

HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN NỀN MÓNG XÂY DỰNG DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP

MÓNG CỌC KHOAN NHỒI

Mỗi sinh viên có một số liệu riêng: Công trình và tải trọng tiêu chuẩn ở cao trình chân cột (đỉnh bệ); tiết diện cọc. Số liệu về địa chất công trình (hình trụ lỗ khoan, bảng chỉ tiêu cơ lý)

YÊU CẦU ĐỒ ÁN

Thuyết minh tính toán thiết kế được trình bày trên giấy A4 đánh máy theo trình tự:

1. Bìa

2. Thông tin đề bài

3. Phần 1: Xử lý số liệu

Xử lý số liệu địa chất

Nhận xét và kiến nghị

4. Phần 2: Thiết kế kỹ thuật

- ✓ Đưa ra phương án lựa chọn móng cọc khoan và vị trí đặt móng.
- ✓ Xác định các thông số về cọc (chọn tiết diện cọc, cao độ mũi cọc, sơ bộ chiều dài bệ cọc)
- ✓ Xác định sức chịu tải dọc trục của cọc theo vật liệu và theo đất nền.
- ✓ Xác định số lượng cọc, bố trí cọc trong móng
- ✓ Xác định tải trọng tác dụng xuống đáy bệ móng
- ✓ Xác định nội lực cọc theo phần mềm GEO5
- ✓ Kiểm tra điều kiện áp lực xuống đỉnh cọc
- ✓ Kiểm tra độ lún của móng (Dựa trên kết quả phần mềm GEO5)

5. Bản vẽ thể hiện: Bản A3

Yêu cầu: Mỗi hình đều phải có đầy đủ các kích thước: kích thước chi tiết và kích thước tổng)

Quy cách viết chữ trong bản vẽ, đường gióng kích thước phải thống nhất trong 1 bản vẽ và thống nhất với các bản vẽ còn lại.

- ✓ 01. Bản vẽ Bố trí chung : (tỷ lệ từ 1/100 đến 1/200) có Trụ địa chất.
- ✓ 01. Bản vẽ lồng cốt thép cọc khoan nhồi (tỷ lệ 1/20 – 1/10)
- ✓ 01. Chi tiết đài cọc (tỷ lệ từ 1/50 – 1/30) trong đó cốt thép được tham khảo từ bản vẽ khác

Các số liệu được vẽ trong bản vẽ phải là kết quả của bản tính đưa lại. Các bản vẽ phải được vẽ theo tỷ lệ nhất định để hợp lý trong bản vẽ, phải vẽ đúng kích thước của nó.

THÔNG TIN ĐỀ BÀI

Tải trọng tiêu chuẩn dưới chân cột (đỉnh bề móng) và tiết diện cột là $b_c \times l_c$ (cm).

V_{tc} (KN); M_{tc} (KN.m); H_{tc} (KN) (Số hiệu 1-10)

Địa chất theo số hiệu lỗ khoan BH1-BH4, bảng chỉ tiêu cơ lý.

Sinh viên đóng tờ giao để có tải trọng và Lỗ khoan được giao vào thông tin đề bài

PHẦN I

BÁO CÁO KHẢO SÁT ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

I. ĐÁNH GIÁ VỀ ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH.

Căn cứ vào bảng lỗ khoan địa chất và bảng số liệu địa chất:

- Xác định tên, trạng thái của đất và đưa ra kết luận.
- Tính toán bổ sung các chỉ tiêu có liên quan và các chỉ tiêu vật lý của đất không được thí nghiệm.
- Tính toán các chỉ tiêu đặc trưng cơ học của đất: Đặc trưng về độ bền và đặc trưng về biến dạng.

Mô tả sơ bộ cấu tạo địa chất khu vực xây dựng như: Tên các lớp đất, số lỗ khoan, cao độ mặt trên, cao độ mặt dưới,, chiều dày và trạng thái của đất, chỉ số SPT.

Ví dụ 1: Tính toán và đánh giá điều kiện địa chất công trình

Lớp đất 1 có chiều dày 8m, lớp 2 dày 3,9m; lớp 3 dày 5m

Độ sâu mực nước ngầm -2,2m

Lớp	Chiều dày (m)	W	W _L , %	W _p , %	γ_w (kN / m ³)	Tỷ trọng hạt	ϕ (độ)	C(kPa)	Kết quả thí nghiệm nén ép e-p với áp lực nén p (kPa)				Kết quả xuyên tĩnh q _c (Mpa)	Kết quả xuyên tiêu chuẩn N
									100	200	300	400		
1	8	37,2	33,7	21,5	17,3	2,65							0,2	2
2	3,9	43,1	46,2	28,2	17,8	2,67	6°10	11,5	1,147	1,111	1,08	1,061	0,26	3
3	5	28,8	42	25,2	19	2,7	15°15	28	0,795	0,772	0,752	0,73	2,67	17

Lớp	Thành phần hạt (%) tương ứng với các cỡ hạt						W(%)	Tỷ trọng hạt	Trọng lượng thể tích tự nhiên γ_w (kN / m ³)	Góc ϕ (độ)	q _c (MPa)	N		
	Hạt sỏi	Hạt cát											Hạt mịn	Hạt sét
		Thô	To	Vừa	Nhỏ	Mịn								

Hướng dẫn Đồ án Nền móng Xây dựng dân dụng và công nghiệp

	>10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,002	<0,002						
4				17	37,5	15,5	12	8	6	3		17	2,64			9	25

Lớp 1:

Lớp	Chiều dày (m)	W	W _L , %	W _p , %	γ_w (kN / m ³)	Δ	φ (độ)	C(kPa)	Kết quả thí nghiệm nén ép e-p với áp lực nén p (kPa)				q _c (Mpa)	N
									100	200	300	400		
1	8	37,2	33,7	21,5	17,3	2,65							0,2	2

- Hệ số rỗng tự nhiên

$$e = \frac{\Delta \gamma (1 + 0,01W)}{\gamma_w} - 1 = \frac{2,65 \times 9,81(1 + 0,01 \times 37,2)}{17,3} - 1 = 1,062$$

Xác định trọng lượng thể tích đầy nổi:

$$\gamma_{dn} = \frac{(\Delta - 1)\gamma_n}{1 + e} = \frac{(2,65 - 1)9,81}{1 + 1,062} = 7,85(\text{kN} / \text{m}^3)$$

Chỉ số dẻo:

$$I_p = W_L - W_p = 0,337 - 0,215 = 0,122;$$

Theo bảng 6 - TCVN 9362:2012; $0,07 < I_p = 0,122 < 0,17$; đất thuộc loại á sét.

Trạng thái của đất theo chỉ số sệt:

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,372 - 0,215}{0,122} = 1,287$$

Theo bảng 7 - TCVN 9362:2012 $I_L = 1,287 > 1$; đất ở trạng thái nhão.

Cùng với các đặc trưng xuyên tĩnh $q_c = 0,2\text{Mpa}$ và xuyên tiêu chuẩn $N = 2$ cho biết lớp đất thuộc loại mềm yếu. Vậy lớp 1 thuộc loại á sét nhão.

Xác định góc ma sát trong và lực dính: với đất loại sét, theo Phụ lục E - TCVN 9352:2012, lực dính kết không thoát nước C_u xác định theo công thức:

$$C_u = \frac{q_c - \sigma_0}{10} = \frac{200 - 17,3 \times 4}{10} = 13,08\text{kPa}; \varphi = 0$$

σ_0 : Áp lực bản thân của đất tại độ sâu thí nghiệm, đơn vị kPa, (Khi xác định σ_0 ở đây có thể lấy giá trị trung bình ứng với độ sâu tại giữa lớp đất)

Lớp 2:

Hướng dẫn Đồ án Nền móng Xây dựng dân dụng và công nghiệp

Lớp	Chiều dày (m)	W	W _L , %	W _p , %	γ_w (kN / m ³)	Δ	ϕ (độ)	C(kPa)	Kết quả thí nghiệm nén ép e-p với áp lực nén p (kPa)				q _c (Mpa)	N
									100	200	300	400		
2	3,9	43,1	46,2	28,2	17,8	2,67	6°10	11,5	1,147	1,111	1,08	1,061	0,26	3

Xác định hệ số rỗng

$$e = \frac{\Delta\gamma(1+0,01W)}{\gamma_w} - 1 = \frac{2,67 \times 9,81(1+0,01 \times 43,1)}{17,8} - 1 = 1,106$$

Xác định dung trọng đầy nổi:

$$\gamma_{dn} = \frac{(\Delta-1)\gamma_n}{1+e} = \frac{(2,67-1)9,81}{1+1,106} = 7,78(\text{kN} / \text{m}^3)$$

Xác định tên đất theo chỉ số dẻo:

$$I_p = W_L - W_P = 0,462 - 0,282 = 0,18;$$

Theo bảng 6 - TCVN 9362:2012, $I_p = 0,18 > 0,17$; đất thuộc loại sét.

