

3.1 TÓM TẮT CƠ SỞ LÝ THUYẾT

3.1.1 Chọn vật liệu làm móng

Kết cấu móng:

3.1.1.1 Cốt thép:

- Thép chịu lực: thép AII trở lên, thép có gờ, đường kính $\phi \geq 10$; khoảng cách cốt thép (70 ÷ 300)mm.
- Thép cấu tạo: thép AI trở lên.

Bảng 3. 1 Cường độ của thép thanh TTGH I

Cường độ của thép thanh TTGH I				
Nhóm thép A C	Cường độ chịu kéo Mpa		Cường độ chịu nén R_{sc}	E_s (Mpa)
	Cốt dọc R_s	Cốt đai, xiên R_{sw}		
1	225	175	225	210000
2	280	225	280	210000
3	365	290	365	200000

3.1.1.2 Bê tông:

- Cấp độ bền chịu nén của bê tông gia cường cần lấy bằng cấp bê tông của kết cấu được gia cường và không nhỏ hơn B12,5 đối với móng.

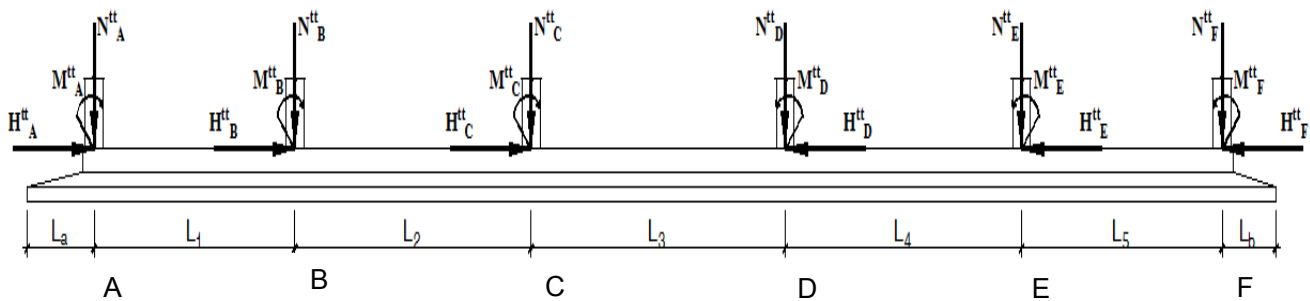
Bảng 3. 2 Cấp độ bền của bê tông TTGH I

Trạng Thái	Cấp độ bền của bê tông TTGH I										
	12,5	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Nén R_b	7,5	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	25,0	27,5	30,0	33,0
Kéo R_{bt}	0,66	0,75	0,9	1,05	1,20	1,30	1,40	1,45	1,55	1,6	1,65
E_b (Mpa)(10^4)	21	23	27	30	32,5	34,5	36	37,5	39	39,5	40

- Bê tông lót:
- Cấp độ bền $\geq B7,5$; chiều dày $\delta \geq 10$ cm (thường $\delta = 10$ cm).
- Đối với cốt thép dọc chịu lực (không ứng lực trước, ứng lực trước, ứng lực trước kéo trên bề), chiều dày lớp bê tông bảo vệ cần được lấy không nhỏ hơn đường kính cốt thép hoặc dây cáp và không lớn hơn:
 - Trong dầm móng: 30mm.
 - Trong móng:
 - Lắp ghép: 30mm.
 - Toàn khối khi có lớp bê tông lót: 35mm.
 - Toàn khối khi không có lớp bê tông lót: 70mm.
 - Trong kết cấu một lớp làm từ bê tông nhẹ và bê tông rỗng cấp B7,5 và thấp hơn, chiều dày lớp bê tông bảo vệ cần không nhỏ hơn 20mm, còn đối với các panen tường ngoài (không có lớp trát) không được nhỏ hơn 25 mm.
 - Đối với các kết cấu một lớp làm từ bê tông tổ ong, trong mọi trường hợp lớp bê tông bảo vệ không nhỏ hơn 25 mm.
- Trong những vùng chịu ảnh hưởng của hơi nước mặn, lấy chiều dày lớp bê tông bảo vệ theo quy định sau:

- Các kết cấu thi công bằng phương pháp đổ bê tông dưới nước (cọc nhồi, đài móng) phải tăng 20mm chiều dày bảo vệ so với yêu cầu tối thiểu ghi ở Bảng trên.
- Trong mọi trường hợp không được thiết kế chiều dày lớp bê tông bảo vệ nhỏ hơn 30mm đối với kết cấu bề mặt trực diện với hơi nước biển hoặc nước biển.
- Độ sâu đặt móng $h_m=f$ (điều kiện địa chất và tải trọng ...).
- Kích thước móng: $b \times l$.

3.1.2 Xác định tải trọng tại chân cột



Hình 3. 1 Ngoại lực tác dụng lên móng

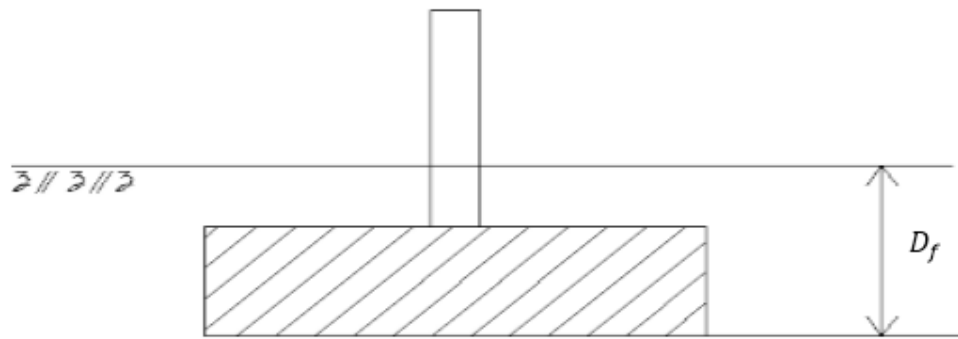
$$N^{tt}, M^{tt}, H^{tt} \rightarrow N^{tc}, M^{tc}, H^{tc}$$

Giải nội lực từ mô hình khung không gian.

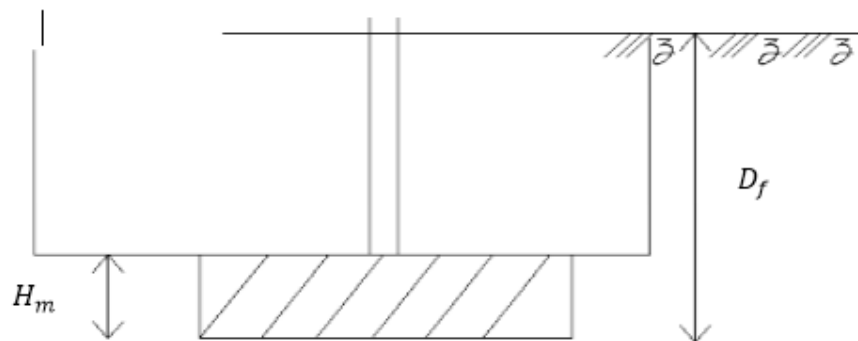
3.1.3 Chọn chiều sâu đặt móng

Chiều sâu đặt móng được quyết định bởi:

- Chức năng cũng như đặc điểm kết cấu của nhà và công trình (ví dụ có hay không có tầng hầm, đường ống ngầm, móng của thiết bị ...).



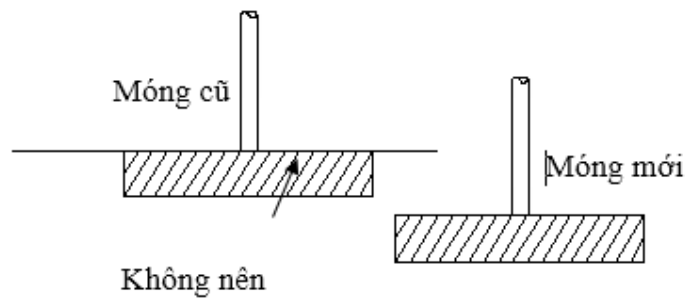
Không có tầng hầm

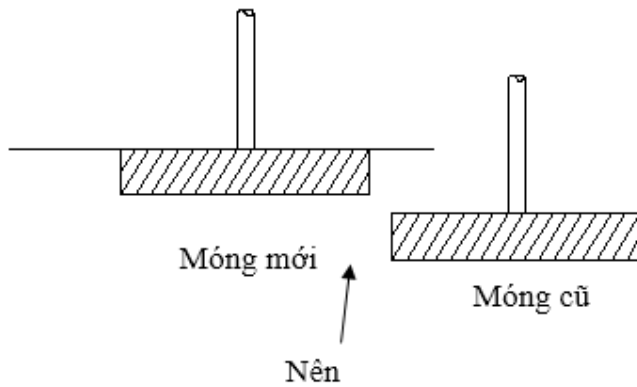


Có tầng hầm

Hình 3. 2 Công trình có tầng hầm hay không tầng hầm

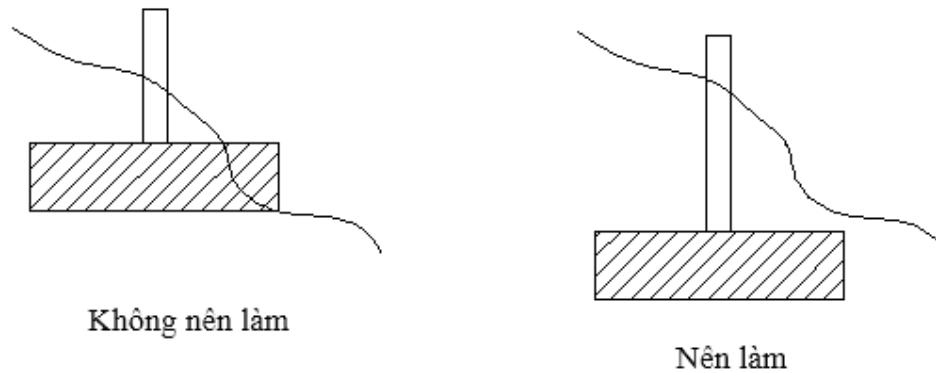
- Trị số và đặc điểm của tải trọng và các tác động tác dụng lên nền;
- Chiều sâu đặt móng của công trình và thiết bị bên cạnh (nếu không cần thiết, không nên đặt sâu hơn móng nhà bên cạnh);





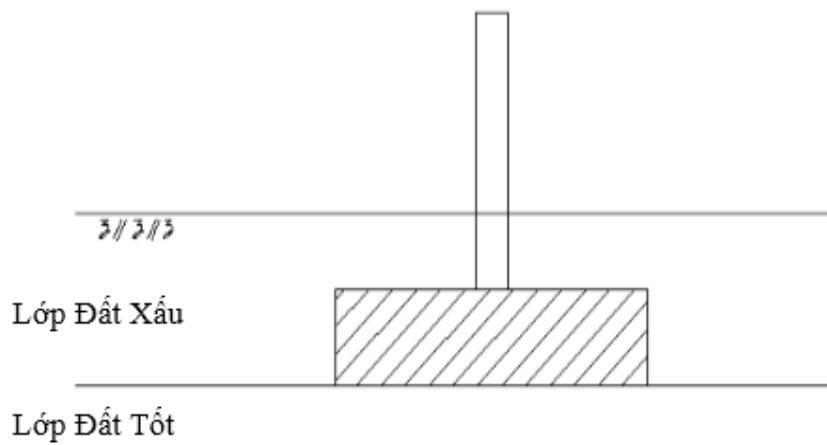
Hình 3. 3 Móng công trình hay thiết bị bên cạnh móng thi công

- Địa hình hiện tại và địa hình thiết kế của nơi xây dựng;
- Đảm bảo chống trượt;



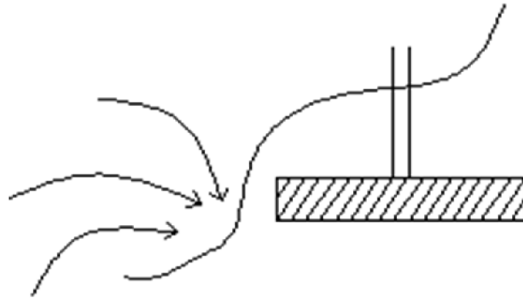
Hình 3. 4 Đảm bảo chống trượt cho móng

- Điều kiện địa chất của nơi xây dựng (tính chất xây dựng của đất, đặc điểm thành lớp của từng loại đất, có các lớp đất nằm nghiêng dễ trượt, các hang lỗ do phong hóa hoặc do hòa tan muối,...);
- Tránh các mỏ hòa tan (mỏ muối....);



Hình 3. 5 Độ sâu đặt móng theo điều kiện địa chất

- Điều kiện địa chất thủy văn (mức nước ngầm, tầng nước mặt và khả năng thay đổi khi xây dựng và sử dụng nhà và công trình, tính ăn mòn của nước ngầm,...);
- Sự xói mòn đất ở chân các công trình xây ở các lòng sông (mố cầu, trụ các đường ống,...);



Hình 3. 6 Xói mòn chân móng

- Chiều sâu đặt móng cần phải đủ để khi tính theo trạng thái giới hạn nền làm việc được chắc chắn.

