

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC BIỂN DÂNG ĐẾN KHẢ NĂNG GIA CỐ, CẢI TẠO ĐẤT YẾU VÙNG VEN BIỂN BẮC BỘ

Nguyễn Văn Phóng*, Nguyễn Thị Nụ, Nguyễn Thành Dương

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

*Email: nvphongdcct@gmail.com

Tóm tắt:

Việt Nam là một trong 5 nước chịu ảnh hưởng lớn nhất của nước biển dâng. Đây là vấn đề tác động đến nhiều lĩnh vực, trong đó có công tác gia cố cải tạo đất yếu phục vụ phát triển bền vững vùng ven biển nước ta. Nước biển dâng làm gia tăng mức độ thâm nhập mặn, tăng áp lực nước lỗ rỗng trong đất, gia tăng mức độ dao động của nước dưới đất,... Bài báo đưa ra các phân tích lý thuyết và kết quả nghiên cứu thực nghiệm về khả năng biến đổi tính chất của đất yếu, khả năng gia cố, cải tạo nền đất yếu trong điều kiện nước biển dâng theo kịch bản phát thải cao A1F1 của Bộ Tài nguyên và Môi trường. Nghiên cứu trên đất yếu vùng ven biển Bắc Bộ cho thấy: Độ nhiễm mặn của đất tăng từ 0,35 đến 0,90% tùy theo loại đất; Đặc điểm tính chất cơ lý của đất thay đổi không đáng kể và không rõ quy luật; Mức độ thâm nhập mặn có ảnh hưởng đáng kể đến khả năng cải tạo đất bằng chất kết dính, khi độ nhiễm mặn tăng đến 0,9%, hiệu quả của cải tạo đất bằng chất kết dính vô cơ giảm gần 10%; Sự gia tăng áp lực nước lỗ rỗng trong đất làm giảm hiệu quả của các giải pháp xử lý đất yếu bằng tiêu thoát nước thẳng đứng như bấc thấm, giếng cát.

Từ khóa: nước biển dâng, thâm nhập mặn, cải tạo đất yếu, ven biển Bắc Bộ.

1. Mở đầu

Điều kiện địa chất và địa chất công trình vùng ven biển Bắc Bộ có những đặc thù riêng, hầu như các lớp trầm tích ở phía trên đều là các trầm tích trẻ, được hình thành trong kỷ Đệ tứ. Cùng với đặc điểm hình thành luôn chịu tác động hỗn hợp của sông, biển nên chúng là những loại trầm tích có độ nén chặt thấp, rất nhạy cảm với những tác động từ bên ngoài. Do vậy, cấu trúc nền đất thường có mặt các loại đất yếu như bùn, đất loại sét ở trạng thái chảy, dẻo chảy, đất loại cát ở trạng thái xốp, rất xốp và chúng thường phân bố ở gần mặt, chiều dày lớn và biến đổi phức tạp. Những đặc điểm trên rất không thuận lợi cho hoạt động xây dựng các loại công trình và nhìn chung thường phải gia cố, cải tạo đất yếu trước khi xây dựng. Việc gia cố cải tạo đất yếu ở vùng ven biển nước ta có những khó khăn nhất định, đặc biệt trong điều kiện nước biển dâng.

Hiện nay, vấn đề nước biển dâng đang là vấn đề có ảnh hưởng lớn đến sự phát triển bền vững của nhiều quốc gia. Việt Nam là một trong 5 nước chịu ảnh hưởng lớn nhất của nước biển dâng. Theo tài liệu của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012), trong 50 năm qua, mực nước biển dâng khoảng 20 cm. Vào cuối thế kỷ 21, theo kịch bản phát thải cao A1F1, mực nước biển có thể dâng thêm từ 66 - 85cm so với thời kỳ 1980 - 1999. Nước biển dâng làm gia tăng mức độ thâm nhập mặn, tăng áp lực nước lỗ rỗng trong đất, gia tăng mức độ dao động của nước dưới đất,... đây chính là những yếu tố gây ảnh hưởng đáng kể tới công tác gia cố, cải tạo đất yếu.

2. Đặc điểm công trình và cấu trúc nền đất yếu vùng ven biển Bắc Bộ

2.1. Đặc điểm công trình ven biển

Theo quy hoạch cơ sở hạ tầng vùng Duyên hải Bắc Bộ đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050 của Chính phủ; quy hoạch phát triển bền vững kinh tế xã hội các khu vực phát triển kinh tế vùng ven biển Bắc Bộ đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050, hệ thống giao thông trong vành đai kinh tế sẽ được xây dựng hoàn chỉnh; các đường cao tốc được hoàn thiện; các quốc lộ và tỉnh lộ hiện có sẽ được cải tạo, nâng cấp; thêm vào đó là các dự án xây dựng mới cảng biển, sân bay, cải tạo các hành lang ven biển, nâng cấp mở rộng các quốc lộ đạt tiêu chuẩn cấp III, IV và xây dựng các khu phát triển kinh tế trọng điểm như Móng Cái, Cẩm Phả, Hạ Long, Hải Phòng, Diêm Điền, Hải Thịnh, Kim Sơn.

Mặt khác, theo Quy hoạch xây dựng Vùng Duyên hải Bắc Bộ đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050, giải pháp chủ yếu để bảo vệ các vùng đồng bằng và ven biển hiện nay cũng như sau này ở Việt Nam trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng là đắp đê. Toàn lãnh thổ đã có 270km đê sông và đê biển, tập trung ở phần phía Bắc phục vụ cho việc phòng tránh lũ lụt và nước biển tràn vào. Thêm vào đó để bảo vệ các vùng đồng bằng khi mực nước biển dâng, độ cao đê biển sẽ phải tăng thêm 1m.

Như vậy, tại vùng ven biển Bắc bộ, sẽ xây dựng chủ yếu các loại công trình hạ tầng kỹ thuật với quy mô tải trọng vừa và nhỏ. Các loại công trình này được xây dựng chủ yếu trên cấu trúc nền đất yếu, nên trước

khi xây dựng cần có các biện pháp cải tạo, gia cố nền đất yếu.

