



SỰ THAY ĐỔI ĐỘ BÃO HÒA NƯỚC TRONG NỀN ĐẤT ẢNH HƯỞNG ĐẾN KHẢ NĂNG CHỊU LỰC CỦA NỀN ĐẤT

THE CHANGES IN WATER SATURATION IN THE GROUND AFFECT THE BEARING CAPACITY OF THE GROUND

/ Ths. Nguyễn Minh Thi ¹ | TS. Nguyễn Kế Tường ²

Tóm tắt: Đất nền trong các khu vực nền đất có công trình xây dựng cần có khả năng chịu được tải trọng các công trình xây dựng bên trên như nhà ở, đường giao thông, sân bãi hàng hóa. Đất nền cần phải có khả năng chịu lực để nâng giữ móng công trình. Khả năng chịu lực đất nền phụ thuộc vào các chỉ tiêu cơ lý của đất nền và trạng thái của nền công trình. Các trạng thái như bão hòa nước, trạng thái dẻo, trạng thái nhớt, trạng thái đàn hồi... Nhiều công trình bị sạt trượt, sụp đổ vào mùa mưa lũ do Khả năng chịu lực đất nền giảm khi độ bão hòa tăng, gây nguy hiểm cho công trình. Bài báo nghiên cứu ảnh hưởng của độ bão hòa nước trong nền và có biện pháp thiết kế, xử lý, giải pháp kết cấu móng hợp lý sẽ đem lại hiệu quả cho các công trình xây dựng.

Từ khóa: Độ bão hòa nước, trạng thái dẻo, giải pháp xử lý nước ngầm, khả năng, chịu lực đất nền.

Abstract: The ground in the areas with construction works must be able to withstand the load of the construction works above such as houses, roads, and cargo yards. The ground must have the ability to support the foundation of the work. The loadbearing capacity of the ground depends on the physical and mechanical properties of the ground and the state of the foundation. States are such as water saturation, plastic state, viscous state, elastic state, etc... Many works are subject to landslides and collapses during the rainy season

due to the decrease in the bearing capacity of the ground when the saturation level increases, causing danger to the work. Researching the effects of water saturation in the ground and having reasonable design, treatment, and structural solutions for the foundation will bring efficiency to construction works.

Keywords: Water saturation, plastic state, groundwater treatment solutions, loadbearing capacity.

Nhận bài ngày 05/10/2024, chỉnh sửa ngày 25/10/2024, chấp nhận đăng ngày 10/12/2024.

1. Cơ sở lý luận về Khả năng chịu lực đất nền

1.1. Xác định khả năng chịu lực đất nền theo TCVN 9362:2012

Khả năng chịu lực đất nền là khả năng chịu tải trọng của công trình truyền vào nền thông qua kết cấu móng. Cường đất nền theo TCVN 9362:2012, phụ thuộc vào các tính chất cơ lý của đất nền, như sau:

$$R_{dn} = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}} [A \cdot b \cdot \gamma_{dm} + B \cdot D_f \cdot \gamma_{bm} + D \cdot C_u]; (1)$$

Trong đó:

$$\rightarrow A = \frac{0.25 \cdot \pi}{\cot \varphi_n + \varphi_n - \frac{\pi}{2}}; B = \left(\frac{\pi}{\cot \varphi_n + \varphi_n - \frac{\pi}{2}} + 1 \right); D = \frac{\pi \cdot \cot g \varphi_n}{\cot \varphi_n + \varphi_n - \frac{\pi}{2}}; (2)$$

¹Viện đào tạo Kiến trúc, Xây dựng và giao thông - Trường Đại học Thủ Dầu Một
Email: ¹ thinm@tdmu.edu.vn; ² nguyengkietuong@gmail.com

