

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

ĐỖ HÙNG MẠNH

**NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG CỌC CÁT ĐỂ GIA CỐ
NỀN ĐƯỜNG TRÊN ĐẤT YẾU
TẠI HẢI PHÒNG**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật xây dựng công trình DD&CN
Mã số: 60.58.02.08**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ
KỸ THUẬT XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH DD&CN**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:
GS. TSKH NGUYỄN VĂN QUẢNG**

HẢI PHÒNG - 2015

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG I: TỔNG QUAN ĐẤT YẾU VÀ CÁC GIẢI PHÁP XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU.....	3
1.1. Khái niệm về đất yếu.....	3
1.2. Mục tiêu xử lý nền đất yếu.....	5
1.3. Các phương pháp xử lý nền đất yếu.....	7
1.3.1. Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng cọc cát.....	7
1.3.2. Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng cọc đất xi măng hoặc cọc đất vôi.....	8
1.3.3. Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng giếng cát.....	9
1.3.4. Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng đệm cát.....	10
1.3.5. Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng cọc tre, cọc tràm.....	10
1.3.6. Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng bác thấm.....	10
1.4. Kết luận chương I.....	12
CHƯƠNG II: NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ VỀ CỌC CÁT.....	13
2.1. Khái niệm cọc cát.....	13
2.2. Đặc điểm cọc cát.....	13
2.3. Trình tự tính toán cọc cát.....	14
2.3.1. Xác định hệ số rỗng e_{nc} của nền đất sau khi được nén chặt bằng cọc cát.....	14
2.3.2. Xác định diện tích nền được nén chặt.....	15
2.4. Thiết kế cọc cát.....	16
2.4.1. Xác định số lượng cọc cát.....	16
2.4.2. Bố trí cọc cát.....	16
2.4.3. Xác định độ đầm nện trong cọc cát.....	21
2.4.4. Xác định chiều sâu nén chặt của cọc cát.....	22
2.4.5. Lựa chọn đường kính cọc cát.....	23
2.4.6. Lựa chọn mạng lưới bố trí cọc cát.....	23
2.4.7. Xác định sức chịu tải của nền đất sau khi nén chặt bằng cọc cát.....	24
2.4.8. Kiểm nghiệm độ lún của nền đất sau khi nén chặt bằng cọc cát.....	25
2.5. Biện pháp thi công gia cố nền đất yếu bằng cọc cát.....	25
2.6. Kiểm tra chất lượng nền gia cố bằng cọc cát.....	29
2.7. Kinh nghiệm thi công cọc cát ở nước ngoài.....	30
2.8. Kinh nghiệm thi công cọc cát ở Việt Nam.....	32
2.10. Phân tích, nhận xét, lựa chọn cho trường hợp dùng cọc cát.....	32
2.11. Các ưu, nhược điểm khi sử dụng cọc cát.....	34
2.11. Kết luận chương II.....	35
CHƯƠNG III: NGHIÊN CỨU GIA CỐ NỀN ĐẤT YẾU BẰNG CỌC CÁT CHO KHU VỰC HẢI PHÒNG.....	36
3.1. Đặc điểm điều kiện địa chất công trình khu vực Hải Phòng.....	36
3.1.1. Đặc điểm điều kiện vị trí địa lý và địa chất tự nhiên.....	36
a. Đặc điểm về vị trí địa lý, dân cư, kinh tế.....	36
b. Địa hình.....	36
3.1.2. Phân vùng địa chất công trình khu vực thành phố Hải Phòng.....	38
a. Miền địa chất công trình.....	38
b. Vùng địa chất công trình.....	38
c. Khu địa chất công trình.....	38
d. Xây dựng địa tầng tiêu biểu cho các phân vùng địa chất công trình thành phố Hải Phòng.....	43

3.2. Phạm vi nghiên cứu của bài toán xử lý nền đất yếu bằng cọc cát cho công trình tại Hải Phòng.....	46
3.3. Thực trạng và kinh nghiệm ở Hải Phòng và gia cố nền đất yếu bằng cọc cát..	48
3.3.1. Tính toán thiết kế xử lý nền đất yếu trên đường cao tốc Hải Phòng – Hà Nội đoạn tuyến từ KM+000 đến KM3+000 bằng phương pháp cọc cát.....	48
3.3.2 Thiết kế xử lý phân đoạn từ Km0+750 đến Km2+300.....	49
a. Tính toán diện tích cần xử lý.....	49
b. Tính toán chiều sâu xử lý.....	49
c. Tính toán đường kính và khoảng cách giữa các cọc.....	50
d. Tính toán số lượng cọc.....	50
3.3.3 Thiết kế xử lý phân đoạn từ Km2+300 đến Km3+000.....	52
a. Tính toán diện tích cần xử lý.....	52
b. Tính toán chiều sâu xử lý.....	52
c. Tính toán đường kính và khoảng cách giữa các cọc.....	52
d. Tính toán số lượng cọc.....	53
3.3.3 Thiết kế xử lý phân đoạn từ Km0+000 đến Km0+750.....	53
a. Tính toán diện tích cần xử lý.....	54
b. Tính toán chiều sâu xử lý.....	54
c. Tính toán đường kính và khoảng cách giữa các cọc.....	54
d. Tính toán số lượng cọc.....	55
3.5. Kết quả quan trắc lún.....	56
3.4. Phạm vi nghiên cứu của bài toán gia cố nền đất yếu bằng cọc cát ở khu vực Hải Phòng.....	57
3.4.1. Tính tổng độ lún.....	58
a. Độ lún tức thời.....	59
b. Độ lún cố kết ban đầu (Sc).....	61

c. Độ lún thứ cấp

(S_s).....62

3.4.2. Nền đất yếu nhiều lớp được gia cố bằng cọc

cát.....62

a. Tính hệ số tập

trung.....63

b. Tính độ lún cố kết ban

đầu.....63

3.4.3. Tính toán tốc độ lún cố kết ban đầu theo thời

gian.....64

a. Tính toán hệ số cố kết ngang và

đứng.....64

3.4.4. Độ lún thứ cấp S_s của nền đất đã gia cường bằng cọc

cát.....66

3.4.5. Trị số tăng độ bền của nền đất sau khi gia cố bằng cọc

cát.....66

3.5. Kết quả tính

toán.....67

3.6. Kết luận chương III.....68

Kết luận và kiến

nghị.....69

TÀI LIỆU THAM KHẢO.....72

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài:

Nền đường là bộ phận quan trọng của đường ô tô, để đảm bảo độ ổn định của nền đường là điều kiện rất quan trọng để đảm bảo ổn định cho lớp áo đường và cả tuyến đường. Các tuyến đường ở nước ta và cụ thể là các tuyến đường chạy qua Hải Phòng thì đa phần trong thành phần lớp đất đều có tỉ lệ lớp đất yếu. Do vậy việc nghiên cứu, lựa chọn giải pháp xử lý nền đất yếu để đảm bảo ổn định cho các tuyến đường tại Hải Phòng là một yêu cầu hết sức cấp bách để pháp triển nền kinh tế xã hội của thành phố.

Đất yếu hầu như có mặt rộng khắp mọi nơi ở các vùng đồng bằng của Việt Nam như đồng bằng Sông Hồng và đồng bằng sông Cửu Long. Đất yếu phân bố phổ biến và có tính phức tạp nhất ở Đồng bằng Sông Hồng phải kể đến các khu vực thuộc các tỉnh và thành phố vùng ven biển như Thành phố Hải Phòng. Do đặc tính phức tạp của đất yếu nên việc thi công xây dựng các công trình giao thông, các bến cảng trên các vùng đất yếu luôn phải đối mặt với các vấn đề kỹ thuật về xử lý nền. Các công trình giao thông trọng điểm như quốc lộ 10, quốc lộ 5, đường ra đảo Đình Vũ, các hệ thống cảng Đình Vũ, cảng Chùa Vẽ, công trình sân bay Cát Bi...là các minh chứng cụ thể. Đặc biệt theo định hướng phát triển của thành phố Hải Phòng trong thời gian tới trung tâm đô thị thành phố sẽ mở rộng, các khu công nghiệp sẽ được đầu tư xây dựng ra các vùng ngoại thành trên những địa hình bãi bồi có cấu trúc nền đất yếu phức tạp. Do đó vấn đề cần quan tâm trước tiên là việc lựa chọn tìm ra các giải pháp gia cố nền đất một cách hợp lý và hiệu quả đảm bảo cho việc xây dựng công trình được ổn định và an toàn góp phần thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hoá hiện đại hoá của thành phố Hải Phòng theo chủ trương nghị quyết số 32 của Bộ Chính trị. Để mở rộng hệ thống các phương pháp xử lý nền, việc nghiên cứu khả năng áp dụng cọc cát để gia cố nền đường trên nền đất yếu Hải Phòng là thực sự rất cần thiết.

2. Mục đích nghiên cứu:

Kết quả nghiên cứu sẽ làm sáng tỏ cấu trúc và đặc tính địa chất công trình của các loại đất yếu khác nhau phân bố trong khu vực thành phố Hải Phòng và ảnh hưởng của nó tới việc thiết kế, thi công cọc cát.

Khả năng áp dụng biện pháp xử lý nền bằng cọc cát cho các dạng đất yếu khác nhau trong khu vực thành phố Hải Phòng.

Đánh giá độ lún của nền đất tại cụ thể địa chất Hải Phòng trước và sau khi được gia cố bằng hệ thống cọc cát.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu:

Các dạng nền đất yếu tiêu biểu trong khu vực thành phố Hải Phòng.

Giải pháp xử lý nền đất yếu bằng cọc cát tại thành phố Hải Phòng.

4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn:

Đưa ra giải pháp xử lý nền đất yếu bằng cọc cát tại thành phố Hải Phòng.

Đưa ra các bài toán liên quan trong việc xử lý nền đất yếu bằng cọc cát.

5. Bố cục của luận án:

Luận án gồm những phần sau:

- *Mở đầu.*
- *Chương I:* Tổng quan đất yếu và các giải pháp xử lý nền đất yếu.
- *Chương II:* Tổng quan về cọc cát.
- *Chương III:* Nghiên cứu gia cố nền đất yếu bằng cọc cát cho khu vực Hải Phòng.
- *Kết luận và kiến nghị.*
- *Tài liệu tham khảo.*

CHƯƠNG I

TỔNG QUAN ĐẤT YẾU VÀ CÁC GIẢI PHÁP

XỬ LÝ NỀN ĐẤT YẾU

1.1. Khái niệm về đất yếu

Đất yếu là một thuật ngữ được sử dụng khá phổ biến trong lĩnh vực xây dựng. Hiện nay, tồn tại một số quan niệm khác nhau về đất yếu. Dựa trên các tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam như TCXD 245-2000, 22TCN 262-2000, tham khảo các tiêu chuẩn phân loại đất của ASTM, BS, theo đất yếu là loại đất có một số đặc điểm cơ bản sau đây:

- Là loại đất có khả năng chịu tải thấp (sức chịu tải nhỏ hơn $1,0\text{kG/cm}^2$), mô đun biến dạng nhỏ ($E_0 < 50\text{kG/cm}^2$);
- Dễ bị biến dạng khi có tải trọng tác dụng, có độ lún lớn (thường hệ số rỗng ban đầu $e_0 > 1$); có lực chống cắt thấp ($C_u < 0,15\text{kG/cm}^2$), giá trị xuyên tiêu chuẩn $N_{\text{SPT}} < 5$ búa, sức kháng xuyên đơn vị $q_c < 10\text{kG/cm}^2$.
- Là loại đất được thành tạo từ các vật liệu trầm tích trẻ (từ 10.000 đến 15.000 năm tuổi vẫn đang trong quá trình cố kết trong điều kiện môi trường khác nhau (bồi tích ven biển, đầm phá, cửa sông, đầm lầy...)).

Trên cơ sở các đặc điểm về địa chất công trình (thành phần, tính chất cơ lý...), đất yếu có thể được chia ra các loại chính sau:

(1) Đất sét mềm bồi tụ ở bờ biển hoặc gần biển (đầm phá, cửa sông, đồng bằng tam giác châu thổ...) loại này có thể lẫn hữu cơ trong quá trình trầm tích (hàm lượng hữu cơ có thể lên tới 10% - 12%). Đối với loại này, được xác định là đất yếu ở trạng thái tự nhiên, độ ẩm của chúng gần bằng hoặc cao hơn giới hạn nhão, hệ số rỗng lớn (sét $e_0 > 1,5$; á sét $e_0 > 1$), lực dính C theo kết quả cắt nhanh không thoát nước $C_u < 35\text{ kG/cm}^2$, góc nội ma sát $\phi < 10^\circ$.

(2) Than bùn và đất hữu cơ có nguồn gốc đầm lầy, nơi tích đọng thường xuyên, mực nước ngầm cao. Tại đây, xác của các loài thực vật bị thối rữa và phân hủy, tạo ra các vật lắng hữu cơ lẫn với các khoáng vật từ vật liệu. Loại này thường được gọi là đất đầm lầy, than bùn, hàm lượng hữu cơ chiếm tới 20% - 80%, thường có màu xám đen hay nâu xẫm, cấu trúc không mịn (vì lẫn các tàn

đư thực vật). Trong điều kiện tự nhiên, than bùn có độ ẩm rất cao trung bình $W = 85\% - 95\%$. Than bùn là loại đất thường xuyên nén lún lâu dài, không đều, hệ số nén lún có thể đạt $3-10 \text{ cm}^2/\text{daN}$, vì thế thường phải thí nghiệm than bùn trong các thiết bị nén với các mẫu cao ít nhất $40 - 50\text{cm}$. Đất yếu đầm lầy than bùn còn được phân theo hàm lượng hữu cơ của chúng:

Hàm lượng hữu cơ từ $20\% - 30\%$: đất nhiễm than bùn .

Hàm lượng hữu cơ từ $30\% - 60\%$: đất than bùn.

Hàm lượng hữu cơ trên 60% : than bùn.

(3) Bùn là các lớp đất mới được hình thành trong môi trường nước ngọt hoặc nước biển, gồm các hạt rất mịn ($< 200\mu\text{m}$). Đặc điểm về thành phần và kết cấu của nó là thành phần khoáng vật thay đổi và thường có kết cấu tổ ong. Hàm lượng hữu cơ thường dưới 10% . Đất bùn là những trầm tích hiện đại, được thành tạo chủ yếu do kết quả tích lũy các vật liệu phân tán mịn bằng con đường cơ học hoặc hóa học ở tại đáy biển hoặc vũng vịnh, hồ bãi lầy, hồ chứa nước hoặc bãi bồi của sông. Vì vậy thường phân biệt bùn biển, bùn vũng, bùn hồ, bùn lầy và bùn bồi tích. Bùn luôn no nước và rất yếu về mặt chịu lực. Cường độ của bùn nhỏ, biến dạng lớn, mô đun biến dạng chỉ vào khoảng $1-5\text{kG}/\text{cm}^2$ với bùn sét; từ $10-25\text{kG}/\text{cm}^2$ với bùn pha cát và bùn cát pha sét; hệ số nén lún chỉ có thể đạt lên tới $2-3\text{cm}^2/\text{daN}$. Như vậy, bùn là loại trầm tích nén chưa chặt, dễ bị thay đổi kết cấu tự nhiên. Do vậy khi xây dựng công trình trên đất nền là bùn cần áp dụng các biện pháp xử lý nền phù hợp.

1.2. Mục tiêu xử lý nền đất yếu

Việc xử lý nền đất yếu nhằm hướng đến 3 mục tiêu chủ yếu sau:

- Tăng khả năng chịu lực của nền đất.
- Tăng khả năng chống biến dạng của nền đất.
- Giảm tính thấm nước cho đất.

Để đạt được các mục tiêu trên việc xử lý nền đất yếu có thể thực hiện theo các hướng chính sau:

* *Tăng độ chặt đất nền*: theo hướng này có thể sử dụng:

+ Các phương pháp cơ học: đây là một trong những nhóm phương pháp phổ biến nhất, bao gồm các phương pháp làm chặt bằng việc sử dụng tải trọng tĩnh (phương pháp nén trước), sử dụng tải trọng động (đầm chấn động), sử dụng các cọc không thấm, phương pháp làm chặt bằng giếng cát, các loại cọc vật liệu rời (cọc cát, cọc xi măng đất, cọc vôi ...) để gia cố nền bằng tác nhân cơ học. Trong đó việc sử dụng phương pháp tải trọng động được sử dụng khá phổ biến và hiệu quả cho các loại đất hạt rời, đặc biệt là cát xốp như dùng các máy đầm rung, đầm lăn. Tuy nhiên chúng chỉ có thể tăng độ chặt cho các lớp đất trên bề mặt. Các loại cọc tre, cừ tràm, cọc gỗ chắc thường được áp dụng cho các công trình dân dụng.

+ Hạ mực nước ngầm: hạ mực nước ngầm giúp cho quá trình cố kết nhanh tạo khả năng giảm độ rỗng của các lớp đất nhờ tăng trọng lượng của khối đất bên trên.

** Biến đổi cấu trúc đất nền bằng các phương pháp hóa – lý – sinh:*

+ Phương pháp nhiệt học: là một phương pháp độc đáo có thể sử dụng kết hợp với một số phương pháp khác trong điều kiện tự nhiên cho phép. Sử dụng khí nóng trên 800°C để làm biến đổi đặc tính lý hóa của nền đất yếu. Phương pháp này chủ yếu sử dụng cho điều kiện đất nền là đất sét hoặc cát mịn. Phương pháp này đòi hỏi lượng năng lượng không nhỏ nhưng cho kết quả nhanh và tương đối khả quan.

+ Phương pháp hóa học: là một trong những phương pháp rất được chú ý trong thời gian gần đây. Sử dụng hóa chất để tăng cường liên kết trong đất như xi măng, thủy tinh, phương pháp silicat hóa...Hoặc một số hóa chất đặc biệt phục vụ mục đích điện hóa. Phương pháp xi măng hóa và sử dụng cọc xi măng đất là những phương pháp được sử dụng tương đối phổ biến.

+ Phương pháp sinh học: đây là một phương pháp mới, người ta sử dụng các vi sinh vật để làm đầy các lỗ rỗng của đất nền từ đó làm giảm hệ số rỗng hoặc gắn kết các hạt đất lại với nhau để làm tăng lực dính đơn vị của đất. Tuy nhiên, phương pháp này ít được sự quan tâm do yêu cầu thời gian thi công tương đối dài mặc dù được khá nhiều ủng hộ về mặt kinh tế.

* *Thay thế lớp đất ngay dưới đế móng bằng loại đất khác tốt hơn*: đây là một phương pháp ít được sử dụng. Để khắc phục vướng mắc do gặp lớp đất yếu phân bố ngay dưới đáy móng, người ta thay một phần hoặc toàn bộ nền đất yếu bằng lớp đất mới có tính bền cơ học cao, như làm gỏi cát, đệm cát. Phương pháp này đòi hỏi kinh phí đầu tư lớn và thời gian thi công lâu dài.

* *Điều chỉnh tiến độ thi công*: tăng tải dần hoặc xây dựng từng bộ phận công trình theo từng giai đoạn nhằm cải thiện khả năng chịu lực của nền đất, cân bằng độ lún giữa các bộ phận của kết cấu công trình.

Việc lựa chọn phương pháp xử lý nền hợp lý phụ thuộc vào tính chất của đất nền, loại và tải trọng công trình, loại móng, thiết bị và điều kiện thi công, yêu cầu tiến độ. Các phương pháp trên có thể sử dụng riêng biệt hoặc kết hợp với nhau để đạt hiệu quả cao nhất.

1.3. Các phương pháp xử lý nền đất yếu:

1.3.1. Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng cọc cát:

Phương pháp nén chặt đất dưới sâu bằng cọc cát là phương pháp tạo ra các cọc cát có đường kính tương đối lớn và được đầm chặt trong nền đất yếu được gia cố.

Cọc cát có các tác dụng sau:

- Cọc cát giúp cho nền đất thoát nước nhanh, đẩy nhanh quá trình cô kết của nền đất và nhanh chóng ổn định độ lún công trình.
- Cọc cát chiếm một phần thể tích lỗ rỗng trong nền, giúp giảm lỗ rỗng làm cho đất chặt hơn, tăng khả năng chịu lực và giảm độ lún cho công trình.
- Cọc cát có khả năng làm chặt đất đến độ sâu khá lớn, nên có thể sử dụng cho các công trình có tải trọng khá lớn tác dụng lên nền.

Đường kính cọc thường từ 20 đến 60cm. Chiều sâu của cọc cát thường được tính theo yêu cầu ổn định và độ lún. Khoảng cách giữa các cọc được tính dựa trên tính chất cơ lý của nền đất, khoảng tính không giữa các cọc không nên vượt quá 4 lần đường kính cọc.

Nền sau khi thi công xong cọc cát cần phải được kiểm tra cẩn thận bằng cách: khoan lấy mẫu đất giữa các cọc để xác định sự biến đổi của các chỉ tiêu cơ

lý của chúng (độ ẩm, hệ số rỗng, khối lượng thể tích, các chỉ tiêu về sức kháng cắt...) sau khi đất đã được gia cố. Kiểm tra độ chặt của cọc cát và đất giữa các cọc bằng thí nghiệm xuyên tĩnh để đánh giá mức độ hiệu quả và khả năng tăng sức chịu tải của nền đất sau khi gia cố bằng cọc cát.

Sử dụng phương pháp gia cố nền bằng cọc cát có một số ưu nhược điểm sau:

Ưu điểm:

- Phương pháp nén chặt đất bằng cọc cát sẽ làm tăng sức chịu tải của đất nền đối với đất rời.
- Cọc cát làm cho độ lỗ rỗng, độ ẩm của nền đất giảm và góc ma sát trong tăng lên. Vì nền đất được nén lại nên sức chịu tải của đất nền tăng lên, độ lún và biến dạng không đều của đất dưới đáy móng công trình giảm đi đáng kể.
- Khi dùng cọc cát trị số mô đun biến dạng ở trong cọc cát cũng như vùng đất được nén lại xung quanh cọc sẽ giống nhau vì vậy sự phân bố ứng suất trong nền đất được nén chặt bằng cọc cát có thể xem như nền thiên nhiên.
- Khi dùng cọc cát quá trình cố kết của đất nền xảy ra nhanh hơn nhiều so với nền thiên nhiên hay nền gia cố cọc cứng.

Nhược điểm:

- Dễ sản sinh co ngót trong quá trình thi công và khai thác.
- Độ chặt của đất phụ thuộc vào kích thước ống lỗ.
- Cần trang bị các thiết bị thi công nặng và dài.
- Tốn kém, thời gian thi công kéo dài gây xáo trộn cấu trúc nền đất và khó kiểm tra được chất lượng của cọc cát.

1.3.2. Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng cọc đất xi măng hoặc cọc đất vôi

Đây là phương pháp sử dụng đất tại chỗ kết hợp với chất kết dính vô cơ, xi măng hoặc vôi làm tăng cường khả năng chịu tải của đất yếu và giảm độ lún. Kết quả của việc trộn xi măng, vôi với đất là làm tăng cường độ, độ cứng, mô đun biến dạng của đất được gia cố. Hiệu ứng này có thể ngay lập tức và được phát triển lâu dài. Hiệu ứng gia cố được xác định bằng tỷ lệ giữa cường độ của lớp đất đã gia cố và cường độ của đất chưa gia cố. Hiệu ứng này với đất sét là từ 10 – 40 lần (phụ thuộc vào hàm lượng gia cố), thông thường là từ 50 – 250 kg

chất gia cố cho 1m^3 đất. Phương pháp này áp dụng cho các lớp đất sét yếu, lớp đất cát mịn bão hòa nước và bùn có chiều dày lớn.