2.2. Đặc điểm cấu trúc nền đất yếu

Theo bản đồ phân vùng cấu trúc nền đất yếu vùng ven biển Bắc Bộ (Nguyễn Văn Phóng và nnk, 2015), cấu trúc nền trong phạm vi nghiên cứu có mặt 4 kiểu, 8 dạng cấu trúc. Các kiểu I, II, III có đất yếu lộ trên mặt

và phân bố phổ biến trong phạm vi nghiên cứu; kiểu IV phân bố thành các diện nhỏ ở khu vực Thái Bình, Nam Định, Ninh Bình, có đất yếu phân bố từ độ sâu một vài mét và bị phủ bởi các lớp đất có đặc trưng cơ học tốt hơn. Các dạng cấu trúc được phân biệt bởi bề dày lớp đất yếu (bảng 1). Đặc điểm địa tầng, diện phân bố của mỗi dạng được mô tả trong bảng 1.

Bảng 1. Các dạng cấu trúc nền trong phạm vi nghiên cứu

Dạng cấu trúc nền	Bề dày đất yếu, m	Loại đất yếu	Đặc trưng địa tầng	Diện phân bố
I.d	<5	Bùn sét pha, bùn sét, sét dẻo chảy (mbQ_2^3)	Đất yếu phân bố ngay trên mặt và phủ trên đất sườn - tàn tích edQ.	Móng Cái, Cẩm Phả, - Quảng Ninh
II.d	<5		Đất yếu phân bố ngay trên mặt và phủ trên đất rời.	Hạ Long - Quảng Ninh
III.a	>20	Sét pha, dẻo chảy ($amQ_2^3tb_2$); bùn sét pha ($ambQ_2^3tb_2$)	Đất yếu phân bố ngay trên mặt và phủ trên đất dính, trạng thái dẻo cứng - nửa cứng.	Hải Phòng, Diêm Điền - Thái Bình, Hải Thịnh - Nam Định, Kim Sơn - Ninh Bình
III.b	10÷20			Hải Phòng, Diêm Điền- Thái Bình, Kim Sơn- Ninh Bình
III.c	5÷10			Diêm Điền - Thái Bình
III.d	<5	Sét pha, bùn sét, sét dẻo chảy (mbQ_2^3)		Hạ Long - Quảng Ninh
IV.a	>20	Bùn sét pha ($ambQ_2^3tb_3$); sét pha, dẻo chảy ($amQ_2^3tb_3$)	Đất yếu phân bố phía dưới các lớp đất có các đặc trưng cơ học tốt hơn.	Hải Thịnh - Nam Định, Kim Sơn - Ninh Bình
IV.b	10÷20	Sét, sét pha, dẻo chảy ($a,amQ_2^3tb_3$)		Diêm Điền - Thái Bình

Đất yếu trong cấu trúc nền thuộc phạm vi nghiên cứu rất đa dạng, nhưng phân bố phổ biến nhất có 5 loại, bao gồm: Bùn sét pha, bùn sét, sét dẻo chảy (mbQ_2^3) phân bố chủ yếu ở khu vực Quảng Ninh với bề dày nhỏ; Sét pha, dẻo chảy ($amQ_2^3tb_2$) và bùn sét pha ($ambQ_2^3tb_2$) phân bố phổ biến từ khu vực Hải Phòng đến Ninh Bình; Bùn sét pha ($ambQ_2^3tb_3$) và sét pha, dẻo chảy ($amQ_2^3tb_3$) phân bố chủ yếu ở khu vực Nam Định, Ninh Bình. Đất yếu hệ tầng Hải Hưng có diện phân bố hẹp ở Hải Phòng, Thái Bình.

Kết quả nghiên cứu thành phần của đất yếu cho thấy:

Thành phần khoáng vật: các nhóm khoáng vật sét trong đất yếu chủ yếu là illit, kaolinit và clorit, trong đó khoáng vật chiếm ưu thế là illit.

Thành phần hóa học: hàm lượng SiO_2 khá cao, dao động từ 57 đến 68%; hàm lượng Al_2O_3 và Fe_2O_3 dao động từ trên 10% đến hơn 20%.

Theo các tài liệu thu thập và nghiên cứu bổ sung (Nguyễn Văn Phóng và nnk, 2015), đất yếu thuộc phụ hệ tầng Thái Bình 3 ($amQ_2^3tb_3$) có nhóm hạt cát chiếm chủ yếu từ 54 - 90% (tuỳ khu vực), còn lại là nhóm hạt bụi và sét; ngược lại các loại đất yếu của các phụ hệ tầng Thái Bình 1, 2 và hệ tầng Hải Hưng thì nhóm hạt bụi và sét chiếm chủ yếu, từ 51 - 80%. Các loại đất có nguồn gốc biển và biển - đầm lầy thường có nhóm hạt sét khá cao (>30%), trong khi đất có nguồn gốc sông - biển thường không đồng nhất giữa các khu vực. Điều này phản ánh mức độ chi phối của điều kiện lắng đọng

cũng như chế độ thủy động lực tại mỗi khu vực khác nhau.

Hàm lượng hữu cơ của các loại đất yếu thay đổi từ 2,2 đến 6,71%, phổ biến từ 2 - 4%. Trong đó, hàm lượng hữu cơ của đất có nguồn gốc liên qua đến đầm lầy chủ yếu từ 3 - 6%; với đất có nguồn gốc liên quan đến biển và sông, hàm lượng hữu cơ nhỏ hơn, thay đổi từ 2 - 3%.

Kết quả phân tích cho thấy, tất cả các mẫu đất trong phạm vi nghiên cứu đều chứa muối với hàm lượng khác nhau, thay đổi từ 0,24 đến 1,81%, phổ biến từ 0,3 - 0,6% thuộc loại chứa muối ít.