- k_{tc} là hệ số độ tin cậy phụ thuộc vào tài liệu khảo sát địa chất;
- + $k_{tc} = 1.00$ khi tài liệu địa chất khảo sát và thí nghiệm địa chất công trình cho công trình;
- + $k_{tc} = 1.10$ khi tài liệu địa chất tham khảo;
- m_1 là hệ số điều kiện làm việc của đất nền;
- m_2 là hệ số điều kiện làm việc của công trình với đất nền;
- b là chiều rộng bản móng (m);
- D_f là độ sâu đặt móng tính từ mặt nền hoàn thiện. (m);
- C_{tt} là lực dính tính toán của đất nền đáy móng, (kN/m²);
- φ_{tt} là góc ma sát trong tính toán của đất nền đáy móng, (độ);
- d_m là trọng lượng riêng thể tích của đất nền đáy móng, (kN/m³);
- γ_{bm} là trọng lượng riêng thể tích của đất nền bên ngoài đáy móng, từ cao trình đáy móng lên mặt đất nền hoàn thiện, (kN/m³);

1.2. Trạng thái của đất khi độ bão hòa nước thay đổi

Khi đất nền có độ bão hòa thay đổi thì trạng thái của đất thay đổi, các chỉ tiêu cơ lý của đất cũng sẽ thay đổi. Trạng thái của đất được đánh giá theo độ sệt (I_s) theo công thức (3), như sau:

$$I_s = \frac{W - W_p}{W_L - W_p}; (3)$$

Trong công thức (3):

- I_s là độ sệt tính toán của đất phụ thuộc vào loại đất và trạng thái và độ bão hòa nước;
- W là độ ẩm của đất khi đang xét, trạng thái tức thời, xác định bằng thí nghiệm, (%);
- W_p là độ ẩm của đất khi bắt đầu chuyển sang trạng thái dẻo, gọi là giới hạn dẻo, xác định bằng thí nghiệm, giá trị này phụ thuộc vào loại đất, (%);
- W_L là độ ẩm của đất khi bắt đầu chuyển sang trạng thái nhão, gọi là giới hạn nhão, xác định bằng thí nghiệm, giá trị này phụ thuộc vào loại đất, (%);

Theo công thức (3), độ sệt (I_s) thay đổi phụ thuộc vào độ ẩm (W) của đất khi đang xét và loại đất. Độ ẩm (W) của đất phụ thuộc vào độ bão hòa nước trong đất.

Xác định loại đất phụ thuộc vào chỉ số dẻo I_p , như sau:

$$I_p = W_L - W_p; (4)$$

Phân loại loại đất theo I_p , như sau:

- $I_p < 7$: Đất á cát
- $7 \leq I_p \leq 17$: Đất á sét
- $I_p > 17$: Đất loại sét

Trạng thái của từng loại đất được xác định theo độ sệt trong bảng 1:

Bảng 1. Phân loại trạng thái đất theo TCVN 9362:2012

Phân loại đất theo độ sệt - TCVN 9362:2012	
Tên đất	Độ sệt I_s
Á cát	
Cứng	$I_s < 0$
Dẻo	$0 \leq I_s \leq 1$
Nhão	$I_s > 1$
Á sét và sét	
Cứng	$I_s < 0$
Nửa cứng	$0.0 \leq I_s \leq 0.25$
Dẻo cứng	$0.25 \leq I_s \leq 0.50$
Dẻo mềm	$0.50 \leq I_s \leq 0.75$
Dẻo nhão	$0.75 \leq I_s \leq 1$
Nhão	$I_s > 1$

Nhận xét:

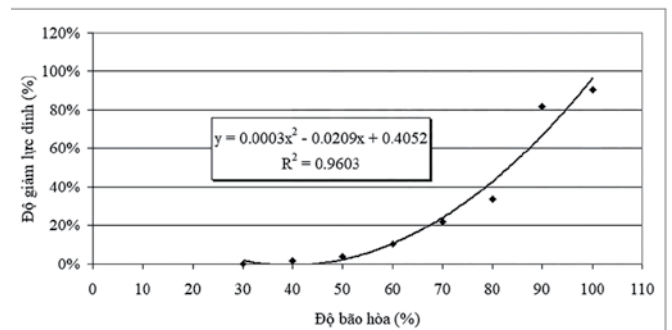
- Chỉ số dẻo (I_p) cho biết loại đất;
- Độ sệt (I_s) cho biết trạng thái của đất khi đang xem xét, khảo sát;
- Chỉ số dẻo và độ sệt phụ thuộc vào từng loại đất, xác định bằng thí nghiệm;
- Trạng thái của đất phụ thuộc vào độ ẩm của đất khi đang xét;
- Độ ẩm của đất phụ thuộc vào độ bão hòa nước trong nền đất;
- Độ bão hòa nước trong đất thay đổi sẽ làm cho các chỉ tiêu cơ lý thay đổi.