3.1.4 Xác định sơ bộ kích thước móng

Xác định chiều dài móng băng (L):

- Dựa vào kiến trúc của công trình.
- Nếu mặt bằng rộng thì nên chọn móng có đầu thừa để nội lực trong móng phân bố hợp lý hơn.
- Chiều dài đầu thừa nên kéo dài ra thêm $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ chiều dài trung bình của các nhịp.
- Khi tính toán biến dạng của nền mà dùng các sơ đồ tính nêu ở TCVN 9362-2012 mục 4.6.8, thì áp lực trung bình tác dụng lên nền ở dưới đáy móng do các tải trọng nêu ở TCVN 9362-2012 mục 4.2.2 gây ra, không được vượt quá áp lực tính toán R (kPa) tác dụng lên nền tính theo công thức:

$$R = \frac{m_1 \times m_2}{k_{tc}} (A \times b \times \gamma_{II} + B \times h \times \gamma'_{II} + \gamma_{II} \times h_0) \quad (3.1)$$

Trong đó:

- m_1 và m_2 lần lượt là hệ số điều kiện làm việc của nền đất và hệ số điều kiện làm việc của nhà hoặc công trình có tác dụng qua lại với nền, lấy theo TCVN 9362-2012 mục 4.6.10;
- k_{tc} là hệ số tin cậy lấy theo TCVN 9362-2012 mục 4.6.11;
- A , B và D là các hệ số không thứ nguyên lấy theo Bảng 14 phụ thuộc vào trị tính toán của góc ma sát trong φ_{II} xác định theo TCVN 9362-2012 mục 4.3.1 đến 4.3.7;
- b là cạnh bé (bề rộng) của đáy móng, tính bằng mét (m);
- h là chiều sâu đặt móng so với cốt qui định bị bạt đi hoặc đắp thêm, tính bằng mét (m);

- γ_{II} là trị trung bình (theo từng lớp) của trọng lượng thể tích đất nằm phía trên độ sâu đặt móng, tính bằng kiloniuten trên mét khối (kN/m³);
 - γ_{II} có ý nghĩa như trên, nhưng của đất nằm phía dưới đáy móng, tính bằng kiloniuten trên mét khối (kN/m³);
 - c_{II} là trị tính toán của lực dính đơn vị của đất nằm trực tiếp dưới đáy móng, tính bằng kilopascal (kPa);
 - $h_o = h - h_{td}$ là chiều sâu đến nền tầng hầm tính bằng mét (m). Khi không có tầng hầm thì lấy $h_o = 0$;
 - h_{td} là chiều sâu đặt móng tính đối kể từ nền tầng hầm bên trong nhà có tầng hầm, tính theo công thức:
 - $$h_{td} = h_1 + h_2 \frac{\gamma_{kc}}{\gamma_{II}}$$
 - h_1 là chiều dày lớp đất ở phía trên đáy móng, tính bằng mét (m);
 - h_2 là chiều dày của kết cấu sàn tầng hầm, tính bằng mét (m);
 - γ_{kc} là trị tính toán trung bình của trọng lượng thể tích của kết cấu sàn tầng hầm, tính bằng kiloniuten trên mét khối (kN/m³).
 - Với $m_1, m_2, k_{tc}, A, B, C, D$ xem theo mục hướng dẫn 4.6.9 TCVN 9362:2012.
- Giả sử $b = 1$ tính được R_{II} vừa tìm được vào điều kiện sức chịu tải tiêu chuẩn của đất nền dưới đáy móng:

$$p = \frac{N^{tc}}{F} + \gamma_{tb} \times D_f \leq R_{II} \quad (3.2)$$

$$\rightarrow F \geq \frac{N^{tc}}{R_{II} - \gamma_{tb} \times D_f}$$

- Với $F = B \times L$ ta suy ra được B từ L là chiều dài của móng.

○ Chọn chiều cao dầm móng: $H_d = \left[\frac{1}{12} \div \frac{1}{6} \right] \times l_{i \max} \quad (3.3)$

○ Chọn chiều cao cánh móng: $H_c \geq 200mm \quad (3.4)$

3.1.5 Kiểm tra ổn định đất nền: (Mục 4.6.9 TCVN 9362:2012)

Bảng 3. 4 Phân loại dầm trên nền đàn hồi

αl	Loại dầm móng	Ghi chú
$< \pi/4$	Dầm móng ngắn	Có thể tính toán với giả thiết móng cứng tuyệt đối và phản lực nền phân bố đều hoặc hình thang.
$\pi/4 \div \pi$	Dầm móng dài hữu hạn	
$> \pi$	Dầm móng dài vô hạn	

Cách xác định hệ số nền k:

TH1: thực hiện thí nghiệm bàn nén hiện trường loại hình tròn

$$k = \frac{\sigma}{S} = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{s_2 - s_1} \quad (3.6)$$

TH2: thực hiện thí nghiệm bàn nén hiện trường loại hình vuông

$$k = k_{0,3} \left(\frac{B+0,3}{2B} \right)^2 \quad (\text{trên nền cát}) \quad (3.7)$$

$$k = k_{0,3} \left(\frac{0,3}{B} \right) \quad (\text{trên nền sét}) \quad (3.8)$$

Đối với móng hình chữ nhật (B(m)xL(m)), hệ số nền được chuyển đổi từ móng vuông theo công thức:

$$k = \frac{k_{(B \times B)} \left(1 + \frac{B}{L} \right)}{1,5} \quad (3.9)$$

Bảng 3. 5 Giá trị $K_{0,a}$ theo tên, trạng thái đất

Loại đất	Trạng thái	$K_{0,a}$ (MN/m ³)
Cát khô hoặc ẩm	Rời	8-25
	Chặt TB	25-125
	Chặt	125-375
Cát bão hòa	Rời	10-15
	Chặt TB	35-40
	Chặt	130-150
sét	Đẻo ($q_u = 100 - 200$ kPa)	12-25
	Đẻo cứng ($q_u = 100 - 200$ kPa)	25-50
	Cứng ($q_u > 400$ kPa)	>50
Với q_u là sức chịu nén một trục của đất nền		

TH3: Từ thí nghiệm SPT cho đất cát

Theo Scott (1981) đề nghị một công thức tương quan xác định $k_{0,3}$ từ kết quả xuyên động SPT cho đất cát:

$$k_{0,3} \text{ (MN/m}^3\text{)} = 1,8N$$

Một công thức gần đúng xác định hệ số nền k thường được sử dụng:

$$k = \frac{E_s}{B (1-\nu^2)} \quad (3.10)$$

3.1.5.1 Trường hợp 1: móng cứng tuyệt đối ($\alpha L \leq \pi/4$)

Trong đó: L là chiều dài móng

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{k^*}{4EI}} \quad \text{với } k^* = kB \quad (3.10)$$

Trong đó: k là hệ số nền

Khi tính toán biến dạng của nền thì áp lực trung bình tác dụng lên nền ở dưới đáy móng do các tải trọng nêu trong 4.2.2 gây ra, không được vượt quá áp lực tính toán R tác dụng lên nền tính theo công thức:

Điều kiện ổn định của nền đáy móng:

$$\begin{cases} p_{\max}'' \leq 1,2R'' \\ p_{\min}'' \geq 0 \end{cases} \quad (3.11)$$

Trong đó:

R'' : cường độ (sức chịu tải tiêu chuẩn) của nền dưới đáy móng.

Từ B đã xác định ở trên, ta tính lại R'' để kiểm tra độ ổn định của nền.

$\left. \begin{matrix} p_{\max}^{tc} \\ p_{\min}^{tc} \end{matrix} \right\}$: Áp lực tiêu chuẩn cực đại và cực tiểu do móng tác dụng lên nền đất

$$p_{\max}^{tc} = \frac{N_{tc}}{b \times L} \pm \frac{6M^{tc}}{b \times L^2} + \gamma_{tb} \times D_f \quad (3.12)$$

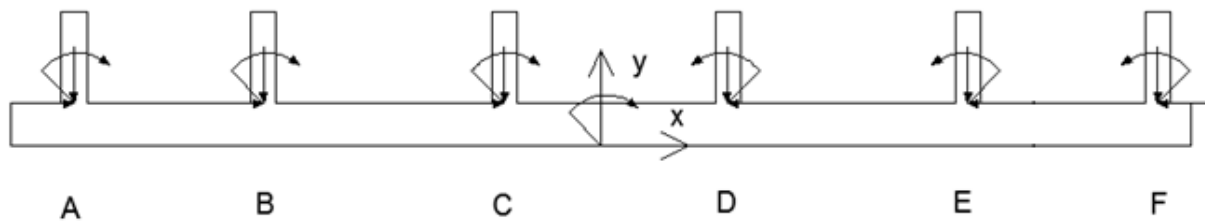
Tải trọng tiêu chuẩn

$$\begin{aligned} N^{tc} &= \frac{N''}{n} \\ H^{tc} &= \frac{H''}{n} \\ M^{tc} &= \frac{M''}{n} \end{aligned} \quad (3.13)$$

Tổng tải trọng theo phương thẳng đứng:

$$\begin{aligned} N^{tt} &= N^{tt}_1 + N^{tt}_2 + N^{tt}_3 + N^{tt}_4 + N^{tt}_5 + N^{tt}_6 \\ H^{tt} &= H^{tt}_1 + H^{tt}_2 + H^{tt}_3 + H^{tt}_4 + H^{tt}_5 + H^{tt}_6 \\ M^{tt} &= \sum M^{tt} + \sum N^{tt}_i \times x + \sum H^{tt}_i \times h \end{aligned} \quad (3.14)$$

Khoảng cách từ các điểm đặt lực đến trọng tâm đáy móng



Hình 3. 7 Khoảng cách điểm đặt lực và chiều quay momen

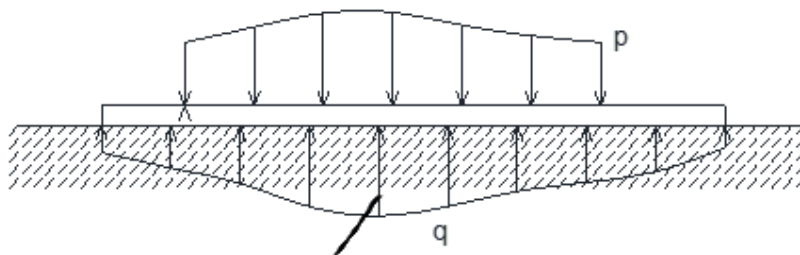
- Lực dọc N theo phương Z: $\begin{cases} \downarrow (-) \\ \uparrow (+) \end{cases}$

- Lực ngang H theo phương X: $\begin{cases} \rightarrow (+) \\ \leftarrow (-) \end{cases}$

- Momen M quay quanh trục Y: $\begin{cases} \curvearrowright \text{ Theo chiều KĐH: } (+) \\ \curvearrowleft \text{ Ngược chiều KĐH: } (-) \end{cases}$

3.1.5.2 Trường hợp 2: móng mềm

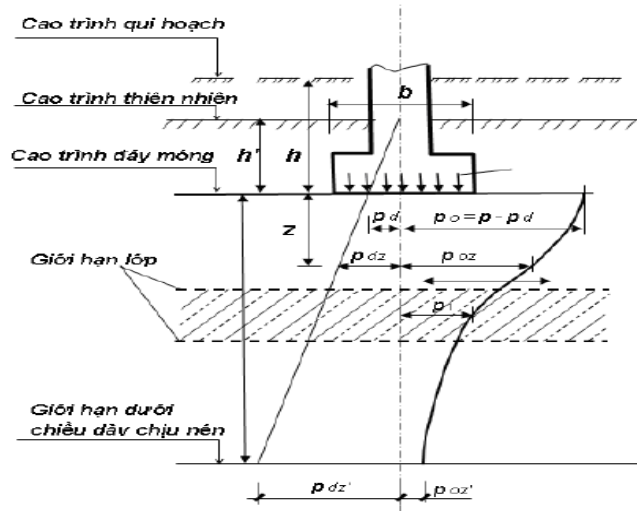
Lấy phản lực đất nền trong trường hợp tính nền trên dầm đàn hồi Winkler để kiểm tra.



$$P_{\max} \leq R^{\text{II}}$$

Hình 3. 8 Nền Winkler

3.1.6 Kiểm tra lún (phụ lục C, TCVN 9362:2013)



Hình 3. 9 Sơ đồ tính lún theo phương pháp cộng lớp

3.1.6.1 Áp lực thực tế trung bình dưới đáy móng:

$$p = \frac{N^{tc}}{F} + \gamma_{tb} \times D_f \quad (3.15)$$

Trong đó:

- N^{tc} là tổng lực nén tiêu chuẩn.
- F là diện tích đáy móng.
- γ_{tb} là dung trọng của lớp bê tông và phần đất phía trên (thường lấy là 22 kN/m³)
- D_f là độ sâu đặt móng kể từ cao trình quy hoạch (đắp thêm hoặc san ủi bớt đi).