3. Phân tích ảnh hưởng của các yếu tố tác động phát sinh do nước biển dâng

3.1. Các tác động của nước biển dâng

Theo kịch bản phát thải cao của Bộ Tài nguyên và Môi trường, mực nước biển dâng vào giữa thế kỷ 21 có thể tăng thêm 19 - 26cm và đến cuối thế kỷ 21 mực nước biển dâng thêm từ 44 - 85cm so với thời kỳ 1980 - 1999.

Nước biển dâng làm tăng phạm vi chịu tác động của thủy triều. Hiện tượng ngập úng vùng đồng bằng châu thổ mở rộng vào mùa mưa lũ, hiện tượng nhiễm mặn ngày càng tiến sâu vào lục địa. Mực nước biển dâng có ảnh hưởng trực tiếp tới tầng chứa nước Holocen và gián tiếp tới tầng chứa nước Pleistocen, làm cho diện tích nước mặn của tầng chứa nước Holocen và Pleistocen tăng lên. Khi nước dưới đất nhiễm mặn, dẫn đến đất bị nhiễm mặn, ảnh hưởng tới các tính chất cơ lý của đất.

Như vậy, nước biển dâng có thể dẫn tới làm gia tăng các tác động chính sau:

- Gia tăng mức độ thâm nhập mặn;
- Tăng tải trọng động;
- Tăng áp lực nước lỗ rỗng trong đất;
- Gia tăng mức độ dao động của nước dưới đất.

Mức độ gia tăng của các tác động trên phụ thuộc vào nhiều yếu tố như đặc điểm công trình, đặc điểm địa chất công trình và kịch bản nước biển dâng. Do đó, mức độ gia tăng của các tác động trên chỉ được định lượng đối với công trình cụ thể trên một cấu trúc nền đất nhất định và trong các điều kiện có tính địa phương.

Nước biển dâng có thể dẫn tới sự biến đổi tính chất cơ lý của đất yếu và ảnh hưởng đến hiệu quả gia cố xử lý nền đất yếu theo các phân tích sau đây.

3.2. Phương pháp nghiên cứu

Mức nước biển dâng cao dẫn tới hai tác động chính có thể làm biến đổi tính chất của đất:

- Làm cho đất bị bão hòa thêm, độ ẩm của đất tăng dẫn tới tính chất xây dựng của đất giảm. Tuy nhiên, đất yếu được xem là đất bão hòa hoàn toàn, nên có thể xem tác động này không đáng kể với đất yếu;

- Nước dưới đất bị thâm nhập mặn dẫn tới hàm lượng muối trong đất tăng lên. Đây là kết quả của nhiều quá trình, bao gồm: 1) Quá trình phân tán, là quá trình dịch chuyển các chất hòa tan trong môi trường lỗ rỗng (theo dòng thấm); 2) Quá trình khuếch tán phân tử, là quá trình di chuyển của chất hòa tan do chênh lệch nồng độ.

Việc đánh giá mức độ gia tăng hàm lượng muối trong đất nhằm làm cơ sở đánh giá ảnh hưởng của nước biển dâng (theo kịch bản A1F1) đến khả năng cải tạo đất bằng chất kết dính. Vấn đề này được nghiên cứu dựa trên các giả thiết sau:

- Đất bão hòa hoàn toàn;
- Mức độ chênh áp khi nước biển dâng theo kịch bản A1F1 nhỏ hơn gradient thủy lực thẩm ban đầu của đất yếu (đều là đất loại sét);
- Độ chênh nồng độ chất khuếch tán xem như không thay đổi trong quá trình khuếch tán.

Như vậy, với các giả thiết trên thì tác động của nước biển dâng đến đất yếu chủ yếu là quá trình khuếch tán làm tăng hàm lượng muối trong đất. Cơ sở lý thuyết nghiên cứu quá trình khuếch tán dựa trên định luật Fick thứ nhất (khuếch tán ổn định) như sau:

$$J = -D^* \frac{dC}{dx} \quad (1)$$

Trong đó: J - Dòng khuếch tán (kg/m²/s)

C - Nồng độ chất (kg/m³);

D* - hệ số khuếch tán (m²/s);

$\frac{dC}{dx}$ - Gradient nồng độ theo phương x;

Dấu (-) là chỉ chiều khuếch tán theo gradien nồng độ từ nơi nồng độ cao tới nơi nồng độ thấp

Biểu thức (1) của định luật Fick cho thấy thời gian khuếch tán tỷ lệ bậc nhất với khoảng cách khuếch tán, tương tự như định luật Darcy cho dòng thấm.

Dựa trên cơ sở lý thuyết đã trình bày, chúng tôi đưa ra mô hình nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của nước biển dâng theo kịch bản A1F1 đến tính chất của đất như sau:

- Các mẫu đất yếu được đặt trong dao vòng có chiều cao 2cm và đặt trong nước biển có độ mặn khác nhau, phía dưới mẫu đất đặt giấy thấm để nước mặn tiếp xúc với mẫu;

- Nước biển được sử dụng có độ mặn là 14g/l tương ứng với độ mặn của nước biển gần bờ (nước biển sâu có độ mặn 35g/l) và độ mặn của nước được thay đổi bằng cách pha trộn nước biển với nước cất với các tỷ lệ khác nhau là 0% nước biển; 30% nước biển (4,2g/l); 50% nước biển (7,0g/l); 70% nước biển (9,8g/l);

- Thời gian ngâm mẫu là 10 ngày, tương ứng thời gian thực tế là 15 năm với chiều dày đất yếu trung bình là 10m (tính theo quy hoạch đến năm 2030). Sau đó, các mẫu được thí nghiệm xác định tính chất cơ lý và xác định hàm lượng muối.