1.3. Phân tích ảnh hưởng độ bão hòa đến khả năng chịu lực đất nền

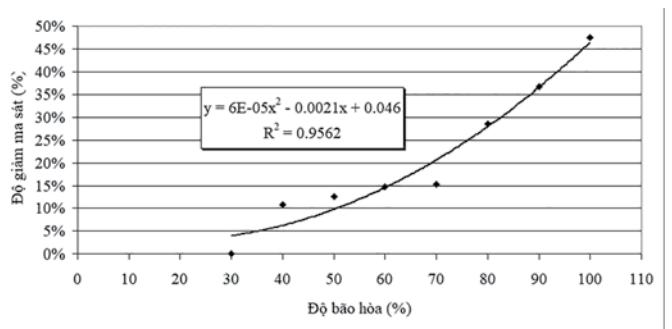
Khi đất nền bão hòa nước thì các tính chất cơ lý sẽ thay đổi, bảng 1 thể hiện thí nghiệm xác định chỉ tiêu cơ lý của đất thay đổi theo độ bão hòa nước.

Bảng 2. Mô tả sự biến đổi chỉ tiêu cơ lý của đất theo độ bão hòa nước

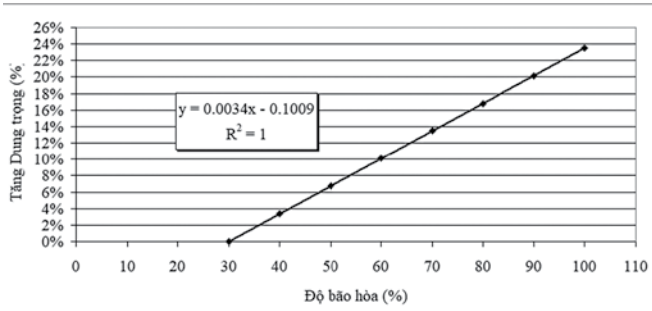
Độ bão hòa tăng (%)	Độ giảm Lực dính theo độ bão hòa tăng (%)	Độ giảm Góc ma sát theo độ bão hòa tăng (%)	Độ tăng Dung trọng theo độ bão hòa tăng (%)
30	100.00%	0.00%	100.00%
40	98.10%	1.90%	103.36%
50	96.19%	3.81%	106.72%
60	89.52%	10.48%	110.09%
70	78.10%	21.90%	113.45%
80	66.67%	33.33%	116.81%
90	18.10%	81.90%	120.17%
100	9.52%	90.48%	123.53%



Hình 1. Độ giảm giá trị lực dính trong đất khi độ bão hòa tăng



Hình 2. Độ giảm giá trị góc ma sát trong nền đất khi độ bão hòa tăng



Hình 3. Độ tăng dung trọng đất khi độ bão hòa tăng

Nhận xét:

→ Khi độ bão hòa nước trong nền đất tăng lên thì lực dính của đất giảm.

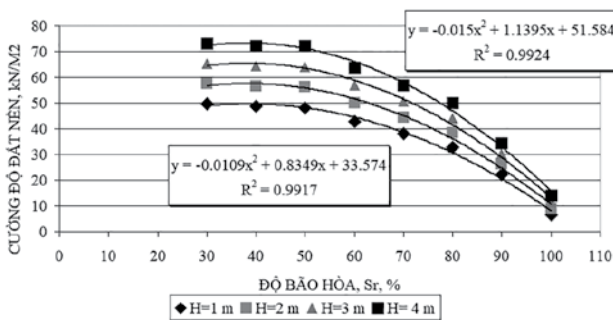
→ Khi độ bão hòa nước trong nền đất tăng lên thì góc ma sát trong của đất giảm.

