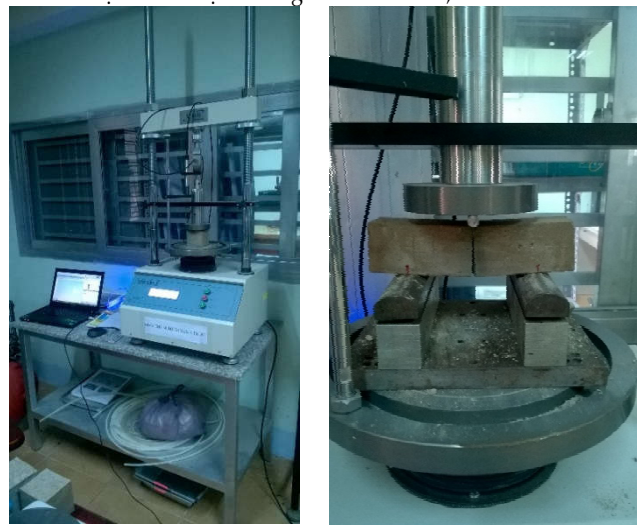
$$R_u = \frac{1,5 \times P \times L}{b^3}$$

Trong đó :

P – tải trọng làm cho mẫu bị gãy, N.

L – khoảng cách giữa hai gối uốn, $L = 100\text{mm}$.

b – cạnh tiết diện vuông của mẫu uốn, $b = 40\text{mm}$.



Hình 4. Thí nghiệm cường độ hỗn hợp xi măng đất, a) thí nghiệm cường độ chịu nén, b) thí nghiệm cường độ chịu uốn.

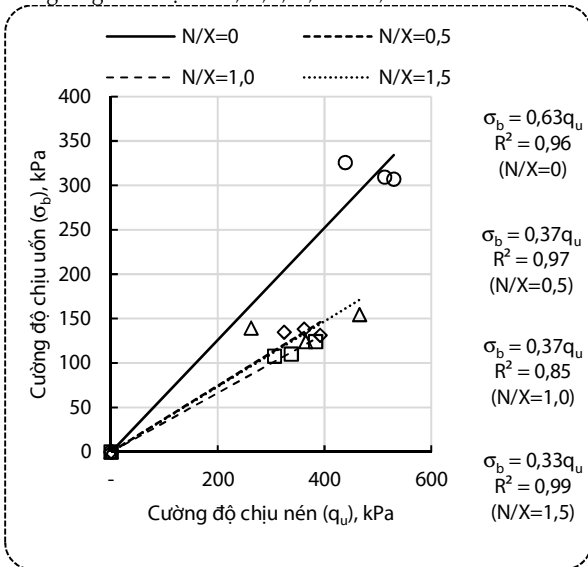
5. Kết quả thí nghiệm và phân tích kết quả

5.1. Tương quan giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén của hỗn hợp xi măng đất.

Bảng 4. Cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn khi hàm lượng xi măng 5%.

STT	Ký hiệu mẫu	Mẫu số	Cường độ chịu nén (kPa)	Cường độ chịu uốn (kPa)
1	5/0,0	1	485,3	309,4
2	5/0,0	2	486,6	325,8
3	5/0,0	3	474,3	307,0
4	5/0,5	1	427,7	131,3
5	5/0,5	2	361,3	138,3
6	5/0,5	3	402,3	134,8
7	5/1,0	1	464,1	107,8
8	5/1,0	2	337,7	110,2
9	5/1,0	3	396,1	124,2
10	5/1,5	1	290,3	154,7
11	5/1,5	2	294,3	124,2
12	5/1,5	3	288,7	139,5