Xác định trạng thái của đất theo chỉ số sệt:

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{0,431 - 0,282}{0,18} = 0,83$$

Theo bảng 7 - TCVN 9362:2012; $0,75 < I_L = 0,83 < 1$; đất ở trạng thái dẻo nhão. Vậy lớp 2 thuộc loại sét dẻo nhão.

Lớp 3:

Lớp	Chiều dày (m)	W	W _L , %	W _p , %	γ_w (kN / m ³)	Δ	ϕ (độ)	C(kPa)	Kết quả thí nghiệm nén ép e-p với áp lực nén p (kPa)				q _c (Mpa)	N
									100	200	300	400		
3	5	28,8	42	25,2	19	2,7	15°15	28	0,795	0,772	0,752	0,73	2,67	17

Xác định hệ số rỗng

$$e = \frac{\Delta\gamma(1+0,01W)}{\gamma_w} - 1 = \frac{2,7 \times 9,81(1+0,01 \times 28,8)}{19} - 1 = 0,8$$

Xác định dung trọng đầy nổi:

$$\gamma_{dn} = \frac{(\Delta-1)\gamma_n}{1+e} = \frac{(2,7-1)9,81}{1+0,8} = 9,29(\text{kN} / \text{m}^3)$$

Xác định tên đất theo chỉ số dẻo:

$$I_p = W_L - W_P = 0,42 - 0,252 = 0,168$$

Theo bảng 6 - TCVN 9362:2012; $0,07 < I_p = 0,168 < 0,17$; đất thuộc loại á sét.

Xác định trạng thái của đất theo chỉ số sệt:

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,288 - 0,252}{0,168} = 0,214$$

Theo bảng 7 - TCVN 9362:2012; $0 < I_L = 0,214 < 0,25$; đất ở trạng thái nửa cứng.

Vậy lớp 3 thuộc loại á sét nửa cứng.

Lớp 4:

Lớp	Thành phần hạt (%) tương ứng với các cỡ hạt										W(%)	Tỷ trọng hạt	Trọng lượng thể tích tự nhiên γ_w (kN / m ³)	Góc ϕ (độ)	q _c (MPa)	N	
	Hạt sỏi			Hạt cát					Hạt mịn								Hạt sét
				Thô	To	Vừa	Nhỏ	Mịn									
	>10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,002							<0,002
4				17	37,5	15,5	12	8	6	3		17	2,64	18,48	38,2°	9	25

Xác định tên đất: lượng hạt có đường kính $> 0,5$ mm:

$$17 + 37,5 = 54,5\% > 50\%$$

Theo bảng 2 - TCVN 9362:2012, đất thuộc loại cát thô.

Xác định trạng thái của đất: căn cứ kết quả xuyên tĩnh $p_t = q_c = 9$ MPa; 5 MPa $< q_c < 15$ MPa; tra bảng 5 - TCVN 9362:2012, đất thuộc loại chặt vừa. Tương ứng hệ số rỗng

$e = 0,55 \div 0,7$, nội suy từ p_t tìm được $e = 0,64$. Vậy lớp 4 thuộc loại cát thô chặt vừa.

Xác định dung trọng tự nhiên:

$$\gamma_w = \frac{\Delta\gamma(1 + 0,01W)}{1 + e} = \frac{2,64 \times 9,81(1 + 0,17)}{1 + 0,64} = 18,48 \text{ kN / m}^3$$

Xác định dung trọng đẩy nổi:

$$\gamma_{dn} = \frac{(\Delta - 1)\gamma_n}{1 + e} = \frac{(2,64 - 1)9,81}{1 + 0,64} = 9,81 \text{ (kN / m}^3\text{)}$$

Đỗ bão hòa

$$G = \frac{\Delta W}{e} = \frac{2,64 \times 0,17}{0,64} = 0,7$$

Theo bảng 4 – TCVN 9362:2012, G trong khoảng $0,5 \div 0,8$; vậy cát ở trạng thái ẩm.

Xác định góc ma sát trong và lực dính, mô đun biến dạng E bằng sử dụng hệ số rỗng $e=0,64$ với cát thô, tra bảng B1-TCVN 9362-2012, tìm được $\varphi_{tc} = 38,2^\circ$; $c_{tc} \approx 0 \text{ kPa}$;
 $E=31 \text{ Mpa}$

Kết quả trụ địa chất như sau:

Nội số	Độ sâu	Loại đất	Mô tả địa chất
2,2 m	2,2 m	MNN	Đất sét pha cát, $\gamma=17,3 \text{ kN/m}^3$, $c=13,08 \text{ kPa}$, $\varphi=0$
5,8 m	5,8 m		Đất sét pha cát, $\gamma=17,3 \text{ kN/m}^3$, $c=13,08 \text{ kPa}$, $\varphi=0$
8 m	8 m		Đất sét pha cát, $\gamma=17,3 \text{ kN/m}^3$, $c=13,08 \text{ kPa}$, $\varphi=0$
11,9 m	11,9 m		Đất sét pha cát, $\gamma=17,3 \text{ kN/m}^3$, $c=13,08 \text{ kPa}$, $\varphi=0$
16,9 m	16,9 m		Đất sét pha cát, $\gamma=17,3 \text{ kN/m}^3$, $c=13,08 \text{ kPa}$, $\varphi=0$

II. NHẬN XÉT VÀ KIẾN NGHỊ:

Nhận xét về khả năng chịu lực các lớp đất. Kiến nghị chọn loại móng (móng cọc khoan) và đặt vào lớp đất nào?

Nhận xét: qua các chỉ tiêu như trên, ta nhận thấy lớp 1 và lớp 2 thuộc loại đất yếu, lớp 3 và 4 đều có thể lựa chọn để đặt mũi cọc.

PHẦN II

THIẾT KẾ KỸ THUẬT

I. CHỌN CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA MÓNG CỌC KHOAN

1. Chiều dài và tiết diện cọc

Cao trình đặt mũi cọc: căn cứ vào trụ địa chất và đánh giá điều kiện đất nền ở phần 1, lựa chọn lớp để đặt mũi cọc và độ chôn sâu vào lớp đất chịu lực

Cao trình mũi cọc ở độ sâu (không kể phần vát nhọn của mũi cọc)

Chiều dài tính toán của cọc: L_{tt} từ đáy bộ móng đến mũi cọc

Chiều dài thực tế phải gia công cọc bao gồm chiều dài tính toán; chiều dài đoạn ngàm vào trong đài ($L_{ng}=15\text{cm}$) và chiều dài đoạn mũi cọc ($L_m=0,5 \times \text{đường kính cọc}$); chiều dài đoạn bê tông xối đầu cọc đập bỏ, $l_b=1\text{m}$

$$L=L_{tt}+L_{ng}+L_m+l_b$$

2. Vật liệu cọc

Kích thước cọc:

- + Đường kính cọc D
- + Đường kính cốt thép dọc ϕ
- + Số lượng thanh cốt thép dọc chủ
- + Mác bê tông: # tương đương cấp độ bền
- + Vật liệu thép: AII

3. Lựa chọn phương pháp thi công cọc

Cọc bê tông cốt thép đổ tại chỗ trong dung dịch vữa sét (cọc khoan nhồi)

II. TỔ HỢP TẢI TRỌNG TÁC DỤNG TẠI ĐỈNH BỘ MÓNG

Tải trọng tiêu chuẩn đặt tại chân cột (đỉnh bộ móng)

$$V_{0,tc}(KN); M_{0,y,tc}(KN.m); Q_{0,x,tc}(KN)$$

Với n - hệ số vượt tải lấy theo trường hợp tải trọng là tĩnh tải là 1,35. Ta có được tải trọng tính toán:

$$V_{0,tt} = V_{0,tc} \times 1,35(KN); M_{0,y,tc} = M_{0,y,tc} \times 1,35(KN.m); Q_{0,x,tc} = Q_{0,x,tc} \times 1,35(KN)$$