Việc trộn chất kết dính vào đất được thực hiện bằng cách ép đầu phun xi măng và cánh trộn đến một độ sâu tính toán nhất định. Khi rút cánh trộn lên thì đồng thời bơm nhồi bột khô hoặc bột xi măng xuống. Cánh trộn sẽ trộn với bột hoặc xi măng với đất đã bị cắt tơi tạo thành một cột hỗn hợp đất vôi hoặc đất xi măng trong lòng đất. Vôi hoặc xi măng sẽ tác dụng với nước (phản ứng thủy hóa), một mặt hút bớt nước làm giảm lượng nước trong đất, mặt khác sau khi thủy hóa cùng với cốt đất tạo thành một hỗn hợp cứng có sức chịu tải tăng lên nhiều lần so với đất ban đầu. Mặt khác khi các cột đất vôi, xi măng này chiếm thêm một thể tích trong đất bắt buộc các phần đất nằm giữa hai cột bị nén ép lại, đồng thời với việc nước trong đất tham gia vào việc thủy hóa vôi hoặc xi măng làm đất chặt hơn và cũng làm tăng khả năng kháng cắt và khả năng chịu tải về tổng thể của nền đất yếu.

Phương pháp này có một số ưu nhược điểm chính sau:

Ưu điểm:

- Phạm vi áp dụng rộng, thích hợp với mọi loại đất từ bùn, sét đến sỏi cuội.
- Thi công được trong điều kiện ngập nước.
- Mặt bằng thi công nhỏ, ít chấn động, ít tiếng ồn, hạn chế tối đa ảnh hưởng đến các công trình lân cận.
- Thi công nhanh, kỹ thuật thi công không phức tạp, không có yếu tố rủi ro cao.
- Giảm thiểu vấn đề ô nhiễm môi trường.
- Thiết bị nhỏ gọn có thể thi công trong không gian chiều cao hạn chế.
- Khả năng xử lý sâu.

Nhược điểm:

- Phụ thuộc nhiều vào công nghệ thi công nên yêu cầu có hệ thống quy chuẩn, quy định các quy trình thi công nghiêm ngặt và quy trình kiểm tra nghiệm thu hoàn thiện. Yêu cầu công nghệ máy móc thiết bị hiện đại.
- Không phù hợp với điều kiện thủy văn phức tạp.

- Khả năng chịu tải kém.
- Trong vùng đất cát, xi măng hóa không đạt yêu cầu. Tuy nhiên trong thực tế chúng ta luôn tiếp xúc với loại nền đất cát có thành phần cấp phối hạt khác nhau và độ chặt của chúng cũng khác nhau.

1.3.3. Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng giếng cát:

Giếng cát là phương pháp kỹ thuật thoát nước thẳng đứng kết hợp gia tải trước. Giếng cát thường có đường kính từ 20 đến 60cm được sử dụng với mục tiêu tạo điều kiện thoát nước nhanh cho tầng đất yếu, tăng nhanh quá trình cố kết giúp cho công trình nhanh chóng ổn định lún. Phía trên giếng cát thường bố trí một lớp đệm cát để tạo điều kiện thoát nước tốt và công trình lún đều hơn. Chiều dày lớp đệm cát thường lấy trong khoảng 30 đến 50cm. Vật liệu chọn làm lớp đệm cát trên giếng cát thường sử dụng cát hạt trung đến hạt to. Khoảng cách giữa các giếng cát tùy thuộc vào tình hình thoát nước của đất nền. Thông thường khoảng cách giữa các giếng từ 1,5 đến 5m. Khả năng thoát nước của nền càng kém thì khoảng cách đó càng nhỏ hơn. Một số ưu nhược điểm của phương pháp này như sau:

Ưu điểm:

- Mang giá trị kinh tế cao.
- Tăng độ cố kết cho nền đất.

Nhược điểm:

- Kéo dài thời gian thi công.
- Gây chấn động tới công trình xung quanh.
- Có khả năng bị tắt hay ngắt đường thấm.

1.3.4. Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng đệm cát:

Xử lý nền đất yếu bằng đệm cát là phương pháp thay thế lớp đất yếu nằm ngay dưới đế móng bằng lớp cát hạt trung hoặc hạt to (có thể dùng sỏi, đá dăm, không nên dùng cát hạt nhỏ) tới độ sâu nào đó. Lớp đệm cát thay thế lớp đất yếu nằm trực tiếp dưới đáy móng, đệm cát đóng vai trò như một lớp chịu tải, tiếp thu tải trọng công trình và truyền tải trọng đó tới các lớp đất bên dưới. Việc sử dụng

đệm cát có tác dụng làm giảm độ lún và lún lệch của công trình. Một số ưu nhược điểm của phương pháp này như sau:

Ưu điểm:

- Giảm được chiều sâu chôn móng nên giảm được khối lượng vật liệu làm móng.
- Làm tăng nhanh quá trình cố kết của đất nền do vậy làm tăng nhanh khả năng chịu tải của đất nền và tăng nhanh thời gian ổn định về lún cho công trình.
- Biện pháp thi công đơn giản, không đòi hỏi thiết bị thi công phức tạp.

Nhược điểm:

- Chỉ áp dụng được cho các công trình có tải trọng vừa và nhỏ xây dựng trên nền đất yếu có chiều dày bé hơn 3m.
- Khó khăn khi sử dụng trong trường hợp nền có mực nước dưới đất nằm cao và nước có áp.

1.3.5. Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng cọc tre, cọc tràm:

Cọc tre, cọc tràm là giải pháp công nghệ mang tính truyền thống để xử lý cho công trình nhỏ trên nền đất yếu. Chiều dài cọc tre thông thường từ 1,5 – 2,5m, còn cọc tràm có thể từ 2,5 – 4m. Các cọc tre, cọc tràm được đóng để gia cường nền đất với mục đích làm tăng khả năng chịu tải và giảm độ lún. Cọc tre, cọc tràm thường được sử dụng với mật độ 25 cọc/m², đường kính thường từ 60 – 80cm. Cọc tre, cọc tràm thường được sử dụng kết hợp với đệm cát để tăng chiều sâu xử lý nền đất. Một số ưu nhược điểm của phương pháp này như sau:

Ưu điểm:

- Biện pháp thi công đơn giản.
- Vật liệu sẵn có, giá thành rẻ.

Nhược điểm:

- Chỉ phù hợp cho các công trình nhỏ.
- Chỉ áp dụng được trong đất nền có mực nước ngầm cao.

1.3.6. Phương pháp xử lý nền đất yếu bằng bắc thấm:

Xử lý nền bằng bắc thấm là phương pháp kỹ thuật thoát nước thẳng đứng bằng bắc thấm (thiết bị tiêu nước chế tạo sẵn) kết hợp với gia tải trước.

Bắc thấm gồm hai phần: phần lõi chất dẻo (hay bìa cứng) được bao ngoài bằng vật liệu tổng hợp (thường là vải địa kỹ thuật polypropylene hay polyester không dệt ...).

Bắc thấm có những đặc trưng như sau:

- Cho nước trong lỗ rỗng của đất thấm qua lớp vải địa kỹ thuật bao ngoài vào lõi chất dẻo.

- Lõi chất dẻo chính là đường tập trung nước và dẫn chúng ra ngoài khỏi nền đất yếu bão hòa nước.

- Lớp vải địa kỹ thuật bọc ngoài là polypropylene và polyester không dệt hay vật liệu giấy tổng hợp. Chúng có chức năng ngăn cách giữa lõi chất dẻo và đất xung quanh, đồng thời là bộ phân lọc, hạn chế cát hạt mịn chui vào lõi làm tắc thiết bị. Lõi chất dẻo có hai chức năng quan trọng: vừa đỡ lớp bao bọc ngoài, vừa tạo đường cho nước thấm dọc chúng ngay cả khi áp lực xung quanh lớn. Đây chính là ưu thế của bắc thấm so với giếng cát và cọc cát.

**Ưu điểm:*

- Bắc thấm được sản xuất công nghiệp nên dễ dàng kiểm tra được chất lượng, chuẩn hóa quá trình thi công, giảm thiểu ảnh hưởng đến môi trường.

- Giảm thiểu sự xáo trộn các lớp đất.

- Khả năng tương thích cao của lõi cũng như vỏ của bắc thấm với nhiều loại đất.

- Dễ dàng thi công, hiệu suất có thể đạt 8000m/ngày. Rút ngắn được thời gian thi công.

- Không cần cấp nước khi thi công.

- Bắc có thể cắm sâu đến 40m.

- Tiết kiệm được khối lượng đào đắp.

- Giảm được chi phí vận chuyển, chi phí thi công.

**Nhược điểm:*

- Kém hiệu quả khi chiều dày lớp đất yếu quá dày.

- Thời gian chờ đợi khá nhiều.

- Dễ hư hại khi cắm vào đất.

- Sẽ không hiệu quả nếu không có phương pháp gia tải kết hợp phù hợp.

- Vật liệu phải nhiều.

1.4. Kết luận chương 1:

Chương I đã trình bày tổng quan về đất yếu và mục tiêu xử lý nền đất yếu. Các phương pháp xử lý nền đất yếu được phân tích chi tiết về các phương diện: Đặc điểm, tổng quan phương pháp, ưu nhược điểm. Kết quả phân tích cho thấy phương pháp xử lý nền đất yếu bằng cọc cát cho hiệu quả gia cố tốt so với các phương pháp khác, phương pháp thi công đơn giản, cát dùng trong cọc là loại vật liệu rẻ hơn nhiều so với gỗ, thép, bê tông cốt thép dùng trong cọc cứng và không bị ăn mòn nếu nước ngầm có tính xâm thực. Vì thế, trong hầu hết các trường hợp cần gia cố nền đất yếu có chiều dày lớn, nền đắp cao thì phương pháp cọc cát được lựa chọn đầu tiên và đây cũng là giải pháp được đề cập trong luận văn này.

CHƯƠNG II

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ VỀ CỌC CÁT

2.1. Khái niệm cọc cát:

Cọc cát xuất phát từ cột đá Ballast là loại cọc được cấu tạo từ vật liệu rời đặt trong đất tham gia cùng đất nền chống đỡ tải trong công trình, đã gọi là cọc, nên bản thân cọc cát phải được tạo thành từ những loại cát đồng nhất, tiết diện liên tục theo chiều sâu, sức chịu tải của cát được chọn phải lớn hơn đất nhiều lần so với đất nền tự nhiên. Vật liệu làm cọc không thể hòa lẫn vào đất (chìm dần vào đất yếu). Do đó, không phải loại đất yếu bất kỳ nào cũng có thể sử dụng cọc cát để xử lý.

Cần phải phân biệt cọc cát với các cọc cứng khác như cọc bằng bê tông cốt thép, bằng thép...., cọc cứng là một bộ phận của kết cấu móng làm nhiệm vụ chuyển tải trọng công trình xuống nền đất còn cọc cát làm nhiệm vụ lèn chặt và thoát nước cho nền đất làm tăng sức chịu tải cho nền.

Việc sử dụng cọc cát được nhà bác học Nga M.X. Voikow đề nghị đầu tiên vào năm 1840 và sau đó là giáo sư V.I. kurdyumov năm 1886. Qua hơn một thập kỷ phương pháp này đã được tiếp tục nghiên cứu, bổ sung và được ứng dụng ở nhiều nước trên thế giới như Liên Xô, Trung Quốc, Anh, Pháp, Hà Lan và Mỹ.

2.2. Đặc điểm cọc cát:

Cọc cát có những đặc điểm mang tính ưu việt sau đây:

Khi dùng cọc cát, trị số môđun biến dạng trong cọc cát cũng như ở vùng đất được nén chặt xung quanh sẽ giống nhau ở mọi điểm. Vì vậy sự phân bố ứng suất trong nền đất được nén chặt bằng cọc cát có thể xem như là nền thiên nhiên.

Khi dùng cọc cát, quá trình cố kết của nền đất diễn biến nhanh hơn nhiều so với nền đất thiên nhiên hoặc nền đất dùng cọc cứng. Bởi vì lúc này cọc cát làm việc như các giếng thoát nước, nước trong đất có điều kiện thoát ra nhanh theo chiều dài cọc dưới tác dụng của tải trọng ngoài. Phần lớn độ lún của nền đất

có cọc cát thường kết thúc trong quá trình thi công, do đó tạo điều kiện cho công trình mau chóng đạt đến giới hạn ổn định.

Sử dụng cọc cát về mặt kinh tế rẻ hơn so với khi sử dụng các phương án cọc khác như: cọc gỗ, cọc bê tông, cọc bê tông cốt thép. Vật liệu làm cọc cát rẻ hơn nhiều so với gỗ, thép, bê tông cốt thép dùng trong cọc cứng và không bị ăn mòn nếu nước ngầm có tính xâm thực. Biện pháp thi công cọc cát tương đối đơn giản, không đòi hỏi những thiết bị phức tạp.

2.3. Trình tự tính toán cọc cát:

2.3.1. Xác định hệ số rỗng e_{nc} của nền đất sau khi được nén chặt bằng cọc cát:

Khi dùng cọc cát, nền đất sẽ được nén chặt lại. Tuy nhiên đất không thể nén chặt đến độ chặt tùy ý. Hệ số rỗng nén chặt (e_{nc}) được tính toán tùy từng loại đất yếu xử lý.

Đối với nền đất cát:

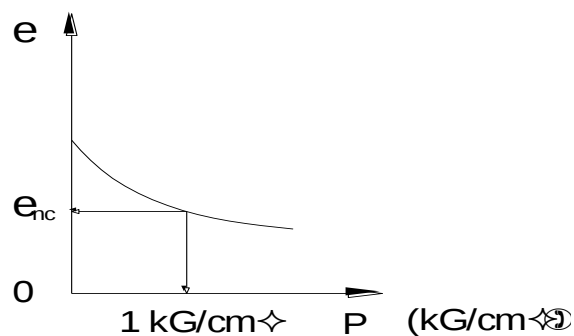
$$e_{nc} = e_{max} - D.(e_{max} - e_{min}) \quad (2-1)$$

Trong đó:

D : độ chặt tương đối của cát, lấy $D = 0,7 - 0,8$;

e_{max} và e_{min} - hệ số rỗng của cát ở trạng thái rời nhất và chặt nhất, xác định bằng thí nghiệm.

Đối với đất loại sét, trị số e_{nc} được lấy tương ứng với trị số e_p khi $p=1,0$ kG/cm² dựa vào kết quả thí nghiệm nén mẫu đất lấy ở trạng thái thiên nhiên (dựa vào biểu đồ đường cong nén lún $e = f(P)$ (quan hệ giữa hệ số rỗng e và áp lực tác dụng lên mẫu đất p)).



Hình 2.1. Biểu đồ đường cong nén lún $e = f(P)$

Đồng thời, trị số e_{nc} còn có thể xác định gần đúng dựa vào tính chất cơ lý của đất theo công thức sau đây:

$$e_{nc} = \frac{\Delta}{\gamma_n \cdot 100} (W_p + 0,5I_p) \quad (2-2)$$

Trong đó: Δ - khối lượng riêng của đất (g/cm^3);

γ_n - khối lượng thể tích của nước (g/cm^3);

W_p - độ ẩm ở giới hạn dẻo (%);

I_p - chỉ số dẻo (%).

Cần chú ý rằng, sau khi dùng cọc cát, nếu nền đất không có thể nén chặt đến giới hạn độ chặt cần thiết theo tính toán bằng các công thức ở trên thì lúc đó việc áp dụng cọc cát sẽ không hợp lý.

Trong phần lớn trường hợp, nền đất thiên nhiên đều có cường độ nhất định mặc dù giá trị của nó có thể rất nhỏ. Trong quá trình thi công cọc cát, do ảnh hưởng chấn động trong quá trình hạ ống thép trong đất, có thể làm cho cường độ của đất nền giảm đi (do hậu quả lực đánh giữa các hạt giảm đi). Sau khi thi công xong, nền đất có cọc cát được nén chặt lại, độ rỗng của đất giảm đi và cường độ đất tăng lên.

Hiện tượng trên có liên quan đến việc chọn hệ số e_{nc} . Nếu việc chọn hệ số e_{nc} không đúng, có thể dẫn đến hậu quả làm cho nền đất có biến dạng lớn và việc ứng dụng cọc cát sẽ không có hiệu quả.

2.3.2. Xác định diện tích nền được nén chặt.

Diện tích được nén chặt thường lấy lớn hơn diện tích đế móng để đảm bảo nền đất được ổn định dưới tác dụng của tải trọng công trình. Theo kinh nghiệm thiết kế, chiều rộng mặt bằng của nền nén chặt thường lấy lớn hơn chiều rộng móng $0,2b$ và diện tích F_{nc} (m^2) của nền được nén chặt tính theo công thức sau đây:

$$F_{nc} = 1,4b(l + 0,4b) \quad (2-3)$$

Trong đó :

b - chiều rộng móng (m).

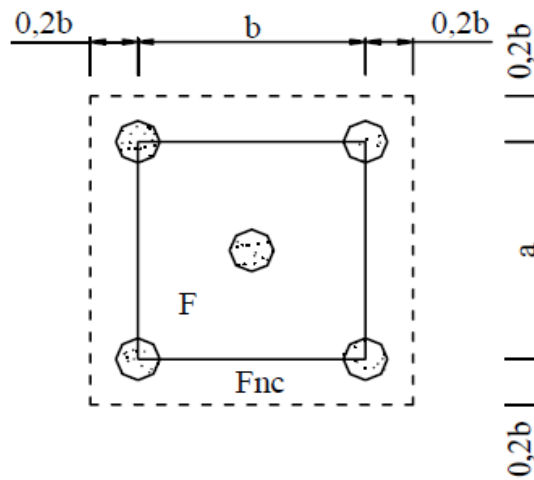
l - chiều dài móng (m).

Tỷ lệ diện tích tiết diện các cọc cát F_c (m^2) đối với diện tích nền được nén chặt F_{nc} (m^2) sẽ được xác định như sau:

$$\frac{F_c}{F_{nc}} = \Omega = \frac{e_0 - e_{nc}}{1 + e_0} \quad (2-4)$$

Trong đó:

e_0 - hệ số rỗng của đất thiên nhiên trước khi nén chặt bằng cọc cát.



Hình 2.2: Bố trí cọc cát và phạm vi nén chặt đất nền.

2.4. Thiết kế cọc cát:

2.4.1. Xác định số lượng cọc cát:

Số lượng cọc cát cần thiết được xác định như sau:

$$n = \frac{\Omega F_{nc}}{f_c} \quad (2-5)$$

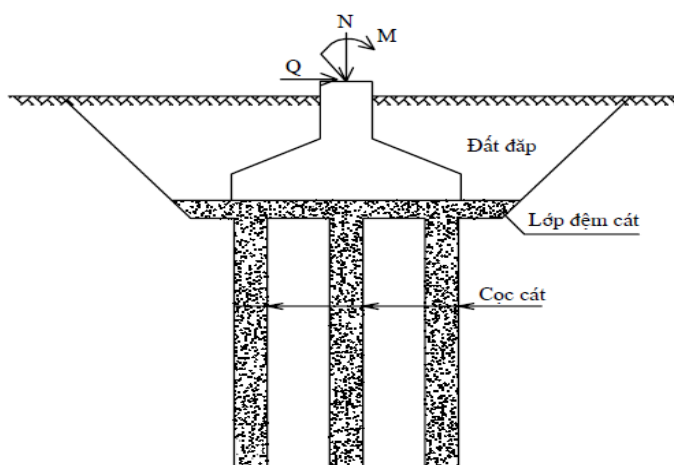
Trong đó :

f_c - Diện tích tiết diện cọc cát dùng khi thi công (m^2).

2.4.2. Bố trí cọc cát:

Cọc cát thường được bố trí theo đỉnh lưới của tam giác đều. Đó là sơ đồ bố trí hợp lý nhất đảm bảo đất được nén chặt đều trong khoảng cách giữa các cọc. Khoảng cách giữa các cọc có thể xác định bằng tính toán và dựa vào những giả thiết cơ bản sau:

- Độ ẩm đất trong quá trình nén chặt là không đổi.
- Đất được nén chặt đều trong khoảng cách giữa các cọc cát.
- Thể tích của đất nén chặt giới hạn trên bề mặt tam giác đều ABC giữa các trục của cọc cát (hình 2.1), sau khi nén chặt sẽ giảm thể tích bằng một nửa thể tích cọc cát.
- Thể tích của các hạt đất trước và sau khi nén chặt xem như không đổi, nếu bỏ qua tính nén bản thân của các hạt.



Hình 2.3: Sơ đồ bố trí cọc cát

Ta có công thức:

$$L = 0,952d_c \sqrt{\frac{\gamma_{nc}}{\gamma_{nc} - \gamma}} \quad (2-6)$$

Trong đó:

L - Khoảng cách giữa các cọc cát (m).

d_c - Đường kính cọc cát (m).

γ - Trọng lượng thể tích của đất thiên nhiên (g/cm^3).

γ_{nc} - Trọng lượng thể tích của đất được nén chặt (g/cm^3).

$$\gamma_{nc} = \frac{\Delta}{1+e} (1 + 0,01W) \quad (2-7)$$

Trong đó:

Δ - Trọng lượng riêng của đất (g/cm^3).

e - Hệ số rỗng của đất.

W - Độ ẩm tự nhiên của đất trước khi nén chặt (%).

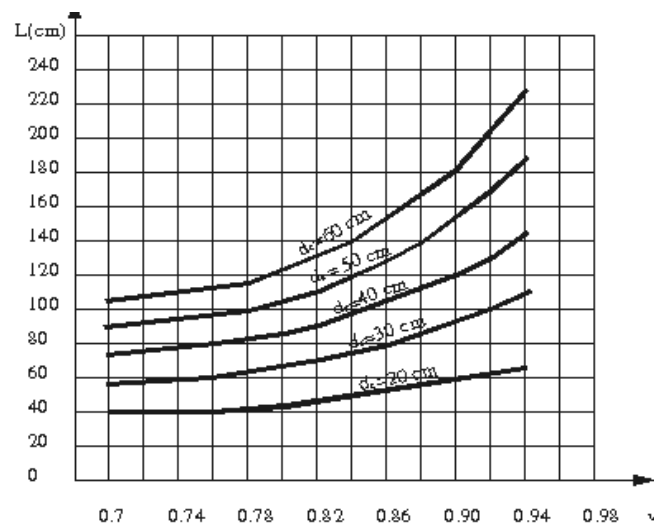
Công thức (2.7) có thể biến đổi viết dưới dạng đơn giản hơn:

$$L = 0,952d_c \sqrt{\frac{1}{1-v}} \quad (2-8)$$

Trong đó:

$$v = \frac{\gamma}{\gamma_{nc}} \quad (2-9)$$

Trị số L phụ thuộc vào d_c và v , có thể tra biểu đồ (hình 2.3).



Hình 2.4: Biểu đồ xác định khoảng cách giữa cọc cát

Theo chỉ dẫn thiết kế cọc cát, đối với nền đất yếu bão hòa nước ở Liên Xô thì khoảng cách giữa các cọc cát được xác định căn cứ vào mối tương quan giữa chiều sâu nén chặt H_{nc} và chiều dày vùng chịu nén H của lớp đất.

Khi $H_{nc} = H$ thì:

$$L = \left(\frac{3[S]}{S} + 1 \right) d_c \quad (2-10)$$

(“Những phương pháp xây dựng công trình trên nền đất yếu” Hoàng Văn Tân và nnk, trang 130, 131).

Trong đó:

d_c – Đường kính cọc cát, lấy trên 1m chiều dài (m)

[S] - Trị số lún cho phép của công trình, có thể lấy theo quy phạm thiết kế hoặc căn cứ vào tính chất của công trình mà quyết định.

S - Trị số lún của nền đất tự nhiên dưới công trình khi chưa có cọc cát.

$$S = \eta \sqrt{F} R_{tc}^2 \quad (2-11)$$

Trong đó:

F - Diện tích đế móng (m^2).