3.1.6.2 Ứng suất trong đất tại đáy móng do trọng lượng bản thân phía trên gây ra (mục C.1.2. TCVN 9362:2012).

Trường hợp 1 : Nền dưới lớp đất đắp chưa đạt độ cố kết hoàn toàn ($U < 90\%$)

$$\sigma_d = \gamma_i^* \times h_i' \quad (3.16)$$

Trong đó: γ_i^* là dung trọng các lớp đất phía trên đáy móng.

h_i' là bề dày các lớp đất phía trên đáy móng (tính từ cao trình thiên nhiên đến đáy móng).

Trường hợp 2 : Nền dưới lớp đất đắp đã đạt độ ổn định ($U > 90\%$)

$$\sigma_d = \gamma_i^* \times h \quad (3.17)$$

Trong đó: γ_i^* là dung trọng các lớp đất phía trên đáy móng

h là bề dày các lớp đất phía trên đáy móng (tính từ cao trình quy hoạch đến đáy móng).

3.1.6.3 Ứng suất do trọng lượng bản thân đất nền ở độ sâu z dưới đáy móng: (mục C.1.2 TCVN 9362:2012).

$$\sigma_{dz} = \gamma_i \times (z+h) \quad (3.18)$$

Trong đó: γ_i là dung trọng của các lớp đất dưới đáy móng.

z là độ sâu đến điểm cần tính lún.

3.1.6.4 Áp lực thêm thẳng đứng trong đất dưới đáy móng (mục C.1.2 TCVN 9362:2012).

$$p_o = p - p_d \quad (3.19)$$

3.1.6.5 Ứng suất thêm trong đất ở độ sâu z kể từ đáy móng (mục C.1.2 TCVN 9362:2012).

$$\sigma_{oz} = \alpha \times (p - p_d) = \alpha \times p_o \quad (3.20)$$

Trong đó: α là hệ số thay đổi ứng suất trong đất do áp lực gây lún gây ra, phụ thuộc độ sâu tương đối $m = \frac{2z}{b}$ và hình dạng của đáy móng còn đối với móng chữ nhật thì phụ thuộc vào tỷ số các cạnh của nó $n = \frac{l}{b}$.

Trong đó:

- α là hệ số tính đến sự thay đổi theo độ sâu của áp lực thêm trong đất, phụ thuộc độ sâu tương đối $2z/b$ và hình dạng của đáy móng. (tra bảng C.1 TCVN 9362:2012);

Bảng 3. 6 Hệ số α

m= 2z/b hoặc m=z/r	Hệ số α đối với các móng							Bảng khi n≥10
	Chữ nhật ứng với tỷ số các cạnh n = l/b							
	Hình	1	1,4	1,8	2,4	3,2	5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,4	0,949	0,960	0,972	0,975	0,976	0,977	0,977	0,977

1,2	0,547	0,606	0,682	0,717	0,740	0,749	0,754	0,755
1,6	0,390	0,449	0,532	0,578	0,612	0,630	0,639	0,642
2,4	0,214	0,257	0,325	0,374	0,419	0,449	0,470	0,477
2,8	0,165	0,201	0,260	0,304	0,35	0,383	0,410	0,420
3,6	0,106	0,130	0,173	0,209	0,250	0,283	0,320	0,337
4,0	0,087	0,108	0,145	0,176	0,214	0,248	0,285	0,306
4,8	0,067	0,077	0,105	0,130	0,161	0,192	0,230	0,258
5,2	0,053	0,066	0,091	0,112	0,141	0,170	0,208	0,239
6,0	0,040	0,051	0,070	0,087	0,110	0,136	0,172	0,208
6,4	0,036	0,045	0,062	0,077	0,098	0,122	0,158	0,106
7,2	0,028	0,036	0,049	0,062	0,080	0,100	0,133	0,175
7,6	0,024	0,032	0,044	0,056	0,072	0,091	0,123	0,166
8,4	0,021	0,026	0,037	0,046	0,060	0,077	0,105	0,150
8,8	0,019	0,024	0,034	0,042	0,055	0,070	0,098	0,144
9,6	0,016	0,020	0,028	0,036	0,047	0,060	0,085	0,132
10,0	0,015	0,019	0,026	0,033	0,044	0,056	0,079	0,126
11	0,011	0,017	0,023	0,029	0,040	0,050	0,071	0,114
12	0,009	0,015	0,020	0,026	0,031	0,044	0,060	0,104
CHÚ THÍCH: Đối với những giá trị trung gian của m và n, α xác định bằng nội suy								

Đối với tính móng băng, ta dò cột 1 để xác định hệ số $m = 2z/b$ sau đó tra cột 9 để xác định hệ số α , với những giá trị m không có trong bảng C.1 ta sử dụng phương pháp nội suy để xác định hệ số α .

Xác định vùng nền cần tính lún (mục C.1.5 phụ lục C TCVN 9362:2012).

Độ sâu tầng chịu nén của nền z được hạn chế dựa vào tỉ số giữa các đại lượng thêm do móng hoặc khi kê đến ảnh hưởng cả các móng lân cận (theo phương đứng qua trung tâm móng) và áp lực thiên nhiên tại cùng độ sâu.

Khi có nước ngầm, áp lực thiên nhiên được xác định có kể đến tác dụng đẩy nổi của nước.

Đối với đất sét và đất cát:

$$p'_{oz} = 0,2 \times p_{dz} \quad (3.21)$$

Đối với đất có giới hạn dưới của tầng chịu nén đã tìm được kết thúc trong lớp đất có $E < 5000$ kPa thì:

$$p'_{oz} = 0,1 \times p_{dz} \quad (3.22)$$

3.1.6.6 Độ lún nền móng theo phương pháp cộng lớp xác định theo: (mục C.1.6 phụ lục C TCVN 9362:2012).

$$S = \beta \times \sum_1^n \frac{p_i \times h_i}{E_i} \quad (3.23)$$

Trong đó:

- n: số lớp chia theo độ sâu của tầng chịu nén của nền;
- h_i : chiều dày của lớp đất thứ i;
- E_i : module biến dạng của lớp đất thứ i;
- p_i : áp lực thêm trung bình trong lớp đất thứ I, bằng nửa tổng số áp lực thêm p_{oz} tại giới hạn trên và dưới của lớp đó;
- β : là hệ số không thứ nguyên và bằng 0.8.

3.1.6.7 Tính toán nền theo biến dạng phải xuất phát từ điều kiện: (mục 4.6.6 TCVN 9362:2012).

$$S < S_{gh} \quad (3.24)$$

Trong đó:

- S là trị biến dạng của nền với nhà hoặc công trình xác định bằng tính toán theo chỉ dẫn của Phụ lục C (trong tính lúc thì S là độ lún của nền thuộc các móng riêng rẽ theo mục 4.6.5).
- S_{gh} là biến dạng giới hạn cho phép của nền với nhà hoặc công trình quy định ở 4.6.21 đến 4.6.27.

Biến dạng giới hạn cho phép của nền nhà và công trình S_{gh} lấy theo bảng 16 TCVN 9362:2012. Theo Bảng 16 khi tính lún do không xác định được công trình đang thực hiện thuộc loại nào nên ta cho độ lún bé nhất là S_{gh} là 8cm.

3.1.6.8 Xác định hệ số nén lún (mục 4.4.7 TCVN 4200:2012)

$$\alpha_{n,n-1} = \frac{e_{n-1} - e_n}{\delta_n - \delta_{n-1}} \quad (3.25)$$

Trong đó:

- e_{n-1} là hệ số rỗng ở cấp tải trọng thứ n-1;
- e là hệ số rỗng ở cấp tải trọng thứ n;
- σ_{n-1} là áp lực nén thẳng đứng cấp thứ n-1, tính bằng kPa;
- σ_n là áp lực nén thẳng đứng cấp thứ n, tính bằng kPa;

3.1.6.9 Xác định modun biến dạng của đất: (phụ lục A TCVN 4200:2012).

$$E = \frac{1 + e_o}{a} \times \beta \times m_k \quad (3.26)$$

Trong đó:

- E_o là hệ số rỗng ban đầu của đất (ứng với cấp tải 0-25);
- β là hệ số phụ thuộc vào biến dạng ngang, lấy $\beta=0,8$;

-a là hệ số nén lún.

m_k là hệ số chuyển đổi modun biến dạng trong phòng theo modun biến dạng xác định bằng phương pháp nén tải trọng tĩnh.

Đối với công trình nhỏ và vừa (cấp II-IV), khi không có kết quả nén tải trọng tĩnh thì hệ số m_k được lấy theo bảng dưới đây đối với loại sét có nguồn gốc bồi tích, sườn tích có chỉ số sét $I_s = B \leq 0,75$ (m_k tra theo e_0).

Bảng 3. 7 Hệ số m_k

Loại đất	Trị số của các hệ số m_k khi hệ số rỗng e bằng						
	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Cát pha	4	4	3,5	3	2	-	-
Sét pha	5	5	4,5	4	3	2,5	2
Sét	-	-	6	6	5,5	5,5	4,5

Bảng 3. 8 Bảng ứng suất móng chính

Độ sâu z (m)	L(m)	B(m)	$2z/B$	L/B	$p_{dz} = \gamma_i \times z$ (ứng suất thiên nhiên)	$p_0 = p - p_d$ (ứng suất gây lún ngay đáy móng)	α	$p_{oz} = \alpha \times p_0$ (ứng suất gây lún theo độ sâu z)
z_0								
z_1								
z_2								

Bảng 3. 9 Bảng ứng suất gây lún do móng ảnh hưởng gây ra trên móng chính

Độ sâu z (m)	x(m)	B(m)	z/B	x/B	$p_{dz} = \gamma_i \times z$ (ứng suất thiên nhiên)	$p_0 = p - p_d$ (ứng suất gây lún ngay đáy móng)	k_z	$p_{0z}^c = k_z \times p_0$ (ứng suất gây lún theo độ sâu z)
z_0								
z_1								
z_2								

Bảng 3. 10 Bảng ứng suất gây lún tổng cộng

Độ sâu $z(m)$	p_{oz} (ứng suất gây lún theo độ sâu z) (kN/m^2)	p_{oz}^c (ứng suất gây lún do móng ảnh hưởng theo độ sâu z) (kN/m^2)	Tổng ứng suất gây lún $\sum p_{ozi}$
z_0			
z_1			
z_2			

Áp lực theo phương thẳng đứng qua điểm C (trọng tâm đáy móng chính) do móng ảnh hưởng gây ra :

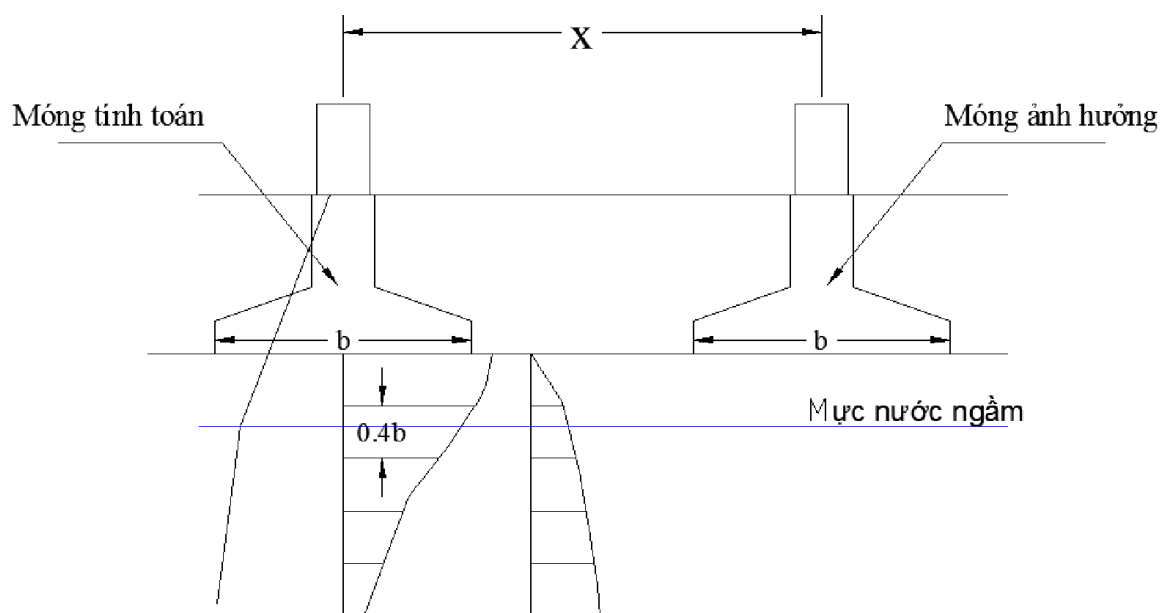
$$P_{oz}^c = k_z p_o \quad (3.27)$$

- P_o là áp lực gây lún tại đáy móng.