III. XÁC ĐỊNH SỨC CHỊU TẢI CỦA CỌC

1. Xác định sức chịu tải của cọc theo cường độ vật liệu

Theo TCVN 5574-2018

$$R_v = \varphi (\gamma_{cb} \gamma'_{cb} R_b A_b + R_s A_s)$$

Trong đó: Theo 7.1.9 TCVN 10304-2014

γ_{cb} - hệ số kể đến việc đổ bê tông trong khoảng không gian chật hẹp của hố và ống vách, $\gamma_{cb} = 0,85$;

γ'_{cb} - hệ số kể đến phương pháp thi công cọc như sau:

Trong nền đất dính, nếu có thể khoan và đổ bê tông khô, không phải gia cố thành, khi mực nước ngầm trong giai đoạn thi công thấp hơn mũi cọc thì $\gamma'_{cb} = 1,0$;

Trong các loại đất, việc khoan và đổ bê tông trong điều kiện khô, có dùng tới ống vách chuyên dụng, hoặc guồng xoắn rộng ruột $\gamma'_{cb} = 0,9$;

Trong các nền, việc khoan và đổ bê tông vào lòng hố khoan dưới dưới nước có dùng ống vách giữ thành, $\gamma'_{cb} = 0,8$;

Trong các nền, việc khoan và đổ bê tông vào lòng hố khoan dưới dung dịch khoan hoặc dưới nước chịu áp lực dư (không dùng ống vách), $\gamma'_{cb} = 0,7$.

A_b - diện tích tiết diện ngang cọc, (m²);

R_b - cường độ tính toán của bê tông cọc, (kPa);

A_s - diện tích tiết diện ngang cốt thép, (m²);

R_s - cường độ tính toán của cốt thép, (kPa).

φ - hệ số uốn dọc của cọc, tính theo công thức sau:

$$\varphi = 1,028 - 0,0000288\lambda^2 - 0,0016\lambda$$

Với λ - độ mảnh của cọc: $\lambda = l_y/r$ (r - bán kính cọc tiết diện hình tròn hoặc cạnh cọc tiết diện hình vuông)

Ở đây: l_y - chiều dài tính toán của cọc, xác định như sau:

$l_y = v l$; l - chiều dài cọc; v - hệ số kể đến liên kết hai đầu của cọc: $v = 0,5$ khi đỉnh cọc ngàm vào đài và mũi cọc ngàm vào đá, đất cứng; $v = 0,7$ khi đỉnh cọc ngàm vào đài và mũi cọc treo trong đất hoặc tựa lên đá và đất cứng.

Bảng tra thông số vật liệu

	B15	B20	B22.5	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Mác, Mb	M200	M250	M300	M350	M400	M450	M500	M600	M700	M750	M800
Cường độ chịu nén tính toán, Rb (Mpa)	8,5	11,5	13	14,5	17	19,5	22	25	27,5	30	33
Cường độ chịu kéo tính toán, Rbt (Mpa)	0,75	0,9	1	1,05	1,2	1,3	1,4	1,45	1,55	1,6	1,65
Mô đun đàn hồi, Eb (Mpa)	23000	27000	28500	30000	32500	34500	36000	37500	39000	39500	40000
Cường độ quy đổi (Mpa) - Phục vụ cho tính toán theo TCVN trong Etabs	18,889	25,556	28,889	32,222	37,778	43,33	48,889	55,556	61,111	66,667	73,33
Cường độ chịu nén tiêu chuẩn, Rb (Mpa)	11	15	17	18,5	22	25,5	29	32	36	39,5	43

Ví dụ 1: Tính sức chịu tải của cọc khoan theo vật liệu:

Cốt thép dọc loại AII- $R_s=280000\text{kPa}$. Giới hạn chảy $R_c = 300\text{ MPa} = 300000\text{ kPa}$.

Cọc chịu tải lệch tâm, hàm lượng thép $\mu = 0,4 \div 0,65\%$, chọn $\mu = 0,5\%$. Diện tích tiết diện ngang của cọc $0,502\text{ m}^2$, diện tích cốt thép yêu cầu khoảng $0,5\% \times 0,502 \times 10^4 = 25,1\text{ cm}^2$, Chọn 12φ16 - $A_s = 24,13\text{ cm}^2$; Cốt đai chọn loại AI - $R_s = 225000\text{ kPa}$; Cốt thép đai và thép móc cầu chọn loại AI- $R_s=225000\text{kPa}$;

Sơ bộ chọn bê tông cọc cấp độ bền B20- $R_b=11500\text{ kPa}$; $R_{bt}=900\text{ kPa}$. Mô đun đàn hồi $E_b=27000\text{Mpa}$.

Cọc đường kính $D=100\text{cm}$; Chiều dài cọc 20m

$$R_v = \varphi(\gamma_{cb}\gamma'_{cb}R_bA_b + R_sA_s)$$

γ_{cb} - hệ số kể đến việc đổ bê tông trong khoảng không gian chật hẹp của hố và ống vách,

$\gamma_{cb} = 0,85$;

γ'_{cb} - hệ số kể đến phương pháp thi công cọc như sau: thi công bê tông dưới huyền phù sét,

$\gamma'_{cb} = 0,70$.

Xác định hệ số uốn dọc:

$$\varphi = 1,028 - 0,0000288\lambda^2 - 0,0016\lambda$$

Với λ - Độ mảnh của cọc: $\lambda = l_y / r(r = 0,5\text{m})$

$l_y = v.l$ với l là chiều dài cọc; $l = 20\text{m}$; $v=0,7$ (đỉnh cọc ngàm vào đài và mũi cọc treo trong đất) hoặc tựa lên đá và đất cứng.

Như vậy: $l_y = v.l = 0,7 \times 20 = 14\text{m}$; $\lambda = 14 / 0,5 = 28$

Thay số, ta có: $\varphi = 1,028 - 0,0000288 \times 28^2 - 0,0016 \times 28 = 0,906$

Sức chịu tải cho phép là:

$$R_v = \varphi (\gamma_{cb} \gamma'_{cb} R_b A_b + R_s A_s) = 0,906 \times (0,85 \times 0,7 \times 11500 \times 0,502 + 280000 \times 24,13 \times 10^{-4}) = 3724,18\text{kN}$$

2. Xác định sức chịu tải của cọc theo đất nền

a. *Sức chịu tải cực hạn $R_{c,u}$ (kN), được xác định bằng công thức Nhật bản (Phụ lục G.3.2)*

Do cọc xuyên qua cả đất dính và đất rời, do vậy tính toán sức chịu tải cho phép của cọc theo công thức Viện kiến trúc Nhật Bản (1988)

$$R_{c,u} = q_b A_b + u \sum (f_{c,i} l_{c,i} + f_{s,i} l_{s,i})$$

Trong đó:

- q_b - Cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc nằm trong đất rời..
- A_b - diện tích tiết diện ngang của cọc;
- U - chu vi tiết diện ngang của cọc;

b. *Sức chịu tải cho phép $R_{c,d}$ (kN) theo công thức*

$$R_{c,d} = \frac{\gamma_o}{\gamma_n \gamma_k} R_{c,u}$$

- Các hệ số được xác định theo mục 7.1.11. TCVN 10304-2014:

γ_o - Hệ số điều kiện làm việc, kể đến yếu tố tăng mức độ đồng nhất của nền đất khi sử dụng móng cọc, lấy bằng 1,15 trong móng có nhiều cọc;

γ_n - Hệ số tin cậy về tầm quan trọng của công trình, lấy bằng 1,15 với tầm quan trọng công trình (giả thiết cấp II).