η - Hệ số lún của lớp đất thiên nhiên, phụ thuộc vào trọng lượng thể tích trung bình của đất, có thể tra bảng 2.1:

Bảng 2.1: Hệ số η

$\gamma (t/m^3)$	1.4	1.45	1.5	1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.8	1.85	1.9
$\eta (m^4/t^2)$	10	6.7	4.5	3	2	1.4	0.9	0.6	0.4	0.3	0.2

R_{tc} - Áp lực tiêu chuẩn của đất nền khi chưa có cọc cát.

$$R_{tc} = m[(Ab + Bh)\gamma + Dc_{tc}] \quad (2-12)$$

Trong đó:

m - Hệ số làm việc được quy định như sau:

Khi mực nước ngầm nằm cao hơn đế móng và dưới nó là lớp cát bụi thì $m = 0,6$

Nếu là lớp cát nhỏ thì $m = 0,8$

Trong các trường hợp còn lại lấy $m = 1$.

b - Chiều rộng đế móng (m), nếu đế móng hình tròn hoặc hình đa giác, có thể dùng công thức $b = \sqrt{F}$ để tính toán.

h - Chiều sâu chôn móng (m).

γ - Trọng lượng thể tích của đất (g/cm^3).

C_{tc} - Lực dính tiêu chuẩn của đất (kG/cm^2).

A, B, D - những hệ số tra bảng 2.2.

Bảng 2.2: Hệ số A, B, D

φ_{tc} (độ)	A	B	D	φ_{tc} (độ)	A	B	D
0	0,00	1,00	3,14	24	0,72	3,87	6,45
2	0,03	1,12	3,32	26	0,84	4,37	6,90
4	0,06	1,25	3,51	28	0,98	4,93	7,40
6	0,10	1,39	3,71	30	1,15	5,59	7,95
8	0,14	1,55	3,93	32	1,34	6,35	8,55
10	0,18	1,73	4,17	34	1,55	7,21	9,21
12	0,23	1,94	4,42	36	1,81	8,25	9,98
14	0,29	2,17	4,69	38	2,11	9,44	10,80
16	0,36	2,43	5,00	40	2,46	10,84	11,73
18	0,43	2,72	5,31	42	2,87	12,50	12,77
20	0,51	3,06	5,66	44	3,37	14,48	13,96
22	0,61	3,44	6,04	46	3,66	15,64	14,64

Khi $H_{nc} < H$, ta có:

$$L = \left[\frac{3([S] - S_0)}{S} + 1 \right] d_c \quad (2-13)$$

(“Những phương pháp xây dựng công trình trên nền đất yếu” Hoàng Văn Tân và nnk, trang 132).

Trong đó:

S_0 - Trị số lún của lớp đất thiên nhiên nằm trong phạm vi chiều sâu ($H - H_{nc}$) và được xác định theo các công thức tính lún thông thường; trong đó môđun biến dạng của lớp đất này được tính toán theo công thức sau đây :

$$E_0 = \frac{a_0}{\eta R_{tc}} \quad (2-14)$$

Trong đó:

a_0 - hệ số không thứ nguyên

Có thể bằng 0,87 đối với móng hình vuông và 0.66 đối với móng băng.

Để đảm bảo nền đất được ổn định về phương diện biến dạng cũng như khả năng chịu tải, cọc cát thường được bố trí không những ở dưới móng mà còn ở phạm vi ngoài đáy móng.

Theo kinh nghiệm thiết kế, số lượng hàng cọc cát bố trí theo hướng dọc và hướng ngang dưới đế móng thường lấy lớn hơn 3 hàng, trong đó trục của hàng cọc ngoài cũng lấy rộng hơn kích thước mặt bằng đế móng một khoảng cách lớn hơn 1.5 lần đường kính cọc hoặc 0.1 lần chiều dài cọc.

Theo kinh nghiệm của nước ngoài, đường kính cọc cát thường dùng là 40 – 60 cm. ở nước ta, theo kinh nghiệm bước đầu của bộ kiến trúc, có thể dùng hai loại đường kính cọc là 10 – 20cm và 20 – 40cm.

Cọc cát phải được đầm đến độ chặt nhất định. Trọng lượng cát cần thiết trên mỗi mét dài của cọc được xác định theo công thức sau đây:

$$G = \frac{f_c \Delta}{1 + \varepsilon_{nc}} \left(1 + \frac{W}{100} \right) \quad (2-15)$$

Trong đó:

Δ - Trọng lượng riêng của cát dùng trong cọc (g/cm³);

W – Độ ẩm tính theo trọng lượng của cát trong thời gian thi công (%).

2.4.3. Xác định độ đầm nện trong cọc cát :

Để cọc cát làm việc tốt nhất khi thi công phải tiến hành đầm đến độ chặt nhất định. Trọng lượng cát cần thiết trên mỗi mét dài của cọc được xác định theo công thức sau đây:

$$G = \frac{f_c \Delta}{1 + \varepsilon_{nc}} \left(1 + \frac{W_1}{100} \right) \quad (2-16)$$

Trong đó:

Δ - Trọng lượng riêng của cát dùng trong cọc (g/cm³).

W_1 - Độ ẩm của cát trong thời gian thi công (%).

2.4.4. Xác định chiều sâu nén chặt của cọc cát:

Chiều sâu nén chặt H_{nc} của cọc cát có thể lấy bằng chiều sâu vùng chịu nén H ở dưới đế móng. Theo quy phạm của Liên Xô, vùng chịu nén có thể lấy đến độ sâu mà ở đó thỏa mãn điều kiện:

Đối với công trình dân dụng và công nghiệp:

$$\sigma_z \leq 0,2\sigma_{bt} \quad (2-17)$$

Đối với công trình thủy lợi :

$$\sigma_z \leq 0,5\sigma_{bt} \quad (2-18)$$

Chiều sâu vùng nén chặt xác định theo cách trên hoàn toàn chỉ có tính chất quy ước. Đúng hơn cả là nên xác định theo điều kiện đất nền thực tế không còn biến dạng dưới tác dụng của áp lực công trình truyền xuống.

Chiều sâu vùng chịu nén còn có thể xác định một cách gần đúng theo phương pháp lớp đất tương đương của giáo sư N.A.Txurtovits:

$$H = 2hs \quad (2-19)$$

Trong đó :

$$hs - \text{Chiều dày lớp đất tương đương. } hs = A \omega b. \quad (2.20)$$

$A\omega$ - Hệ số lớp tương đương phụ thuộc vào hệ số Poatxông μ_0 , hình dạng móng và độ cứng của móng.

Đối với nền đất sét yếu ở trạng thái bão hòa nước, chiều sâu vùng nén chặt có thể lấy đến giới hạn khi ứng suất phụ thêm do tải trọng ngoài gây nên có giá trị vào khoảng 0.2 – 0.3 kG/cm².

Nói chung trong mọi trường hợp, ta có thể chọn chiều sâu nén chặt như sau:

Đối với móng hình chữ nhật: $H_{nc} \geq 2b$

Đối với móng băng: $H_{nc} \geq 4b$

Khi chiều rộng của móng lớn hơn 10m, thì có thể xác định chiều sâu nén chặt như sau: $H_{nc} \geq 9m + 0.15 \cdot b$: nếu nền là sét.

$H_{nc} \geq 9m + 0.15 \cdot b$: nếu nền là cát.

2.4.5. Lựa chọn đường kính cọc cát:

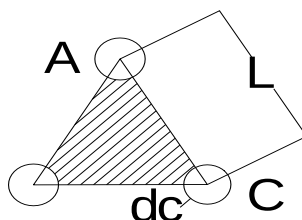
Đường kính cọc cát được xác định phụ thuộc vào chiều sâu xử lý và quy mô tải trọng công trình. Chiều sâu gia cố lớn thì đường kính cọc gia cố cần tăng lên để cọc không quá mảnh và giảm khoảng cách giữa các cọc. Ngoài ra, lựa chọn đường kính cọc còn phụ thuộc vào khả năng của thiết bị chế tạo cọc gia cố. Năng lực thiết bị phù hợp, thi công nhanh, đạt yêu cầu kỹ thuật, kinh tế. Thông thường, đường kính cọc dao động từ 200 đến 430mm, phụ thuộc vào năng lực thiết bị và chiều sâu gia cố.

2.4.6. Lựa chọn mạng lưới bố trí cọc cát:

Cách bố trí ưu việt nhất của cọc cát theo đỉnh lưới của hình tam giác đều, làm như vậy đảm bảo đất được làm chặt trong khoảng cách giữa các cọc một cách đồng đều nhất. Khoảng cách giữa các cọc có thể xác định bằng tính toán và dựa vào giả thiết:

- Độ ẩm của đất trong quá trình nén chặt là không đổi;
- Đất được nén chặt đều trong khoảng cách các cọc cát;

- Thể tích của đất nén chặt giới hạn trên bề mặt tam giác đều ABC (hình 2-5) giữa các trục của cọc cát, sau khi nén chặt sẽ giảm một thể tích bằng nửa thể tích cọc cát;



Hình 2.5: Lưới tam giác đều

- Thể tích của các hạt đất trước và sau khi nén chặt xem như không đổi, nếu bỏ qua tính nén bản thân giữa các hạt.

Dựa vào những giả thiết đã trình bày, khoảng cách giữa các cọc được tính:

$$L = 0,952d \sqrt{\frac{1+e_0}{e_0-e_{nc}}} \quad (2-21)$$

Trong đó :

L- khoảng cách giữa các cọc cát (m);

d_c - đường kính cọc cát (m).

Khoảng cách giữa các hàng cọc L_{hc} (m):

$$L_{hc} = \frac{\sqrt{3}}{2} L \quad (2-22)$$

2.4.7. Xác định sức chịu tải của nền đất sau khi nén chặt bằng cọc cát

Thông thường, sức chịu tải tính toán của nền đất sau khi nén chặt bằng cọc cát có thể lấy lớn hơn từ hai đến ba lần sức chịu tải của nền đất thiên nhiên khi chưa gia cố. Đối với nền đất sét hoặc đất bùn, theo kết quả thực nghiệm, sau khi nén chặt bằng cọc cát, sức chịu tải tính toán của nền đất có thể lấy trong phạm vi $2 \div 3 \text{ kG/cm}^2$.

Có thể kiểm nghiệm lại sức chịu tải của đất nền sau khi nén chặt, có thể dùng công thức:

$$E_o = \frac{a}{\eta \cdot R_{tc}} \quad (2-23)$$

Trong đó:

a : Hệ số không thứ nguyên, có thể lấy bằng 0,87 đối với móng

hình vuông và 0,66 đối với móng băng;

R_{tc} : Sức chịu tải quy ước nền đất khi chưa có cọc cát

η : Hệ số độ lún của lớp đất thiên nhiên, phụ thuộc vào khối lượng thể tích trung bình của đất, có thể tra bảng 2.3.

Bảng 2.3: Hệ số η

γ (t/m ³)	1,4	1,45	1,5	1,55	1,6	1,65	1,7	1,75	1,8	1,85	1,9
η (m ⁴ /t ³)	10	6,7	4,5	3	2	1,4	0,9	0,6	0,4	0,3	0,2

Đánh giá độ bền nền đất sau gia cố có thể tiến hành bằng các thí nghiệm nén tĩnh bằng bàn nén, xuyên tĩnh, xuyên tiêu chuẩn, cắt cánh.

2.4.8. Kiểm nghiệm độ lún của nền đất sau khi nén chặt bằng cọc cát

Trị số độ lún của nền đất sau khi nén chặt bằng cọc cát có thể tính toán theo công thức sau đây:

$$S_c = \sum_{i=1}^j p_i h_i \frac{\beta}{E_{oi}} \quad (2-24)$$

Trong đó:

j – số lớp đất nằm trong chiều sâu chịu nén của nền đất;

P_i – ứng suất trung bình phụ thêm của lớp thứ i do tải trọng của công trình truyền xuống;

h_i – chiều dày của lớp đất thứ i nằm trong vùng chịu nén của nền đất;

β - hệ số không thứ nguyên để hiệu chỉnh cho sơ đồ tính toán đã đơn giản hoá, lấy bằng 0,8 cho tất cả các loại đất;

E_{oi} – môđun biến dạng của lớp đất thứ i , có thể dùng các trị số ghi trong bảng (TCXD 45-78), hoặc xác định dựa vào kết quả thí nghiệm tải trọng tĩnh ở hiện trường.

2.5. Biện pháp thi công gia cố nền đất yếu bằng cọc cát:

Trước hết phải nói về nguồn vật liệu là cát phải thoả những những điều kiện sau:

Cát phải là cát hạt to hoặc cát hạt trung.

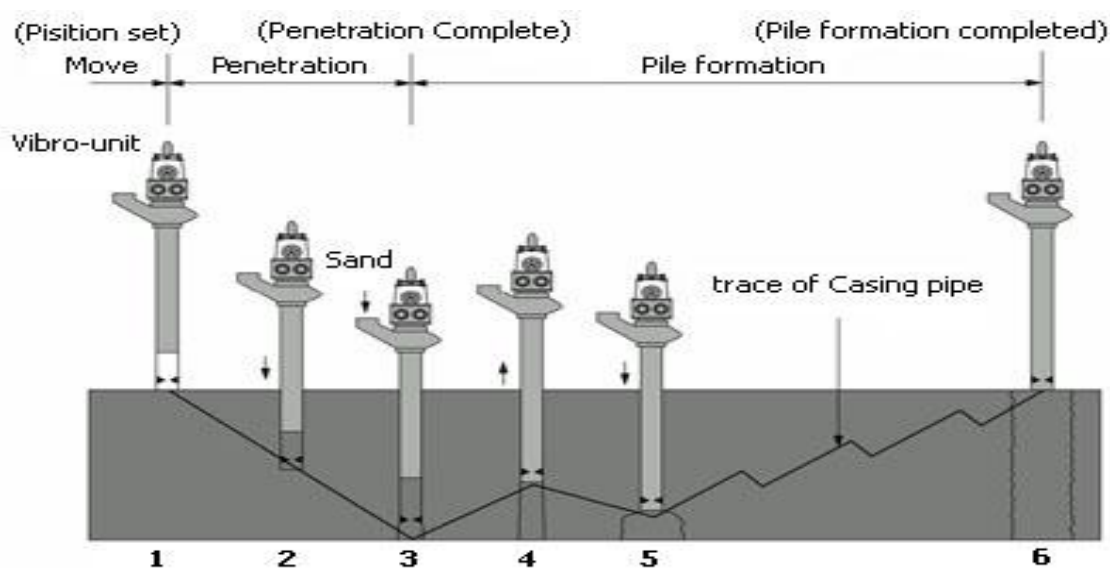
Cát cần phải được làm sạch, hàm lượng bụi và sét không quá 3%, đồng thời không lẫn những đá hòn có kích thước quá 60mm.

Thi công cọc cát bao gồm các bước sau đây :

Chuẩn bị hố móng.

Đóng ống thép xuống đất.

Nhồi cát và đầm chặt, đồng thời rút ống thép lên.



Hình 2.6 : Trình tự thi công cọc cát

Chuẩn bị hố móng:

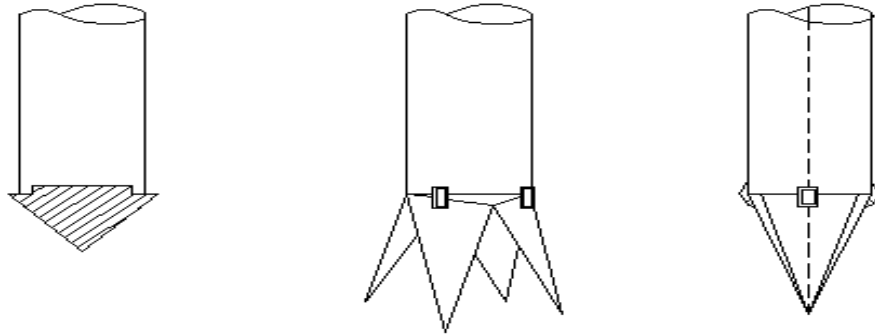
Khi đào hố móng người ta dựa vào cao độ thiết kế để tiến hành đào hố móng, nhưng không đào đến chiều sâu thiết kế mà thường để một khoảng cách chừng 1 mét (hoặc 3 lần đường kính của cọc cát) để sau này khi xây móng sẽ vét đi phần thừa ở đầu cọc vì phần này thường đầm không chặt.

Đóng ống thép xuống đất

Theo kinh nghiệm của nước ngoài thì ống thép đóng xuống nền đất thường có đường kính khoảng 30-50 cm. Trước đây, mũi cọc có thể là 1 miếng đệm gỗ, sau khi rút ống thép lên thì miếng đệm gỗ sẽ ở lại trong đất, biện pháp thi công như vậy sẽ không cơ động và không kinh tế. Hiện nay, để khắc phục nhược điểm nói trên, người ta dùng ống thép có mũi nhọn, mũi nhọn có 4 cánh

lắp bản lề khi đóng ống thép xuống thì mũi nhọn khép lại, khi rút lên thì mở ra (hình 2-7)

Ống thép được hạ xuống nền đất bằng búa đóng cọc hoặc bằng phương pháp chấn động.



Hình 2.7: Mũi cọc bằng đệm gỗ và bằng mũi cọc có bản lề

Nhồi cát và đầm chặt đồng thời rút ống thép lên:

Nếu cọc cát được thi công bằng phương pháp đầm nện, ta tiến hành như sau: Đóng ống thép xuống tới cao trình thiết kế, sau đó rút ống thép và nhồi cát vào lỗ cọc theo từng lớp khoảng 1 - 1,25m rồi dùng búa treo đầm từng lớp một.

Nếu cọc cát được thi công bằng phương pháp chấn động, ta tiến hành như sau: dùng máy chấn động để hạ ống thép xuống cao trình thiết kế, nhấc máy chấn động ra, nhồi cát vào cao khoảng 1 mét, sau đó đặt máy chấn động vào rung khoảng 15 - 20 giây, tiếp theo bỏ máy chấn động ra và rút ống thép lên khoảng 0,5 mét rồi đặt máy chấn động vào rung khoảng 10 - 15 giây để cho đầu nhọn của ống mở ra, cát tụt xuống. Sau đó rút ống lên dần với tốc độ đều, vừa rút vừa rung và khi nào ống chỉ còn lại trong đất khoảng chừng 0,5 - 0,8 mét, lúc đó mới bỏ máy chấn động ra.

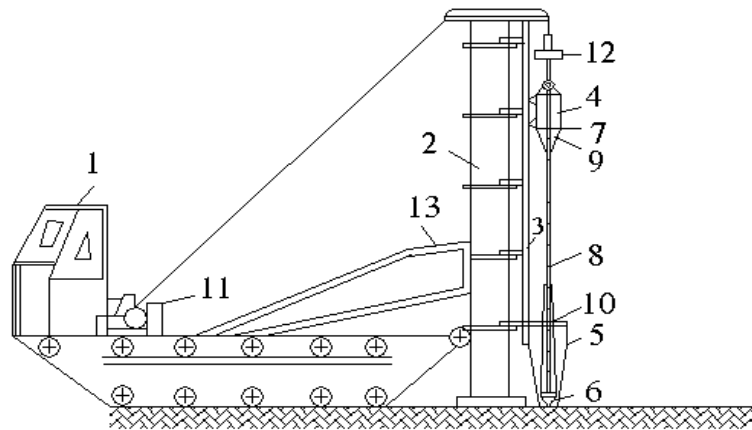
Theo O.G.Đênixov và V.I.Ixaêv nếu dùng ống thép để thi công cọc cát thường có những nhược điểm sau:

Khó kiểm tra được mức độ chặt của cát trong ống thép khi thi công.

Do tác dụng của áp lực đất theo hướng ngang, sẽ làm giảm kích thước của cọc cát khi rút ống lên, hiện tượng này dẫn đến làm giảm hiệu quả nén chặt của cọc cát.

Cát trong ống thường bị rơi ra do ảnh hưởng ma sát giữa cát và thành ống khi rút ống lên.

Do đó, hai ông đã đề nghị dùng phương pháp thi công và thiết bị mới (hình 2.7). Đặc điểm của phương pháp này là không dùng ống thép mà chỉ dùng một chiếc cần thép, đầu cần gắn liền với mũi nhọn bằng thép cánh tự mở. Chiều dài cần lấy bằng 4,0 m, đường kính ở đầu mũi nhọn 30cm. Máy đầm loại BIII-2 và máy kéo loại T T-75. Để chứa cát trong lúc thi công cọc người ta dùng loại thùng gỗ với kích thước như sau: 100 x 100 x 100 cm.



- 1- máy xúc; 2- cần trục; 3- thanh thép chữ U dẫn hướng; 4- máy chấn động;
5- thùng đựng cát; 6- mũi bằng thép tự mở; 7- đầu cần khoan; 8- cần khoan;
9- sườn bằng thép cứng; 10- sườn bằng thép cứng; 11- tời; 12- thiết bị thủy lực.



Hình 2.8: Thiết bị đóng cọc cát không dùng ống thép

Trình tự thi công gồm các bước sau: đặt thùng máy hờ trên mặt đất, sau đó đặt cần khoan có đầu nhọn cánh khép kín trên cần khoan đặt máy đầm. Sau khi đổ đầy cát trong thùng thì bắt đầu cho máy đầm làm việc. Cần khoan có đầu nhọn sẽ xuyên vào lớp đất yếu đến chiều sâu thiết kế. Dưới tác dụng của máy đầm, cát sẽ nhồi đầy trong lỗ khoan. Khi đến chiều sâu thiết kế thì đóng máy đầm lại và bắt đầu rút cần khoan lên, các cánh thép ở đầu nhọn sẽ tự mở ra và cát sẽ tụt xuống tự do. Cuối cùng tiến hành đầm chặt từng lớp như trình bày ở trên.

2.6. Kiểm tra chất lượng nền gia cố bằng cọc cát:

Sau khi nền đất yếu được gia cố bằng cọc cát cần tiến hành kiểm tra chất lượng gia cố bằng các phương pháp khác nhau để đánh giá hiệu quả công tác gia cố nền và điều chỉnh thiết kế trước khi thi công đại trà, nội dung kiểm tra bao gồm 03 phần sau:

- Kiểm tra độ bền của cọc gia cố và đất nền xung quanh cọc.
- Kiểm tra khả năng biến dạng của nền.

- Kiểm tra quá trình cô kết của nền đất.

Để kiểm tra độ bền của đất xung quanh cọc có thể sử dụng phương pháp khoan lấy mẫu lõi cọc, mẫu đất xung quanh cọc để thí nghiệm ở trong phòng và dùng các phương pháp như: Phương pháp xuyên tĩnh, phương pháp cắt cánh và phương pháp nén tải trọng tĩnh, sau đó ta so sánh các chỉ tiêu cơ lý của đất sau khi gia cố (Chủ yếu là độ ẩm, khối lượng thể tích tự nhiên, hệ số rỗng, lực dính, góc ma sát trong, hệ số nén lún, mô đun tổng biến dạng, sức kháng xuyên đầu mũi, sức kháng cắt không thoát nước) với đất trước khi gia cố.

Để kiểm tra biến dạng của nền đất sau khi gia cố cần tiến hành quan trắc nún độ lún bằng các tấm đo lún bề mặt cũng như ở dưới sâu. Trong trường hợp cần thiết có thể bố trí các mốc đo độ lún theo một số tuyến để quan trắc biến dạng ngang của nền.

Để kiểm tra quá trình cô kết của nền đất gia cố bằng cọc cát có thể đặt các thiết bị đo áp lực nước lỗ rỗng ở các thời điểm khác nhau (trước khi gia cố, sau khi gia cố, trong khi xây dựng công trình, sau khi công trình xây dựng đã xong, khi công trình đã đưa vào sử dụng). Cũng có thể kiểm tra quá trình cô kết bằng cách thí nghiệm mẫu đất trên máy nén 3 trục.