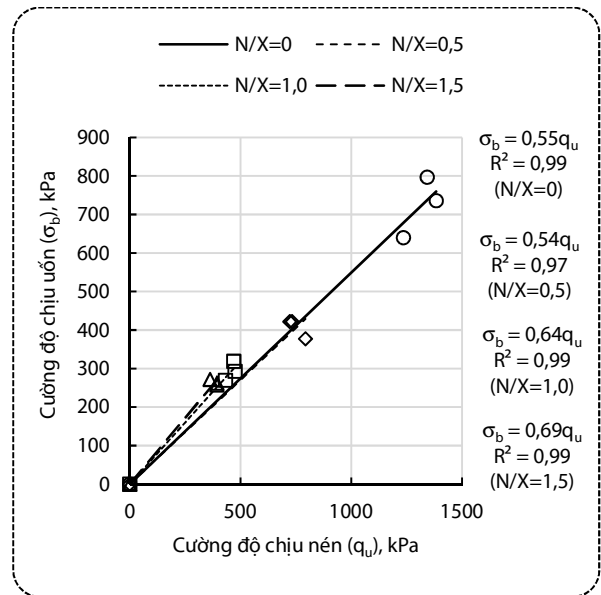
Tương quan giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén sẽ được xem xét dựa trên kết quả thí nghiệm cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn ở thời điểm mẫu đạt 28 ngày tuổi. Tương quan này cũng được xét ở các hàm lượng và tỷ lệ nước/xi măng khác nhau. Các kết quả thí nghiệm được tổng hợp dưới dạng Bảng và biểu đồ khi thay đổi hàm lượng xi măng lần lượt là 5%, 10%, 15% và 20%. Mỗi hàm lượng xi măng thì tỷ lệ nước/xi măng thay đổi tương ứng lần lượt là 0; 0,5; 1,0 và 1,5.



Hình 5. Biểu đồ tương quan giữa cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn khi hàm lượng xi măng 5%.

Bảng 5. Cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn khi hàm lượng xi măng 10%.

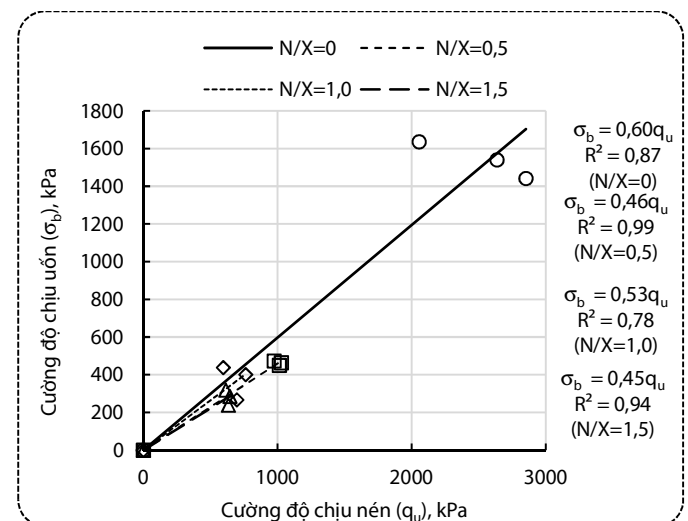
STT	Ký hiệu mẫu	Mẫu số	Cường độ chịu nén (kPa)	Cường độ chịu uốn (kPa)
1	10/0,0	1	1.341,8	796,9
2	10/0,0	2	1.234,6	639,8
3	10/0,0	3	1.382,8	735,9
4	10/0,5	1	732,6	421,9
5	10/0,5	2	722,0	421,9
6	10/0,5	3	792,6	377,3
7	10/1,0	1	474,9	293,0
8	10/1,0	2	431,7	269,5
9	10/1,0	3	468,9	318,8
10	10/1,5	1	393,5	262,5
11	10/1,5	2	392,9	257,8
12	10/1,5	3	362,3	271,9



Hình 6. Biểu đồ tương quan giữa cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn khi hàm lượng xi măng 10%.

Bảng 6. Cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn khi hàm lượng xi măng 15%.

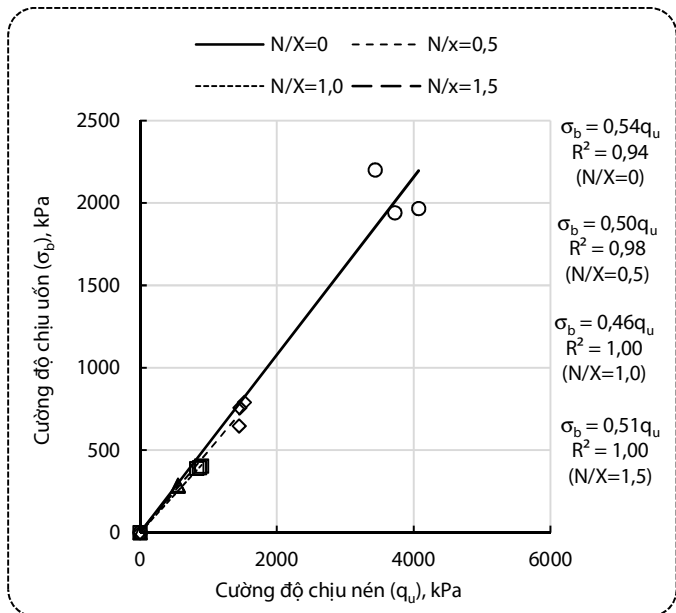
STT	Ký hiệu mẫu	Mẫu số	Cường độ chịu nén (kPa)	Cường độ chịu uốn (kPa)
1	15/0,0	1	2.635,6	1.539,8
2	15/0,0	2	2.055,4	1.635,9
3	15/0,0	3	2.851,7	1.441,4
4	15/0,5	1	974,5	473,4
5	15/0,5	2	1.012,9	450,0
6	15/0,5	3	1.028,5	464,1
7	15/1,0	1	697,0	267,2
8	15/1,0	2	595,6	438,3
9	15/1,0	3	762,6	400,8
10	15/1,5	1	614,4	318,8
11	15/1,5	2	644,6	285,9
12	15/1,5	3	633,8	239,1