K_z tra theo bảng tra hệ số phân bố ứng suất tải trọng thẳng đứng phân bố đều hình băng

Bảng 3. 11 Bảng tính lún

Lớp phân tổ	Chiều dày(m)	Độ sâu	$\sum p_{ozi}$	β	E_i	S_i
1						
2						
S=$\sum S_i$						



Hình 3. 10 Móng ảnh hưởng tác động lên móng chính

Bảng 3. 12 Bảng tra hệ số phân bố ứng suất tải trọng thẳng đứng phân bố đều hình băng

z/b	x/b																				
	0			0.1			0.25			0.5			0.75			1.0			1.25		
	K _z	K _x	K _t	K _z	K _x	K _t	K _z	K _x	K _t	K _z	K _x	K _t	K _z	K _x	K _t	K _z	K _x	K _t	K _z	K _x	K _t
0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0.5	0.5	0.32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	0.997	0.752	0	0.996	0.743	0.010	0.988	0.685	0.038	0.500	0.437	0.315	0.011	0.180	0.042	0.002	0.082	0.011	0.000	0.048	0.005
0.2	0.977	0.538	0	0.973	0.527	0.032	0.937	0.468	0.103	0.498	0.376	0.306	0.059	0.270	0.116	0.011	0.147	0.038	0.003	0.090	0.017
0.3	0.937	0.375	0	0.928	0.367	0.051	0.866	0.334	0.144	0.495	0.320	0.292	0.120	0.288	0.171	0.030	0.188	0.072	0.010	0.124	0.035
0.4	0.881	0.260	0	0.869	0.257	0.061	0.797	0.247	0.158	0.489	0.269	0.274	0.173	0.274	0.199	0.056	0.208	0.103	0.021	0.147	0.055
0.5	0.818	0.182	0	0.805	0.182	0.064	0.735	0.186	0.157	0.480	0.225	0.255	0.214	0.249	0.211	0.084	0.211	0.127	0.036	0.161	0.074
0.6	0.755	0.129	0	0.743	0.131	0.061	0.679	0.143	0.147	0.468	0.188	0.234	0.243	0.221	0.212	0.111	0.205	0.144	0.052	0.167	0.091
0.7	0.696	0.094	0	0.685	0.096	0.056	0.630	0.111	0.134	0.455	0.156	0.214	0.263	0.193	0.206	0.135	0.192	0.154	0.069	0.167	0.104
0.8	0.642	0.069	0	0.633	0.072	0.051	0.586	0.087	0.121	0.440	0.130	0.194	0.276	0.168	0.197	0.155	0.177	0.158	0.085	0.162	0.114
0.9	0.593	0.053	0	0.585	0.055	0.045	0.546	0.069	0.108	0.425	0.108	0.176	0.284	0.146	0.187	0.172	0.161	0.159	0.101	0.155	0.121
1.0	0.550	0.041	0	0.543	0.043	0.040	0.510	0.055	0.096	0.409	0.091	0.159	0.288	0.127	0.175	0.185	0.146	0.157	0.114	0.146	0.125
1.1	0.511	0.032	0	0.506	0.034	0.036	0.479	0.045	0.085	0.393	0.076	0.144	0.288	0.110	0.164	0.195	0.131	0.152	0.126	0.136	0.127
1.2	0.477	0.025	0	0.473	0.027	0.032	0.450	0.037	0.076	0.378	0.065	0.130	0.287	0.096	0.152	0.202	0.117	0.147	0.136	0.125	0.127
1.3	0.447	0.020	0	0.443	0.022	0.028	0.424	0.030	0.068	0.363	0.055	0.118	0.283	0.083	0.142	0.207	0.105	0.141	0.145	0.115	0.126
1.4	0.420	0.017	0	0.417	0.018	0.025	0.400	0.025	0.061	0.348	0.047	0.108	0.279	0.073	0.131	0.210	0.094	0.134	0.151	0.106	0.123
1.5	0.396	0.014	0	0.393	0.015	0.023	0.379	0.021	0.055	0.334	0.040	0.098	0.274	0.064	0.122	0.211	0.084	0.127	0.157	0.097	0.120
1.6	0.374	0.012	0	0.372	0.013	0.021	0.360	0.018	0.050	0.321	0.035	0.089	0.268	0.056	0.113	0.212	0.075	0.121	0.161	0.089	0.116
1.7	0.354	0.010	0	0.352	0.011	0.019	0.342	0.015	0.045	0.308	0.030	0.082	0.261	0.049	0.105	0.211	0.067	0.114	0.164	0.081	0.112
1.8	0.337	0.008	0	0.335	0.009	0.017	0.326	0.013	0.041	0.297	0.026	0.075	0.255	0.044	0.098	0.209	0.060	0.108	0.166	0.074	0.108
1.9	0.320	0.007	0	0.319	0.008	0.015	0.311	0.011	0.037	0.285	0.023	0.069	0.249	0.039	0.091	0.207	0.054	0.102	0.167	0.067	0.103
2.0	0.306	0.006	0	0.304	0.007	0.014	0.298	0.010	0.034	0.275	0.020	0.064	0.242	0.034	0.085	0.205	0.049	0.096	0.168	0.062	0.099
2.25	0.274	0.004	0	0.273	0.005	0.011	0.268	0.007	0.028	0.251	0.015	0.053	0.226	0.026	0.071	0.197	0.038	0.083	0.167	0.049	0.088
2.5	0.248	0.003	0	0.247	0.004	0.009	0.244	0.005	0.023	0.231	0.011	0.044	0.212	0.020	0.061	0.188	0.030	0.072	0.164	0.040	0.078
3.0	0.208	0.002	0	0.208	0.002	0.007	0.206	0.003	0.017	0.198	0.007	0.032	0.186	0.013	0.045	0.171	0.019	0.055	0.154	0.026	0.062
3.5	0.179	0.001	0	0.179	0.001	0.005	0.178	0.002	0.012	0.173	0.005	0.024	0.165	0.008	0.034	0.154	0.013	0.043	0.142	0.018	0.050
4.0	0.158	0.001	0	0.157	0.001	0.004	0.156	0.001	0.010	0.153	0.003	0.019	0.147	0.006	0.027	0.140	0.009	0.034	0.132	0.013	0.040
5.0	0.126	0.000	0	0.126	0.000	0.002	0.126	0.001	0.006	0.124	0.002	0.012	0.121	0.003	0.018	0.117	0.005	0.023	0.112	0.007	0.028
6.0	0.106	0.000	0	0.106	0.000	0.002	0.105	0.000	0.004	0.104	0.001	0.009	0.102	0.002	0.013	0.100	0.003	0.017	0.097	0.004	0.020
7.0	0.091	0.000	0	0.091	0.000	0.001	0.090	0.000	0.003	0.090	0.001	0.006	0.089	0.001	0.009	0.087	0.002	0.012	0.085	0.003	0.015
8.0	0.079	0.000	0	0.079	0.000	0.001	0.079	0.000	0.002	0.079	0.000	0.005	0.078	0.001	0.007	0.077	0.001	0.010	0.076	0.002	0.012

z/b	x/b																				
	1.50			1.75			2.0			2.5			3.0			4.0			5.0		
	K _z	K _x	K _t	K _z	K _x	K _t	K _z	K _x	K _t	K _z	K _x	K _t	K _z	K _x	K _t	K _z	K _x	K _t	K _z	K _x	K _t
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	0.000	0.031	0.002	0.000	0.022	0.001	0.000	0.017	0.001	0.000	0.011	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.003	0.000
0.2	0.001	0.061	0.009	0.001	0.044	0.005	0.000	0.033	0.004	0.000	0.021	0.002	0.000	0.014	0.001	0.000	0.008	0.000	0.000	0.005	0.000
0.3	0.004	0.086	0.019	0.002	0.063	0.012	0.001	0.048	0.008	0.000	0.031	0.004	0.000	0.021	0.002	0.000	0.012	0.001	0.000	0.008	0.000
0.4	0.010	0.107	0.032	0.005	0.080	0.020	0.003	0.062	0.013	0.001	0.040	0.007	0.001	0.028	0.004	0.000	0.016	0.002	0.000	0.010	0.001
0.5	0.017	0.122	0.045	0.009	0.094	0.029	0.005	0.074	0.020	0.002	0.049	0.010	0.001	0.034	0.006	0.000	0.020	0.002	0.000	0.013	0.001
0.6	0.026	0.132	0.058	0.015	0.104	0.038	0.009	0.084	0.027	0.004	0.056	0.014	0.002	0.040	0.008	0.001	0.023	0.004	0.000	0.015	0.002
0.7	0.037	0.138	0.070	0.021	0.112	0.048	0.013	0.091	0.034	0.005	0.063	0.018	0.003	0.046	0.011	0.001	0.027	0.005	0.000	0.017	0.002
0.8	0.048	0.139	0.080	0.028	0.117	0.057	0.018	0.097	0.041	0.008	0.069	0.023	0.004	0.050	0.014	0.001	0.030	0.006	0.001	0.020	0.003
0.9	0.060	0.138	0.089	0.036	0.119	0.065	0.023	0.101	0.048	0.010	0.073	0.027	0.005	0.055	0.017	0.002	0.033	0.007	0.001	0.022	0.004
1.0	0.071	0.134	0.095	0.045	0.119	0.072	0.029	0.103	0.054	0.013	0.077	0.032	0.007	0.058	0.020	0.002	0.036	0.009	0.001	0.024	0.005
1.1	0.081	0.129	0.100	0.053	0.117	0.078	0.035	0.104	0.060	0.017	0.080	0.036	0.009	0.061	0.023	0.003	0.038	0.011	0.001	0.026	0.006
1.2	0.091	0.123	0.104	0.061	0.114	0.082	0.041	0.103	0.065	0.020	0.082	0.040	0.011	0.064	0.026	0.004	0.041	0.012	0.002	0.028	0.007
1.3	0.099	0.116	0.105	0.068	0.111	0.086	0.047	0.102	0.069	0.024	0.083	0.044	0.013	0.066	0.029	0.005	0.043	0.014	0.002	0.029	0.008
1.4	0.107	0.109	0.106	0.075	0.106	0.088	0.053	0.100	0.072	0.028	0.083	0.048	0.015	0.067	0.032	0.006	0.045	0.016	0.002	0.031	0.009
1.5	0.114	0.102	0.106	0.082	0.101	0.090	0.059	0.097	0.075	0.032	0.083	0.051	0.018	0.068	0.035	0.007	0.046	0.018	0.003	0.032	0.010
1.6	0.120	0.095	0.105	0.088	0.096	0.091	0.065	0.093	0.077	0.036	0.082	0.054	0.021	0.069	0.037	0.008	0.048	0.019	0.004	0.034	0.011
1.7	0.124	0.089	0.103	0.093	0.091	0.091	0.070	0.090	0.078	0.040	0.081	0.056	0.023	0.069	0.040	0.009	0.049	0.021	0.004	0.035	0.012
1.8	0.128	0.082	0.101	0.098	0.086	0.091	0.075	0.086	0.079	0.043	0.079	0.058	0.026	0.069	0.042	0.010	0.050	0.023	0.005	0.036	0.013
1.9	0.132	0.076	0.098	0.102	0.081	0.090	0.079	0.082	0.080	0.047	0.077	0.060	0.029	0.068	0.044	0.012	0.051	0.024	0.005	0.037	0.014
2.0	0.134	0.071	0.095	0.106	0.076	0.088	0.083	0.078	0.079	0.051	0.075	0.061	0.031	0.068	0.046	0.013	0.051	0.026	0.006	0.038	0.015
2.25	0.138	0.058	0.088	0.113	0.065	0.084	0.091	0.068	0.078	0.059	0.069	0.063	0.038	0.065	0.049	0.017	0.052	0.029	0.008	0.040	0.018
2.5	0.139	0.048	0.080	0.117	0.055	0.079	0.097	0.059	0.075	0.065	0.063	0.064	0.044	0.061	0.052	0.021	0.051	0.032	0.010	0.041	0.021
3.0	0.136	0.033	0.066	0.119	0.039	0.068	0.103	0.044	0.067	0.075	0.051	0.061	0.054	0.053	0.053	0.028	0.049	0.037	0.015	0.041	0.025
3.5	0.130	0.024	0.054	0.117	0.029	0.057	0.104	0.033	0.058	0.080	0.040	0.056	0.061	0.044	0.052	0.035	0.044	0.039	0.020	0.040	0.028
4.0	0.122	0.017	0.045	0.112	0.021	0.048	0.102	0.025	0.050	0.083	0.032	0.051	0.066	0.036	0.049	0.040	0.040	0.040	0.025	0.038	0.030
5.0	0.107	0.010	0.032	0.101	0.012	0.035	0.095	0.015	0.037	0.082	0.020	0.040	0.069	0.025	0.041	0.048	0.030	0.038	0.032	0.032	0.032
6.0	0.094	0.006	0.023	0.090	0.008	0.026	0.086	0.010	0.028	0.077	0.013	0.032	0.068	0.017	0.034	0.051	0.022	0.034	0.037	0.026	0.031
7.0	0.083	0.004	0.018	0.080	0.005	0.020	0.078	0.006	0.022	0.071	0.009	0.025	0.065	0.012	0.028	0.052	0.017	0.029	0.040	0.020	0.028
8.0	0.074	0.003	0.014	0.072	0.004	0.016	0.070	0.004	0.018	0.066	0.006	0.021	0.061	0.009	0.023	0.051	0.013	0.025	0.041	0.016	0.026