γ_k - Hệ số tin cậy lấy theo đất. (mục 7.1.11 TCVN 10304-2014)

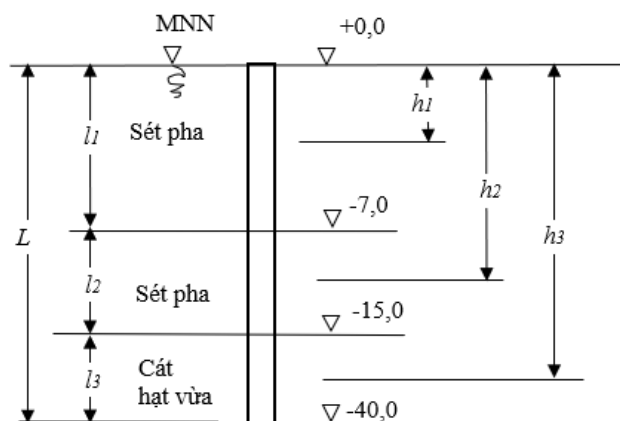
Ví dụ 2: Hãy dự báo sức chịu tải của cọc khoan nhồi theo công thức của Viện kiến trúc Nhật Bản

Cho biết cọc tròn có đường kính 1000mm, có chiều dài cọc ngập trong đất là 40m. Cao độ mực nước ngầm là trùng với cao độ mặt đất +0.0; Đáy bể nằm ngang mặt đất. Số liệu địa chất như sau:

TT	Tên đất	Chiều dày (m)	c_u (MPa)	N (SPT)	Trọng lượng thể tích của đất γ (kN/m ³)
1	Sét pha dẻo chảy	7	0,03	5	17,5
2	Sét pha dẻo mềm	8	0,05	8	18,0
3	Cát hạt vừa	Rất lớn	-	40	20,0

Bài làm:

Hình vẽ minh họa các lớp đất và chiều dài cọc như sau:



Sức chịu tải cực hạn của cọc xác định theo công thức được viết lại dưới dạng:

$$R_{c,u} = q_b A_b + u(f_{c,i} l_{c,i} + f_{s,i} l_{s,i})$$

trong đó:

u là chu vi tiết diện ngang thân cọc, $u = 3,14 \times 1,0 = 3,14\text{m}$;

A_b là diện tích cọc tựa lên đất, $A_b = 3,14 \times (1,0/2)^2 = 0,785\text{m}^2$

q_b là cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc xác định khi mũi cọc nằm trong đất rời
 $q_b = 150 N_P$ cho cọc khoan nhồi, $q_b = 150 \times 40 = 6000\text{kPa}$

Cường độ sức kháng trung bình đối với cọc đóng được xác định theo công thức:
trên đoạn cọc nằm trong lớp đất rời thứ “ i ”

$$f_{s,i} = \frac{10N_{s,i}}{3}$$

trên đoạn cọc nằm trong lớp đất dính thứ “i”:

$$f_{c,i} = \alpha_p f_L c_{u,i}$$

trong đó:

α_p là hệ số điều chỉnh cho cọc đóng xác định theo biểu đồ, phụ thuộc vào tỷ số sức kháng cắt / áp lực hiệu quả thẳng đứng:

- Đối với lớp 1:

+ Sức kháng cắt: $c_{u1} = 0,03 \text{ MPa} = 30 \text{ kPa}$

+ Áp lực hiệu quả thẳng đứng, tính cho giữa lớp đất:

$$\sigma'_{v1} = (17,5 - 9,81) \times (7,0/2) = 26,915 \text{ kPa}$$

Suy ra, $c_{u1} / \sigma'_{v1} = 1,15$; tra bảng có $\alpha_{p1} = 0,5$

- Đối với lớp 2:

+ Sức kháng cắt: $c_{u2} = 0,05 \text{ MPa} = 50 \text{ kPa}$

+ Áp lực hiệu quả thẳng đứng, tính cho giữa lớp đất:

$$\sigma'_{v2} = (17,5 - 9,81) \times 7,0 + (18,0 - 9,81) \times (8,0/2) = 86,59 \text{ kPa}$$

Suy ra, $c_{u2} / \sigma'_{v2} = 0,57$; tra bảng và nội suy:

$$\alpha_{p2} = \{0,5 \times (0,57 - 0,35) + 1,0 \times (0,8 - 0,57)\} / (0,8 - 0,3) = 0,68$$

f_L là hệ số điều chỉnh lấy bằng 1,0 cho cọc khoan nhồi

Cường độ sức kháng ma sát trung bình thành bên:

$$\text{Lớp 1: } f_{c,1} = 0,5 \times 1,0 \times 30 = 15 \text{ kPa}$$

$$\text{Lớp 2: } f_{c,2} = 0,68 \times 1,0 \times 50 = 34 \text{ kPa}$$

$$\text{Lớp 3: } f_{s,3} = 10 \times 40 / 3 = 133,3 \text{ kPa}$$

Thay các giá trị tìm được ở trên vào công thức sức chịu tải của cọc, ta có kết quả như sau:

$$R_{c,u} = 6000 \times 0,785 + 3,14 \times (15 \times 7 + 34 \times 8 + 133,3 \times 25) = 16357,83 \text{ kN}$$

Từ kết quả tính toán trên ta có:

$$\text{Sức chịu tải thiết kế của cọc theo đất nền: } R_{c,d} = \frac{\gamma_o}{\gamma_n \gamma_k} R_{c,u} \text{ (kN)}$$

$$\text{Vậy sức chịu tải thiết kế của cọc } P_c = \min(P_{vl}, R_{c,d}) \text{ (kN)}$$

IV. XÁC ĐỊNH SỐ LƯỢNG CỌC, BỐ TRÍ CỌC TRONG MÓNG

1. Số lượng cọc trong móng

Công thức tính số lượng cọc trong móng

$$n_c = b * \frac{N^{tt}}{P_c}$$

n_c : số lượng cọc trong móng

β : Hệ số kinh nghiệm, kể đến ảnh hưởng của lực ngang và mô men, $b = 1.2-1.5$;

$V_{0,tt}$ Tổng lực thẳng đứng kể đến cao trình đỉnh đài

$R_{c,tk}$ Sức chịu tải của cọc

$$\text{Diện tích sơ bộ đáy đài: } F_{sb} = \frac{V_{0,tt}}{(R_{tt} - n\gamma_{tb}h)}$$

$$\text{Áp lực tính toán do phản lực đầu cọc tác dụng lên đáy đài: } R_{tt} = \frac{R_{c,tk}}{(3D)^2}$$

n : hệ số vượt tải $n=1.1$

γ_{tb} : Trọng lượng riêng trung bình của đài và đất trên đài $\gamma_{tb} = 19 \text{ kN/m}^3$

h : chiều sâu đặt đáy đài

$\gamma_{tb}h$: Áp lực nén lên đáy đài do trọng lượng đài và đất trên đài gây ra

Ta có tải trọng tính toán dưới đáy đài sơ bộ

$$V_{dsb} = nF_{sb}h\gamma_{tb}; \quad V_{dsb}^{tt} = V_{0,tt} + V_{dsb}$$

2. Bố trí cọc

Thông thường, khoảng cách tâm giữa 2 cọc kề nhau nên lấy: cọc ma sát không nhỏ hơn $3d$, cọc chống không nhỏ hơn $2d$.

Tính được số lượng cọc chọn kích thước đường kính cọc để bố trí cho móng, chọn kích thước móng, khoảng cách giữa 2 tim cọc từ $3D-6D$, khoảng cách từ mép cọc đến mép ngoài đài cọc từ $D/3$ đến $D/2$.

3. Lập tổ hợp tải trọng tác dụng tại đáy bộ móng

V. KIỂM TRA ĐIỀU KIỆN ÁP LỰC XUỐNG ĐỈNH CỌC

1. Điều kiện kiểm tra

$$p_{\max}^{\text{tt}} + \Delta p \leq R_{c, \text{tk}}$$

$$p_{\min}^{\text{tt}} \geq 0$$

Trong đó:

$R_{c, \text{tk}}$ - sức chịu tải thiết kế của cọc (kN)

Δp : Trọng lượng bản thân của cọc, (kN)

$p_{\max}^{\text{tt}}, p_{\min}^{\text{tt}}$: nội lực đầu cọc lớn nhất và nhỏ nhất, (kN)

2. Nội lực đầu cọc :

Cách 1: Có thể tính theo công thức cho móng cọc đài thấp Theo TCVN 10304-2014

$$\text{thiết kế móng cọc } P_i = \frac{V_{\text{tt}}}{n_c} + \frac{M_{y, \text{tt}} x_i}{\sum x_i^2} + \frac{M_{x, \text{tt}} y_i}{\sum y_i^2}$$

Cách 2: Nội lực cọc được tính bằng phần mềm Geo5: xem mục VII

Trong đó:

V_{tt} : tổng tải trọng thẳng đứng tính toán tại đáy đài tác dụng lên đầu các cọc;

M_x, M_y : mô men tính toán ứng với các trục x và y của mặt bằng nhóm cọc tại tọa độ đáy đài

n: số lượng cọc trong móng;

x_i, y_i : tọa độ của cọc thứ i;

$x_{\max}, y_{\max}$: tọa độ từ trọng tâm cọc chịu nén hoặc chịu kéo nhiều nhất tới trục y và x.