2.7. Kinh nghiệm thi công cọc cát ở nước ngoài:

Phương pháp gia cường nền đất yếu bằng trụ vật liệu rời, cũng như bằng cọc cát, nó xuất hiện gắn liền với kết quả công trình nghiên cứu về cô kết thấm của đất sét no nước, mà người đầu tiên đề cập tới là Tepzaghi, khi ông tìm ra phương trình vi phân cô kết thấm một chiều vào năm 1925. Ở Liên Xô, vấn đề cô kết thấm cũng được nghiên cứu sâu rộng thể hiện ở các công trình của V.A. Florin, S.A. Rôza, A.A. Nhichipôrovích. Các nước như Mỹ, Pháp, phương pháp cọc cát cũng được nghiên cứu ở các mặt kỹ thuật và phương pháp thi công và được ứng dụng trong gia cố nền các công trình cầu đường, bến cảng. ở Nhật, do tính ưu việt của cọc cát nên được nhiều các công ty xây dựng của Nhật ứng dụng phương pháp này. Chỉ tính riêng một Công ty ở Nhật Bản ước năm 1996 tổng cộng chiều dài giếng cát gia cố nền đất yếu bão hoà nước nén lún mạnh trên đất liền là 15 triệu mét, và ở dưới biển là 40 triệu mét dùng để cô kết thoát nước

nền công trình, dùng 6 triệu và 20 triệu mét cọc cát lần lượt trên đất liền, dưới biển để làm chặt đất đạt độ tin cậy cao, phương pháp giằng cát thẳng đứng để cố kết thoát nước và cọc cát làm chặt nền đất yếu bão hoà nước phục vụ xây dựng công trình thường được áp dụng để làm ổn định các đê chắn sóng, móng cầu bệ chứa, và sân bay . vv....

Ví dụ điển hình:

Sân bay quốc tế Kansai, cảng biển Kôbê, nhà máy nhiệt điện Matsura và một hòn đảo để đổ chất thải ở vịnh Tôkyô hiện nay đang được tiến hành gia cố bằng cọc cát.

Tại Singapore, một Công ty xây dựng của Nhật Bản đang thi công cọc cát làm chặt đất (Sand Compaction pile - scp) nhằm cải tạo nền đất bùn làm bãi chứa Container.

Trận động đất ngày 15/1/1995 ở Vùng Ôsaka - Kôbê Nhật Bản đã gây tai hoạ rất lớn cho cảng Kôbê và những quận lân cận. Rất may trong trận thảm hoạ đó chưa xảy ra hiện tượng hoá lỏng (xúc biến) nền đất, nên trong các khu vực được gia cố bằng cọc cát thiệt hại xảy ra ít hơn. Điều này càng chứng minh rõ nét tính hiệu quả của chúng. Do đó một loạt công trình lớn sắp được mở ra ở Nhật Bản, trong đó phương án mở rộng sân bay Kansai sẽ được Chính phủ nhật chấp thuận phương án cọc cát để làm chặt đất nền công trình.

Ở Thái Lan, phương pháp cọc cát (SP) sử dụng đã được Tiến sĩ Bergado (1988, 1990a), Enriquez (1989) thuộc viện kỹ thuật Châu Á (AIT) đã tiến hành nghiên cứu và ứng dụng phương pháp cọc cát vào xử lý nền đất yếu ở Thái Lan. Trong suốt những năm từ 1986 đến 1990, trong quá trình nghiên cứu, Bergado đã tiến hành nhiều thực nghiệm để đánh giá khả năng gia cố nền đất yếu của giải pháp cọc cát trong việc gia cố nền đất yếu ở Thái Lan như : thí nghiệm chất tải trên cọc vật liệu rời, thí nghiệm nghiên cứu sự biến đổi độ lún với tỉ số thay thế a , thí nghiệm nghiên cứu khả năng giữ ổn định mái dốc hố móng và hàng loạt các thí nghiệm nghiên cứu về phương pháp thi công.

Kết luận của quá trình nghiên cứu tiền sỹ Bergado đã rút ra kết luận: "Phương pháp cọc cát trong gia cố nền đất yếu ở Băng cốc có tác dụng nâng cao về khả năng chịu lực, giảm độ lún và cường độ đất nền tăng lên"

2.8. Kinh nghiệm thi công cọc cát ở Việt Nam:

Tại Việt Nam, phương pháp cọc cát đã có những áp dụng mang tính thí nghiệm tuy nhiên chưa được áp dụng mang tính đại trà. Năm 1963, Sở xây dựng Hà Nội đã áp dụng phương pháp cọc cát gia cố nền công trình trụ sở làm việc 5 tầng của Bộ Ngoại thương. Từ năm 1977, nhờ có thiết bị rung hạ cọc, cọc cát đã được sử dụng cho một số công trình khác tại Hà Nội. Như đường cao tốc Láng Hòa Lạc và Gần đây nhất, cọc cát được sử dụng tại "Trung tâm hội nghị quốc gia" dưới sự tính toán và thiết kế của tư vấn Đức GMP một hãng tư vấn nổi tiếng trên toàn thế giới. Tuy vậy đến nay việc áp dụng cọc cát cũng chưa được phổ biến, ở Hải Phòng trong thời gian qua cũng mới dừng lại ở phương pháp bác thăm là chủ yếu. Các lý thuyết tính toán thí nghiệm của bác thăm đã được xây dựng và phổ biến thành sách học, tiêu chuẩn hướng dẫn cho các kỹ sư và thạc sỹ chuyên ngành cơ học đất - nền móng các công trình dân dụng và công nghiệp, xây dựng nền móng các mố và trụ cầu hay nền đường, còn phương pháp cọc cát thì chưa và lại không thể hiện được vai trò của nó tại Việt Nam dù nó có những ưu điểm hơn hẳn so với bác thăm. Theo tác giả điều này do một số nguyên nhân sau:

- Không có phương pháp chuẩn để kiểm tra chất lượng của cọc cát
- Không có phương pháp chuẩn để thiết kế và kiểm toán cọc cát
- Thiếu thiết bị chuyên dụng thi công cọc cát.
- Chưa có những nghiên cứu và đánh giá đầy đủ về khả năng áp dụng giải pháp cọc cát trong điều kiện địa chất thực tế tại các khu vực của Việt Nam.

2.10. Phân tích, nhận xét, lựa chọn cho trường hợp dùng cọc cát:

Phương pháp nén chặt đất bằng cọc cát là 1 phương pháp để làm ổn định nền đất yếu bằng cách thi công cọc cát được đầm kỹ với đường kính lớn bằng quá trình lập đi lập lại rút hạ cọc ống thép được rung. Phương pháp này toạ ra

các ống mao dẫn (là cọc cát), làm giảm mực nước ngầm trong đất, làm chặt đất và cải thiện chỉ tiêu cơ lý của đất nền.

Phương pháp có hiệu quả khi xây dựng các công trình chịu tải trọng lớn trên nền đất yếu có chiều dày lớn. Khi chiều dày đất yếu lớn hơn 2,0m có thể sử dụng cọc cát để nén chặt được. Trong nền đất yếu bão hoà nước, cọc cát làm cho độ rỗng, độ ẩm của đất nền giảm đi, khối lượng thể tích, môđun tổng biến dạng, lực dính và góc ma sát trong tăng lên. Khi đó nền đất được nén chặt lại làm cho sức chịu tải tăng lên, độ lún và biến dạng không đồng đều của đất nền dưới đế móng các công trình giảm đi một cách đáng kể. Khác với các loại cọc cứng khác (cọc bê tông, cọc bê tông cốt thép, cọc gỗ, cọc tre...) là 1 bộ phận của kết cấu móng, làm nhiệm vụ tiếp nhận và truyền tải trọng xuống đất nền, mạng lưới cọc cát còn làm nhiệm vụ gia cố nền đất yếu.

Đất yếu hầu như có mặt rộng khắp mọi nơi ở các vùng đồng bằng của Việt Nam như đồng bằng Sông Hồng và đồng bằng sông Cửu Long. Đất yếu phân bố phổ biến và có tính phức tạp nhất ở Đồng bằng Sông Hồng phải kể đến các khu vực thuộc các tỉnh và thành phố vùng ven biển như Thành phố Hải Phòng. Do đặc tính phức tạp của đất yếu nên việc thi công xây dựng các công trình giao thông, các bến cảng trên các vùng đất yếu luôn phải đối mặt với các vấn đề kỹ thuật về xử lý nền. Các công trình giao thông trọng điểm như quốc lộ 10, quốc lộ 5, đường ra đảo Đình Vũ, các hệ thống cảng Đình Vũ, cảng Chùa Vẽ, công trình sân bay Cát Bi...là các minh chứng cụ thể. Đặc biệt theo định hướng phát triển của thành phố Hải Phòng trong thời gian tới trung tâm đô thị thành phố sẽ mở rộng, các khu công nghiệp sẽ được đầu tư xây dựng ra các vùng ngoại thành trên những địa hình bãi bồi có cấu trúc nền đất yếu phức tạp. Do đó vấn đề cần quan tâm trước tiên là việc lựa chọn tìm ra các giải pháp gia cố nền đất một cách hợp lý và hiệu quả đảm bảo cho việc xây dựng công trình được ổn định và an toàn góp phần thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hoá hiện đại hoá của thành phố Hải Phòng theo chủ trương nghị quyết Trung Ương VII của Đảng và Nhà nước CHXHCN Việt Nam. Để mở rộng hệ thống các phương pháp xử lý nền,

việc nghiên cứu khả năng áp dụng cọc cát để gia cố nền đường trên nền đất yếu Hải Phòng là thực sự rất cần thiết.

Khi xây dựng công trình trên nền đất yếu nếu lựa chọn các biện pháp xử lý nền móng không hợp lý sẽ dẫn đến tăng chi phí đầu tư xây dựng công trình hoặc sẽ gây ra các biến dạng làm hư hỏng công trình. Việc nghiên cứu áp dụng cọc cát có mục đích cuối cùng là làm tăng cường độ của đất, làm giảm tổng độ lún và độ lún lệch, rút ngắn thời gian thi công và giảm chi phí đầu tư xây dựng. Trong những năm gần đây. Biện pháp này một phần tăng được tốc độ cố kết lún, một phần tăng cường khả năng tiếp nhận tải trọng ban đầu của đất yếu do đó tạo điều kiện triển khai sớm các hạng mục liên quan, rút ngắn thời gian thi công, sớm đưa công trình vào sử dụng. Mặt khác, vật liệu gia cố chính được sản xuất công nghiệp cho phép chuẩn hóa được quá trình thi công, giảm thiểu được ảnh hưởng đến môi trường.

2.11. Các ưu, nhược điểm khi sử dụng cọc cát:

- Khi dùng cọc cát, trị số môđun biến dạng ở trong cọc cát cũng như ở vùng đất được nén chặt xung quanh sẽ giống nhau ở mọi điểm. Vì vậy, sự phân bố ứng suất trong nền đất được nén chặt bằng cọc cát có thể xem như là nền thiên nhiên. Tính chất này hoàn toàn không thể có được khi dùng các loại cọc cứng.

- Khi dùng cọc cát, quá trình cố kết của nền đất diễn biến nhanh hơn nhiều so với nền đất thiên nhiên hoặc nền đất dùng cọc cứng. Phần lớn độ lún của nền đất có cọc cát thường kết thúc trong quá trình thi công. Do đó tạo điều kiện cho công trình mau chóng đạt đến giới hạn ổn định. Bởi vì lúc này cọc cát làm việc như các giếng thoát nước, nước trong đất có điều kiện thoát nước ra nhanh theo chiều dài cọc dưới tác dụng của tải trọng ngoài. Điều này không thể có được đối với nền đất thiên nhiên hoặc nền đất dùng cho cọc cứng.

Cát dùng trong cọc là loại vật liệu rẻ hơn nhiều so với gỗ, thép, bê tông cốt thép dùng trong cọc cứng và không bị ăn mòn nếu nước ngầm có tính xâm thực.

Không những thế, quá trình thi công cọc cát tương đối đơn giản, không đòi hỏi những thiết bị phức tạp.

Do những ưu điểm kể trên, nên giá thành xây dựng khi dùng cọc cát thường rẻ hơn so với một số phương án khác như cọc gỗ, cọc thép và cọc bê tông cốt thép. Theo kinh nghiệm nước ngoài, so với thi công cọc bê tông cốt thép thì giá thành rẻ hơn 2 lần. Ở nước ta, theo kinh nghiệm của bộ xây dựng, giá thành giảm khoảng 45% so với dùng cọc bê tông cốt thép và giảm khoảng 20 % so với dùng lớp đệm cát.

Tuy nhiên, kỹ thuật thi công cọc cát khá phức tạp, đòi hỏi phải có thiết bị chuyên dụng và phải xét đến ảnh hưởng xấu tới các công trình lân cận.

2.12. Kết luận chương II:

Ở chương này tôi đã trình bày chi tiết về đặc điểm cơ bản về cọc cát, lịch sử phát triển và ứng dụng cọc cát ở trên thế giới, Việt Nam và cụ thể tại Hải Phòng. Các công nghệ thi công và phương pháp tính toán, thiết kế (chiều sâu, khoảng cách, đường kính, mạng lưới...), kiểm tra sức chịu tải, độ lún của cọc cát, biện pháp thi công. Trên cơ sở các phân tích đã thực hiện giúp tôi nhận ra những vấn đề đã tồn tại liên quan tới công tác tính toán, thi công cọc cát nói chung và cụ thể trong gia cố đắp trên đất yếu của Hải Phòng nói riêng. Chương này cũng là tiền đề cho việc phân tích, lựa chọn bố trí hệ cọc cát cho các vùng địa chất yếu điển hình ở Hải Phòng.

CHƯƠNG III

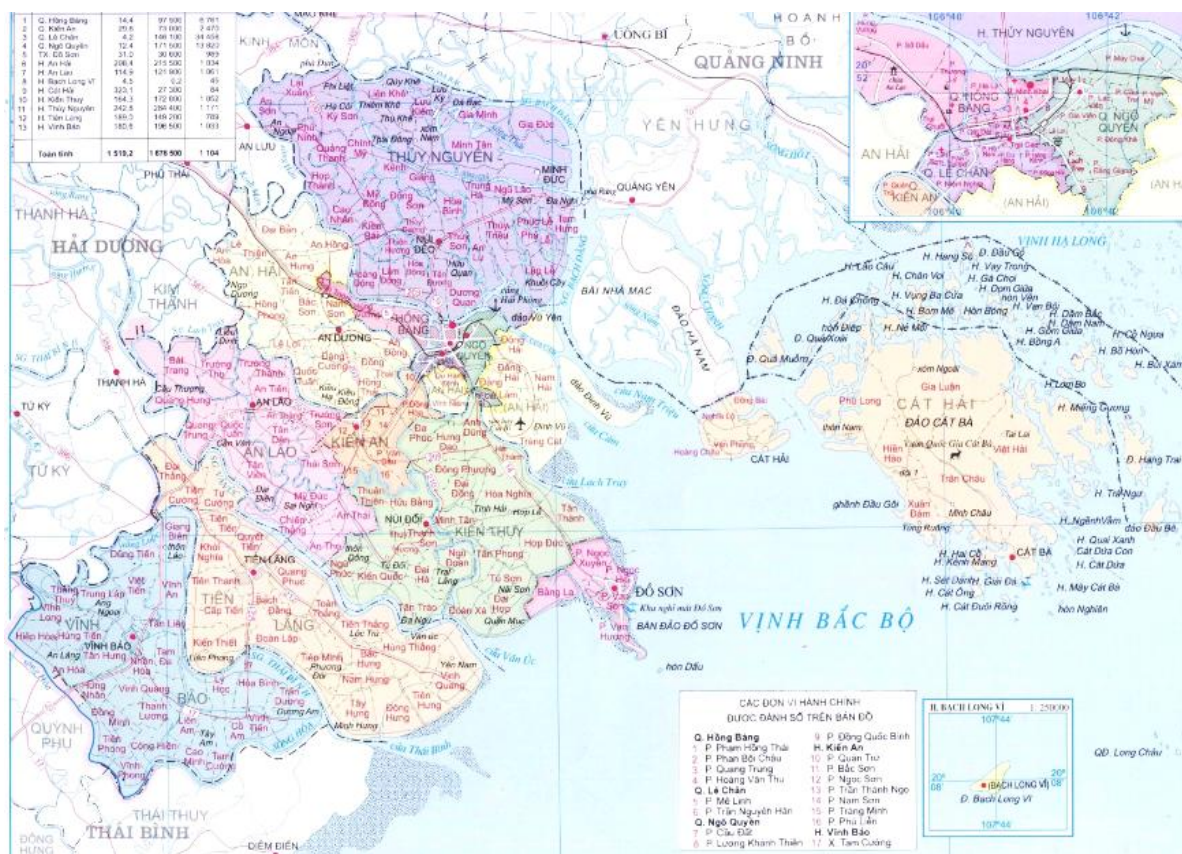
NGHIÊN CỨU GIA CỐ NỀN ĐẤT YẾU BẰNG CỌC CÁT CHO KHU VỰC HẢI PHÒNG

3.1. Đặc điểm điều kiện địa chất công trình khu vực Hải Phòng

3.1.1. Đặc điểm điều kiện vị trí địa lý và địa chất tự nhiên

a. Đặc điểm về vị trí địa lý, dân cư, kinh tế

Hải Phòng là một thành phố ven biển, phía bắc giáp tỉnh Quảng Ninh, phía tây giáp tỉnh Hải Dương, phía nam giáp tỉnh Thái Bình, phía đông giáp Vịnh Bắc Bộ thuộc biển Đông. Hải Phòng nằm ở vị trí thuận lợi giao lưu với các tỉnh trong nước và quốc tế thông qua hệ thống giao thông đường bộ, đường sắt, đường biển, đường sông và đường hàng không. Do có cảng biển, Hải Phòng giữ vai trò to lớn đối với xuất nhập khẩu của vùng bắc bộ. Tổng diện tích của thành phố Hải Phòng là 1503km² bao gồm cả huyện đảo. Dân số thành phố là trên 1837000 người, trong đó số dân thành thị là trên 847000 người và số dân ở nông thôn là trên 990000 người. Mật độ dân số 1027 người/km².



Hình 3.1: Bản đồ vị trí địa lý thành phố Hải Phòng

b. Địa hình:



Hình 3.2: Bản đồ địa hình thành phố Hải Phòng

Địa hình thành phố Hải Phòng có tính phân bậc rất rõ rệt và có xu hướng thấp dần về phía nam, bao gồm 4 dạng địa hình chính: địa hình Karst, địa hình đồi núi thấp, địa hình đồi núi sót, địa hình đồng bằng và đảo ven biển.

- Địa hình Karst: tạo bởi các hang hốc đá vôi, diện tích khoảng 200km², phân bố chủ yếu ở bắc Thủy Nguyên và phần lớn trên đảo Cát Bà.

- Địa hình đồi núi thấp: phân bố ở bắc Thủy Nguyên, diện tích khoảng 80km². Các dãy núi thấp chạy dài gần theo hướng tây nam, độ cao thay đổi từ 10m đến 110m, được tạo thành bởi các đá lục nguyên xen cacbonat. Đá bị phong hóa mạnh, thảm thực vật đã bị phá hủy hoàn toàn, nhiều rãnh, mương xói mới đang phát triển.

- Địa hình đồi núi sót: nằm rải rác ở Kiến An, Thủy Nguyên, có độ cao tuyệt đối từ 15 đến 40m chạy dài theo hướng tây – đông, tây nam – đông bắc, được cấu thành từ các đá trầm tích lục nguyên, đá vôi. Đá cũng bị phong hóa mạnh, thảm thực vật bị phá hủy rất mạnh.

- Địa hình đồng bằng và đảo ven biển: chiếm diện tích khoảng 1100km², có độ cao từ 2 đến 10m ở phía tây bắc, bắc và thấp dần về phía nam, đông nam tới bờ biển.

3.1.2. Phân vùng địa chất công trình khu vực thành phố Hải Phòng

Phân vùng địa chất công trình là sự phân chia lãnh thổ điều tra nghiên cứu ra các phần riêng biệt có sự thống nhất về điều kiện địa chất công trình. Theo nguyên tắc của UNESCO (1976), thành phố Hải Phòng được chia ra các đơn vị phân vùng địa chất công trình như sau:

a. Miền địa chất công trình (sự đồng nhất của đơn vị cấu trúc địa kiến tạo) gồm:

- Miền I: đới Duyên Hải.
- Miền II: đới Hà Nội.

b. Vùng địa chất công trình (sự đồng nhất của các đơn vị địa mạo khu vực) gồm:

- Miền I: có hai vùng:
 - I-A: vùng xâm thực tích tụ thoải.
 - I-B: vùng đồi núi sót có sườn xâm thực bóc mòn.
- Miền II: có hai vùng:
 - II-C: cùng sườn xâm thực – tích tụ thoải.
 - II-D: cùng đồng bằng tích tụ.

c. Khu địa chất công trình (sự đồng nhất của đơn vị phức hệ thạch học) gồm:

Vùng II-D được chia thành 9 khu:

- Khu II-D-1: đồng bằng cao 5 – 7m, tích tụ Pleistocen muộn, hệ tầng Vĩnh Phúc ($maQ_{III}^2 vp_2$), kiểu thạch học chính là sét.
- Khu II-D-2: đồng bằng cao 2 – 4m, tích tụ Holocen sớm – giữa, thạch học chủ yếu là sét, sét pha, hệ tầng Hải Hưng ($mQ_{IV}^{1-2} hh_2$).
- Khu II-D-3: đê cát biển cao 3 – 5m, gồm cát pha lẫn vỏ sò, tuổi Holocen muộn, phụ hệ tầng Thái Bình dưới ($mQ_{IV}^3 tb_1$).
- Khu II-D-4: đồng bằng tích tụ sông – biển bằng phẳng, thạch học chủ yếu là sét pha, sét tuổi Holocen muộn, phụ hệ tầng Thái Bình dưới ($amQ_{IV}^3 tb_1$).
- Khu II-D-5: bãi bồi cao, tích tụ sông 1 – 3m, thành phần sét pha, cát pha tuổi Holocen muộn, phụ hệ tầng Thái Bình trên ($aQ_{IV}^3 tb_2$).