3.1.7 Kiểm tra cường độ đất nền

Mục đích tính nền theo sức chịu tải theo TTGH I là đảm bảo độ bền và tính ổn định của nền đất, cũng như không cho phép lật vì sẽ dẫn đến sự chuyển vị đáng kể của từng móng hoặc toàn bộ công trình và do đó công trình không thể sử dụng được.

Tính nền theo sức chịu tải xuất phát từ điều kiện:

$$\sum N'' \leq \frac{\phi}{k_{tc}} \quad (3.28)$$

Trong đó:

N'' là tải trọng tính toán trên nền (tổng của tải trọng do ngoại lực tác dụng và trọng lượng của đất trên đáy móng), xác định theo 4.2.1 đến 4.6.4 TCVN 9362-2012.

$$\sum N'' = (N^{tc} + \gamma_{tb} \times D_f \times b \times l) \times n$$

ϕ là sức chịu tải của nền.

k_{tc} là hệ số độ tin cậy do cơ quan thiết kế quy định tùy theo tính chất quan trọng của nhà hoặc công trình, ý nghĩa của nhà hoặc công trình khi tận dụng hết sức chịu tải của nền, mức độ nghiên cứu điều kiện đất đai và lấy không nhỏ hơn 1,2.

$$\phi = \bar{b} \times \bar{l} \times (A_I \times \bar{b} \times \gamma_I + B_I \times h \times \gamma'_I + D_I \times c_I) \quad (3.29)$$

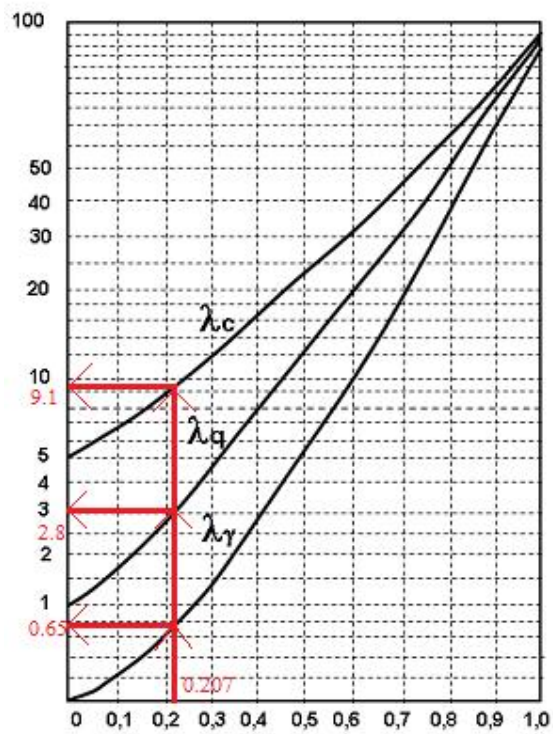
$$\begin{cases} A_I = \lambda_\gamma \times i_\gamma \times n_\gamma \\ B_I = \lambda_q \times i_q \times n_q \\ D_I = \lambda_c \times i_c \times n_c \end{cases} \quad (3.30)$$

Ta có:

$$\begin{aligned} \bar{b} &= b - 2e_b \\ \bar{l} &= l - 2e_l \end{aligned} \quad (3.31)$$

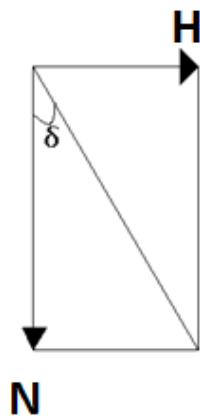
Và A_I , B_I , D_I được tính dựa theo phụ lục E của TCVN 9362: 2012.

$-\lambda_\gamma$, λ_q , λ_c là các hệ số sức chịu tải theo biểu đồ E.1 phụ thuộc vào tg φ_I .



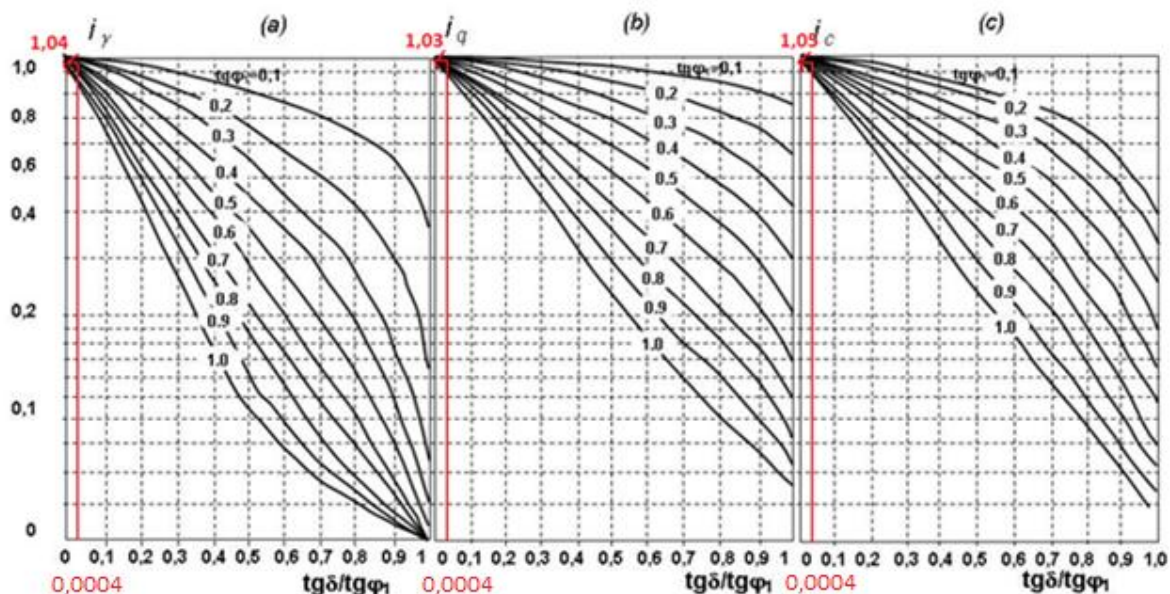
Hình 3. 11 Biểu đồ để xác định hệ số sức chịu tải

i_γ , i_q , i_c , là các hệ số ảnh hưởng độ nghiêng của tải trọng theo biểu đồ E.2 phụ thuộc vào $\text{tg}\varphi_I$ và $\text{tg}\delta \Rightarrow \text{tg}\delta/\text{tg}\varphi_I$.



Hình 3. 12 Xác định góc nghiêng so với phương thẳng đứng của các ngoại lực

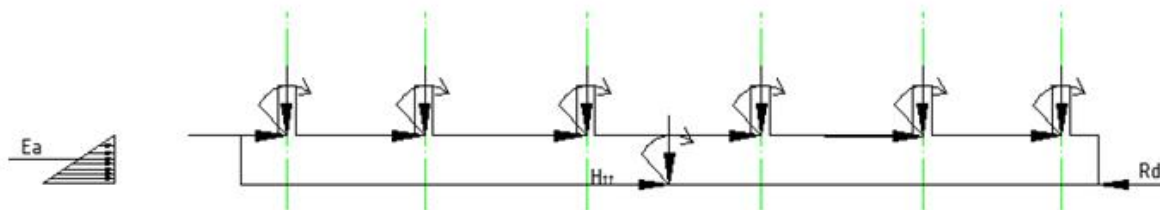
n_γ , n_q , n_c , là các hệ số ảnh hưởng tỷ lệ các cạnh của móng theo công thức:



Hình 3. 1 Biểu đồ để xác định hệ số độ nghiêng tải trọng

$$\begin{aligned}
 n_{\gamma} &= 1 + \frac{0.25}{n} \\
 n_q &= 1 + \frac{1.5}{n} \\
 n_c &= 1 + \frac{0.3}{n} \\
 n &= \frac{\bar{l}}{b}
 \end{aligned}
 \tag{3.32}$$

3.1.8 Kiểm tra điều kiện chống trượt cho móng:



Hình 3. 2 Lực tác dụng gây trượt móng

Phải tính móng về trượt theo đáy móng trong trường hợp tác dụng lên móng những lực ngang lớn. Trường hợp này hệ số tin cậy $[FS]_{\max} = (1,2-1,5)$:

$$FS_{\text{trượt}} = \frac{\sum F_{\text{chống trượt}}}{\sum F_{\text{gây trượt}}} \geq [FS]_{\max} \tag{3.33}$$

$$\sum F_{\text{chống trượt}} = R_d \tag{3.34}$$

$$\sum F_{\text{gây trượt}} = H_x + E_a \times b \tag{3.35}$$

- E_a là áp lực chủ động;

- R_d là lực ma sát giữa móng và nền đất.

$$R_d = (\tan \varphi_a + c_a) \times b \times L \quad (3.36)$$

$$\sigma = p_{tb}^{tt} = \frac{N^{tt}}{F} + \gamma_{tb} D_f \cdot 0.9 \quad (3.37)$$

3.1.9 Kiểm tra lệch:

$$\text{Điều kiện: } \frac{\Delta S}{L} \leq \left[\frac{\Delta S}{L} \right]_{gh} \quad (3.38)$$

Bảng 3. 13 Trị biến dạng giới hạn của nền S_{gh}

Tên và đặc điểm kết cấu của công trình	Trị biến dạng giới hạn của nền S_{gh}			
	Biến dạng tương đối		Độ lún tuyệt đối trung bình và lớn nhất, cm	
	Dạng	Độ lớn	Dạng	Độ lớn
1	2	3	4	5
1. Nhà sản xuất và nhà dân dụng nhiều tầng bằng khung hoàn toàn				
1.1. Khung bê tông cốt thép không có tường chèn	Độ lún lệch tương đối	0,002	Độ lún tuyệt đối lớn nhất S_{gh}	8
1.2. Khung thép không có tường chèn	Độ lún lệch tương đối	0,001	Độ lún tuyệt đối lớn nhất S_{gh}	12
1.3. Khung bê tông cốt thép có tường chèn	-	0,001	-	8
1.4. Khung thép có tường chèn	-	0,002	-	12
2. Nhà và công trình không xuất hiện nội lực thêm do tải không đều	-	0,006	-	15
3. Nhà nhiều tầng không khung, tường chịu lực bằng	Võng hoặc võng tương đối	0,000 7	Độ lún trung bình $S_{gh\text{tb}}$	10