Hình 7. Biểu đồ tương quan giữa cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn khi hàm lượng xi măng 15%.

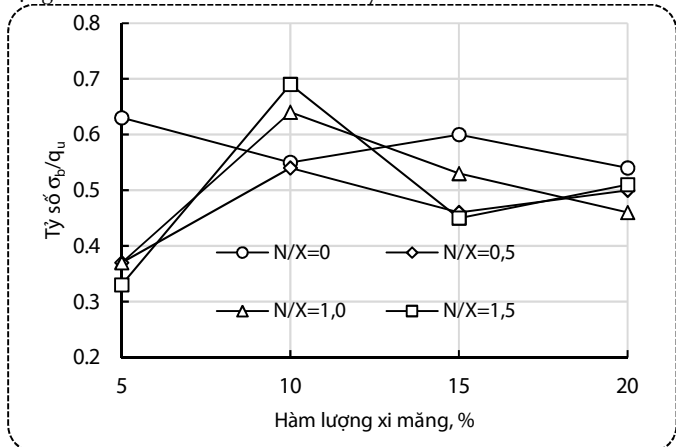
Bảng 7. Cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn khi hàm lượng xi măng 20%.

STT	Ký hiệu mẫu	Mẫu số	Cường độ chịu nén (kPa)	Cường độ chịu uốn (kPa)
1	20/0,0	1	3.436,2	2.200,8
2	20/0,0	2	4.071,6	1.966,4
3	20/0,0	3	3.723,5	1.940,6
4	20/0,5	1	1.457,4	757,0
5	20/0,5	2	1.447,8	646,9
6	20/0,5	3	1.525,3	789,8
7	20/1,0	1	868,7	393,8
8	20/1,0	2	828,1	389,1
9	20/1,0	3	898,1	403,1
10	20/1,5	1	558,6	281,3
11	20/1,5	2	553,0	288,3
12	20/1,5	3	557,4	285,9



Hình 8. Biểu đồ tương quan giữa cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn khi hàm lượng xi măng 20%.

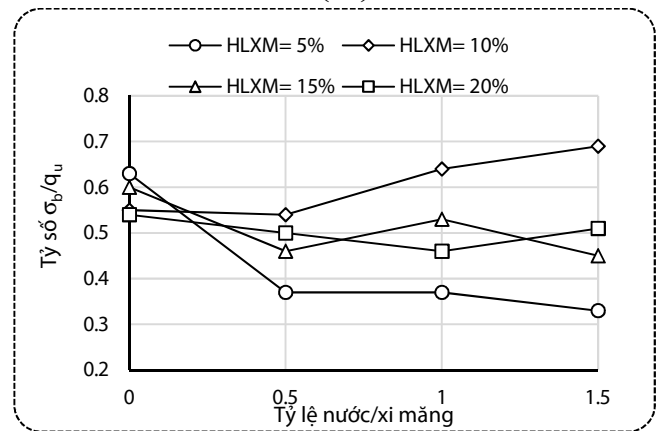
Từ số liệu Hình 5 đến Hình 8, có thể được tổng hợp dưới dạng biểu đồ Hình 9 và 10 dưới đây.



Hình 9. Ảnh hưởng của hàm lượng xi măng đến tỷ số cường độ chịu uốn/cường độ chịu nén của trụ đất xi măng.