→ Khi độ bão hòa nước trong nền đất tăng lên thì dung trọng của đất nền bão hòa nước sẽ tăng.

2. Kết quả tính toán khả năng chịu lực đất nền theo độ bão hòa nước

Bảng 2. Khả năng chịu lực đất nền theo độ bão hòa nước

Độ bão hòa nước trong nền đất, Sr, %	Độ sâu lớp đất, H, (m)				Khả năng chịu lực theo độ sâu lớp đất, RT, (kN/m ²)			
	H=1 m	H=2 m	H=3 m	H=4 m	H=1 m	H=2 m	H=3 m	H=4 m
30.0	1	2	3	4	49.82	57.64	65.45	73.27
40.0	1	2	3	4	48.77	56.54	64.31	72.08
50.0	1	2	3	4	48.05	56.11	64.16	72.21
60.0	1	2	3	4	42.93	49.87	56.80	63.73
70.0	1	2	3	4	38.21	44.42	50.64	56.85
80.0	1	2	3	4	32.71	38.43	44.14	49.86
90.0	1	2	3	4	22.06	26.12	30.18	34.25
100.0	1	2	3	4	6.51	9.03	11.54	14.05



Hình 4. Đồ thị quan hệ khả năng chịu lực đất nền và độ bão hòa nước

Bảng 3. Độ giảm khả năng chịu lực khi độ bão hòa nước tăng

Độ bão hòa nước trong nền đất, Sr, %	Khả năng chịu lực theo độ sâu lớp đất, RT, (kN/m ²)				Mức độ giảm khả năng chịu lực của đất nền khi độ bão hòa nước tăng			
	H=1 m	H=2 m	H=3 m	H=4 m	H=1 m	H=2 m	H=3 m	H=4 m
30	49.82	57.64	65.45	73.27	0%	0%	0%	0%
40	48.77	56.54	64.31	72.08	2%	2%	2%	2%
50	48.05	56.11	64.16	72.21	4%	3%	2%	1%
60	42.93	49.87	56.80	63.73	16%	16%	15%	15%
70	38.21	44.42	50.64	56.85	30%	30%	29%	29%
80	32.71	38.43	44.14	49.86	52%	50%	48%	47%
90	22.06	26.12	30.18	34.25	126%	121%	117%	114%
100	6.51	9.03	11.54	14.05	665%	539%	467%	421%



Nhận xét:

→ Khả năng chịu lực đất nền giảm dần khi độ bão hòa nước trong nền đất đáy móng tăng.

→ Lớp đất càng dày thì khi bão hòa nước có khả năng chịu lực lớn hơn lớp đất mỏng.

→ Khi độ bão hòa nước vượt quá 80% thì đất nền hầu như không còn khả năng chịu lực.

→ Cần khống chế độ bão hòa nước trong nền đất không vượt quá 80%.

3. Phân tích khả năng chịu lực đất nền theo độ bão hòa nước

Căn cứ kết quả trên, có một số nhận xét về khả năng chịu lực của đất nền theo độ bão hòa nước như sau:

→ Khả năng chịu lực của đất nền sẽ thay đổi theo hướng giảm khi độ bão hòa nước tăng.

→ Khả năng chịu lực đất nền giảm dần khi độ bão hòa nước trong nền đất đáy móng tăng.

→ Lớp đất càng dày thì khi bão hòa nước có khả năng chịu lực lớn hơn lớp đất mỏng.

→ Khi độ bão hòa nước vượt quá 80% thì đất nền hầu như không còn khả năng chịu lực.

→ Cần khống chế độ bão hòa nước trong nền đất không vượt quá 80%.