3.1 Tấm lớn				
3.2 Khối lớn và thể xây bằng gạch không có cốt	Vồng hoặc vồng tương đối	0,001	Độ lún trung bình $S_{gh\text{tb}}$	10
3.3 Khối lớn và thể xây bằng gạch có cốt hoặc có dầm bê tông cốt thép	Độ vồng hoặc vồng tương đối	0,0012	Độ lún trung bình $S_{gh\text{tb}}$	15
3.4. Không phụ thuộc vật liệu của tường	Độ nghiêng theo hướng ngang i_{gh}	0,005	-	
4. Công trình cao, cứng				
4.1. Công trình máy nâng bằng kết cấu bê tông cốt thép:				
a) Nhà làm việc và thân xi lô kết cấu toàn khối đặt trên cùng một bản móng.	Độ nghiêng ngang và dọc i_{gh}	0,003	Độ lún trung bình $S_{gh\text{tb}}$	40
b) Như trên, kết cấu lắp ghép.	Độ nghiêng ngang và dọc i_{gh}	0,003	Độ lún trung bình $S_{gh\text{tb}}$	30
c) Nhà làm việc đặt riêng rẽ.	Độ nghiêng ngang i_{gh}	0,003 0,004		25
d) Thân xi lô đặt riêng rẽ, kết cấu toàn khối.	Độ nghiêng ngang và dọc	0,004	-	40
e) Như trên, kết cấu lắp ghép	Độ nghiêng ngang và dọc	0,001	-	30
4.2. Ống khói có chiều cao H (m)				
$H \leq 100$ m	Nghiêng i_{gh}	0,005	Độ lún trung bình $S_{gh\text{tb}}$	40
$100 \text{ m} < H \leq 200$ m	Nghiêng i_{gh}	$\frac{1}{2 \times H}$	Độ lún trung bình $S_{gh\text{tb}}$	30
$200 \text{ m} < H \leq 300$ m	Nghiêng i_{gh}	$\frac{1}{2 \times H}$	Độ lún trung bình $S_{gh\text{tb}}$	20

$H > 300 \text{ m}$	Nghiêng i_{gh}	$\frac{1}{2 \times H}$	-	10
4.3. Công trình khác, cao đến 100 m và cứng.	Nghiêng i_{gh}	0,004	Độ lún trung bình S_{ghtb}	20

3.1.10 Kiểm tra điều kiện chống cắt: (mục 6.2.3.4 TCVN 5574:2012)

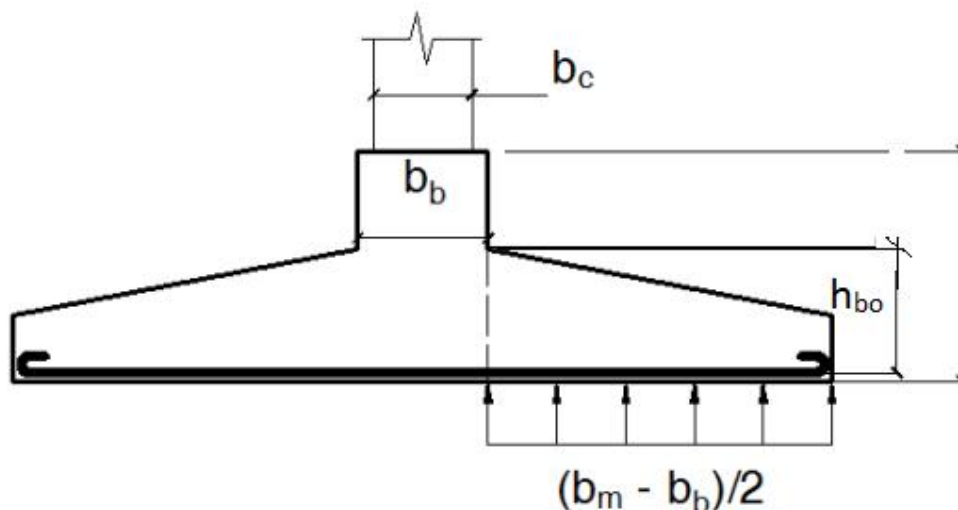
Đối với cầu kiện bê tông cốt thép không có cốt thép đai chịu cắt, để đảm bảo độ bền trên vết nứt xiên cần tính toán đối với vết nứt xiên nguy hiểm nhất theo điều kiện:

$$Q \leq \varphi_{b3} (1 + \varphi_n) R_{bt} b h_o \quad (3.39)$$

Để thiên về an toàn, lấy $\varphi_n = 0$, $\varphi_{b3} = 0,6$;

$$Q \leq 0.6 R_{bt} b h_o \quad (3.40)$$

Xét 1 m bề dài móng,

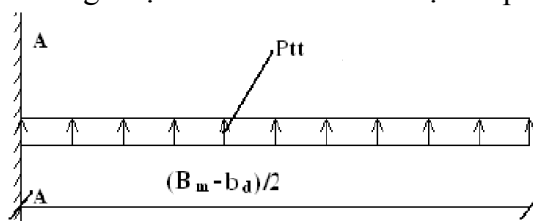


Hình 3. 3 Kiểm tra điều kiện chống cắt

3.1.11 Kiểm tra điều kiện độ võng bản cánh: (phụ lục C TCVN 5574:2012)

Điều kiện: $f \leq f_u$

Sơ đồ tính của bản cánh móng được xem như consol chịu tải phân bố



Hình 3. 16 Sơ đồ tính võng của bản cánh móng

Với f tính theo sức bền vật liệu

$$f = \frac{qL^4}{8EI_x} \quad (3.41)$$

Hoặc f tính theo safe: $f = (1+\phi)f_{\text{safe}}$

Với:

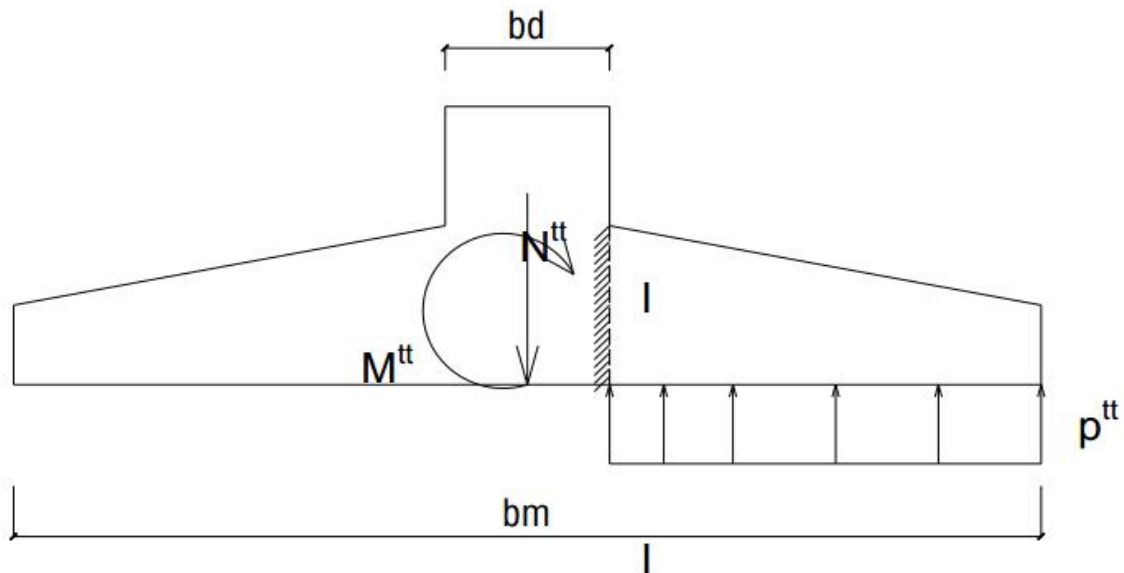
- f_{safe} là độ võng tính từ phần mềm safe;
- ϕ là hệ số hiệu chỉnh ($\phi = 1$);
- f_u được xác định theo mục C.2.6 TCVN 5574 :2012 .

Đối với các chi tiết kết cấu nhà và công trình mà độ võng và chuyển vị của chúng không đề cập đến trong tiêu chuẩn này và các tiêu chuẩn khác thì độ võng theo phương đứng và phương ngang do tải trọng thường xuyên, tạm thời dài hạn và tạm thời ngắn hạn, không được vượt quá 1/150 nhịp hoặc 1/75 chiều dài console.

→ ta lấy $f_u = L/75$

3.1.12 Tính toán cốt thép móng

3.1.12.1 TH1: Móng cứng



Hình 3. 17 Tính toán cốt thép với các lực tác dụng theo phương cạnh ngắn

a Phương cạnh ngắn

Lực phân bố dưới đáy móng:

$$p'' = \frac{\sum N''}{F_m} + \frac{\sum M''}{W_m} \quad (3.42)$$

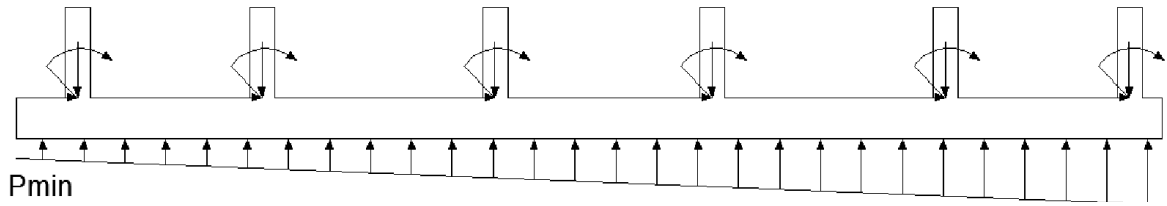
Monen tại mặt cắt I-I:

$$M_I' = \frac{1}{8} p'' (b_m - b_d)^2$$

$$A_s = \frac{M_{I-I}}{\zeta R_a h_o}$$

→ chọn bố trí cốt thép.

b Phương cạnh dài: (tính thép giống như sàn-dầm sơ đồ dầm lật ngược)

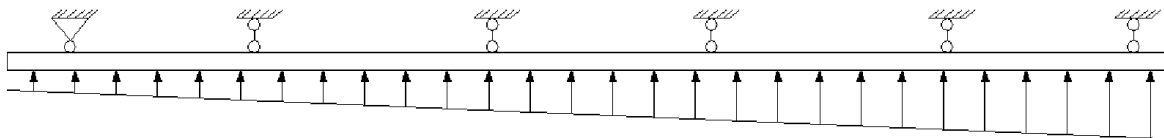


Hình 3. 18 Tính toán cốt thép với lực tác dụng theo phương cạnh dài

Xác định phản lực đất nền: $q = \frac{\sum N''}{L} (kN / m)$

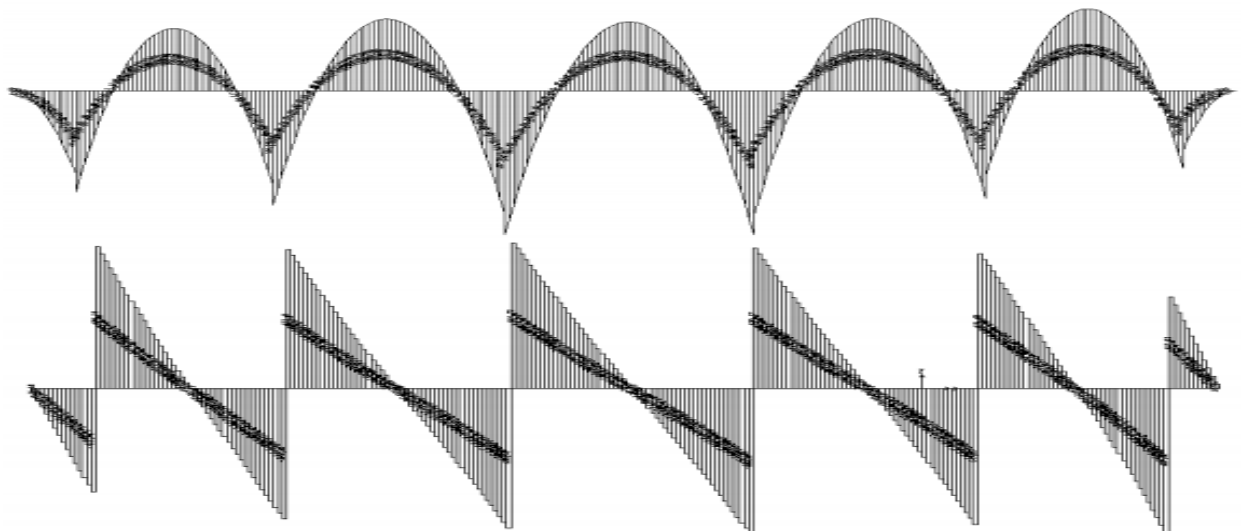
Xem móng là 1 dầm liên tục nhiều nhịp và các chân cột là gối tựa.