3.3. Khả năng biến đổi tính chất của đất yếu khi đất bị bão hòa và thâm nhập mặn

Mức độ gia tăng nồng độ muối

Kết quả gia tăng hàm lượng muối trong đất được thể hiện trong bảng 2 và biểu diễn trên Hình 1. Nhìn chung, độ nhiễm mặn của đất tăng từ 0,35 đến 0,90% và có xu hướng tăng tuyến tính theo độ mặn của nước biển. Mức độ gia tăng hàm lượng muối trong đất phụ thuộc vào loại đất, trong đó đất mbQ₂¹⁻²hh₁ phân bố ở Hải Phòng có mức độ gia tăng thấp nhất (tăng từ 0,59% đến 0,77%); đất amQ₂³tb₃ có mức độ gia tăng lớn nhất (tăng từ 0,31% đến 0,81%).

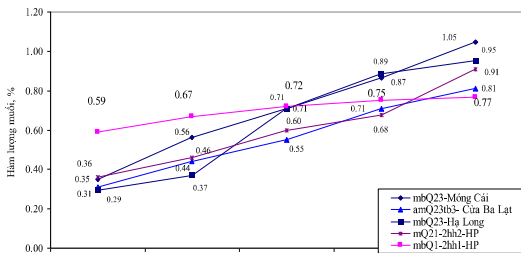
Bảng 2. Kết quả tăng hàm lượng muối khi ngâm trong môi trường nước biển với nồng độ khác nhau

Tuổi, nguồn gốc	Địa điểm	Điều kiện bão hòa (% Nước biển)/số muối hòa tan, %				
		Tự nhiên	BH30% (4.2g/l)	BH50% (7g/l)	BH70% (9.8g/l)	BH100% (14g/l)
mbQ ₂ ³	Móng Cái	0.35	0.56	0.71	0.87	1.05
	Quảng Ninh	0.29	0.37	0.71	0.89	0.95
amQ ₂ ³ tb ₃	Cửa Ba Lạt	0.31	0.44	0.55	0.71	0.81
ambQ ₂ ³ tb ₂	Nam Định	0.26	0.31	0.48	0.53	0.60
mQ ₂ ¹⁻² hh ₂	Hải Phòng	0.36	0.46	0.60	0.68	0.91
mbQ ₂ ¹⁻² hh ₁	Hải Phòng	0.59	0.67	0.72	0.75	0.77

Mức độ biến đổi một số chỉ tiêu cơ lý

Đặc điểm tính chất vật lý của đất biến đổi không rõ ràng, ban đầu khi độ mặn của đất nhỏ ($\leq 0,5\%$), giới hạn chảy (w_L) và chỉ số dẻo (I_p) của đất có xu hướng tăng do một lượng muối nhỏ có thể làm tăng chiều dày màng nước liên kết, vượt quá giới hạn này các chỉ tiêu trên lại có xu hướng giảm.

Đặc điểm biến dạng và cố kết của đất thay đổi không đáng kể và không rõ quy luật.



Hình 1. Sự biến đổi hàm lượng muối của đất khi ngâm trong nước biển nồng độ khác nhau

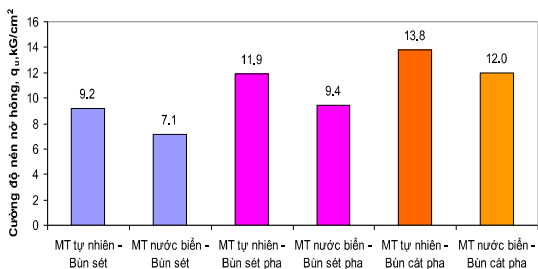
3.4. Ảnh hưởng của thâm nhập mặn đến khả năng cải tạo bằng chất kết dính (xi măng)

Tác động của nước biển dâng làm nước dưới đất bị nhiễm mặn và làm thay đổi điều kiện môi trường cải tạo bằng chất kết dính xi măng (môi trường bảo dưỡng của nền xử lý sẽ bị thay đổi).

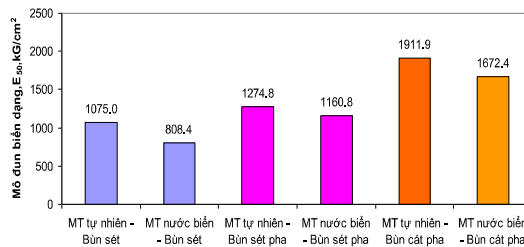
Ảnh hưởng của môi trường bảo dưỡng

Để nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện môi trường bảo dưỡng (môi trường tự nhiên và môi trường nước biển), tiến hành thí nghiệm gia cố cho 3 loại đất có thành phần hạt khác nhau là bùn sét, bùn sét pha và bùn cát pha. Các mẫu đất đều thuộc hệ tầng Thái Bình $ambQ_2^3tb_2$, nhưng khác nhau về thành phần hạt: bùn sét; bùn sét pha; và cát pha. Địa điểm lấy mẫu tại dự án đường dẫn vào cảng Lạch Huyện, thành phố Hải Phòng.

Kết quả nghiên cứu thể hiện, có sự suy giảm rõ rệt về cường độ kháng nén một trục nở hông và mô đun biến dạng khi môi trường bảo dưỡng tự nhiên sang môi trường nước lợ (50% nước biển) và nước mặn (100% nước biển). Trong đó, mức độ suy giảm cường độ của hỗn hợp gia cố đất bùn sét là 22%, bùn sét pha là 21% và bùn cát pha là 13% (hình 2); mức độ suy giảm mô đun biến dạng của hỗn hợp gia cố đất bùn sét là 24%, bùn sét pha là 9% và bùn cát pha là 12% (hình 3).



Hình 2. Sự biến đổi cường độ nén nở hông ở 56 ngày tuổi trong điều kiện bảo dưỡng khác nhau.