4. Kết luận và kiến nghị

→ Khi thiết kế nền móng công trình cần khảo sát thí nghiệm tính chất cơ lý của đất nền theo sự thay đổi độ bão hòa nước

trong nền đất vì khả năng chịu lực của đất nền sẽ thay đổi theo hướng giảm khi độ bão hòa nước tăng.

→ Khi xây dựng công trình cần có giải pháp thoát nước tốt, tránh ngập úng nước vào nền.

→ Các khu vực có khả năng ngập úng nhiều thì cần có giải pháp bảo vệ đất nền đáy móng tránh hiện tượng đất chảy, xói ngầm.

→ Khi thiết kế và thi công công trình cần tính toán kiểm tra khả năng ổn định nền cho trường hợp nước ngầm thay đổi và ngập úng.

→ Cần khảo sát đánh giá gia tăng nước ngầm trong nền công trình và khả năng tang độ bão hòa của nền đất.

→ Các khu vực ven sông thường thay đổi mực nước ngầm do ảnh hưởng thủy triều và mưa.

→ Các khu vực cao nguyên khả năng thoát nước chậm sẽ tang độ bão hòa trong nền đất và giảm khả năng chịu lực, dễ gây sạt trượt.

Kim Liên (XDBT)

Tài liệu tham khảo:

1. 22TCN 262-2000 Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên nền đất yếu
2. Tiêu chuẩn Châu Âu EN 1997-1:2004 Thiết kế địa kỹ thuật; Nhà Xuất bản Xây dựng Hà Nội, năm 2016.
3. Tiêu chuẩn Châu Âu EN 1997-2:2007 Thiết kế địa kỹ thuật; Nhà Xuất bản Xây dựng Hà Nội, năm 2016.
4. TCVN 8567:2010 Chất lượng đất – Phương pháp xác định thành phần cấp hạt
5. TCVN 8869:2011 Quy Trình đo áp lực nước lỗ rỗng trong đất
6. TCVN 8723:2012 Xác định hệ số thấm của đất xây công trình thủy lợi
7. TCVN 9148:2012 Công trình thủy lợi - Xác định hệ số

thấm của đất đá chứa nước bằng phương pháp hút nước thí nghiệm từ các lỗ khoan;

8. TCVN 9362:2012 Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình

9. TCVN 9436:2012 Nền đường ô tô – Thi công và nghiệm thu

10. TCVN 10304:2014 Móng cọc tiêu chuẩn thiết kế

11. TCVN 9902:2016 Công trình thủy lợi - Yêu cầu thiết kế đê sông

12. TCVN 8216:2018 Công trình thủy lợi – Thiết kế đập đầm nén.

13. TCCS 41:2022/TCĐBVN: Tiêu chuẩn khảo sát, thiết kế nền đường ô tô trên nền đất yếu

14. D. G. Fredlund, H. Rahardjo, M. D. Fredlund; Unsaturated Soil Mechanics in Engineering Practice; First published: 11 July 2012; Print ISBN: 9781118133590 | Online ISBN: 9781118280492 | DOI: 10.1002/9781118280492; Copyright © 2012 John Wiley & Sons, Inc.

15. V.A.Mironenko - V.M.Sextakov; Cơ sở thủy địa cơ học; Nhà Xuất bản khoa học kỹ thuật Hà Nội, năm 1982.

16. Hoàng Văn Tân và nnk; Những phương pháp xây dựng công trình trên nền đất yếu; Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật Hà Nội, năm 1973.

17. Hoàng Văn Tân và nnk; Tính toán nền móng theo trạng thái giới hạn; Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật Hà Nội, năm 1976.

18. Nguyễn Uyên; Cơ học đất; Nhà xuất bản xây dựng Hà Nội, năm 2005

19. Robert.V.Whitlow; Cơ học đất; Nhà xuất bản giáo dục, năm 1999.

20. Kỷ yếu hội thảo: Đánh giá thực trạng, nguyên nhân và đề xuất giải pháp phòng chống sạt trượt ngập lụt cục bộ trên địa bàn tỉnh Lâm Đồng, Đà Lạt, 22/9/2023.