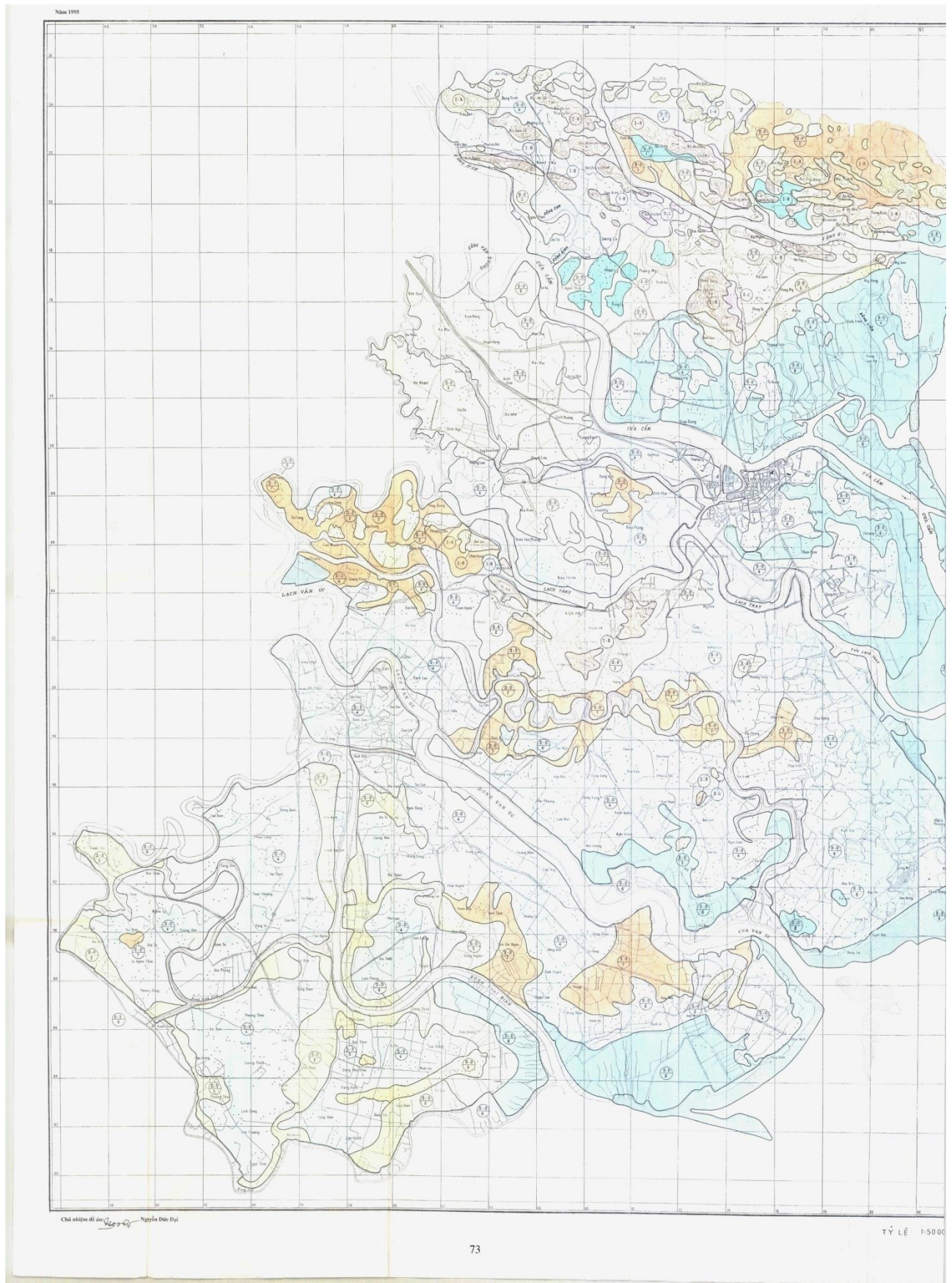
- Khu II-D-6: bãi bồi ven sông, khá bằng phẳng, có kiểu thạch học chủ yếu là sét pha, cát pha, tuổi Holocen muộn, phụ hệ tầng Thái Bình trên ($aQ_{IV}^3tb_2$).

- Khu II-D-7: các khoảng trũng thấp tích tụ sông – đầm lầy, có kiểu thạch học chủ yếu là sét pha, bùn, tuổi Holocen muộn, phụ hệ tầng Thái Bình trên ($mbQ_{IV}^{1-2}hh_1$).

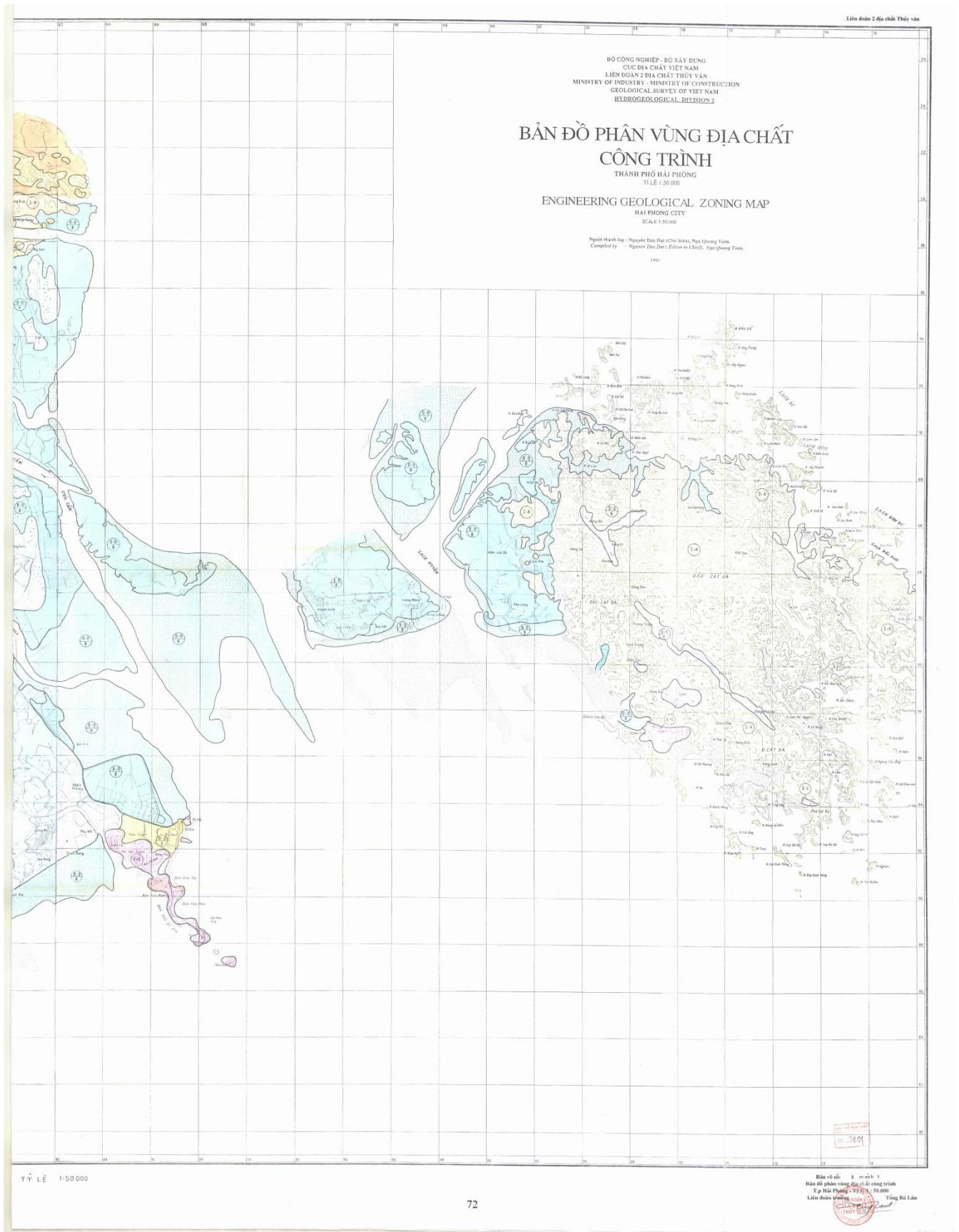
- Khu II-D-8: bãi triều cao, tích tụ sông – biển – đầm lầy, có kiểu thạch học chủ yếu là sét pha, cát pha, bùn, tuổi Holocen muộn, phụ hệ tầng Thái Bình dưới ($ambQ_{IV}^3tb_1$).

- Khu II-D-9: bãi triều thấp tích tụ biển hiện đại có chỗ lầy thụt, kiểu thạch học chủ yếu là cát, cát pha, tuổi Holocen, phụ hệ tầng Thái Bình trên ($mQ_{IV}^3tb_2$).

Sự phân bố vùng, khu địa chất công trình được biểu diễn trên **Hình 3.3**.



Hình 3.3: Bản đồ phân vùng địa chất công trình thành phố Hải Phòng
tỷ lệ 1:50000^[3].



*Hình 3.3: Bản đồ phân vùng địa chất công trình thành phố Hải Phòng
tỷ lệ 1: 50000.*

Bảng 3.1: Tóm tắt thuyết minh phân vùng địa chất công trình thành phố Hải Phòng.

TÓM TẮT THUYẾT MINH PHÂN VÙNG ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH									
THÀNH PHỐ HẢI PHÒNG									
TỶ LỆ 1:50.000									
MIỀN	VÙNG	KHU	KÝ HIỆU MÀU	ĐỊA HÌNH, ĐỊA MẠO	ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT	ĐỊA CHẤT THỦY VĂN	HIỆN TƯỢNG ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH	ĐẶC TRƯNG TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA ĐẤT ĐÁ	DANH GIÁ ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH
I. ĐỐI DUYỄN HẢI	I.A			Núi Karst bóc mòn, cao 200 - 400 m, sườn lớn thoải vach đứng, địa hình bị chia cắt mạnh.	Trầm tích carbonat gồm đá vôi, đá vôi silic, vôi sét, sét vôi.	Đá chứa nước rất kém, chỉ gặp nước dạng khe nứt Karst.	Phát triển Karst trên mặt và ngầm, nhiều hồ, hang, phễu Karst.	Chủ yếu đá cao, bền, phân lớp dày, dạng khối. $G_n = 725 - 1046 \text{ kg/cm}^3$	Không thuận lợi cho xây dựng công trình dân dụng.
	I.B			Đồi, núi sát có sườn xam thục - bóc mòn, bị chia cắt cao 30-70m dốc $> 20^\circ$	Trầm tích lục nguyên vụn thô có thành phần chủ yếu cát kết, bột kết xen đá phiến sét có tuổi khác nhau.	Đá chứa nước kém, chiều sâu mực nước ngầm $> 5 \text{ m}$	Phát triển mương xói, sụt lún.	Chủ yếu phổ biến đá cát kết, bột kết và đá phiến sét. $G_n = 725 - 725 \text{ kg/cm}^3$	Không thuận lợi cho xây dựng công trình dân dụng, công nghiệp thuận lợi cho khai thác khoáng sản.
	II.C			Sườn xam thục - tích tụ thoải, bị chia cắt dốc $10 - 20^\circ$	Cấu trúc một lớp sét lẫn dăm vụn đá gốc phủ trên đá gốc cứng, dày 1-5m	Chiều sâu mực nước ngầm $> 5 \text{ m}$	Phát triển rãnh xói mới, lún, trượt.	Sét hoặc sét pha lẫn dăm sạn cđq	Sức chịu tải của nền đất $< 15 \text{ kg/cm}^2$ kém thuận lợi cho xây dựng.
II. ĐỐI NỘI NÀ	II.D ₁			Đồng bằng cao 5-7m tích tụ Pleistocen vôi bột mòn rửa trôi, địa hình bằng phẳng, bị chia cắt yếu.	Cấu trúc hai lớp, trên là sét hay sét pha, dưới là cát hạt nhỏ, hạt vừa.	Một tầng chứa nước yếu. Chiều sâu mực nước $< 2 - 5 \text{ m}$.	Rửa trôi bề mặt, bị bóc mòn.	Sét hệ tầng Vĩnh Phú. $m_{0.1}^{1.2} \text{ kg}$ $\gamma = 1.78 \text{ kg/m}^3$, $S = 0.84$ $a = 0.06 \text{ cm/kg}$ $R_f = 1.3 - 2.2 \text{ kg/cm}^2$	Sức chịu tải của nền đất khá tốt - khá thuận lợi cho xây dựng.
	II.D ₂			Đồng bằng cao 2-4m tích tụ Holocen sớm - giữa, địa hình bằng phẳng bị chia cắt yếu.	Cấu trúc nhiều lớp đất yếu lợ ra trên mặt dày $> 3 \text{ m}$. Dưới là bùn.	Chiều sâu mực nước ngầm $< 2 \text{ m}$.	Đất yếu, dưới là dăm lầy cở.	Sét, sét pha hệ tầng Hải Hưng. $m_{0.1}^{1.2} \text{ kg}$ $\gamma = 1.70 \text{ kg/m}^3$, $S = 0.85$ $a = 0.017 \text{ cm/kg}$, $R_f = 1.3 - 2.3 \text{ kg/cm}^2$	Sức chịu tải của nền đất, điều kiện địa chất công trình phức tạp.
	II.D ₃			Đê cát biển tuổi Holocen muộn, cao 3-5m. Địa hình nổi, bị chia cắt yếu.	Cấu trúc nhiều lớp, trên là cát bột có vỏ sò, dưới là bùn sét.	Chiều sâu mực nước ngầm $> 5 \text{ m}$	Rửa trôi bề mặt.	Cát pha lẫn vỏ sò $m_{0.1}^{1.2} \text{ kg}$ $\gamma = 1.70 \text{ kg/m}^3$, $S = 0.65$ $a = 0.017 \text{ cm/kg}$, $R_f = 1.3 - 2.3 \text{ kg/cm}^2$	Sức chịu tải của đất khá, điều kiện địa chất công trình phức tạp.
	II.D ₄			Đồng bằng tích tụ sông - biển, tuổi Holocen muộn, địa hình bằng phẳng.	Cấu trúc nhiều lớp rất phức tạp, trên thường là sét, sét pha. Dưới là sét, bùn.	Nhiều tầng chứa nước mức nước sâu $> 3 \text{ m}$	Phát triển đa dạng và phức tạp, đất chảy xói ngầm, xói ló, bờ, dăm lầy và đất lầy hóa.	Sét pha, sét, bùn $m_{0.1}^{1.2} \text{ kg}$ $\gamma = 1.65 - 1.85 \text{ kg/m}^3$ $a = 0.01 - 0.13 \text{ cm/kg}$, $R_f = 0.4 - 1.4 \text{ kg/cm}^2$	Sức chịu tải của nền đất yếu, điều kiện địa chất công trình phức tạp.
	II.D ₅			Bãi bãi ven sông, địa hình khó bằng phẳng, cao 1-3m	Cấu trúc nhiều lớp phức tạp. Trên là sét pha, dưới là cát pha.	Nhiều tầng chứa nước mức nước sâu $> 5 \text{ m}$	Sụt đất, sụt biển.	Sét pha, cát pha, bùn $m_{0.1}^{1.2} \text{ kg}$ $\gamma = 1.70 - 1.85 \text{ kg/m}^3$ $a = 0.028 - 0.13 \text{ cm/kg}$, $R_f = 0.5 - 1.8 \text{ kg/cm}^2$	Sức chịu tải của đất hơi yếu, khó thuận lợi cho xây dựng dân dụng.
	II.D ₆			Bãi bãi ven sông, địa hình khó bằng phẳng, cao 0.5-3m.	Cấu trúc nhiều lớp phức tạp. Trên thường là cát pha, dưới là sét pha, bùn.	Chiều sâu mực nước ngầm $< 2 \text{ m}$.	Phát triển đa dạng xói ló, bờ, xói ngầm, đất chảy, sụt biển, dăm lầy và đất lầy hóa.	Sét pha, cát pha, bùn $m_{0.1}^{1.2} \text{ kg}$ $R_f = 0.5 - 1.8 \text{ kg/cm}^2$	Rất không thuận tiện cho xây dựng và công nghiệp vì bị lún hàng năm. điều kiện địa chất công trình rất phức tạp.
	II.D ₇			Cát khoáng trung thấp tích tụ sông - dăm lầy. Bề mặt không phẳng lầy thụt.	Cấu trúc nhiều lớp phức tạp. Đất yếu lợ trên mặt. Dưới là sét pha, sét.	Chiều sâu mực nước ngầm $< 2 \text{ m}$.	Phát triển đất chảy, dăm lầy và đất lầy hóa.	Sét pha, bùn $m_{0.1}^{1.2} \text{ kg}$ $R_f < 0.5 \text{ kg/cm}^2$	Rất không thuận lợi cho xây dựng, thường phải vét bùn, điều kiện địa chất công trình phức tạp.
	II.D ₈			Bãi triều cao, tích tụ sông biển - dăm lầy tuổi Holocen muộn. Địa hình không bằng phẳng, có chỗ lầy thụt.	Cấu trúc nhiều lớp rất phức tạp, đất yếu lợ trên mặt dày $> 2 \text{ m}$. Dưới là sét pha, cát pha, bùn.	Ngầm nước liên kết mạnh.	Đất chảy và xói ngầm dăm lầy và đất lầy hóa.	Sét pha, cát pha, bùn $m_{0.1}^{1.2} \text{ kg}$ $\gamma = 1.75 - 1.85 \text{ kg/m}^3$ $S = 0.84 - 1.40$ $a = 0.034 - 0.08 \text{ cm/kg}$, $R_f = 0.5 - 1.8 \text{ kg/cm}^2$	Sức chịu tải của đất kém, rất không thuận tiện cho xây dựng, thường phải vét bùn hoặc đắp nền bằng điều kiện địa chất công trình phức tạp.
	II.D ₉			Bãi triều thấp tích tụ biển hiện đại, mặt địa hình hơi nghiêng ra biển, có chỗ bị lầy thụt.	Cấu trúc nhiều lớp rất phức tạp, trên là cát, bùn cát, dưới là cát pha.	Ngầm nước biển mặn.	Bi tác động của sóng biển phá hủy.	Cát, cát pha, nước ngầm mặn. $m_{0.1}^{1.2} \text{ kg}$	Sức chịu tải của đất yếu, bị ngập nước biển. Rất không thuận tiện cho xây dựng.

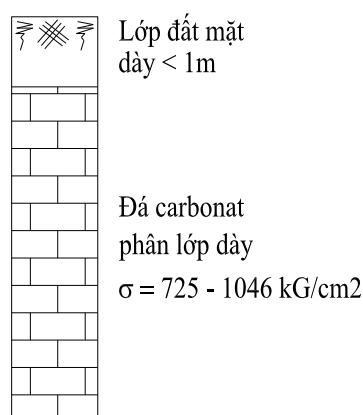
LIU THƯ ĐỊA CHẤT
55 2444

Bản vẽ số: 6 Mảnh 2
Tóm tắt thuyết minh phân vùng địa chất công trình

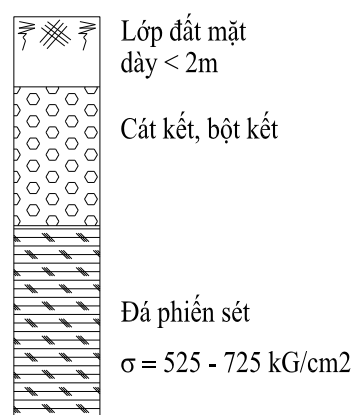
d. Xây dựng địa tầng tiêu biểu cho các phân vùng địa chất công trình thành phố Hải Phòng.

- Vùng I-A: Đây là vùng núi Karst bóc mòn cao 200 – 400m, sườn lởm chởm vách đứng, địa hình bị chia cắt mạnh. Phân bố chủ yếu ở huyện đảo Cát Bà, bắc Thủy Nguyên. Trầm tích carbonat gồm đá vôi, đá vôi silic, vôi sét, sét vôi. Như vậy địa tầng tiêu biểu ở đây chủ yếu là đá carbonat phân lớp dạng khối, cường độ kháng nén trung bình ở khoảng $\sigma = 725 - 1046 \text{ kG/cm}^2$. (**Hình 2.4**)

- Vùng I-B: đây là vùng đồi, núi sót có sườn xâm thực – bóc mòn, bị chia cắt cao 30 – 100m, dốc 20%. Phân bố chủ yếu ở bắc Thủy Nguyên, một số điểm thuộc Kiến Thụy. Địa tầng tiêu biểu ở vùng này chủ yếu là đá cát kết, bột kết và đá phiến sét, cường độ kháng nén trung bình khoảng $\sigma = 525 - 725 \text{ kG/cm}^2$. (**Hình 2.5**)



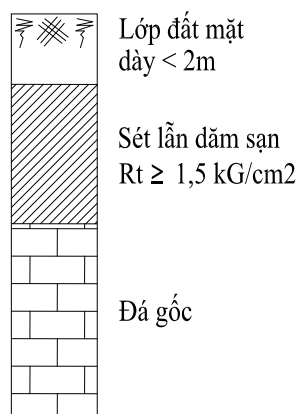
Hình 2.4: Địa tầng vùng I-A



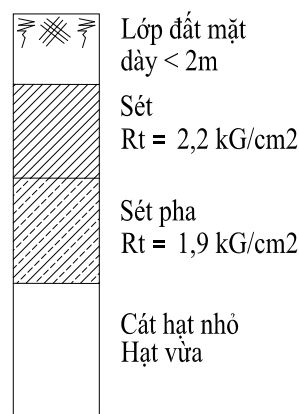
Hình 2.5: Địa tầng vùng I-B

- Vùng II-C: đây là vùng sườn xâm thực tích tụ thoải, dốc $10^0 - 20^0$. Phân bố rải rác ở Kiến Thụy, Thủy Nguyên, Chủ yếu ở Đồ Sơn. Địa tầng tiêu biểu ở vùng này gồm lớp sét lẫn dăm vụn dày từ 1 – 5m, phủ lên trên lớp đá gốc. Sức chịu tải của nền đất $R_0 \geq 1,5 \text{ kG/cm}^2$. (**Hình 2.6**)

- Khu II-D-1: đồng bằng cao 5 – 7m tích tụ Pleistocen muộn bị bóc mòn rửa trôi, địa hình bằng phẳng, bị chia cắt yếu. Chủ yếu phân bố tại phía tây nam và bắc huyện Thủy Nguyên. Địa tầng tiêu biểu gồm hai lớp: trên là sét hoặc sét pha, dưới là cát hạt nhỏ hoặc hạt vừa. Cột địa tầng điển hình ($\text{maQ}_{\text{III}}^2 \text{vp}_2$). (**Hình 2.7**)



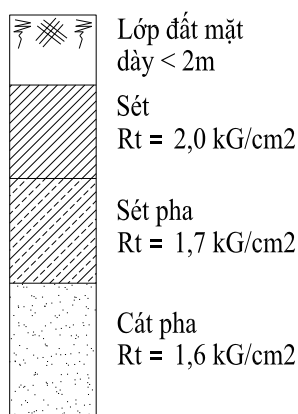
Hình 2.6: Địa tầng vùng II-C



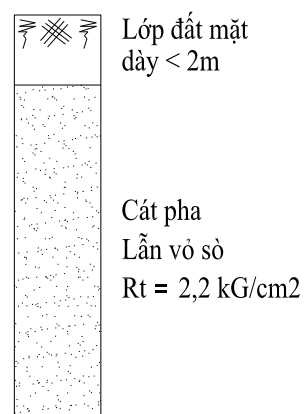
Hình 2.7: Địa tầng khu II-D-1

- Khu II-D-2: đồng bằng cao 2 – 4m, tích tụ Holocen sớm – giữa, địa hình bằng phẳng, phân bố tại An Dương và rải rác ở Thủy Nguyên. Địa tầng tiêu biểu gồm 3 lớp: trên là sét, sét pha, dưới là cát pha. Cột địa tầng tổng hợp ($mQ_{IV}^{1-2}hh_2$). (Hình 2.8)

- Khu II-D-3: đê cát biển, tuổi Holocen muộn, cao 3 – 5m, địa hình bị chia cắt yếu, phân bố nam huyện Vĩnh Bảo, thị trấn Minh Đức, huyện Thủy Nguyên. Địa hình tiêu biểu chủ yếu là cát pha có lẫn vỏ sò. Cột địa tầng tổng hợp ($mQ_{IV}^3tb_1$). (Hình 2.9)



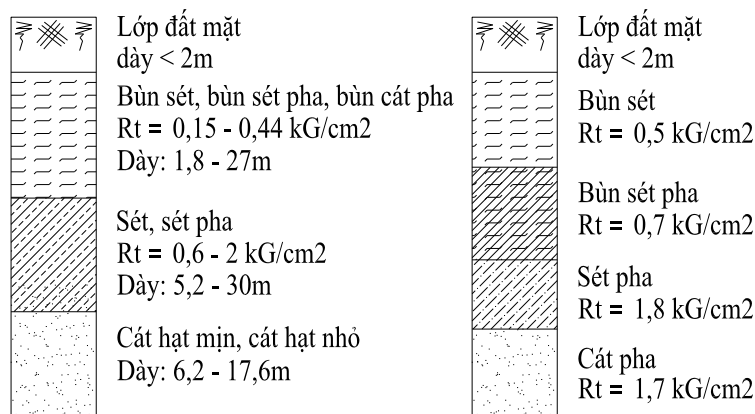
Hình 2.8: Địa tầng khu II-D-2



Hình 2.9: Địa tầng khu II-D-3

- Khu II-D-4: đồng bằng tích tụ sông – biển, tuổi Holocen muộn, địa hình phẳng, xuất hiện trên toàn bộ quận, huyện, đảo của Hải Phòng. Địa tầng tiêu biểu bao gồm: trên là bùn sét, bùn sét pha, dưới là sét, sét pha, cát hạt mịn, hạt nhỏ hoặc cát pha ($amQ_{IV}^3tb_1$). (Hình 2.10)