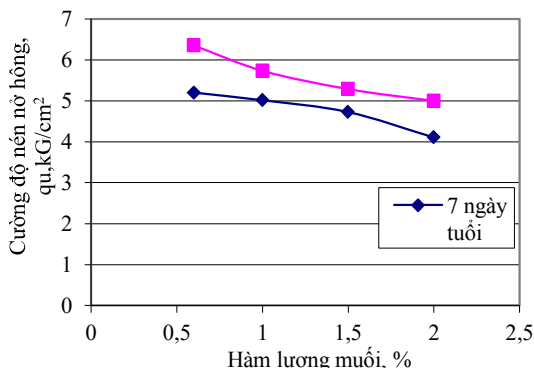


Hình 3. Sự biến đổi mô đun biến dạng trong điều kiện bảo dưỡng khác nhau

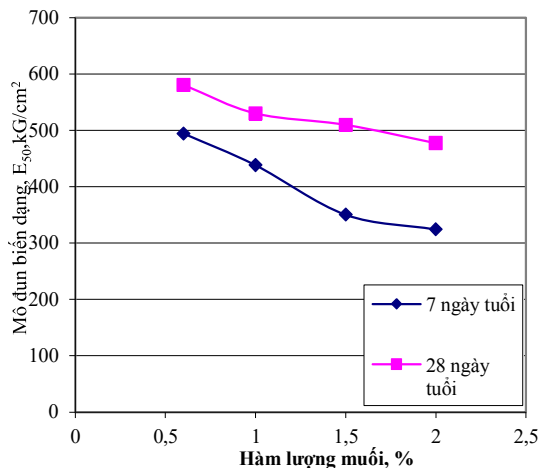
Như vậy, có thể thấy trong điều kiện làm việc khi có sự xâm nhập mặn, cường độ và mô đun biến dạng của hỗn hợp gia cố đất + xi măng bị suy giảm. Khi nước biển vào dẫn đến mẫu gia cố bị phá hủy cấu trúc mới được hình thành dẫn đến mối liên kết giữa các sản phẩm thủy hóa kết dính các hạt đất bị ăn mòn hòa tan, dẫn đến cường độ hỗn hợp đất gia cố bị giảm.

Chính vì vậy, khi xử lý nền bằng cọc đất xi măng trong điều kiện có thủy triều xâm nhập, cần chú ý đánh giá tác động của sự thay đổi môi trường nhiễm mặn trong nước lỗ rỗng tới khả năng cải tạo.

Ảnh hưởng của mức độ nhiễm mặn



Hình 4. Quan hệ giữa hàm lượng muối và cường độ kháng nén q_u của hỗn hợp đất - xi măng



Hình 5. Quan hệ giữa hàm lượng muối và mô đun biến dạng E_{50} của hỗn hợp đất - xi măng

Để nghiên cứu ảnh hưởng của độ nhiễm mặn, các mẫu được chế bị ở hàm lượng muối khác nhau là 0,6%; 1%; 1,5% và 2% với cùng 1 hàm lượng xi măng là 16% (200kg/m³). Kết quả nghiên cứu được trình bày trên các hình 4 và 5 cho thấy, đất bị suy giảm cường độ và mô đun biến dạng khi hàm lượng muối tăng, đặc biệt khi hàm lượng muối tăng lớn hơn 1%, giảm đến 20 -30%; ở hàm lượng muối từ 0,6 đến 1%, cường độ kháng nén và mô đun biến dạng giảm nhỏ hơn 10%.

3.5. Tác động của sự gia tăng tải trọng động đến ổn định nền đất

Sự gia tăng tải trọng động vùng nghiên cứu khi nước biển dâng chủ yếu do hai yếu tố:

- Cường độ của gió bão và sóng biển tăng tác động vào các công trình ven biển. Việc tính toán loại tải trọng này rất phức tạp, phụ thuộc vào nhiều yếu tố như cường độ của gió, sóng biển, đặc điểm kiến trúc của công trình, độ nhám bề mặt,... Vì vậy, với loại tải trọng này người ta thường đưa vào hệ số vượt tải ($n = 1,1 - 1,2$);
- Đê biển được đắp cao thêm 1m để đối phó với nước biển dâng, dẫn tới làm tăng tải trọng động khi chịu động đất. Loại tải trọng này có thể được dự tính sơ bộ dựa vào biểu thức sau:

$$\tau_d = 0,65 \cdot r_d \cdot a_{gr} \cdot (\sigma_{vo} + \sigma_v) \quad (2)$$

Trong đó, a_{gr} là tỷ số gia tốc nền;

σ_{vo} là ứng suất bản thân;

σ_v là ứng suất phụ thêm;

r_d là hệ số điều chỉnh theo độ sâu, $r_d = 1 - 0,012 \cdot z$; với z là độ sâu (m)

Tỷ số gia tốc nền lớn nhất là ở Hải Phòng với $a_{gr} = 0,12$; ở các địa phương khác, $a_{gr} = 0,1 - 0,11$;

Sử dụng các giá thiết sau:

- Cường độ động đất không thay đổi ($a_{gr} = 0,1-0,12$);
- Chiều cao trung bình của đê là 4m và đắp thêm 1m;
- Tính cho lớp đáy nền ngay dưới chân đê.

Từ đó, sơ bộ tính được biên độ ứng suất cắt động tăng thêm từ 10 - 15% và tỷ số ứng suất động CSR tăng từ 0,17 lên 0,20. Đây là khoảng tăng nguy hiểm, bởi lẽ các loại đất trong vùng nghiên cứu có thể sử dụng làm nền đê chủ yếu là đất cát pha, cát mịn thuộc a, $amQ_2^3tb_3$ có nguy cơ hóa lỏng cao khi CSR = 0,20. Theo Nguyễn Văn Phóng (2015), đất cát pha sẽ bị hóa lỏng hoàn toàn khi CSR = 0,22 khi động đất kéo dài 10s. Ngay cả trường hợp đất không bị hóa lỏng, nhưng với tỷ số ứng suất động tăng cao như vậy sẽ làm cho áp lực nước lỗ rỗng tăng nhanh, làm giảm độ bền của đất khi chịu tải trọng tĩnh và cũng dẫn đến nguy cơ mất ổn định nền đất. Đối với các lớp đất yếu ở độ sâu lớn hơn, tác dụng của tải trọng động đã giảm, tuy nhiên sự gia tăng ứng suất động sẽ làm cho áp lực nước lỗ rỗng tăng lên và dẫn tới giảm độ bền của đất.