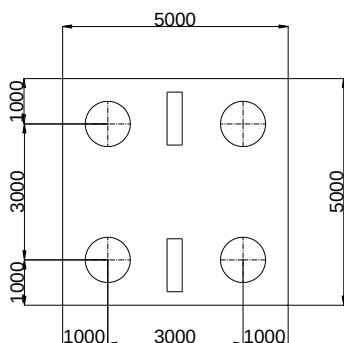
Trọng lượng tính toán của cọc từ đáy đài cọc đến mũi cọc: $\Delta p = n A_p L_{\text{tt}} \gamma_{\text{bt}}$

3. Kiểm tra điều kiện

Kết luận: Cọc được kiểm tra đủ sức chịu tải và an toàn nên tất cả các cọc còn lại được bố trí trong móng cũng an toàn.

Vậy số lượng cọc và khoảng cách bố trí là hợp lý

Kiểm tra sức chịu tải ngang: Vì móng cọc là đài thấp nên tải trọng ngang tác dụng chủ yếu vào phần đài cọc nên ta không cần kiểm tra sức chịu tải ngang của cọc.



Ví dụ hình bên: Số cọc $n = 4$ kích thước cọc D1000 để bố trí móng. Chọn kích thước móng là $L \times B = 5 \text{ m} \times 5$ khoảng cách giữa 2 tim cọc từ $3D-6D$, khoảng cách từ mép cọc đến mép ngoài đài cọc từ $D/3$ đến $D/2$ nên chọn 0.5m

Hình. Hình vẽ minh họa bố trí cọc trên đài cọc

VI. KIỂM TRA ĐỘ LÚN CỦA MÓNG (phụ lục C TCVN 9362-2012)

Độ lún cho phép của công trình theo Bảng 16 TCVN9362:2012 là $S_{gh} = 8\text{cm}$;

Phạm vi tính lún của móng cọc được tính từ mặt phẳng mũi cọc đến độ sâu thỏa mãn điều kiện $p_z \leq 0,2p_{dz}$ do mũi cọc được đặt vào lớp đất tốt.

Trong đó:

Áp lực do trọng lượng bản thân của đất nền tại mặt phẳng mũi cọc:

$$p_{dz} = \sum_{i=1}^n \gamma_i l_i$$

Áp lực phụ thêm do tải trọng ngoài tại mặt phẳng mũi cọc

$$p_0 = p_{tb}^{tc} - p_{dz}$$

Công trình thuộc nhà khung bê tông cốt thép có tường chèn, theo bảng 16- TCVN 9362:2012 có độ lún tuyệt đối lớn nhất $S_{gh} = 8 \text{ cm}$.

Tính toán độ lún theo phương pháp tổng độ lún các lớp phân tổ bằng cách chia nền đất thành những lớp phân tổ đồng nhất có chiều dày $h_i = 0,6 \text{ m} < B_{qu}/4$

Áp lực phụ thêm do tải trọng công trình ở độ sâu z kể từ đáy móng khối quy ước:

$$p_z = \alpha p_0$$

Trong đó k_0 - Hệ số tra bảng C.1 TCVN 9362-2012 phụ thuộc vào tỉ số $2z/B_{qu}$ và L_{qu}/B_{qu}

Lập bảng tính toán độ lún

Lớp đất	Điểm	$z \text{ (m)}$	$2z/B_{qu}$	α	$p_z = \alpha p_0 \text{ (kPa)}$	$p_{dz} \text{ (kPa)}$
---------	------	-----------------	-------------	----------	----------------------------------	------------------------

0,2 p _{dz}						

Độ lún tổng cộng

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{p_i \cdot h_i}{E_i}$$

$\beta = 0,8$ Hệ số không thứ nguyên (Phụ lục C TCVN 9362-2012)

Kết luận: Thỏa mãn điều kiện về độ lún giới hạn.

Vẽ biểu đồ áp lực do tải trọng bản thân và do tải trọng công trình

VII. HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG GEO5

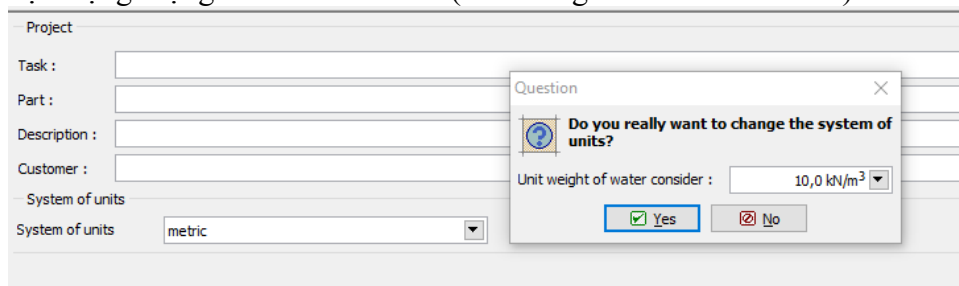
Sau đây là các bước hướng dẫn tính toán chương trình Pile Group:

Bước 1: Trong tab “Project”:

Nhập thông tin về dự án, mô tả công trình, chủ nhiệm, ngày tháng năm...

Đổi đơn vị về hệ Metric trong mục System of units

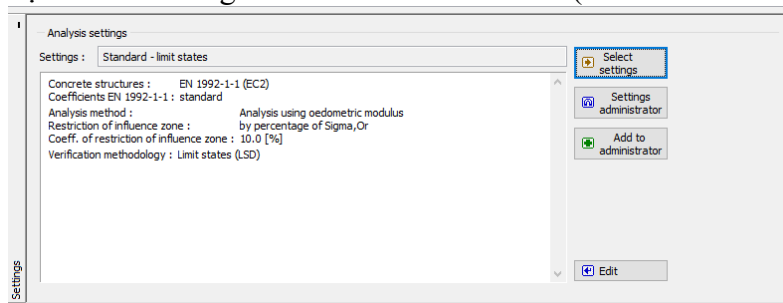
Chọn trọng lượng thể tích của nước (Unit weight of water consider): 10 kN/m³



Hình 1 Trong tab “Project”

Bước 2: Trong tab “Setting”:

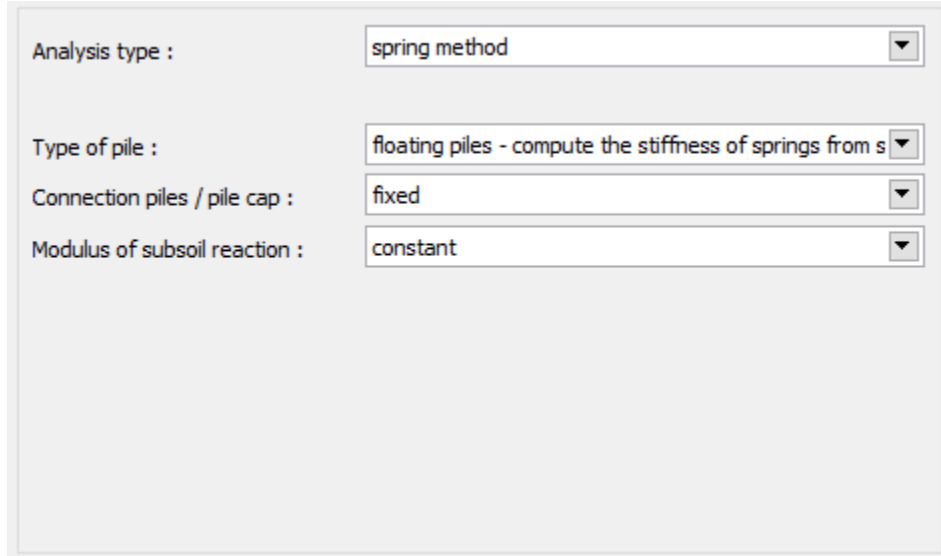
Chọn Select setting → Standard - limit states (tiêu chuẩn về trạng thái giới hạn)



Hình 2 Trong tab “Setting”