- Khu II-D-5: bãi bồi cao, tích tụ sông, tuổi Holocen muộn, địa hình bằng phẳng, cao 1 – 3m, phân bố ở Tiên Lãng, Vĩnh Bảo, phía bắc huyện An Dương. Địa tầng tiêu biểu bao gồm: trên là bùn, bùn sét, dưới là sét, sét pha, cát pha ($aQ_{IV}^3tb_2$). (**Hình 2.11**)



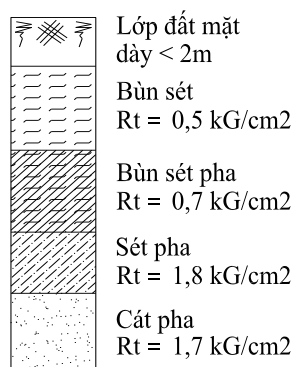
Hình 2.10: Địa tầng khu II-D-4

Hình 2.11: Địa tầng khu II-D-5

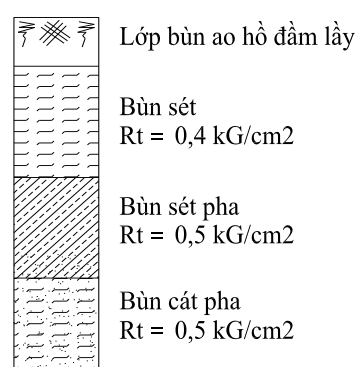
- Khu II-D-6: bãi bồi ven sông, địa hình khá bằng phẳng, cao 3 – 5m, phân bố ven sông Thái Bình, sông Văn Úc. Địa tầng tiêu biểu bao gồm: trên là bùn, bùn sét, dưới là sét, sét pha, cát pha ($aQ_{IV}^3tb_2$)^[7]. (**Hình 2.12**)

- Khu II-D-7: các khoảng trũng thấp tích tụ sông đầm lầy, bề mặt không bằng phẳng, lầy thụt, phân bố ở bắc Thủy Nguyên, phía tây An Lão và một dải khá rộng kéo từ phía đông huyện An Lão sang huyện Kiến Thụy. Địa hình tiêu biểu bao gồm: trên là đất yếu, dưới là bùn sét pha, bùn cát pha ($mbQ_{IV}^{1-2}hh_1$). (**Hình 2.13**)

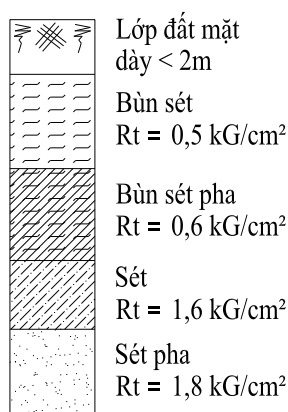
- Khu II-D-8: bãi triều cao, tích tụ sông – biển – đầm lầy, tuổi Holocen muộn, địa hình không bằng phẳng có chỗ lầy thụt, phân bố phía đông nam Thủy Nguyên, phía đông một dải ăn sâu vào thành phố, đảo Đình Vũ, Cát Bà, đông nam Kiến Thụy, nam Tiên Lãng. Địa tầng tiêu biểu bao gồm: trên là đất yếu, dưới là sét pha, cát pha, bùn ($amQ_{IV}^3tb_1$). (**Hình 2.14**)



Hình 2.12: Địa tầng khu II-D-6



Hình 2.13: Địa tầng khu II-D-7



Hình 2.14: Địa tầng khu II-D-8

- Khu II-D-9: bãi triều thấp, tích tụ biển hiện đại, mặt địa hình hơi nghiêng ra biển, có chỗ bị lầy thụt. Phân bố chủ yếu ở cửa sông Lạch Tray, cửa sông Văn Úc, cửa sông Cấm. Tuy nhiên đây là khu vực bãi triều, không tập trung dân cư, khu công nghiệp nên việc xây dựng ở đây rất hạn chế. Tác giả không xây dựng cột địa tầng tại khu vực này^[7].

3.2. Phạm vi nghiên cứu của bài toán xử lý nền đất yếu bằng cọc cát cho công trình tại Hải Phòng.

Trong phạm vi lãnh thổ Hải Phòng phân bố rất nhiều loại đất có tuổi và nguồn gốc khác nhau. Cấu trúc nền đất Hải Phòng rất phức tạp, hầu hết diện tích thành phố có kiểu nền nhiều lớp và đều có mặt lớp đất yếu. Với đặc điểm về điều kiện địa chất công trình phức tạp, tác giả tiến hành phân chia khu vực nghiên cứu thành 12 khu chính như sau:

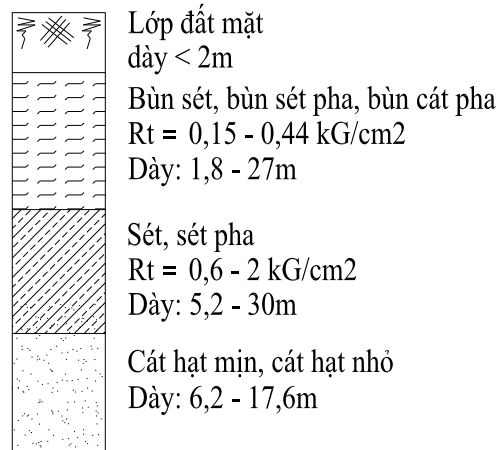
- Khu I-A, I-B, II-C: là vùng đồi núi (phân bố ở khu vực Kiến An, Thủy Nguyên, Đồ Sơn, đảo Cát Bà). Địa tầng chủ yếu là cát kết, bột kết, phiến sét, sét lẫn dăm sạn phủ lên đá gốc. Là điển hình cho cấu trúc nền 1 lớp. Khu địa chất

này khi có công trình xây dựng thì không cần thiết sử dụng các biện pháp xử lý, gia cố nền móng nên trong phạm vi nghiên cứu của luận văn của mình, tác giả không xét đến các khu này.

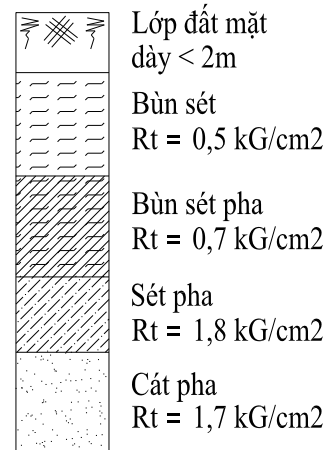
- Khu II-D-1,2,3: địa hình chủ yếu là đồng bằng cao từ 2 – 7m. Địa tầng chủ yếu là sét, sét pha, cát pha, cát hạt nhỏ, cát pha lẫn vỏ sò. Phân bố trên diện tích nhỏ hẹp tại các huyện ngoại thành như Thủy Nguyên, An Dương, Vĩnh Bảo. Đại diện cho cấu trúc nền 2 – 3 lớp và là khu vực có điều kiện địa chất khá tốt. Khu địa chất này khi có công trình xây dựng thì không cần thiết sử dụng các biện pháp xử lý, gia cố nền móng nên trong phạm vi nghiên cứu của luận văn cũng không xét đến khu này.

- Khu II-D-4,8: là khu vực đồng bằng tích tụ sông – biển, khu vực bãi triều cao tích tụ sông, biển, đầm lầy, tuổi Holocen muộn. Đây là một khu vực rất bất lợi cho việc xây dựng các công trình. Ngoài lớp đất mặt (thường là đất lấp, đất tôn nền thành phần phức tạp), ngay phía dưới là một lớp đất yếu (bùn sét, bùn sét pha, bùn cát pha) phân bố rất rộng, dày từ 1,8 – 27m; sức chịu tải qui ước $R_0 = 0,15 - 0,44 \text{ kG/cm}^2$. Vì vậy khi xây dựng công trình cần chú ý sử dụng các biện pháp xử lý, gia cố nền móng công trình. Trong nội dung luận văn coi đây là nền đất yếu dạng I. (**Hình 2.15**)

- Khu II-D-5,6,7: là vùng bãi bồi cao, bãi bồi thấp ven sông Cửa Cấm, Văn Úc, Lạch Tray, các khoảng trũng thấp, bãi triều cao, bãi triều thấp ven biển. Địa tầng chủ yếu là đất lộ ra trên mặt dày $> 2\text{m}$, trên là bùn, sét, sét pha, dưới là cát pha. Đây là vùng có điều kiện địa chất là các lớp đất yếu, vì vậy khi xây dựng công trình cần chú ý sử dụng các biện pháp xử lý, gia cố nền móng công trình. Trong nội dung luận văn coi đây là nền đất yếu dạng II. (**Hình 2.16**)



Hình 2.15: Nền đất yếu dạng I



Hình 2.16: Nền đất yếu dạng II

- Khu II-D-9: Đây là khu vực bãi triều thấp không có dân cư sinh sống, không có các khu công nghiệp, việc xây dựng công trình ở đây rất hạn chế. Trong nội dung luận văn tác giả không xét đến vùng này.

Với đặc điểm điều kiện địa chất công trình ở Hải Phòng tạo bởi các lớp đất yếu có tính thấm nhỏ, bề dày lớn như đã trình bày tại phần địa chất thì các phương pháp cải tạo sâu như bắc thấm, giếng cát, cọc cát, trụ đá, là thích hợp. Trong số các phương pháp này thì phương pháp xử lý bằng cọc cát có thể rút ngắn được thời gian thi công, công trình nhanh được xây dựng và đưa vào sử dụng.

Hiệu quả của nó cũng đã được minh chứng ở nhiều nước trên thế giới như Nhật, Pháp, Mỹ, Thái Lan.... Nhưng ở khu vực Hải Phòng cũng như ở Việt Nam cho đến nay thì việc áp dụng phương pháp cọc cát trong gia cố nền đất yếu còn hạn chế.

3.3. Thực trạng và kinh nghiệm ở Hải Phòng và gia cố nền đất yếu bằng cọc cát:

3.3.1. Tính toán thiết kế xử lý nền đất yếu trên đường cao tốc Hải Phòng – Hà Nội đoạn tuyến từ KM+000 đến KM3+000 bằng phương pháp cọc cát (Tham khảo tài liệu tính toán của Công ty CP Đầu tư xây dựng Hải Phòng).

Đoạn tuyến trên bao gồm các phân đoạn sau:

+ Phân đoạn từ Km0+000 đến Km0+750, đặc trưng cho phân đoạn này là mặt cắt 2, có tổng bề dày các lớp đất yếu là 2,3m và chiều dài phân đoạn này là 750m.

+ Phân đoạn từ Km0+750 đến Km2+300, đặc trưng cho phân đoạn này là mặt cắt 1, có tổng bề dày các lớp đất yếu là 7,3m và chiều dài phân đoạn này là 1550m.

+ Phân đoạn từ Km2+300 đến Km3+000, đặc trưng cho phân đoạn này là mặt cắt 3, có tổng bề dày các lớp đất yếu là 1,8m và chiều dài phân đoạn này là 700m.

Do cấu trúc địa chất, chiều cao đắp của từng phân đoạn khác nhau, nên thiết kế xử lý nền đất bằng cọc cát cho từng phân đoạn cũng khác nhau. Dưới đây là quá trình thiết kế xử lý cọc cát cho từng phân đoạn:

3.3.2 Thiết kế xử lý phân đoạn từ Km0+750 đến Km2+300

a. Tính toán diện tích cần xử lý

Theo kết quả kiểm toán, do đường mất ổn định trượt cục bộ, nền phải xử lý bằng phương pháp đắp thêm bộ phản áp. Đồng thời cũng làm đường cho các phương tiện thô sơ và người đi bộ ở hai bên đường.

Theo toán đồ của Pilot và Moreau:

+ Chiều rộng của bộ phản áp bằng 2/3 chiều dày lớp đất yếu: $B_p = 5\text{m}$.

+ Chiều cao của bộ phản áp bằng 40÷50% chiều cao nền đường H_d : $H_p = 2\text{m}$.

Vì vậy cần phải xử lý cả nền đất của bộ phản áp. Tổng chiều rộng của nền phải xử lý trung bình là $b = 4 \times 1,5 \times 2 + 40 + 5 \times 2 = 62\text{m}$.

Chiều dài của đoạn tuyến từ Km0+750-Km2+300 cần xử lý là $a = 1550\text{m}$.

Vậy, diện tích cần xử lý bằng cọc cát lấy bằng diện tích của nền đường bao gồm cả nền đất của bộ phản áp.

$$S = 1550 \times 62 = 96100 \text{ (m}^2\text{)}$$

b. Tính toán chiều sâu xử lý

Chiều sâu xử lý cũng chính là chiều dài cọc, phụ thuộc vào cấu trúc nền đất yếu và chiều sâu vùng hoạt động nén ép của công trình. Như đã đánh giá ở chương dự báo các vấn đề địa chất công trình, chiều sâu vùng hoạt động nén ép là 29,8m lớn hơn chiều sâu của lớp đất yếu nên ta lấy chiều sâu xử lý bằng chiều sâu của lớp đất yếu. Bao gồm:

+ Lớp 3: Sét màu xám vàng, xám xanh, trạng thái dẻo mềm; bề dày 1,5m;

+ Lớp 4: Bùn sét lẫn hữu cơ, màu xám ghi, xám đen; bề dày 1,4m;

+ Lớp 5: Bùn sét pha màu xám nâu, xám tro, xám đen; bề dày 5,9m.

Như vậy, chiều sâu lớp đất yếu là 8,8m, chọn chiều sâu gia cố qua toàn bộ lớp đất yếu phía trên, vào tới lớp 6 - Cát hạt nhỏ, màu xám ghi, xám đen, kết cấu xốp, nên chọn chiều dài cọc cát là 10m.

c. Tính toán đường kính và khoảng cách giữa các cọc

Đường kính cọc được xác định phụ thuộc vào chiều sâu cần xử lý và quy mô tải trọng công trình. Chiều sâu gia cố lớn thì đường kính cọc gia cố cần tăng lên để cọc không quá mảnh, đảm bảo cọc ổn định trong nền đất. Ngoài ra, lựa chọn đường kính cọc còn phụ thuộc vào khả năng của thiết bị chế tạo cọc gia cố, phù hợp với năng lực thiết bị, đảm bảo thi công nhanh, đạt yêu cầu kỹ thuật, kinh tế. Thông thường, đường kính của cọc dao động từ 200 đến 400mm. Cụ thể tại đoạn tuyến này lấy đường kính của cọc cát $\phi = 400\text{mm}$. Thông số tính toán của các lớp thể hiện trong bảng II-1.

Lớp \ Thông số	D	g_n	I_p	W_p	e_0
	g/cm^3	g/cm^3	%	%	-
Lớp 3	2,71	1,00	18,6	26,1	0,997
Lớp 4	2,62	1,00	19,4	40,7	1,991
Lớp 5	2,66	1,00	14,6	33,0	1,472

Bảng II-1: Các thông số tính toán của từng lớp

Chọn: $e_0 = 1,991$ (hệ số rỗng của lớp 4 - bùn sét lẫn hữu cơ - lớp đất yếu nhất)

Xác định e_{nc} theo công thức (1-2):

$$e_{nc} = \frac{\Delta}{\gamma_n} (W_l + 0,5.I_p) = \frac{2,62}{100} (40,7 + 0,5.19,4) = 1,320$$

Khoảng cách giữa các cọc được xác định tùy thuộc vào mạng lưới bố trí cọc. Ở đây, tôi bố trí cọc theo mạng lưới tam giác đều. Vì vậy, khoảng cách của các cọc được tính theo công thức (1-7):

$$L = 0,952.0,4.\sqrt{\frac{1+1,991}{1,991-1,320}} = 0,804 \text{ (m)}$$

d. Tính toán số lượng cọc

Chiều dài của đoạn cần xử lý là 1550m;

Diện tích F_{nc} của nền được nén chặt: $F_{nc} = 1,4b(a + 0,4b)$

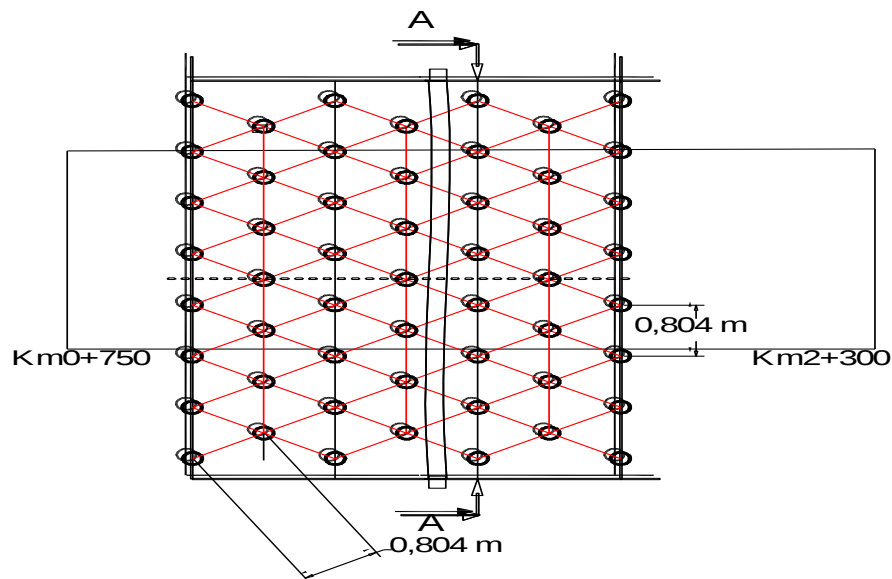
Với $a = 1550m$, $b = 62m \Rightarrow F_{nc} = 1,4 \cdot 62 (1550 + 0,4 \cdot 62) = 136692 (m^2)$

Tỷ lệ diện tích tiết diện các cọc cát đối với diện tích đất nền được nén chặt F_{nc} xác định theo công thức (1-4):

$$\frac{F_c}{F_{nc}} = a_c = \frac{e_0 - e_{nc}}{1 + e_0} = \frac{1,991 - 1,320}{1 + 1,991} = 0,224$$

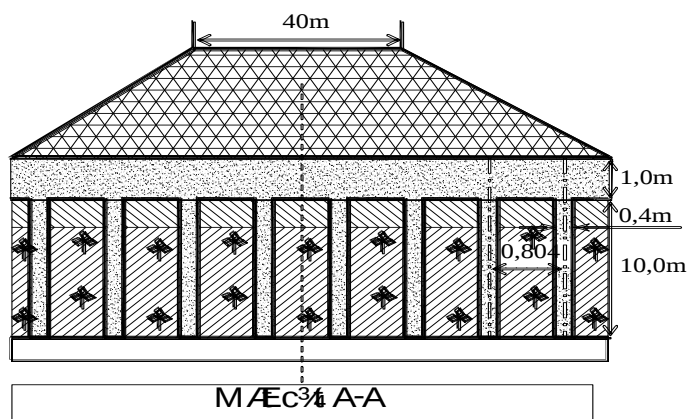
Số lượng cọc được xác định theo công thức (1-5):

$$n = \frac{a_c \cdot F_{nc}}{f_c} = \frac{0,224 \cdot 136692}{\frac{\pi \cdot (0,4)^2}{4}} = 243658$$



(cọc)

Hình: Sơ đồ bố trí cọc cát phân đoạn Km0+750 – Km2+300



Tổng số cọc cần dùng để xử lý cho đoạn từ Km0+750-Km2+300 là: 243658 (cọc).

Độ dài trung bình mỗi cọc là 10m, nên tổng số mét dài cọc là:

$$243658 \times 10 = 2436580 \text{ (m)}$$

2.2. 3. Thiết kế xử lý phân đoạn từ Km2+300 đến Km3+000

a. Tính toán diện tích cần xử lý

Theo toán đồ của Pilot và Moreau:

+ Chiều rộng của bộ phản áp bằng 2/3 chiều dày lớp đất yếu: $B_p = 1,2\text{m}$.

+ Chiều cao của bộ phản áp bằng 40÷50% chiều cao nền đường H_d : $H_p = 2,5\text{m}$.

Vì vậy cần phải xử lý cả nền đất của bộ phản áp. Tổng chiều rộng của nền phải xử lý trung bình là $b = 4,32 \times 1,5 \times 2 + 40 + 1,2 \times 2 = 55,4\text{m}$.

Chiều dài của đoạn tuyến từ Km2+300-Km3+000 cần xử lý là $a = 700\text{m}$.

Vậy, diện tích cần xử lý bằng cọc cát lấy bằng diện tích của nền đường bao gồm cả nền đất của bộ phản áp.

$$S = 700 \times 55,4 = 38780 \text{ (m}^2\text{)}$$

b. Tính toán chiều sâu xử lý

Chiều sâu xử lý cũng chính là chiều dài cọc, phụ thuộc vào cấu trúc nền đất yếu và chiều sâu vùng hoạt động nén ép của công trình. Như đã đánh giá ở chương dự báo các vấn đề địa chất công trình, chiều sâu vùng hoạt động nén ép là 28,8m lớn hơn chiều sâu của lớp đất yếu nên ta lấy chiều sâu xử lý bằng chiều sâu của lớp đất yếu. Bao gồm:

+ Lớp 3: Sét màu xám vàng, xám xanh, trạng thái dẻo mềm; bề dày 1,1m;

+ Lớp 4: Bùn sét lẫn hữu cơ, màu xám ghi, xám đen; bề dày 1,8m;

Như vậy, chiều sâu lớp đất yếu là 2,9m, chọn chiều sâu gia cố qua toàn bộ lớp đất yếu phía trên, vào tới lớp 6 - Cát hạt nhỏ, màu xám ghi, xám đen, kết cấu xốp, nên chọn chiều dài cọc cát là 4m.

c. Tính toán đường kính và khoảng cách giữa các cọc

Tương tự phân tuyến trên, chọn đường kính của cọc cát $\phi = 400\text{mm}$.