Như vậy, sự gia tăng tải trọng động có thể gây ra hiện tượng hóa lỏng nền đê, nền đường và làm giảm khả

năng chịu tải của nền đất. Để khắc phục vấn đề này, có thể sử dụng các biện pháp như cải tạo làm tăng độ chặt của cát (cát chặt không bị hóa lỏng), thay thế bằng vật liệu tốt, tăng hệ số an toàn.

3.6. Tác động của sự gia tăng áp lực nước lỗ rỗng (u) trong đất

Sự gia tăng áp lực nước lỗ rỗng trong đất trong điều kiện nước biển dâng phụ thuộc vào nhiều yếu tố như đặc điểm địa tầng, quan hệ thủy lực của các yếu tố thủy văn khu vực và các yếu tố mang tính địa phương khác. Tuy nhiên, khi xét ở trạng thái bình ổn và đơn giản hóa thì mực nước dưới đất vùng ven biển tăng theo mực nước biển với mức gia tăng là 85cm, dẫn tới áp lực nước lỗ rỗng tăng thêm $\Delta u = 0,85T/m^2$ trong khoảng thời gian gần 100 năm. Về mặt lý thuyết, u tăng dẫn tới ứng suất hiệu quả giảm (ngược với bài toán hạ thấp mực nước ngầm) và kéo theo các vấn đề sau:

- Sức chống cắt (cường độ) của đất giảm do lực ma sát giảm theo ứng suất hiệu quả. Mức độ suy giảm sức chống cắt của đất tại một điểm trong nền đất phụ thuộc vào loại đất và độ sâu phân bố. Trong bảng 4.5 đưa ra kết quả tính toán mức độ giảm sức chống cắt của đất tính theo các giá trị trung bình của đất yếu: $\phi = 8^\circ$; $c = 0,1 \text{ kG/cm}^2$; $\gamma = 1,75 \text{ g/cm}^3$; trong điều kiện ứng suất hiệu quả giảm $0,85T/m^2$. Mức độ suy giảm sức chống cắt tỷ lệ nghịch với lực dính kết của đất và độ sâu tính toán. Sự suy giảm này dẫn tới sức chịu tải của nền đất và của cọc giảm theo.

Bảng 3. Mức độ suy giảm sức chống cắt khi nước biển dâng

Độ sâu, m	Sức chống cắt (T/m ²)	Sức chống cắt khi nước biển dâng (T/m ²)	Mức độ giảm %
2	1.49	1.37	8.2
5	2.23	2.11	5.5
10	3.46	3.34	3.5
15	4.69	4.57	2.6
20	5.92	5.79	2.1

- Sự gia tăng áp lực nước lỗ rỗng trong đất làm giảm hiệu quả của các giải pháp xử lý đất yếu bằng tiêu thoát nước thẳng đứng như bắc thấm, giếng cát. Áp lực nước lỗ rỗng tăng làm giảm gradient thủy lực thấm dẫn tới quá trình tiêu thoát nước lỗ rỗng chậm lại. Để khắc phục ảnh hưởng này, cần thiết phải gia tải thêm (tăng chiều cao đắp đất gia tải trước thêm khoảng 0,5m) hoặc tăng áp lực hút chân không để bù đắp lại sự sụt giảm gradien thủy lực.

- Áp lực nước lỗ rỗng tăng làm gia tăng áp lực của đất tác dụng lên tường chắn và công trình ngầm, dẫn tới làm giảm hệ số ổn định của công trình. Tính toán sơ bộ cho tường chắn cao 5m chắn giữ đất trong điều kiện nước dưới đất tăng thêm 0,85m (đến bằng mặt đất) thì hệ số ổn định chống trượt của tường có thể giảm đi 0,2 (giảm từ 1,5 xuống còn 1,3);

Tuy nhiên, quá trình gia tăng áp lực nước lỗ rỗng theo mực nước biển dâng có diễn biến chậm, kéo dài

gần 100 năm nên mức độ ảnh hưởng còn tùy thuộc vào loại công trình, thời gian thi công - sử dụng và các yếu tố địa phương khác. Ngược lại, sự gia tăng áp lực nước lỗ rỗng do mưa lớn gây ngập úng cục bộ có thể gây ảnh hưởng lớn đến công trình và các giải pháp gia cố, xử lý nền đất yếu.

3.7. Tác động của quá trình dao động mực nước dưới đất

Theo Nguyễn Văn Lâm và nnk (2015), dao động của nước dưới đất vùng ven biển Bắc Bộ biến thiên theo dao động của mực nước biển (thủy triều), trong đó mức độ dao động của tầng chứa nước Holocen lớn hơn tầng chứa nước Pleistocen. Mức độ dao động theo ngày đo được ở một số vị trí (Nam Định) là 20 - 30cm. Trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng, phạm vi ảnh hưởng của thủy triều ngày càng lớn và mức độ dao

động của nước dưới đất cũng sẽ tăng. Dao động mực nước dưới đất và nước mặt có thể gây ra các vấn đề sau:

- Gây tác động moi chuyển, xói chân đê và đường đắp cấu tạo bằng cát;
- Gây ra xói ngầm đối với các công trình khai đào ngầm và các giải pháp xử lý đất yếu bằng đệm cát, cọc cát, giếng cát.

Các vấn đề trên gây mất ổn định nền móng công trình và ổn định của nền đất được xử lý bằng cát. Để khắc phục vấn đề này, có thể sử dụng các biện pháp như thiết kế tầng lọc ngược đối với nền đê, nền đường; hay dùng các vật liệu không bị xói thay thế (sỏi, dăm hoặc cát có cấp phối hạt hợp lý).