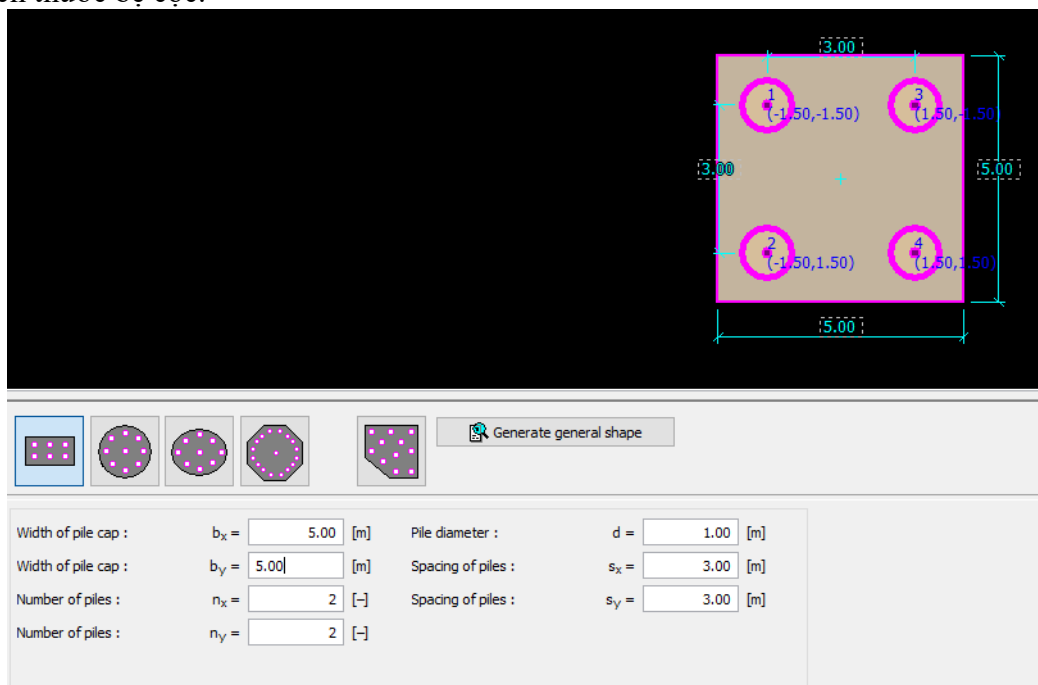
Tại mục Analysis type chọn Spring method (Mô hình lò xo)

Tại mục Type of pile chọn Floating pile – compute the stiffness of spring from soil properties (Cọc treo – tính toán độ cứng lò xo từ chỉ tiêu cơ lý của đất). Các mục còn lại chọn như hình.



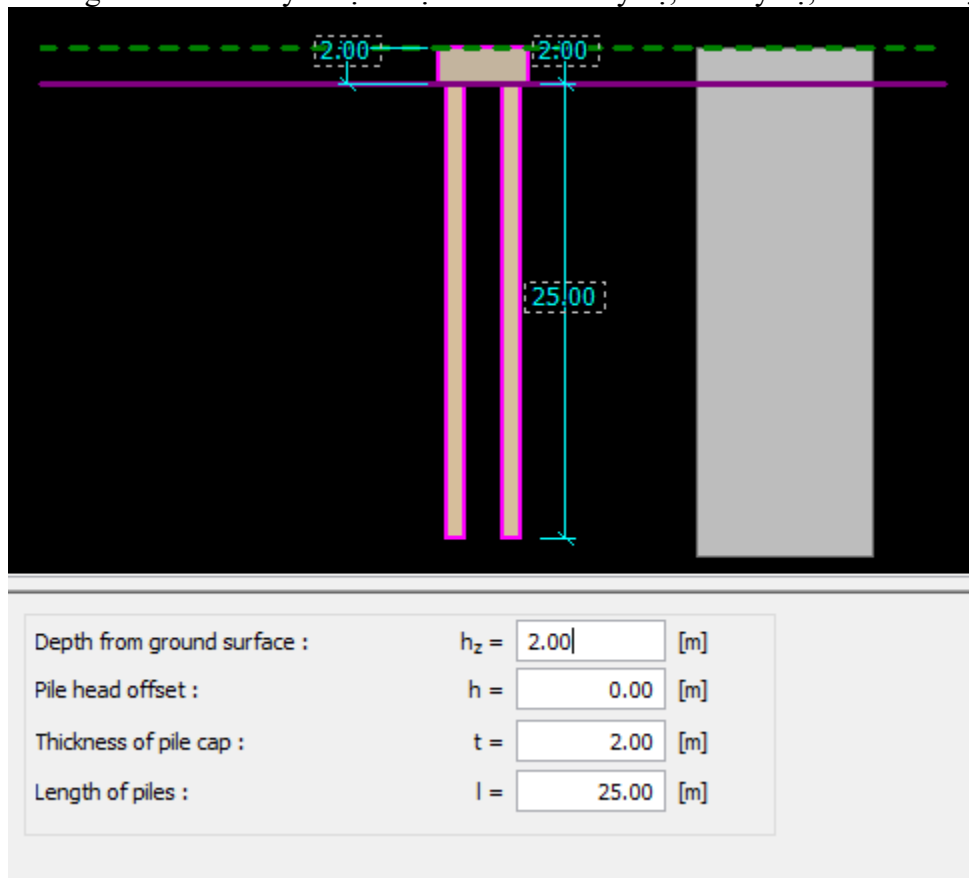
Hình 3 Trong tab “Analysis type”

Bước 3: Trong tab “Structure”: Lựa chọn số lượng cọc, đường kính cọc, khoảng cách tim – tim cọc, kích thước bệ cọc.



Hình 4 Trong tab “Structure”

Bước 4: Trong tab “Geometry”: Lựa chọn chiều sâu đáy bê, bề dày bê, chiều dài cọc



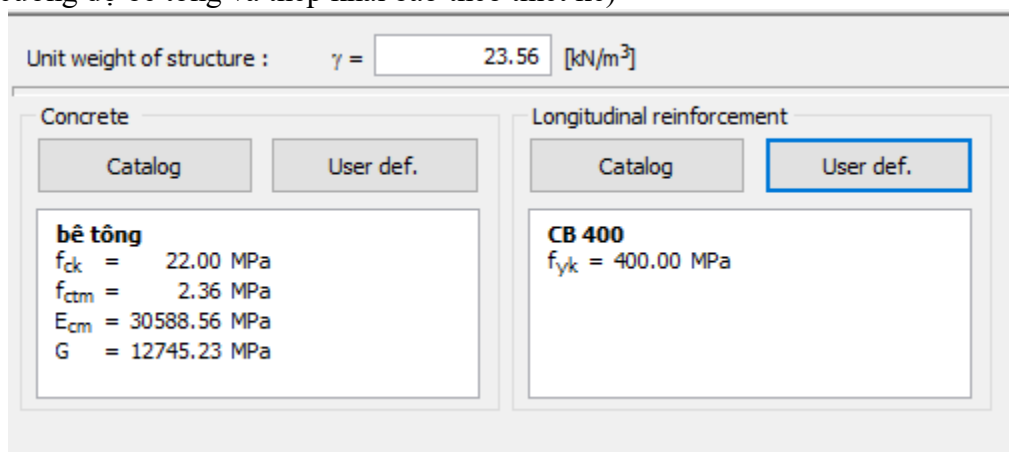
Hình 5 Trong tab “Geometry”

Bước 5: Trong tab “Material”: Khai báo vật liệu trong mục User define

Bê tông khai báo $f_c = 22$ MPa

Thép khai báo $f_y = 400$ MPa

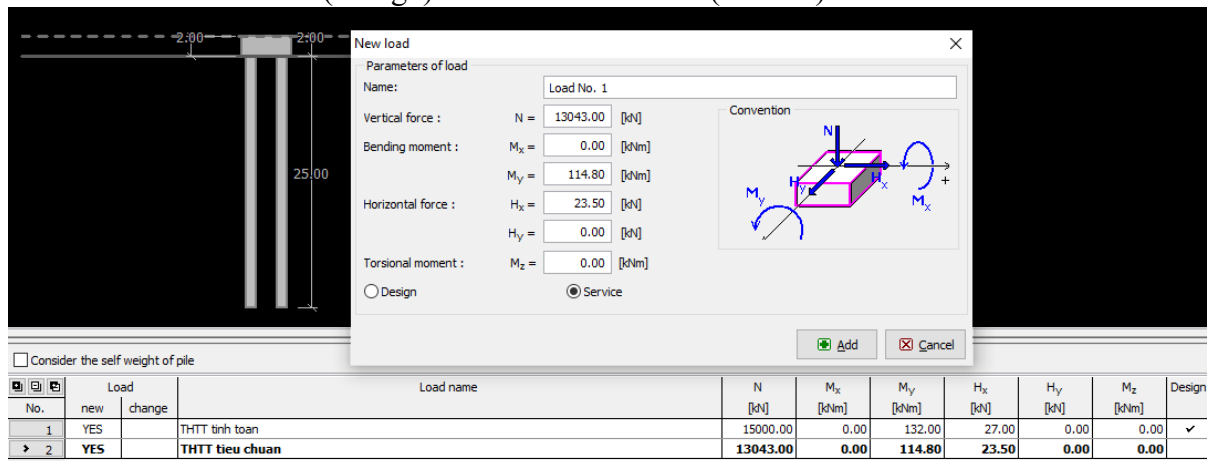
(cường độ bê tông và thép khai báo theo thiết kế)