Từ biểu đồ Hình 9, tác giả có một số nhận xét sau:
 Nhìn chung, tỷ số giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén $\left(\frac{\sigma_b}{q_u}\right)$ thay đổi tùy theo hàm lượng xi măng. Với hàm lượng xi măng là 5% thì tỷ số $\left(\frac{\sigma_b}{q_u}\right)$ giảm từ 0,63 đến 0,33 khi tăng tỷ lệ nước/xi măng tương ứng từ 0 đến 1,5.

Khi hàm lượng xi măng $\geq 10\%$ thì giá trị $\left(\frac{\sigma_b}{q_u}\right)$ thay đổi trong khoảng từ (0,45 ÷ 0,6). Cá biệt, khi hàm lượng xi măng 10% và tỷ lệ nước/xi măng $> 1,0$ thì tỷ số $\left(\frac{\sigma_b}{q_u}\right)$ trong khoảng 0,64 ÷ 0,69.



Hình 10. Ảnh hưởng của tỷ lệ nước/xi măng đến tỷ số cường độ chịu uốn/cường độ chịu nén của trụ đất xi măng.

Từ biểu đồ Hình 10, tác giả có các nhận xét sau:

Ngoại trừ với hàm lượng xi măng là 10%, nhìn chung, khi tỷ lệ nước/xi măng tăng thì tỷ số $\left(\frac{\sigma_b}{q_u}\right)$ giảm với các hàm lượng xi măng 5%, 15% và 20%. Khi tỷ lệ nước/xi măng bằng 0 thì tỷ số $\left(\frac{\sigma_b}{q_u}\right)$ thay đổi không đáng kể, các giá trị dao động khoảng từ là 0,54 đến 0,63.

Khi tỷ lệ nước/xi măng thay đổi từ 0 đến 0,5 thì tỷ số $\left(\frac{\sigma_b}{q_u}\right)$ giảm với mọi hàm lượng xi măng, từ 0,37 đến 0,54.

Khi tỷ lệ nước/xi măng trong khoảng từ 0,5 đến 1,0 thì tỷ số $\left(\frac{\sigma_b}{q_u}\right)$ khá phân tán trong khoảng từ 0,37 đến 0,64. Khi hàm lượng xi măng 10% đến 15% thì tỷ số này tăng, trong khi tỷ số này giảm khi hàm lượng xi măng 20% và không đổi khi hàm lượng xi măng là 5%.

Khi tỷ lệ nước/xi măng trong khoảng từ 1,0 đến 1,5 thì ứng với mỗi hàm lượng xi măng tỷ số $\left(\frac{\sigma_b}{q_u}\right)$ dao động trong khoảng từ

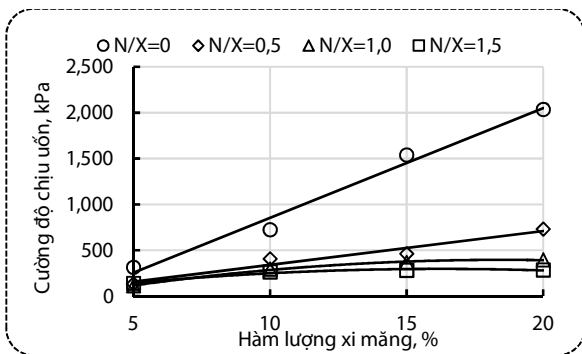
0,33 đến 0,69. Khi hàm lượng xi măng là 5% hoặc 15% thì tỷ số này giảm, ngược lại ứng với hàm lượng xi măng là 10% hoặc 20% thì tỷ số này tăng.

5.2. Ảnh hưởng của hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/ xi măng đến cường độ chịu uốn

Ảnh hưởng của hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/xi măng đến cường độ chịu uốn của hỗn hợp xi măng đất được xác định ở thời điểm 28 ngày tuổi. Kết quả thí nghiệm được trình bày ở các Bảng 8 và Hình 11, 12.

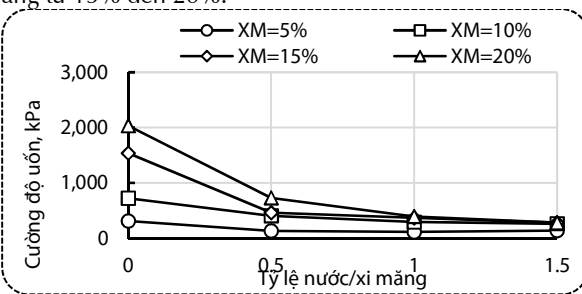
Bảng 8. Cường độ chịu uốn của hỗn hợp xi măng đất theo hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/xi măng.