Tổng hợp kết quả đánh giá ảnh hưởng do biến đổi khí hậu, nước biển dâng và kiến nghị được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của nước biển dâng đến đặc tính xây dựng của đất yếu, điều kiện ổn định của công trình và giải pháp gia cố nền đất yếu

Các tác động chính	Ảnh hưởng của các yếu tố tác động	Kiến nghị
Gia tăng mức độ bão hòa và thâm nhập mặn	- Tính chất của đất thay đổi không đáng kể - Hàm lượng muối tăng thêm từ 0,10 đến 0,51% tùy loại đất và độ mặn của nước; - Làm giảm hiệu quả của giải pháp cải tạo đất bằng xi măng: cường độ và mô đun biến dạng giảm từ 5% đến 10%.	Tăng hàm lượng xi măng của hỗn hợp hoặc lấy hệ số an toàn cao hơn so với điều kiện bình thường (tùy theo tầm quan trọng và tuổi thọ của công trình).
Làm tăng tải trọng động	Giảm hệ số ổn định của công trình, tăng nguy cơ hóa lỏng của nền đất (cát pha, cát bụi).	Tăng hệ số ổn định; Làm chặt đất nền (dầm hoặc đóng cọc tre).
Gia tăng áp lực nước lỗ rỗng trong đất	- Giảm sức chống cắt của đất từ 2% đến 8% - Giảm hiệu quả của các giải pháp xử lý đất yếu bằng tiêu thoát nước thẳng đứng; - Giảm hệ số ổn định của tường chắn và công trình ngầm.	- Tăng hệ số ổn định; - Tăng thời gian xử lý; - Tăng tải trọng khi gia tải trước hoặc tăng áp lực hút chân không.
Mở rộng phạm vi dao động của nước dưới đất	- Tác động moi chuyển, xói chân đê và đường đắp cấu tạo bằng cát; - Xói ngầm đối với các công trình khai đào ngầm và các giải pháp xử lý đất yếu bằng đệm cát, cọc cát, giếng cát.	- Không sử dụng vật liệu có khả năng xói ngầm; thiết kế tầng lọc ngược khi sử dụng vật liệu đắp bằng cát.

4. Kết luận

Ảnh hưởng của nước biển dâng đến khả năng gia cố, cải tạo đất yếu vùng ven biển Bắc Bộ thể hiện ở sự gia tăng các tác động chính:

- Gia tăng mức độ thâm nhập mặn làm hàm lượng muối trong đất tăng từ 0,35 đến 0,90% dẫn tới giảm hiệu quả của cải tạo đất bằng chất kết dính vô cơ đến gần 10%;
- Tăng tải trọng động làm tăng nguy cơ hóa lỏng nền đường, nền đê và giảm hệ số ổn định của nền sau xử lý đến 0,2;
- Áp lực nước lỗ rỗng trong đất tăng làm giảm cường độ của nền đất, tăng áp lực lên công trình ngầm và giảm hiệu quả của các giải pháp xử lý nền đất yếu bằng vật thoát nước thẳng đứng;
- Gia tăng mức độ dao động của nước dưới đất gây ra hiện tượng xói ngầm, cát chảy đối với nền đất, công trình đất đắp và các giải pháp xử lý nền bằng vật liệu cát.

Tài liệu tham khảo

Bộ Tài Nguyên Môi trường, 2012. Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam. Hà Nội.

Lê Tiến Dũng và nnk, 2015. Nghiên cứu đặc điểm địa chất Đê tứ, địa mạo, tân kiến tạo vùng ven biển Bắc Bộ và đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Báo cáo tổng kết đề tài KH & CN cấp Bộ mã số CTB-2012-02-01, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

Nguyễn Văn Lâm và nnk, 2015. Nghiên cứu đặc điểm địa chất thủy văn và đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến nước dưới đất vùng ven biển Bắc Bộ. Báo cáo tổng kết đề tài KH & CN cấp Bộ, mã số CTB-2012-02-04, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

Nguyễn Văn Phóng, 2015. Nghiên cứu quy luật độ bền động của đất và một số kết quả áp dụng cho đất yếu ở vùng ven biển Bắc Bộ bằng thiết bị ba trục động. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất, số 52.

Nguyễn Văn Phóng và nnk, 2015. Nghiên cứu các đặc tính xây dựng của đất yếu và đặc điểm cấu trúc nền đất yếu vùng ven biển Bắc Bộ, đề xuất các giải pháp gia cố, xử lý nền đất yếu thích hợp phục vụ xây dựng các công trình ven biển trong điều kiện biến

đổi khí hậu và nước biển dâng, Báo cáo tổng kết đề tài KH & CN cấp Bộ mã số CTB-2012-02-03, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
Tô Xuân Vu và nnk, 2015. Nghiên cứu điều kiện địa chất công trình các khu vực phát triển kinh tế vùng ven biển Bắc Bộ và đánh giá ảnh hưởng của biển

đổi khí hậu và nước biển dâng, Báo cáo tổng kết đề tài KH & CN cấp Bộ mã số CTB-2012-02-02, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
Viện Quy hoạch Hải Phòng, 2008. Quy hoạch xây dựng Vùng Duyên hải Bắc Bộ đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050.

ABSTRACT

EFFECT OF SEA LEVEL RISE ON THE SOFT SOIL IMPROVEMENT CAPABILITY IN NORTHERN COASTAL AREA OF VIETNAM

Nguyen Van Phong^{*}, Nguyen Thi Nu, Nguyen Thanh Duong

Hanoi University of Mining and Geology

**Email: nvphongdct@gmail.com*

Vietnam is one of the five countries most affected by sea level rise. This is an issue affecting many sectors, including the soft soil improvement to serve the sustainable development of coastal area in Vietnam. Sea level rise increases the level of saline water penetration, increases pore water pressure in the soil, and increases the level of fluctuation of underground water, etc. The paper provides theoretical analysis and experimental research results on the ability to change the characteristics of soft soil, the ability to reinforce and improve soft ground in the context of sea level rise according to the high emission scenario A1F1 of the Ministry of Natural Resources and Environment. Research results based on soft soil in the Northern coastal area showed that: Salinity of soil increased from 0.35 to 0.90% depending on the types of soil; The physico-mechanical properties of the soil insignificantly change and the trend is not clear; The level of salinity penetration has a significant impact on the ability to improve soft soil by binder; The increase in pore water pressure in the soil reduces the effectiveness of soft soil treatment using the vertical drainage such as prefabricated vertical drain (PVD) and sand wells.