Chọn: $e_0 = 1,991$ (hệ số rỗng của lớp 4 - bùn sét lẫn hữu cơ - lớp đất yếu nhất)

Xác định e_{nc} theo công thức (1-2):

$$e_{nc} = \frac{\Delta}{\gamma_n} (W_l + 0,5.I_p) = \frac{2,62}{100} (40,7 + 0,5.19,4) = 1,320$$

Khoảng cách giữa các cọc được xác định tùy thuộc vào mạng lưới bố trí cọc. Ở đây, tôi bố trí cọc theo mạng lưới tam giác đều. Vì vậy, khoảng cách của các cọc được tính theo công thức (1-7):

$$L = 0,952.0,4.\sqrt{\frac{1+1,991}{1,991-1,320}} = 0,804 \text{ (m)}$$

d. Tính toán số lượng cọc

Chiều dài của đoạn cần xử lý là 700m;

Diện tích F_{nc} của nền được nén chặt: $F_{nc} = 1,4b(a + 0,4b)$

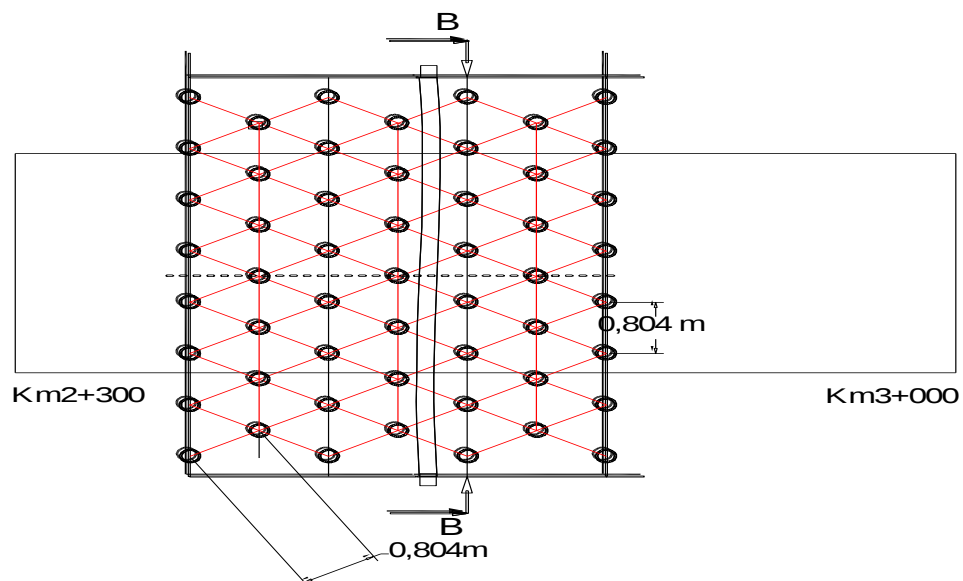
Với $a = 700\text{m}$, $b = 55,4\text{m} \Rightarrow F_{nc} = 1,4.55,4(700 + 0,4.55,4) = 56011 \text{ (m}^2\text{)}$

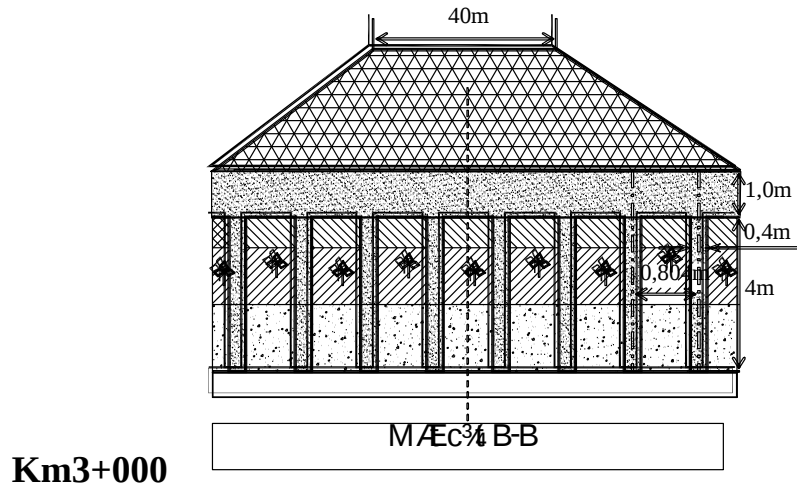
Tỷ lệ diện tích tiết diện các cọc cát F_c đối với diện tích đất nền được nén chặt F_{nc} xác định theo công thức (1-4):

$$\frac{F_c}{F_{nc}} = a_c = \frac{e_0 - e_{nc}}{1 + e_0} = \frac{1,991 - 1,320}{1 + 1,991} = 0,224$$

Số lượng cọc được xác định theo công thức (1-5):

$$n = \frac{a_c.F_{nc}}{f_c} = \frac{0,224.56011}{\frac{\pi.(0,4)^2}{4}} = 99842 \text{ (cọc)}$$



Hình: Sơ đồ bố trí cọc cát phân đoạn Km2+300-

Tổng số cọc cần dùng để xử lý cho đoạn từ Km2+300-Km3+000 là 99842 (cọc).

Độ dài trung bình mỗi cọc là 4m, nên tổng số mét dài cọc là:

$$99842 \times 4 = 399368 \text{ (m)}$$

2.2.4. Thiết kế khối lượng cần xử lý phân đoạn từ Km0+000 đến Km0+750.

a. Tính toán diện tích cần xử lý

Theo toán đồ của Pilot và Moreau:

+ Chiều rộng của bộ phản áp bằng 2/3 chiều dày lớp đất yếu: $B_p = 1,5\text{m}$.

+ Chiều cao của bộ phản áp bằng 40÷50% chiều cao nền đường H_d : $H_p = 2,5\text{m}$.

Vì vậy cần phải xử lý cả nền đất của bộ phản áp. Tổng chiều rộng của nền phải xử lý trung bình là $b = 3,23 \times 1,5 \times 2 + 40 + 1,5 \times 2 = 53\text{m}$.

Chiều dài của đoạn tuyến từ Km0+000-Km0+750 cần xử lý là $a = 750\text{m}$.

Vậy, diện tích cần xử lý bằng cọc cát lấy bằng diện tích của nền đường bao gồm cả nền đất của bộ phản áp.

$$S = 750 \times 53 = 39750 \text{ (m}^2\text{)}$$

b. Tính toán chiều sâu xử lý

Chiều sâu xử lý cũng chính là chiều dài cọc, phụ thuộc vào cấu trúc nền đất yếu và chiều sâu vùng hoạt động nén ép của công trình. Như đã đánh giá ở chương dự báo các vấn đề địa chất công trình, chiều sâu vùng hoạt động nén ép là 24,8m lớn hơn chiều sâu của lớp đất yếu nên ta lấy chiều sâu xử lý bằng chiều sâu của lớp đất yếu. Bao gồm:

- + Lớp 3: Sét màu xám vàng, xám xanh, trạng thái dẻo mềm; bề dày 1,7m;
- + Lớp 4: Bùn sét lẫn hữu cơ, màu xám ghi, xám đen; bề dày 1,1m;
- + Lớp 5: Bùn sét pha màu xám nâu, xám tro, xám đen; bề dày 1,2m;

Như vậy, chiều sâu lớp đất yếu là 4m, chọn chiều sâu gia cố qua toàn bộ lớp đất yếu phía trên, vào tới lớp 7 - Cát hạt trung màu nâu vàng, trạng thái xốp, nên chọn chiều dài cọc cát là 5m.

c. Tính toán đường kính và khoảng cách giữa các cọc

Tương tự phân tuyến trên, chọn đường kính của cọc cát $\phi = 400\text{mm}$.

Chọn: $e_0 = 1,991$ (hệ số rỗng của lớp 4 - bùn sét lẫn hữu cơ - lớp đất yếu nhất)

Xác định e_{nc} theo công thức (1-2):

$$e_{nc} = \frac{\Delta}{\gamma_n} (W_l + 0,5.I_p) = \frac{2,62}{100} (40,7 + 0,5.19,4) = 1,320$$

Khoảng cách giữa các cọc được xác định tùy thuộc vào mạng lưới bố trí cọc. Ở đây, tôi bố trí cọc theo mạng lưới tam giác đều. Vì vậy, khoảng cách của các cọc được tính theo công thức (1-7):

$$L = 0,952.0,4.\sqrt{\frac{1+1,991}{1,991-1,320}} = 0,804 \text{ (m)}$$

d. Tính toán số lượng cọc

Chiều dài của đoạn cần xử lý là 750m;

Diện tích F_{nc} của nền được nén chặt: $F_{nc} = 1,4b(a + 0,4b)$

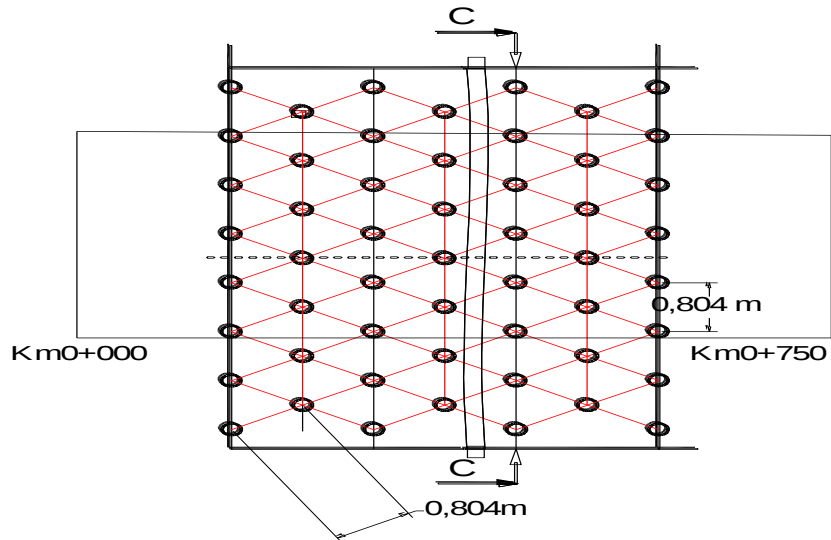
Với $a = 750\text{m}$, $b = 53\text{m} \Rightarrow F_{nc} = 1,4 \cdot 53 (750 + 0,4 \cdot 53) = 57223 \text{ (m}^2\text{)}$

Tỷ lệ diện tích tiết diện các cọc cát F_c đối với diện tích đất nền được nén chặt F_{nc} xác định theo công thức (1-4):

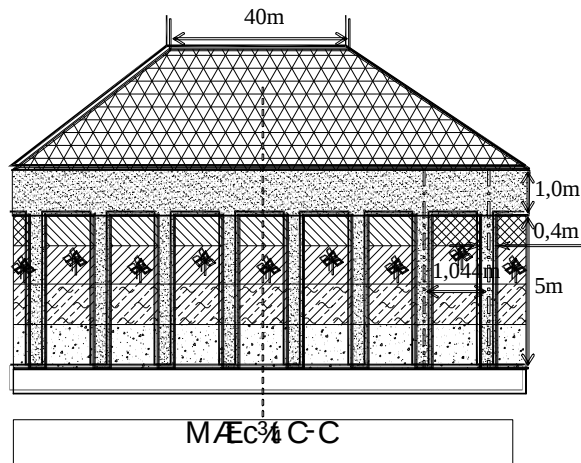
$$\frac{F_c}{F_{nc}} = a_c = \frac{e_0 - e_{nc}}{1 + e_0} = \frac{1,991 - 1,320}{1 + 1,991} = 0,224$$

Số lượng cọc được xác định theo công thức (1-5):

$$n = \frac{a_c \cdot F_{nc}}{f_c} = \frac{0,224 \cdot 57223}{\frac{\pi \cdot (0,4)^2}{4}} = 102002 \text{ (cọc)}$$



Hình: Sơ đồ bố trí cọc cát phân đoạn Km0+000 – Km0+750



Tổng số cọc cần dùng để xử lý cho đoạn tuyến từ Km0+000-Km0+750 là 102002 (cọc).

Độ dài trung bình mỗi cọc là 5m, nên tổng số mét dài cọc là:

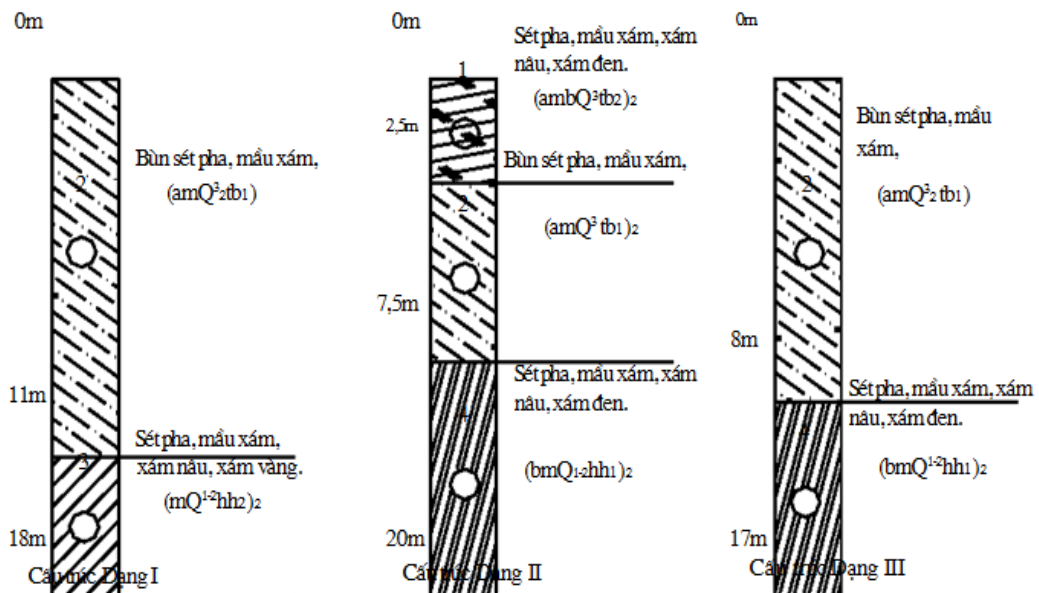
$$102002 \times 5 = 510010 \text{ (m)}$$

2.4.5. Kết quả quan trắc lún :

- Hiện tại công trình đã đưa vào sử dụng nhưng chưa có kết quả quan trắc lún do vậy trong đề tài này vẫn còn hạn chế việc đánh giá độ lún của công trình khi đã được được gia cố bằng cọc cát.

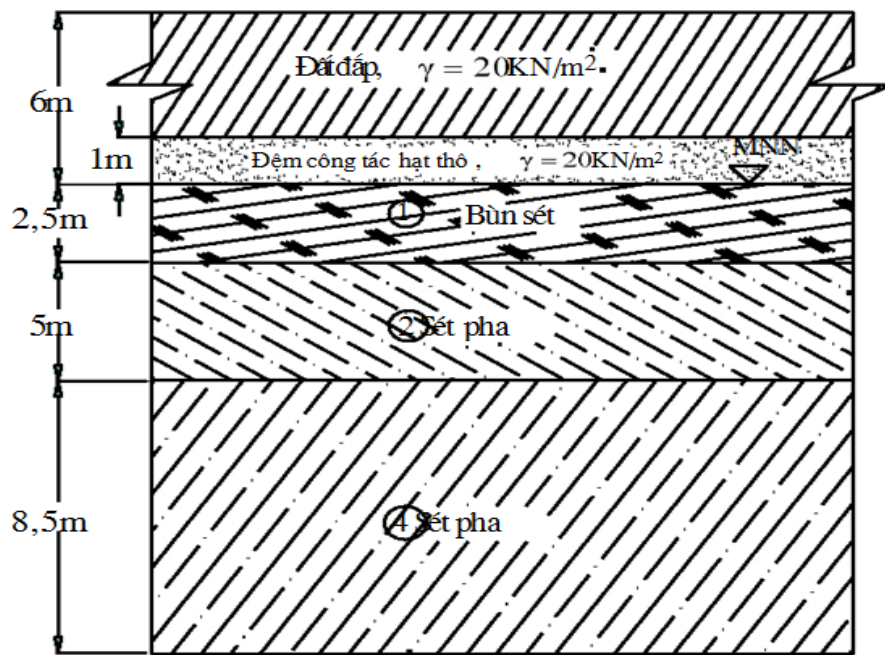
3.4. Phạm vi nghiên cứu của bài toán gia cố nền đất yếu bằng cọc cát ở khu vực Hải Phòng.

Đối tượng nghiên cứu là khu vực có nền đất yếu khá phức tạp và chịu tác dụng của các dạng tải trọng khác nhau. Do vậy việc nghiên cứu giải pháp cọc cát trong việc xử lý nền đất yếu của khu vực Hải Phòng để đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu thực tế là khó thực hiện được, nên trong phạm vi nội dung đề tài luận văn chỉ tập trung vào bài toán nghiên cứu đánh giá khả năng xử lý nền đất yếu của giải pháp cọc cát đối với 3 dạng nền tiêu biểu có đặc điểm địa chất như hình 3.1, trong trường hợp điển hình nhất và phổ biến nhất là nền đất chịu tải trọng phân bố đều trên diện tích chịu tải.



Hình 3.1. Các mặt cắt địa chất tiêu biểu cho dạng nền I,II,II
khu vực Hải Phòng

Tải trọng phân bố đều trong bài toán được mô hình hoá bởi một khối đất đắp cao 5 m cộng với 1m đệm công tác hạt thô là $P = 6 \text{ m} \times 20 \text{ KN/m}^3 = 120 \text{ KN/m}^3$ như chỉ ra trên hình 3.2.



Hình 3.2. Mô hình đất yếu dạng II chưa gia cường chịu tác dụng của tải trọng

3.4.1. Tính tổng độ lún

Nền đất yếu nhiều lớp chưa được gia cố bằng cọc cát dưới tác dụng của tải trọng công trình.

Tiêu biểu cho việc tính toán thiết kế giải pháp gia cố của ba dạng nền phân bố phổ biến nhất ở khu vực Hải Phòng đó là dạng nền II với cấu trúc nền đất tạo bởi ba lớp yếu khác như hình 3.2, chịu tải trọng của khối đất đắp.

Tổng độ lún cuối cùng của nền đất yếu dưới tải trọng phân bố đều của khối đất đắp phía trên được xác định theo công thức:

$$S = S_i + S_c + S_s \quad (3.1)$$

Trong đó:

S : tổng độ lún ổn định cuối cùng, m, (mm).

S_i : độ lún tức thời, m, (mm).

S_c : độ lún cổ kết ban đầu, m, (mm).

S_s : độ lún thứ cấp; m, (mm).

Hiện nay có nhiều phương pháp tính tổng độ lún S cũng như các trị số độ lún thành phần (S , S_c , S_s) như phương pháp cộng lớp, phương pháp lớp đất tương đương, phương pháp cân bằng, phương pháp phần tử hữu hạn. Dưới đây tác giả luận văn xin trình bày một trong số phương pháp tính toán nói trên đó là phương pháp cộng lớp tương đương và phương pháp cân bằng để xác định tổng độ lún cuối cùng của nền đất yếu dưới tải trọng khối đất đắp phía trên.

Giả thiết trụ tròn có đường kính $B = 2b = 1,9\text{m}$. Chịu tải trọng phân bố đều là $p = 120 \text{ KN/m}^2$. Khi đó ta có sơ đồ ứng suất như hình 5.3.

Tổng độ lún của nền ba lớp được tính toán theo công thức (5.1) các trị số độ lún thành phần được xác định như sau:

a. Độ lún tức thời:

Theo phương pháp gần đúng của Janbu cải tiến, ta có :

Hiện nay có nhiều phương pháp tính tổng độ lún S cũng như các trị số độ lún thành phần (S , S_c , S_s) như phương pháp cộng lớp, phương pháp lớp đất tương đương, phương pháp cân bằng, phương pháp phần tử hữu hạn. Dưới đây là phương pháp cộng lớp tương đương và phương pháp cân bằng để xác định tổng độ lún cuối cùng của nền đất yếu dưới tải trọng khối đất đắp phía trên.

Để thuận lợi cho việc kiểm chứng các kết quả giữa hai phương pháp tính tay và tính máy có sự hỗ trợ của phần mềm Plaxis tác giả luận văn sử dụng mô hình hoá trụ tròn đơn vị đất để tính.

Giả thiết trụ tròn có đường kính $B = 2b = 1,9\text{m}$. Chịu tải trọng phân bố đều là $p = 120 \text{ KN/m}^2$. Khi đó ta có sơ đồ ứng suất như hình 3.3.

Tổng độ lún của nền ba lớp được tính toán theo công thức các trị số độ lún thành phần được xác định như sau:

Theo phương pháp gần đúng của Janbu cải tiến, ta có:

$$S_i = \mu_0 * \mu_1 \frac{P * B}{E_s^*} \quad (3.2)$$

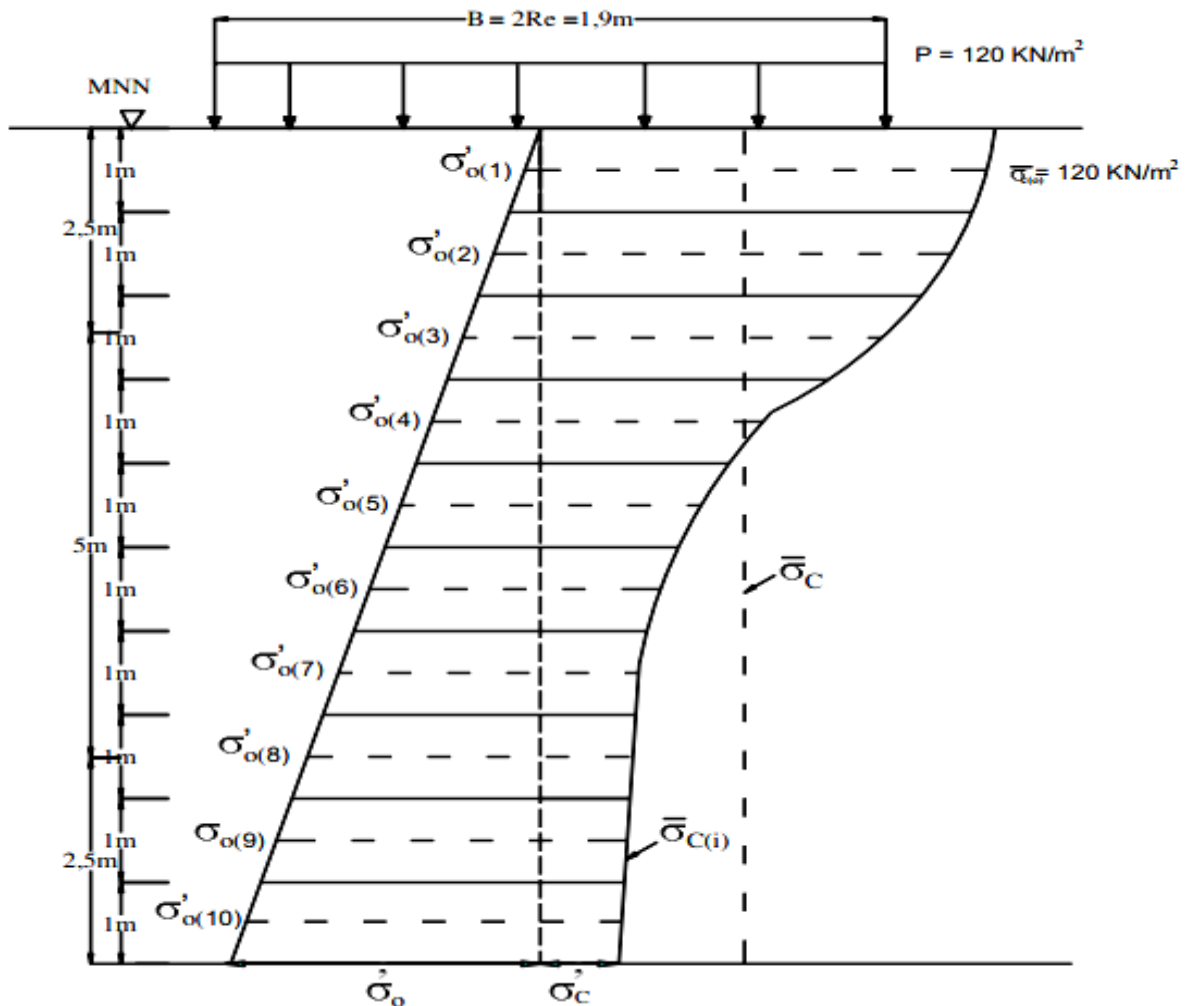
Trong đó:

μ_0 : là hệ số ảnh hưởng đối với độ sâu chôn móng so với bề dày mặt đất (D):

Ta có: $D/B = 0$ nên $\mu_0 = 1,0$.

μ_1 : là hệ số ảnh hưởng đối với hình dạng móng, bài toán đang xét có tiết diện móng hình tròn và $H/B = 16/1,9 = 8,4$ nên ta được $\mu_1 = 0,57$.

$$E_s^* = \frac{\sum_{i=1}^n E_{oi} h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} = \frac{2714 * 2,5 + 1622 * 5 + 2148 * 2,5}{2,5 + 5 + 2,5} = 2027 \text{ KN / m}^2$$



Hình 3.3. Sơ đồ tính toán tổng độ lún của nền đất yếu nhiều lớp theo phương pháp cân bằng.

Thay các trị số vào công thức vào (3.2) ta nhận được:

$$S_1 = 1,0 * 0,57 * \frac{120 * 1,9}{2027} = 0,064m$$

b. Độ lún cố kết ban đầu (Sc):

Theo phương pháp cân bằng, ta có:

$$S_i = \sum_1^n e_i * \Delta H \quad (3.3)$$

Trong đó:

$$\Delta e_i^* = \frac{C_{ci}}{1 + e_{oi}} \log \left[\frac{\sigma'_{oi} + \sigma_{ci}}{\sigma_{oi}} \right] \quad (3.4)$$

ΔH_i : Chiều dày từng lớp đất phân bố, trong trường hợp bài toán này lấy $\Delta H_i = 1m$

σ'_{oi} : Ứng suất hữu hiệu tầng phủ ở giữa từng lớp đất phân bố đã chia.