Để giải nội lực ta xem kết cấu là dầm lật ngược với các vị trí các cột là gối tựa, phản lực là đất nền.



Hình 3. 19 Tính theo dầm lật ngược

Giải nội lực trong dầm móng bằng này từ đó suy ra biểu đồ momne dùng để tính thép dọc và biểu đồ lực cắt để tính cốt đai cho dầm.



Hình 3. 20 Biểu đồ giá trị momen và lực cắt

Tính toán cốt dọc:

+Tại gối:

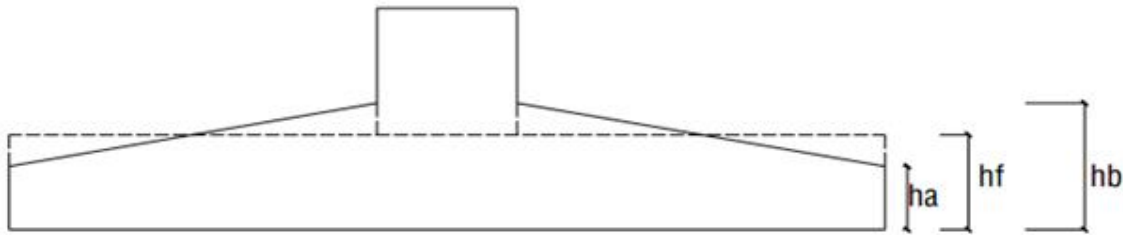
$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_b b h_o^2} \leq \alpha_R$$

$$\zeta = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} \leq \zeta_R < \xi_R$$

$$\rightarrow A_s = \frac{\zeta \gamma_b R_b b h_o}{R_s}$$

$$\mu_{\min} = \frac{A_x}{b h_o} < \mu < \mu_{\max} = \xi_R \frac{\gamma_b R_b}{R_s}$$

+Tại nhịp: momen căng thớ trên ta tính theo tiết diện chữ T



Hình 3. 21 Tính toán thép theo tiết diện chữ T

$$h'_f = \frac{h_a + h_m}{2}$$

Xét tại nhịp có $M_{\max}$ (kNm)

$$M_f = \gamma_b R_b b'_f h'_f (h_o - 0,5 h'_f) (kNm)$$

$\rightarrow M_f > M_{\max} \rightarrow$ trục trung hòa qua cánh, tính theo tiết diện chữ nhật 2500x700

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_b b h_o^2} \leq \alpha_R$$

$$\zeta = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} \leq \zeta_R < \xi_R$$

$$\rightarrow A_s = \frac{\zeta \gamma_b R_b b h_o}{R_s}$$

$$\mu_{\min} = \frac{A_x}{b h_o} < \mu < \mu_{\max} = \xi_R \frac{\gamma_b R_b}{R_s}$$

Tính cốt đai (không có cốt xiên): (theo mục 6.2.3.3 TCVN 5574 -2012):

Đối với cầu kiện bê tông cốt thép có cốt thép ngang chịu lực cắt, để đảm bảo độ bền theo vết nứt xiên cần tính toán với tiết diện nghiêng nguy hiểm nhất theo điều kiện:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw}:$$

Với Q là lực cắt tính toán

Lực cắt Q_b do riêng bê tông chịu:

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2}(1 + \varphi_f)R_{bt}bh_o^2}{C}$$

Trong đó:

- C là tiết diện nghiêng nguy hiểm nhất
- $\varphi_{b2} = 2$ đối với bê tông nặng
- φ_f xét đến ảnh hưởng của cánh chịu nén

$$\varphi_f = 0,75 \frac{(b'_f - b)h'_f}{bh_o} \leq 0,5$$

Lực cắt Q_{sw} do cốt đai chịu:

$$Q_{sw} = q_{sw} \times c_o$$

Khoảng cách cốt đai tính toán:

$$s_{tt} = nR_{sw}A_{sw} \frac{4\varphi_{b2}\gamma_b R_{bt}bh_o^2}{Q^2} (mm)$$

$$q_{sw} = nA_{sw} \frac{R_{ws}}{s_{tt}} \geq q_{\min} = \frac{Q}{2h_o}$$

Hình chiếu tiết diện nghiêng nguy hiểm nhất tính theo:

$$c_o = \sqrt{\frac{\varphi_{b2}(1 + \varphi_f)R_{bt}bh_o^2}{q_{sw}}}$$

Với $h < c_o < 2h$

Khoảng cách lớn nhất giữa các cốt đai:

$$S_{\max} = \frac{\varphi_{b4}\gamma_b R_{bt}bh_o^2}{Q} (mm)$$

Khoảng cách cốt đai theo cấu tạo:

$$S_{ct} \leq \begin{cases} \frac{h}{3} \\ 300(mm) \end{cases}$$

$$\rightarrow S = \min(S_{tt}, S_{\max}, S_{ct})$$

Chú thích qui định về chọn và bố trí thép (theo mục 8.6.6 TCVN 5574 – 2012):

Trong các cầu kiện chịu uốn có chiều cao tiết diện lớn hơn 700mm, ở các cạnh bên cần đặt các cốt thép dọc cầu tạo sao cho khoảng cách giữa chúng theo chiều cao không

lớn hơn 400mm và diện tích tiết diện không nhỏ hơn 0,1% diện tích tiết diện bê tông có kích thước:

- Theo chiều cao cấu kiện: bằng khoảng cách giữa các thanh cốt thép này;
- Theo chiều rộng cấu kiện: bằng $\frac{1}{2}$ chiều rộng dầm hoặc sườn, nhưng không lớn hơn 200mm.

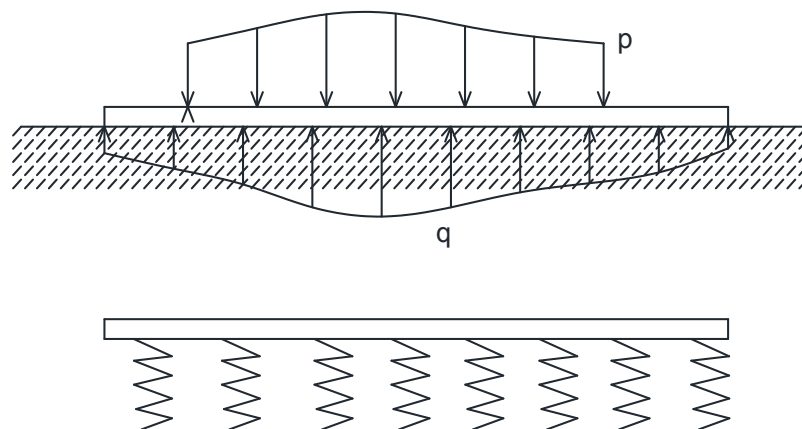
Theo mục 8.7.6 TCVN -2012:

Trong cấu kiện dạng dầm và dạng bản, cốt thép ngang được bố trí như sau:

- Ở vùng gần gối tựa: khoảng $\frac{1}{4}$ nhịp khi có tải trọng phân bố đều, còn khi có lực tập trung - bằng khoảng cách từ gối tựa đến lực tập trung gần gối nhất, nhưng không nhỏ hơn $\frac{1}{4}$ nhịp, khi chiều cao tiết diện cấu kiện h , bước cốt thép ngang lấy như sau:
 - $< 450 \text{ mm}$: lấy không lớn hơn $h/2$ và không lớn hơn 150mm.
 - $> 450 \text{ mm}$: lấy không lớn hơn $h/3$ và không lớn hơn 500mm.
- Trên các phần còn lại của nhịp khi chiều cao tiết diện cấu kiện lớn hơn 300mm, bước cốt thép đai lấy không lớn hơn $3/4h$ và không lớn hơn 500mm.

3.1.12.2 TH2: Móng mềm

Sơ đồ tính:



Hình 3. 22 Nền Winkler

Trong phương án tính toán móng chịu uốn có xét đến ứng xử thực của đất nền. Đất nền được tương đương với 1 hệ vô số các lò xo đàn hồi tuyến tính (thường gọi là nền Winkler).

Hằng số đàn hồi của lò xo được gọi là hệ số phản lực nền C (hoặc k tùy tài liệu).

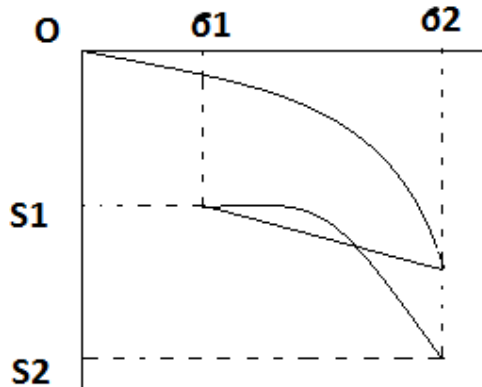
Hệ số nền không là hằng số, mà nó thay đổi theo nhiều thông số như: bề rộng, bề dài, chiều sâu chôn móng và loại đất.

$$k = \frac{\sigma}{s} = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{s_2 - s_1}$$

Cách xác định:

Xác định bằng thí nghiệm bàn nén hiện trường:

Từ thí nghiệm bàn nén hiện trường tiết diện tròn hoặc vuông kích thước từ 0.3 – 1m hoặc có thể lớn hơn tùy theo công trình.



Hình 3. 23 Biểu đồ ứng suất và biến dạng thí nghiệm bàn nén hiện trường

Vd:

Để đo hệ số nền k người ta thực hiện thí nghiệm bàn nén hiện trường. có đường kính là 0.45m. Đầu tiên người ta đặt áp lực 70 kPa và chờ đến độ lún ổn định, sau đó giảm áp lực còn 10 kPa. Số đọc của 3 chuyển vị kế lần lượt là 55×10^{-5} , 103×10^{-5} , 72×10^{-5} m. Tiếp theo, áp lực đáy bàn nén tăng trở lại 70 kPa, số đọc chuyển vị kế bấy giờ lần lượt là 70×10^{-5} , 118×10^{-5} , 86×10^{-5} m.

Tính hệ số nền tương ứng với bàn nén chuẩn có đường kính 0.75m.

Giải

Số đọc trung bình của 3 chuyển vị kế trước khi tăng tải trở lại là:

$$(55 \times 10^{-5} + 103 \times 10^{-5} + 72 \times 10^{-5}) / 3 = 76.7 \times 10^{-5} \text{ m}$$

Số đọc trung bình của 3 chuyển vị kế sau khi tăng tải trở lại là:

$$(70 \times 10^{-5} + 118 \times 10^{-5} + 86 \times 10^{-5}) / 3 = 91.3 \times 10^{-5} \text{ m}$$

Độ lún của bàn nén:

$$S_2 - S_1 = 14.6 \times 10^{-5} \text{ (m)}$$

Kệ số nền của đất nền dưới bàn nén đường kính 0.45m là:

$$C = \sigma / S = (70 - 10) / (14.6 \times 10^{-5}) = 410 \text{ MN/m}^3$$

Do hệ số nền tỉ lệ nghịch với bán kính bàn nén R nên hệ số nền dưới bàn nén 0.75m là:

$$C' = 0.45 / 0.75 \times 410 = 246 \text{ MN/m}^3$$

Tham khảo các bảng tổng kết kết quả thí nghiệm nghiên cứu tin cậy. Hiện chỉnh cho phù hợp.