Tỷ lệ N/X	0	0,5	1,0	1,5
Hàm lượng xi măng				
5	314,1	134,8	114,1	139,5
10	724,2	407,0	293,8	264,1
15	1.539,1	462,5	368,8	281,3
20	2.035,9	731,3	395,3	285,2



Hình 11. Ảnh hưởng của hàm lượng xi măng đến cường độ chịu uốn.

Từ kết quả được thể hiện ở Hình 11 ta có thể thấy rằng khi hàm lượng xi măng là 5% thì tỷ lệ nước/xi măng không ảnh hưởng đến cường độ chịu uốn. Khi tỷ lệ nước/xi măng $\leq 0,5$ thì cường độ chịu uốn tăng gần như tuyến tính với mọi hàm lượng xi măng. Tuy nhiên, khi tỷ lệ này $\geq 1,0$ thì cường độ chịu uốn tăng không đáng kể khi tăng hàm lượng xi măng, đặc biệt khi tỷ lệ nước/xi măng = 1,5 thì cường độ chịu uốn hầu như không tăng khi tăng hàm lượng xi măng từ 15% đến 20%.



Hình 12. Ảnh hưởng của tỷ lệ nước/xi măng đến cường độ chịu uốn.

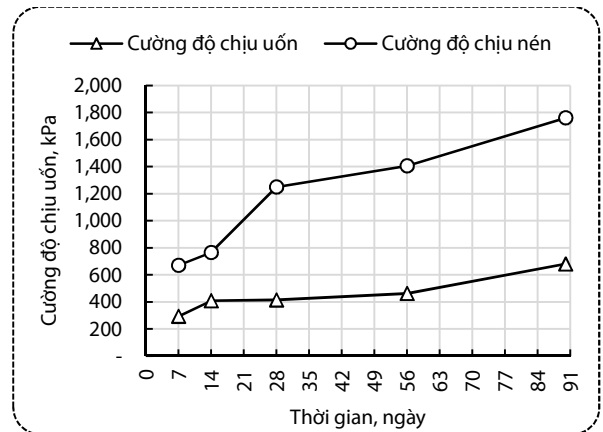
Từ Hình 12 ta thấy tỷ lệ nước/xi măng ảnh hưởng rất lớn đến cường độ chịu uốn của hỗn hợp xi măng đất. Khi tỷ lệ này là 0, thì cường độ chịu uốn có sự chênh lệch rất lớn khi thay đổi hàm lượng xi măng 5% đến 20% tương ứng là 314,1kPa và 2.035,9kPa. Tuy nhiên, khi tỷ lệ này =1,5 thì cường độ chịu uốn tăng không đáng kể khi tăng hàm lượng xi măng.

5.3. Ảnh hưởng của thời gian đến cường độ chịu uốn và chịu nén của hỗn hợp xi măng đất

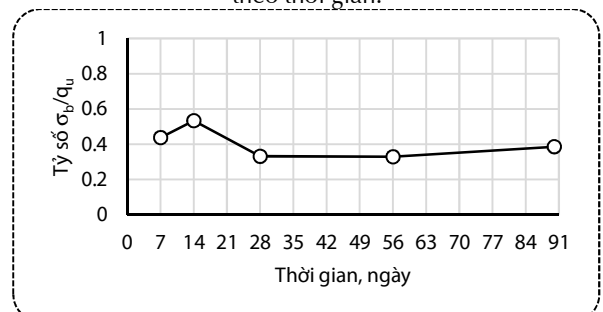
Cấp phối tối ưu (được chọn tương ứng với tỷ lệ nước/xi măng là 0,5 và hàm lượng xi măng là 15%) sẽ được sử dụng để chế bị mẫu nhằm xác định ảnh hưởng của thời gian đến cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn của hỗn hợp xi măng đất ở các thời điểm khác nhau, gồm 7, 14, 56 và 90 ngày tuổi. Kết quả được trình bày ở Bảng 9 và Hình 13.

Bảng 9. Cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn trung bình của hỗn hợp xi măng đất với hàm lượng xi măng 15%, tỷ lệ nước/xi măng 0,5.

Thời gian (ngày)	Cường độ chịu uốn trung bình (kPa)	Cường độ chịu nén trung bình (kPa)
7	293,6	671,0
14	408,6	765,7
28	414,8	1.249,9
56	462,5	1.406,3
90	680,5	1.761,4



Hình 13. Sự thay đổi cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn theo thời gian.



Hình 14. Tương quan giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén theo thời gian.