Kết quả tính độ lún cố kết ban đầu (Sc) được lập chia thành bảng dưới đây:

Bảng 3.4. Kết quả tính toán độ lún cố kết ban đầu của nền cấu trúc dạng II chưa được gia cố bằng cọc cát.

Lớp thứ (i)	ΔH (m)	σ_{oi} (KN/m ²)	σ_{ci} (KN/ m ²)	Δe_i^*	$S_c = \sum_1^n \Delta e_i^* \Delta H_i$
1	1	4	107,9	0,187	0,187
2	1	12	47,6	0,090	0,090
3	1	20	22,0	0,042	0,042
4	1	26	12,1	0,021	0,021
5	1	32	7,6	0,012	0,012
6	1	38	5,2	0,007	0,007
7	1	44	3,7	0,005	0,005
8	1	50	2,8	0,003	0,003
9	1	57	2,2	0,002	0,002
10	1	64	1,8	0,002	0,002
Tổng cộng :					$S_c = 0,37m$

c. Độ lún thứ cấp (S_s):

Giả sử $S_s = 0,25 \times S_c = 0,25 \times 0,37 = 0,093 \text{ m}$.

Vậy độ lún của nền tạo bởi 3 lớp đất yếu dưới tác dụng của tải trọng 120 KN/m^2 do khối đất đắp phía trên gây ra là:

$$S = 0,064 + 0,37 + 0,093 = 0,52 \text{ m}$$

Vậy tổng độ lún là: $S = 520 \text{ mm}$

3.4.2. Nền đất yếu nhiều lớp được gia cố bằng cọc cát:

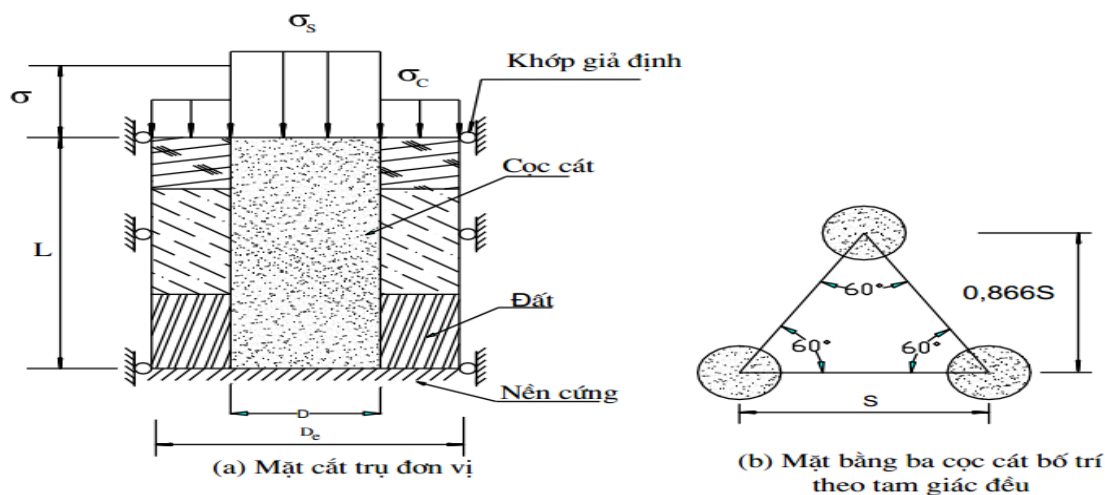
Giả thiết các cọc cát gia cường nền đất yếu được bố trí theo sơ đồ tam giác đều, tỉ số diện tích thay thế $a_s = 0,1$; tỉ số giữa chiều dài cọc cát với đường kính của nó $L/D = 5$. Vật liệu cát làm cọc có tính chất như bảng 5.1. Với $E_0 = 20000 \text{ KN/m}^2$, Do khối lượng tính toán lớn, nên trong luận văn này, tác giả đi vào tính toán cụ thể trường hợp gia cường ba dạng nền đất yếu (dạng I, dạng II, dạng III), bằng giải pháp cọc cát với giá trị $a_s = 0,1$, $L = 10 \text{ m}$, $L/D = 20$. Trong đó chỉ trình bày chi tiết các bước tính toán cho trường hợp nền không đồng nhất 3 lớp (dạng II).

Ta có: $a_s = 0,907(D/S)^2$

$$a_s = 0,907(0,6/1,8)^2 = 0,1$$

$$D_e = 1,05.S = 1,05 \times 1,8 \text{ m} = 1,9 \text{ m}$$

$$R_e = 0,95 \text{ m}$$



Hình 3.4 Sơ đồ trụ đơn vị (a) và mặt bằng bố trí theo hình tam giác đều (b).

a. Tính hệ số tiếp trung bình suất:

$$\overline{E_c} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} = 2274 \text{ KN / m}^2$$

Ta có Môđun đàn hồi của nền đất:

Vậy ta có tỷ số:

Theo mối tương quan giữa n và tỉ số E_s/E_c tại hình 3.4 ta tìm được $n=2,4$

$$\mu_c = \frac{1}{1+n-1a_s} = \frac{1}{1+2,4-1*0,1} = 0,87$$

Hệ số giảm ứng suất trong đất sét yếu bao quanh đầu cọc cát, được tính:

$$\frac{E_s}{E_c} = \frac{20000}{2274} = 9$$

b. Tính độ lún cố kết ban đầu:

Độ lún cố kết ban đầu của nền đất yếu đã gia cường bằng cọc cát dưới tác dụng của khối đắp bên trên có giá trị $P = 120 \text{ KN/m}^2$ được kết quả được lập thành bảng sau:

Lớp thứ i	$\Delta H_i(\text{m})$	$\sigma'_{o(i)}(\text{KN/m}^2)$	$\sigma_{c(i)}(\text{KN/m}^2)$	$\mu_c * \sigma_{c(i)}(\text{KN/m}^2)$	Δe_i	$S_c = \sum_1^n \Delta e_i * \Delta H_i$
1.	1	4	107,9	94,6	0,18	0,18
2.	1	12	47,6	41,8	0,084	0,084
3.	1	20	22,0	19,3	0,038	0,038
4.	1	26	12,1	14,6	0,019	0,019
5.	1	32	7,6	6,7	0,011	0,011
6.	1	38	5,2	4,5	0,006	0,006
7.	1	44	3,7	3,3	0,004	0,004
8.	1	50	2,8	2,5	0,003	0,003
9.	1	57	2,2	1,9	0,002	0,002
10.	1	64	1,8	1,6	0,001	0,001
Tổng cộng :					$S'_c = 0,35\text{m}$	

Hình 3.5. Kết quả tính toán độ lún cố kết ban đầu cho nền có cấu trúc dạng II đã gia cố bằng cọc cát

3.4.3. Tính toán tốc độ lún cổ kết ban đầu theo thời gian:

a. Tính toán hệ số cổ kết ngang và đứng:

$$\overline{C_h} = \frac{\sum_1^n h_i * \sqrt{C_{hi}}}{\sum_1^n h_i^2}$$

$$\overline{C_h} = 0,014(m^2 / ngaydem)$$

$$\overline{C_h} = \frac{2,5\sqrt{0,016} + 5\sqrt{0,01} + 2,5\sqrt{0,017}}{2,5 + 5 + 2,5} \quad (3.5)$$

Tính toán hệ số cổ kết trung bình theo phương ngang:

Thay vào ta có:

Tính toán hệ số cổ kết trung bình theo phương đứng:

$$\overline{C_v} = \frac{\sum_1^n h_i^2}{\sum_1^n \left(\frac{h_i}{\sqrt{C_{vi}}} \right)^2} \quad (3.6)$$

Theo điều kiện của bài toán:

Tổng mức độ cổ kết trung bình theo phương ngang và phương đứng (U)

$$\overline{C_v} = \frac{\overline{C_h}}{2} = \frac{0,014}{2} = 0,007(m^2 / ngaydem)$$

$$\text{được xác định như sau: } U = 1 - (1 - U_h)(1 - U_v) \quad (3.7)$$

Trong đó:

U_h : Mức độ cổ kết theo phương ngang, được xác định:

$$U_h = 1 - \exp \left[\frac{-8T_h}{F(n)} \right] \quad (3.8)$$

Các cọc cát được bố trí theo sơ đồ tam giác đều với khoảng cách cọc là: $S=1,9m$

$$T_h = \frac{\overline{C_h}}{D_c^2} \cdot t$$

$$C_{hi} = 2C_{vi} \rightarrow C_{vi} = \frac{C_{hi}}{2}$$

Ta có: $De = 1,05 \cdot S = 1,05 \cdot 1,8 = 1,9 m$

Xét thời gian cổ kết $t = 90$ ngày đêm khi đó ta có:

$$T_h = \frac{0,014 \cdot 90}{1,9} = 0,35$$

F(n); Hệ số Barron

$$F_{(n)} = \frac{n^2}{n^2 - 1} \ln(n) - \frac{3n^2 - 1}{4n^2} \quad F_{(3)} = \frac{3^2}{3^2 - 1} \ln(3) - \frac{3 \cdot 3^2 - 1}{4 \cdot 3^2}$$

$$F_{(3)} = 0,51$$

Thay giá trị F(3) vừa tìm được vào công thức (3.8) ta nhận được:

$$U_h = 1 - \exp\left[\frac{-8 \cdot 0,35}{0,51}\right] \quad U_h = 1 - \exp(-55) = 0,99$$

U_v : là mức độ cố kết theo phương đứng :

$$U_v = 1 - \sum \frac{2}{M^2} \exp(-M^2 T_v)$$

$$M = \frac{2m + 1\pi}{2}$$

Ở đây:

T_v : Là hệ số không thứ nguyên theo phương đứng:

$$T_v = \frac{\bar{C}_v}{H^2} \cdot t, \text{ hay } T_v = \frac{0,007}{12^2} \cdot 90 = 0,004$$

Với $T_v = 0,004$ tra bảng ta được $U_v = 10\% = 0,1$

Thay cả giá trị: $U_h = 0,99$ và $U_v = 0,1$ vào công thức (3.7) ta được:

$$U = 1 - (1 - 0,99)(1 - 0,1) = 1 = 100\%$$

-Tốc độ lún cố kết ban đầu sau $t = 90$ ngày đêm của nền đất yếu trước khi gia cường là:

$$S_{0t} = S_c \cdot U_v = 0,37 \cdot 0,1 = 0,037\text{m}$$

- Tốc độ lún cố kết ban đầu sau $t = 90$ ngày đêm của nền đất yếu sau khi gia cường là:

$$S_t = S_{tc} \cdot U = 0,35 \cdot 1 = 0,35 \text{ (m)}$$

Như vậy qua tính toán cho thấy nền đất sau khi được gia cố bằng cọc cát và có nén với tải trọng $P = 120\text{KN/m}^2$ tương ứng với một khối đất cao 6m với $= 20\text{KN/m}^3$ thì trong khoảng thời gian 90 ngày đêm (3 tháng) đã cố kết xong với $U = 100\%$.

3.4.4. Độ lún thứ cấp S_s của nền đất đã gia cường bằng cọc cát

$$S_s = C_{\alpha} \cdot H_{\alpha} \cdot \log_{10} \frac{t_2}{t_1}$$

Trong đó: $C_{\alpha} = 0,005$

$$H_{\alpha} = H - S_c^t = 10 - 0,35 = 9,65\text{m}$$

t_1 : Thời gian bắt đầu lún thứ cấp (thời gian đạt độ lún cố kết được 90%)
 $t_1 = 90$ ngày đêm.

3.4.5. Trị số tăng độ bền của nền đất sau khi gia cố bằng cọc cát:

t_2 : thời gian xảy ra độ lún thứ cấp, giả thiết kéo dài 10 năm.

Vậy độ lún thứ cấp sau 10 năm ($t_2 = 10 \times 365$ ngày đêm)

$$S_s = (0,005) \cdot (9,65) \cdot \log_{10} \left(\frac{10 \cdot 365}{90} \right) = 0,093\text{m}$$

Vậy tổng độ lún của nền đã gia cố bằng cọc cát sau 10 năm là:

$$S_{\Sigma} = S_s + S_c^t = 0,093 + 0,35 = 0,43\text{m}$$

Trị số gia cường độ bền cắt theo thời gian (ΔC_t) do quá trình cố kết của đất nền sau khi được gia cường bằng cọc cát được tính theo công thức:

$$\Delta C_t = K_1 (\sigma^* \mu_c)(U) = \frac{C}{\sigma} \sigma^* \mu_c(U)$$

Kết quả tính toán với từng lớp có chiều dày 1m và lập thành bảng sau:

Bảng 3.6. Kết quả được tính toán trị số gia tăng độ bền cắt do quá trình cố kết của nền đất yếu có cấu trúc dạng II sau thời gian $t = 90$ ngày đầm.

Lớp thứ i	ΔH_i (m)	C (KN/m ²)	$\sigma'_{o(i)}$ (KN/m ²)	$\sigma_{c(i)}$ (KN/m ²)	$\mu_c * \sigma_{c(i)}$ (KN/m ²)	U	ΔC_{90}
1.	1	6	4	107,9	94,6	0,95	134,8
2.	1	6	12	47,6	41,8	0,95	19,8
3.	1	6	20	22,0	19,3	0,95	5,5
4.	1	6	26	12,1	10,6	0,95	2,3
5.	1	6	32	7,6	6,7	0,95	1,2
6.	1	6	38	5,2	4,5	0,95	0,7
7.	1	6	44	3,7	3,3	0,95	0,4
8.	1	6	50	2,8	2,5	0,95	0,3
9.	1	5,4	57	2,2	1,9	0,95	0,2
10.	1	5,4	64	1,8	1,6	0,95	0,1

Qua tính toán trị số gia tăng độ bền cắt ta thấy độ bền cắt của nền đất chỉ tăng trong phạm vi tính từ mặt đất đến độ sâu 8,5m, đây cũng là độ sâu làm việc có hiệu quả của cọc cát.

3.5. Kết quả tính toán:

Qua quá trình tính toán đối với giải pháp cọc cát trong việc gia cố nền đất yếu có cấu trúc thuộc dạng II ở khu vực Hải Phòng cho các kết quả thể hiện trong bảng 3.6, như sau:

Thời gian cố kết t (ngày đầm)	Nền ch- a gia cố cọc cát	Nền đã gia cố bằng cọc cát
	Độ cố kết U%	Độ cố kết U%
90	10	95
200	12	Giai đoạn lún thứ cấp (Bắt đầu từ t = 90 đến t = 3650 ngày đầm)
1000	25	
2000	35	
3650	48	
7300	65	
14600	85	
18250	95	
Độ lún cố kết ban đầu	0,37m	0,35m
Tổng độ lún	0,53m	0,43m

3.6. Kết luận chương III

Ở chương này đánh giá đặc điểm địa chất của khu vực Hải Phòng và cụ thể là đặc điểm các loại địa chất và đánh giá cụ thể thì hầu hết diện tích của thành phố Hải Phòng có kiểu nền rất nhiều lớp và đều có sự xuất hiện của lớp đất yếu. Chính vì vậy việc lựa chọn xử lý nền đất yếu bằng cọc cát là rất hợp lý cho tình hình địa chất khu vực Hải Phòng. Tôi đã sưu tầm và tham khảo 01 công trình trên tuyến đường cao tốc Hải Phòng – Hà Nội trong đó việc tính toán được chia thành 03 đoạn do độ dày của từng lớp đất yếu khác nhau và đã đi sâu vào việc: Tính toán diện tích xử lý, tính toán chiều sâu xử lý, tính toán đường kính, khoảng cách giữa các cọc, số lượng cọc và sơ đồ bố trí các cọc. Qua địa chất Hải Phòng tôi đã lựa chọn 01 lớp đất yếu điển hình từ đó phân tích cụ thể độ lún khi chưa gia cố bằng cọc cát và khi đã gia cố bằng cọc cát.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ:

1. Cọc cát có thể dùng để gia cố nền đất yếu cho các loại công trình dân dụng và công nghiệp. Trong luận văn này chỉ nhận xét về khả năng áp dụng của cọc cát cho việc gia cố nền đất yếu cho việc xây dựng đường bộ trên địa bàn Hải Phòng.

2. Ở Hải Phòng có nhiều nơi gặp tầng đất yếu có chiều dày khoảng 5 đến 10m, các loại đất yếu này thường là đất sét, sét pha, cát pha dẻo mềm, có góc ma sát trong khoảng từ 5° đến 10° do vậy việc sử dụng cọc cát để gia cố nền đất yếu trên địa bàn Hải Phòng là rất hợp lý và thích hợp.

3. Trên địa bàn Hải Phòng đã có những đoạn đường áp dụng cọc cát để gia cố nền đất yếu đạt hiệu quả tốt. Như vậy, chứng tỏ việc áp dụng cọc cát để gia cố nền đất yếu để xây dựng đường bộ trên địa bàn Hải Phòng là hợp lý và có cơ sở lý thuyết và thực tiễn.

4. Cọc cát thường dùng có đường kính từ $\phi = 50 - 60\text{cm}$, dài hết chiều sâu chịu nén cực hạn H_a , Cọc cát phải dùng cát là cát vàng hạt khô.

5. Phải sử dụng thiết bị thi công là máy ép rung chuyên dụng để đảm bảo cho cọc cát có độ chặt và đồng đều.

6. Cọc cát nên bố trí mạng lưới tam giác, cách nhau $L = (2,5 \div 3)d$, trong đó d là đường kính cọc .

7. Phải đảm bảo đủ lượng cát vàng cần thiết (có thể dùng lượng cát tăng hơn thể tích hố ép khoảng $20 \div 25\%$) để độ chặt cọc cát có $K \geq 0,9$ và có độ chặt của tất cả các cọc cát đồng đều, nếu không sẽ bị lún không đều.

8. Hiện nay ở Việt Nam thiết bị thi công cọc cát còn ít và công nghệ thi công không hiện đại (Thực tế, tại Việt Nam chỉ có loại máy ép rung chuyên dùng với đường kính từ $\phi = 50 - 60\text{cm}$ và chiều dài cọc là 10 m). Do đó có thể nhập từ Trung Quốc hoặc Nhật Bản vì hiện nay Nhật Bản đã dùng phổ biến loại cọc cát có đường kính từ $\phi = 80 - 100\text{cm}$ và chiều dài cọc có thể lên đến 30m,

để gia cố nền cho các công trình lấn biển, cho các công trình công nghiệp lớn và đặc biệt Hải Phòng có địa chất đất yếu có thể nghiên cứu áp dụng loại máy thi công hiện đại này.

9. Qua việc nghiên cứu về đặc tính địa chất công trình và sự phân bố của các trầm tích đất yếu trong Holocen có thể sơ bộ phân chia nền đất khu vực nghiên cứu ra ba dạng cấu trúc nền, ba phụ kiểu và 10 dạng nền.

10. Đối với đặc trưng về tính chất địa chất công trình của các lớp đất yếu trong khu vực Hải Phòng thì việc áp dụng các giải pháp gia cố như : bắc thăm, tạo cốt (cọc xi măng đất , cọc vôi đất) và cọc cát là hiệu quả,

11. Với kết quả tính toán trên ta thấy, phương pháp gia cường nền đất yếu bằng cọc cát làm giảm đáng kể độ lún của nền. Trị số giảm độ lún của nền giảm khi tăng tỷ số thay thế diện tích a_s (Ví dụ trường hợp nền đất yếu nhiều lớp không gia cường tức là khi $a_s = 0$ và với tải trọng đắp phía trên 6m thì có độ lún 0,53m; trường hợp nếu gia cường bằng các cọc cát với tỷ số diện tích thay thế $a_s = 0,1$ vẫn với tải trọng đó lún còn 0,44m. Như vậy độ lún có thể giảm được tới hơn 12%. Còn nếu tỉ số thay thế diện tích tăng lên đến 0,3 thì độ lún có thể giảm đến gần 70%).

12. Tốc độ lún của nền được gia cố bằng cọc cát diễn ra nhanh hơn rất nhiều so với nền không được gia cố (cụ thể với nền có cấu trúc dạng II khi chưa gia cố trong thời gian 90 ngày đầu chỉ mới cố kết được 10% và sau một thời gian 18.250 ngày độ cố kết mới đạt 95%, còn khi nền được gia cố bằng cọc cát thì 90 ngày đầu độ cố kết đã đạt 95%) .

13. Với các giá trị n tính toán được ta thấy hoàn toàn phù hợp với thực tế. Lớp đất nào yếu thì tỷ số tập trung ứng suất tại đó sẽ lớn. Điều đó có nghĩa là tại lớp đất yếu ứng suất sẽ tập trung vào cọc cát nhiều.

14. Khi nền đất được gia cường bằng cọc cát thì chuyển vị ngang giảm và giá trị này tỷ lệ nghịch với sự biến đổi của tỷ diện tích thay thế (a_s)., căn cứ vào độ sâu có chuyển vị ngang, biến dạng đứng để xác định chiều dài cọc cát cần để

gia cố nền.

15. Với nền được gia cố bằng các cọc cát thì giá trị tập trung ứng suất n thay đổi theo độ sâu. Giá trị này dần dần tiến tới một giá trị xác định tại chân cọc cát. đối với đất yếu ở khu vực Hải Phòng thì giá trị n từ 2 đến 3 và tại chân cọc cho giá trị n bằng 1. Như vậy với cách tính toán bằng tay ta lựa chọn n bằng một giá trị cho toàn bộ cọc cát là chưa chính xác. Về vấn đề này chúng tôi hy vọng còn tiếp tục nghiên cứu sâu hơn trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Tiêu chuẩn ngành. *Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu*. 22 TCN 262 – 2000, Nhà xuất bản Xây dựng – Hà Nội.
2. Tiêu chuẩn ngành. *Quy trình thiết kế xử lý nền đất yếu bằng bác thấm trong xây dựng nền đường bộ*, 22 TCN 244 – 2000, Bộ Giao thông vận tải.
3. Tiêu chuẩn xây dựng. *Gia cố nền đất yếu bằng bác thấm thoát nước*, TCXD 245 - 2000, Bộ Giao thông vận tải.
4. Nguyễn Văn Quảng và các đồng nghiệp (2005), *Nền và móng các công trình dân dụng – công nghiệp*, Nhà xuất bản Xây dựng – Hà Nội.
5. Nguyễn Văn Quảng và các đồng nghiệp (2000), *Gia cố nền đất yếu bằng bác thấm thoát nước*, Nhà xuất bản Xây dựng – Hà Nội.
6. Tạ Đức Thịnh và các đồng nghiệp (2010), *Nền và móng công trình*, Nhà xuất bản Xây dựng – Hà Nội.
7. Hoàng Văn Tân và các đồng nghiệp (1997), *Những phương pháp xây dựng công trình trên nền đất yếu*, Nhà xuất bản Xây dựng – Hà Nội.
8. Dương Học Hải (2013), *Xây dựng nền đường ô tô đắp trên nền đất yếu*, Nhà xuất bản Xây dựng – Hà Nội.
9. Luận văn tiến sĩ kỹ thuật (2014), Nguyễn Việt Hùng, trường Đại học Giao thông vận tải.
10. Luận án thạc sỹ kỹ thuật (2009), Nguyễn Đình Đức, trường Đại học dân lập Hải Phòng.
11. Theo tài liệu tính toán của Công ty Công ty CP Đầu tư xây dựng Hải Phòng về tính toán thiết kế xử lý nền đất yếu trên đường cao tốc Hải Phòng – Hà Nội đoạn tuyến từ KM+000 đến KM3+000 bằng phương pháp cọc cát.