Keywords: Sea level rise, salinity penetration, soft soil improvement, Northern coastal area.

Ngày nhận bài: 24/7/2019; Ngày phản biện: 06/9/2019; Ngày chấp nhận đăng: 18/9/2019.

PHÂN TÍCH LỰA CHỌN TỶ SỐ C_h/C_v TRONG XỬ LÝ NỀN BẰNG CỐ KẾT CHÂN KHÔNG DỰ ÁN CAO TỐC TP. HCM - LONG THÀNH - DẦU GIÂY

Lê Thị Thùy Dương

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh

Email: duongltht@hcmunre.edu.vn

Tóm tắt:

Độ cố kết ngang U_h là thành phần chiếm ưu thế so với cố kết đứng U_v trong độ cố kết chung của nền xử lý bằng bác thấm đứng. Để tính được U_h phải xác định được hệ số cố kết ngang C_h . Ở Việt Nam, khi ứng dụng phương pháp này, các kỹ sư thiết kế thường sử dụng hệ số C_h bằng cách thiết lập tỷ số C_h/C_v dựa vào kinh nghiệm. Kinh nghiệm cho thấy rằng, tỷ số này không thống nhất: thay đổi từ 1 đến 3 cho những lớp đồng nhất; từ 2 đến 4 với những lớp kém đồng nhất, xen kẽ thấu kính thoát nước tốt. Một số ít các trường hợp đặc biệt, dị thường tỷ lệ này có thể đạt trên 15. Biên độ từ 1 đến 3 cũng đã là rất lớn, vì thế việc phân tích lựa chọn tỷ số C_h/C_v đầu vào phù hợp cho thiết kế là cấp thiết.

Sự phù hợp của tỷ lệ trên có thể được đánh giá thông qua mức độ tương quan với số liệu quan trắc thực tế. Do đó, trong nghiên cứu này tác giả sẽ sử dụng số liệu quan trắc thực tế của dự án cao tốc TP. HCM - Long Thành - Dầu Giây để phân tích ngược, xác định tỷ số C_h/C_v phù hợp, làm cơ sở tham khảo cho các kỹ sư thiết kế khi tính toán, xử lý nền đất yếu tương tự trong khu vực hạ lưu sông Sài Gòn - Đồng Nai - nơi sẽ tập trung nhiều khu đô thị, sân bay và khu công nghiệp thuộc vùng kinh tế thành phố Hồ Chí Minh trong tương lai, giảm tối đa vấn nạn lún nứt công trình như hiện nay.

Từ khóa: Hệ số cố kết ngang C_h , hệ số cố kết đứng C_v , phương pháp cố kết chân không, phân tích ngược, Osaoka.

1. Giới thiệu

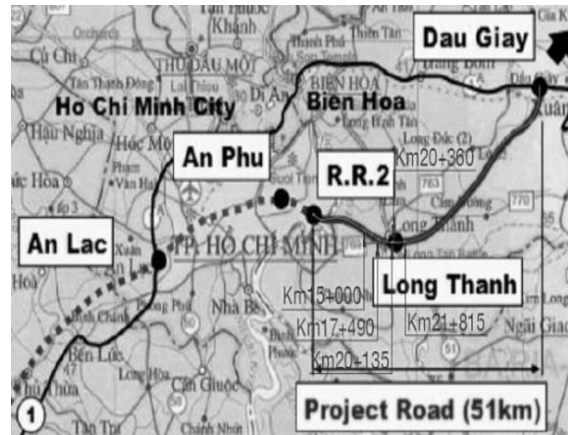
Đường cao tốc Hồ Chí Minh - Long Thành - Dầu Giây là một phần của đường cao tốc Bắc Nam, nằm trong khu vực kinh tế trọng điểm phía Nam, là một trong những khu vực phát triển năng động nhất và góp phần lớn vào nền kinh tế của cả nước. Phạm vi của dự án là đoạn giữa thành phố Hồ Chí Minh và Dầu Giây, đây là một phần trong kế hoạch đường cao tốc Bắc Nam. Điểm đầu của dự án bắt đầu từ Km14+000 và điểm cuối tại Km55+983 với tổng cộng 51km đường.

Phạm vi nghiên cứu là tầng đất yếu thuộc gói thầu số 3 (Km14+100 đến Km23+900). Đoạn đường thuộc gói thầu này nằm toàn bộ trên nền đất yếu cần xử lý.

Tùy theo chiều dày của lớp đất yếu (lớp 1) và chiều sâu cắm bác, tiến hành phân chia khu vực nghiên cứu thành 5 vị trí khác nhau, cụ thể ở bảng 1.

Bảng 1. Bảng tổng hợp một số chỉ tiêu quan trọng các khu vực tính toán

Chỉ tiêu	Vị trí	Khu vực				
		A	B	C	D	E
Chiều dày lớp 1 (m)		18,2	11,4	21,0	13,4	6,2
Chiều dài bác thấm (m)		18,2	11,4	19,0	13,4	6,2
Chiều cao đất đắp min (m)		0,55	1,03	0,99	1,28	1,05
Chiều cao đất đắp max (m)		4,37	3,88	3,88	3,43	4,26



Hình 1. Sơ đồ vị trí các khu vực khảo sát tính toán

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Tính toán tải trọng thiết kế theo tải trọng đất đắp

2.1.1. Khu vực A

Dựa vào các giai đoạn đắp đất và hút chân không, tiến hành phân chia và xác định tải trọng thiết kế cho từng giai đoạn khác nhau ở từng vị trí hố khoan.

Theo sơ đồ chất tải, quá trình gia tải và hút chân không được chia thành 7 giai đoạn khác nhau. Dựa vào chiều cao đắp đất, ta xác định được tải trọng tính toán cho từng giai đoạn, cụ thể được thể hiện trong bảng 2.