Từ kết quả này ta thấy cường độ chịu nén trung bình của hỗn hợp xi măng đất tăng nhanh ở thời điểm 28 ngày tuổi, trong khi đó, cường độ chịu uốn tăng không đáng kể. Sau 28 ngày tuổi, cường độ chịu nén và cường độ chịu uốn đều tăng nhưng không nhiều.

Mặt khác trên Hình 14 ta thấy tương quan giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén cũng thay đổi theo thời gian theo xu hướng giảm dần. Tỷ số giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén tăng trong khoảng thời gian mẫu đạt 14 ngày tuổi, do tốc độ phát triển cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén gần như song song nhau. Tuy nhiên, trong khoảng thời gian từ 14 đến 28 ngày tuổi thì tỷ số này lại giảm. Nguyên nhân là do trong thời gian này cường độ chịu nén tăng rất nhanh (63,22%), trong khi cường độ chịu uốn lại tăng chậm (1,53%).

Sau thời gian 28 ngày tuổi, tỷ số giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén thay đổi không đáng kể và dao động trong khoảng 0,4.

6. Kết luận

Tương quan giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén của trụ đất xi măng đối với đất loại bùn pha cát thay đổi phụ thuộc vào hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/xi măng. Tỷ số này dao động trong khoảng từ 0,33 đến 0,69.

Khi hàm lượng xi măng nhỏ hơn 5% thì tỷ lệ nước/xi măng không ảnh hưởng đến cường độ chịu uốn. Ngược lại, khi tỷ lệ nước/xi măng lớn hơn hoặc bằng 1,5 thì hàm lượng xi măng cũng sẽ không ảnh hưởng đến cường độ chịu uốn.

Cường độ chịu nén của trụ đất xi măng tăng nhanh trong khoảng thời gian 28 ngày tuổi, sau đó vẫn tăng cho tới 90 ngày tuổi. Trong khi cường độ chịu uốn tăng nhanh trong thời gian 14 ngày, sau đó tăng không đáng kể sau 28 ngày tuổi.

Khi tính toán kết cấu trụ đất xi măng có xét đến khả năng chịu uốn trong lớp đất bùn pha cát nên chọn cấp phối hợp lý với hàm lượng xi măng là 15% và tỷ lệ nước/xi măng $\leq 0,5$. Khi đó tương quan giữa cường độ chịu uốn và cường độ chịu nén có giá trị từ 0,46 đến 0,6.

Tuy nhiên do tính chất cục bộ của vị trí mẫu nên phần nào kết quả còn chưa mang tính tổng quát. Tác giả đề nghị nên có những nghiên cứu bổ sung với số lượng mẫu được lấy nhiều vị trí khác nhau để số liệu mang tính tổng quát hơn.

Lời cảm ơn

Tác giả chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu trường đại học xây dựng Miền Tây đã hỗ trợ tài chính. Bài báo này là một phần kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở "Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/xi măng đến cường độ chịu uốn của trụ đất xi măng" được trường đại học xây dựng Miền Tây phê duyệt mà tác giả đã thực hiện.

Tài liệu tham khảo

- [1] Masaki Kitazume, Massaki Terashi, *The Deep Mixing Method*, CRC Press/Balkema, 2013.
- [2] Masaki Kitazume, Kenji Maruyama, *Internal stability of group column type deep mixing improved ground under embankment loading*, Japanese Geotechnical Society, Vol.47, No3, pp 437 – 455.
- [3] Đỗ Hữu Đạo, *Nghiên cứu sự làm việc của cọc đơn và nhóm cọc đất xi măng cho công trình nhà cao tầng*, Luận án tiến sĩ, 2015.
- [4] Đoàn Văn Đệ, Đinh Hoài Luân, Võ Bá Huy, *Tương quan giữa cường độ chịu*

uốn và cường độ chịu nén của trụ xi măng đất theo hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/xi măng đối với đất bùn sét, Tạp chí Xây dựng số 59, trang 69-75, tháng 8/2020.

- [5] Đoàn Văn Đệ, Đinh Hoài Luân, Võ Bá Huy, *Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng xi măng và tỷ lệ nước/xi măng đến cường độ chịu uốn của trụ đất xi măng*, Đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường, năm học 2019 - 2020.
- [6] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9403:2012, *Gia cố đất yếu – Phương pháp trụ đất xi măng*, 2012.
- [7] Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6016, *Xi măng – Phương pháp thử – Xác định cường độ*, 2011.