Hình 6 Trong tab “Material”

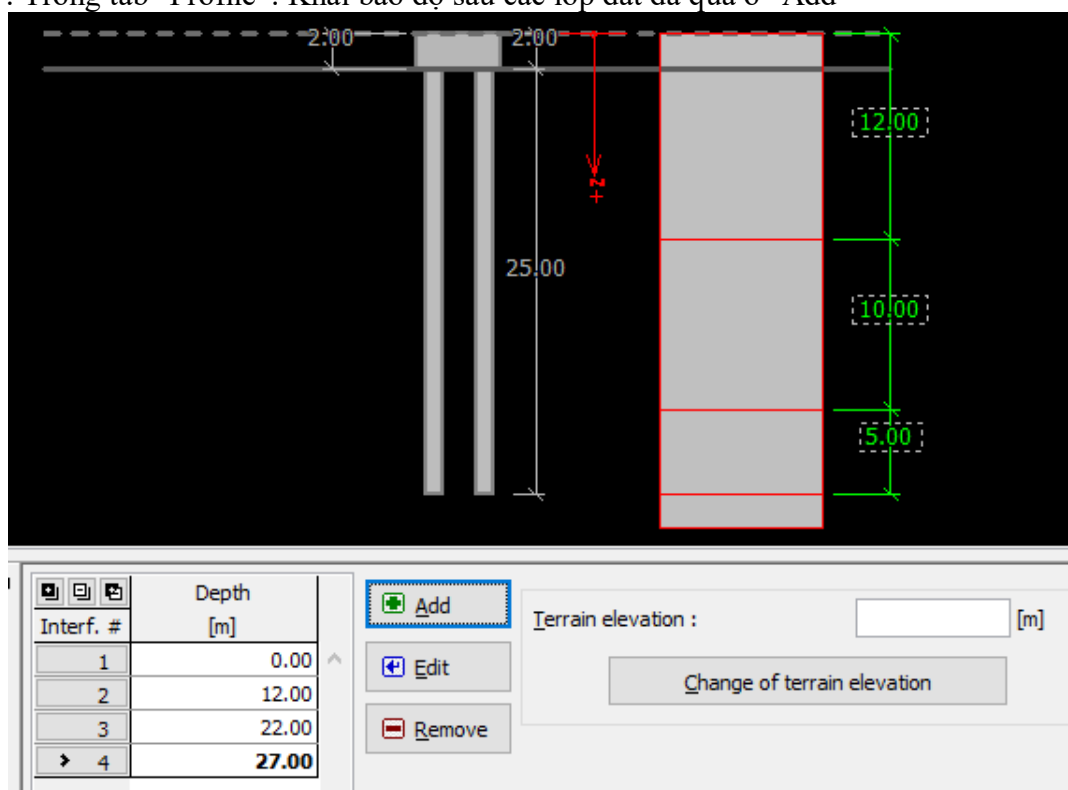
Bước 6: Trong tab “Load”:

Khai báo THPTT tính toán (Design) và THPTT tiêu chuẩn (Service)



Hình 7 Trong tab “Load”

Bước 7: Trong tab “Profile”: Khai báo độ sâu các lớp đất đá qua ô “Add”



Hình 8 Trong tab “Profile”

Bước 8: Trong tab “Soil”: Khai báo chỉ tiêu cơ lý các lớp đất đá

γ : trọng lượng thể tích tự nhiên (kN/m³); góc ma sát trong φ ; lực dính đơn vị c (kPa); hệ số poisson ν ; mô đun biến dạng E_{def} (MPa); γ_{sat} : trọng lượng thể tích bão hòa (kN/m³); Góc mở khi tính toán mô đun phản lực nền $\beta \approx \varphi/2$

Add new soils

Identification

Name : Bun set

Basic data

Unit weight : $\gamma = 16.30$ [kN/m³]

Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 6.00$ [°]

Cohesion of soil : $c_{ef} = 8.00$ [kPa]

Settlement - oedometric modulus

Poisson's ratio : $\nu = 0.35$ [-]

Settlement analysis : insert Edef

Deformation modulus : $E_{def} = 3.00$ [MPa]

Uplift pressure

Calc. mode of uplift : standard

Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 16.50$ [kN/m³]

Determining modulus of subsoil reaction

Angle of dispersion : $\beta = 3.00$ [°]

Draw

Color

Pattern category

GINT

Pattern

CL-CH

Classification

Classify

Delete

Add

Cancel

Modification of soil parameters

Identification
Name : Cat roi rac

Basic data
Unit weight : $\gamma = 18.00$ [kN/m³]
Angle of internal friction : $\phi_{ef} = 28.00$ [°]
Cohesion of soil : $c_{ef} = 0.00$ [kPa]

Settlement - oedometric modulus
Poisson's ratio : $\nu = 0.30$ [-]
Settlement analysis : insert Edef

Uplift pressure
Calc. mode of uplift : standard

Determining modulus of subsoil reaction
Angle of dispersion : $\beta = 14.00$ [°]

Draw
Color : [Color selection]
Pattern category : GINT
Pattern : SP

Classification
Classify
Delete
OK + [Up arrow]
OK + [Down arrow]
OK
Cancel

Modification of soil parameters

Identification
Name : Cuoi soi

Basic data
Unit weight : $\gamma = 26.50$ [kN/m³]
Angle of internal friction : $\phi_{ef} = 40.00$ [°]
Cohesion of soil : $c_{ef} = 0.00$ [kPa]

Settlement - oedometric modulus
Poisson's ratio : $\nu = 0.30$ [-]
Settlement analysis : insert Edef

Uplift pressure
Calc. mode of uplift : standard

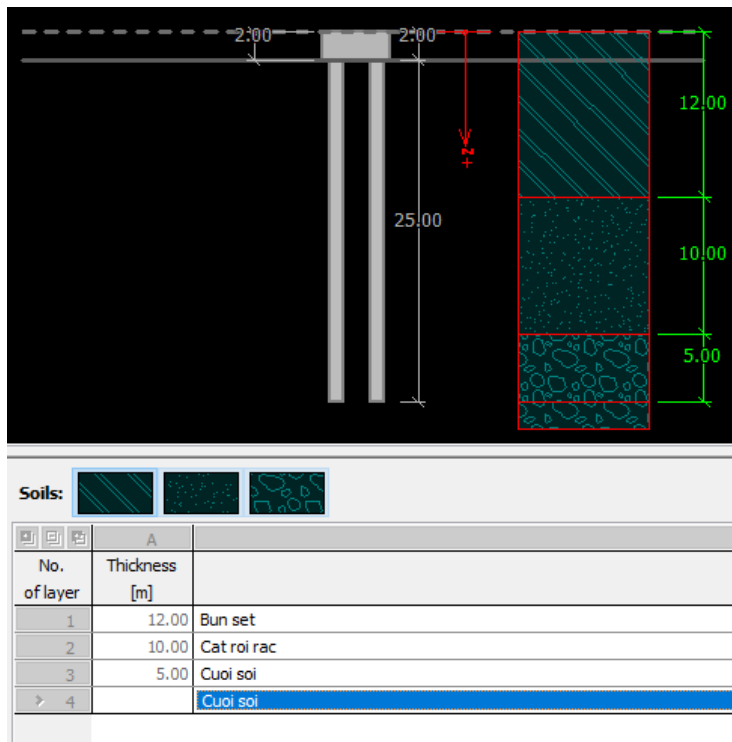
Determining modulus of subsoil reaction
Angle of dispersion : $\beta = 20.00$ [°]

Draw
Color : [Color selection]
Pattern category : GINT
Pattern : GP

Classification
Classify
Delete
OK + [Up arrow]
OK + [Down arrow]
OK
Cancel

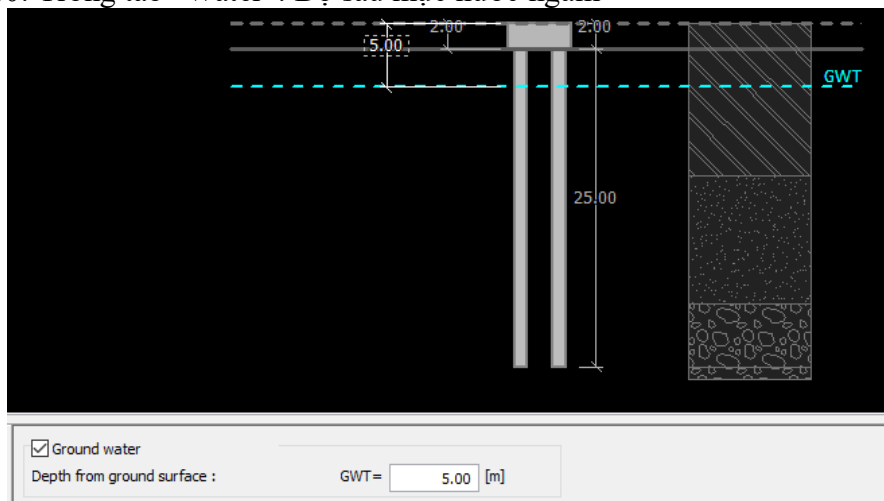
Hình 9 Trong tab “Soil”

Bước 9: Trong tab “Assign”: Điền các lớp đất theo độ sâu



Hình 10 Trong tab “Assign”

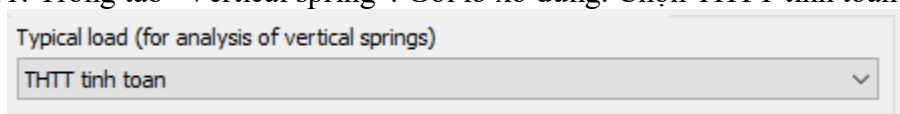
Bước 10: Trong tab “Water”: Độ sâu mực nước ngầm



Hình 11 Trong tab “Water”

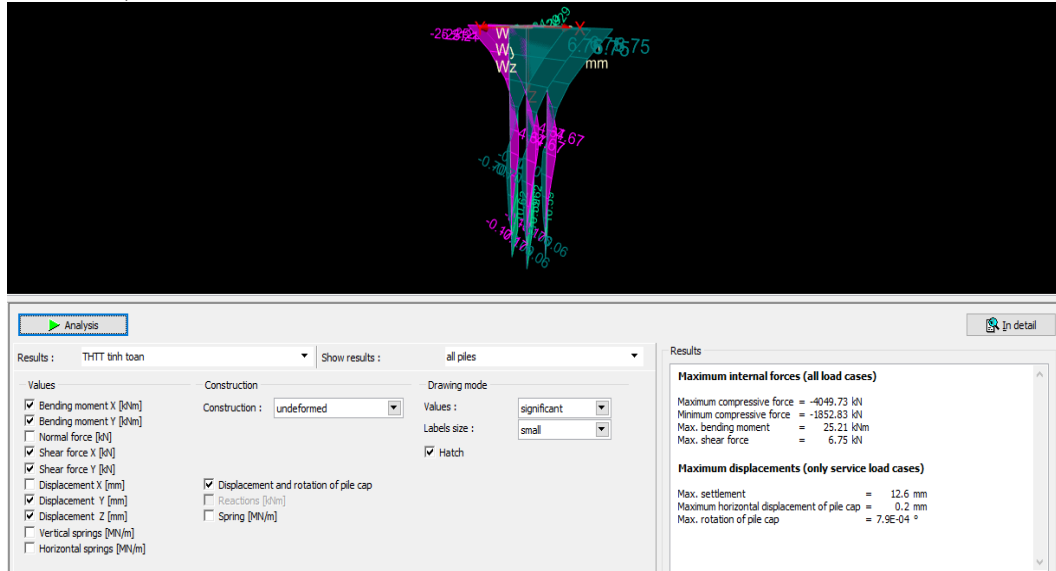
Mức negative skin friction: ma sát âm có thể bỏ qua, tùy thuộc vào bài toán

Bước 11: Trong tab “Vertical spring”: Gõ vào số đúng. Chọn THPT tính toán đã khai báo



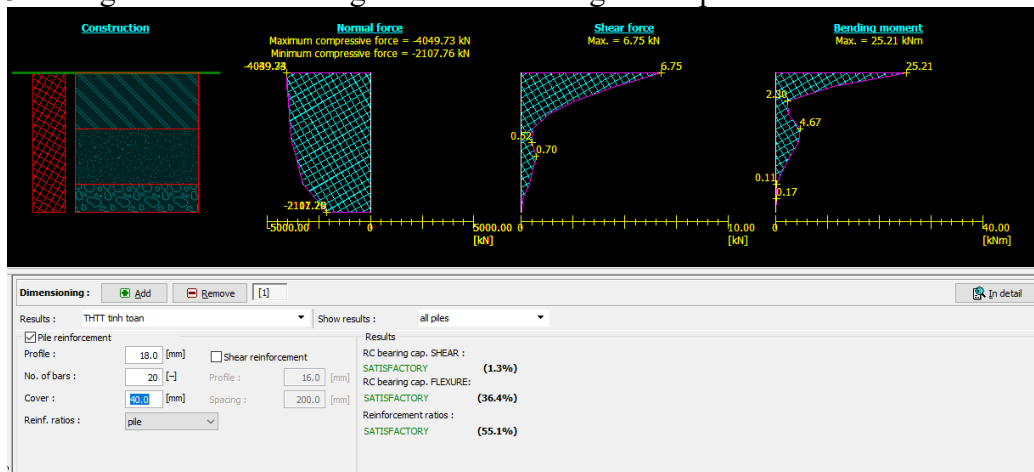
Hình 12 Trong tab “Vertical spring”

Bước 12: Trong tab “Analysis”: Tính toán kết quả. Lựa chọn các chỉ tiêu cần tính toán (Lực nén, momen, lực cắt..)



Hình 13 Trong tab “Analysis”

Bước 13: Trong tab “Dimensioning”: kiểm tra bê tông cốt thép



Hình 14 Trong tab “Dimensioning”

PHẦN III

BẢN VẼ

1. Bản vẽ Bố trí chung:

- Đưa ra được 3 hình chiếu của móng cọc khoan (mặt chính, mặt bằng, chiếu cạnh)
- Trong mỗi hình chiếu đều phải có đầy đủ các kích thước: kích thước chi tiết và kích thước tổng
- Quy cách viết chữ trong bản vẽ, đường giống kích thước phải thống nhất trong 1 bản vẽ và thống nhất với các bản vẽ còn lại.

2. Bản vẽ lồng cốt thép cọc khoan nhồi

- Thể hiện sơ đồ chia lồng cốt thép, chi tiết lồng cốt thép
- Các yêu cầu về ghi kích thước và chữ viết như ở bản vẽ Bố trí chung

3. Bản vẽ cốt thép đài cọc

- Đưa ra được 3 mặt cắt cơ bản của bệ, trong đó cốt thép cho phép tham khảo từ các bản vẽ khác
- Các yêu cầu về ghi kích thước và chữ viết như ở bản vẽ Bố trí chung

Tài liệu tham khảo

- [1]. TCVN 10304:2014. *Móng cọc tiêu chuẩn thiết kế*. Bộ Xây dựng
- [2]. TCVN 9362:2012. *Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình*.
- [3]. TCVN 9351:2012. *Đất xây dựng- phương pháp thí nghiệm hiện trường- thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT)*
- [4]. TCVN 5574:2012. *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép- tiêu chuẩn thiết kế*
- [5]. Đặng Hồng Lam, Trần Thị Thu Hiền, Nguyễn Bá Đồng, Nguyễn Đình Dũng, Nguyễn Châu Lâm, Nguyễn Thái Linh, Nguyễn Đức Hạnh - *Bài giảng Nền móng Công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp* - 2023
- [6]. Phan Hồng Quân- Nguyễn Bảo Việt- *Hướng dẫn đồ án nền móng*- Nhà xuất bản giáo dục Việt Nam 2015
- [7]. Phan Hồng Quân – *Nền và móng*- nhà xuất bản giáo dục Việt Nam- 2012.
- [8]. Nguyễn Đình Tiến- *Hướng dẫn đồ án nền móng*- Đại học Xây dựng