Bảng 3. 14 Bảng tham khảo hệ số nền tiêu chuẩn Terzaghi

Loại đất	Trạng thái	$C_{0,3}$
Cát khô hoặc ẩm	Rời	8 – 25
	Chặt trung bình	25 – 125
	Chặt	125 – 375
Cát bão hòa	Rời	10 – 15
	Chặt trung bình	35 – 40
	Chặt	130 – 150
Sét	Đẻo ($q_u = 100 - 200$ kPa)	12 – 25
	Đẻo cứng ($q_u = 200 - 400$ kPa)	25 – 50
	Cứng ($q_u > 400$ kPa)	>50
q_u : sức chịu nén 1 trục của đất nền		

Chuyển đổi:

Trên công trường thực hiện bàn nén với kích thước 0.3x0.3, chuyển đổi sang:

Móng vuông có kích thước BxB:

$$C = C_{0,3} \left(\frac{B+0.3}{2B} \right)^2 \quad (\text{nền cát})$$

(3.42)

$$C = C_{0,3} \left(\frac{0.3}{B} \right) \quad (\text{nền sét})$$

(3.43)

Móng chữ nhật BxL:

$$C = \frac{C_{B \times B} \left(1 + \frac{B}{L} \right)}{1.5} \quad (3.45)$$

Xác định theo kết quả xuyên động SPT cho lực cắt

$K_{0,3}$ (MN/m³) = 1,8N

Đối với dầm dài, xác định theo Vesic:

$$C' = BC = 0.65 \sqrt[12]{\frac{E_s B^4}{E_F I_F} \frac{E_s}{B(1-\nu^2)}} \quad (3.46)$$

Trong đó:

- E_F : module Young của vật liệu móng;
- I_F : moment quán tính của tiết diện ngang dầm;
- E_s : module Young của đất nền;
- ν : hệ số Poisson.

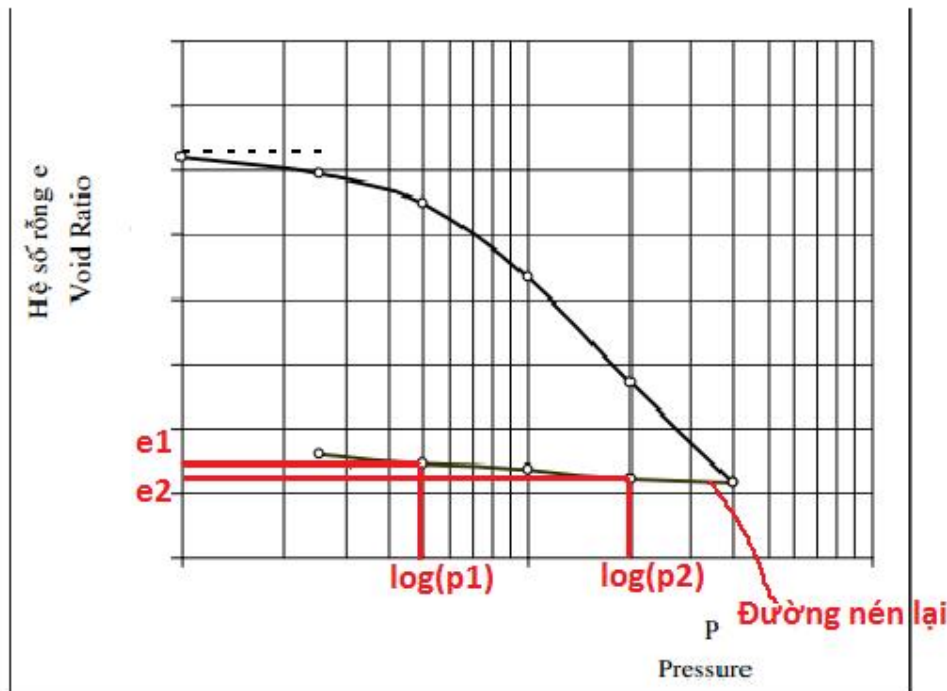
Dựa vào thí nghiệm nén cô kết:

Tìm được chỉ số nở C_s : độ dốc của đường nén lại hay đường nở.

$$C_s = \frac{e_1 - e_2}{\log(p_2) - \log(p_1)} \quad (3.47)$$

Từ C_s ta suy tìm được độ lún

$$S = \frac{C_s}{1 + e_1} H \log \frac{p_1 + \Delta p}{p_1} \quad (3.48)$$



Hình 3. 24 Quan hệ e - $\log p$

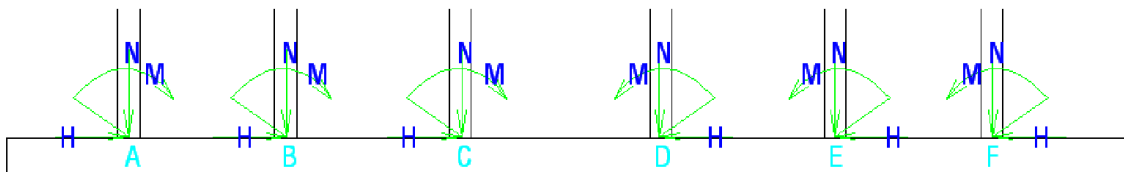
Từ hệ số nền C ta suy ra độ cứng lò xo k để tính toán trong phần mềm SAP

$$k = C \cdot S$$

với S là diện tích phần móng băng chịu tác dụng của lò xo.

3.2 TÍNH TOÁN

3.2.1 Sơ đồ móng băng và số liệu tính toán:



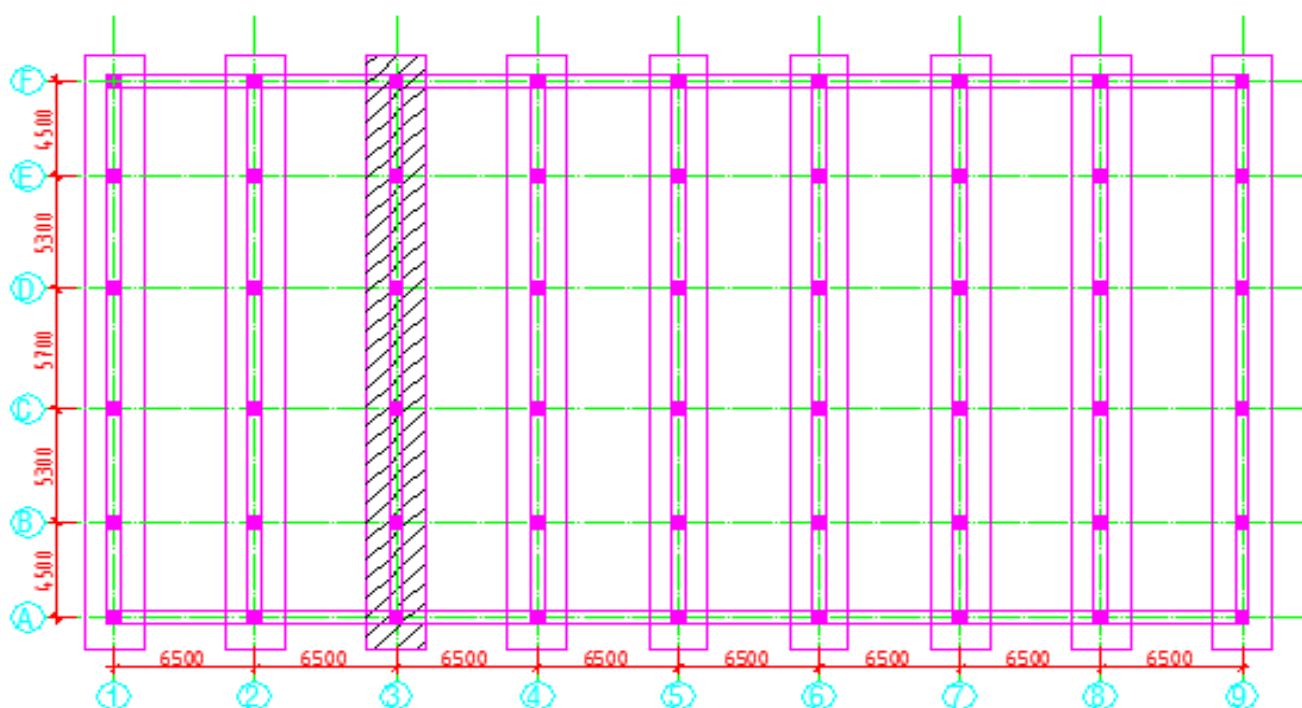
Hình 3. 4 Đề bài điểm đặt lực và chiều

Bảng 3. 15 Bảng giá trị tải trọng đứng

	N^u	M^u	H^u	N^c	M^c	H^c
A	1151	77	67	1000.87	66.96	58.26
B	1257	89	79	1093.04	77.39	68.7
C	1326	96	83	1153.04	83.48	72.17
D	1328	85	67	1154.78	73.91	58.26
E	1262	99	65	1097.39	86.09	56.52
F	1109	79	54	964.35	68.7	46.96

Bảng 3. 16 Giá trị khoảng cách giữa các điểm đặt lực

$L_1(m)=AB$	$L_2(m)=BC$	$L_3(m)=CD$	$L_4(m)=DE$	$L_5(m)=EF$
4.5	5.3	5.7	5.3	4.5



Hình 3.26 Mặt bằng móng

3.2.2 Chọn vật liệu làm móng:

- Móng được đúc bằng bê tông B25 có $R_b = 14,5 \text{ MPa}$ (cường độ chịu nén của bê tông); $R_{bt} = 1,05 \text{ MPa}$ (cường độ chịu kéo của bê tông);

module đàn hồi $E = 30 \times 10^3 \text{ MPa} = 3 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$, có hệ số điều kiện làm việc $\gamma_b = 1$;

- Cốt thép trong móng loại CII, cường độ chịu kéo cốt thép dọc $R_s = 280 \text{ MPa}$;

- Cốt thép trong móng loại CII, cường độ chịu kéo cốt thép đai $R_{sw} = 225 \text{ MPa}$;

- Hệ số vượt tải $n = 1,15$;

- γ_{tb} giữa bê tông và đất là 22 kN/m^3 .

3.2.3 Độ sâu chôn móng (Mục 4.5 TCVN 9362:2012):

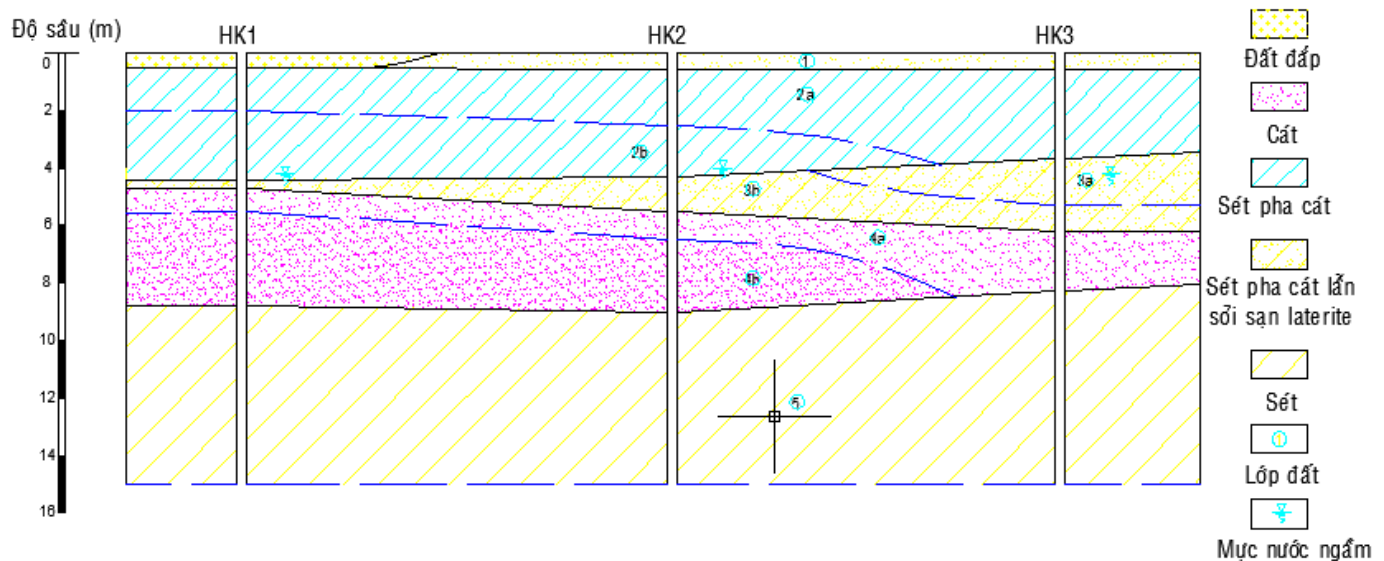
Bảng 3. 17 Số liệu địa chất

STT	Lớp (Độ sâu) (m)	Dung trọng tự nhiên (kN/m ³)			Dung trọng đẩy nổi (kN/m ³)			Lực dính C (kN/m ²)			Góc ma sát trong φ ($^\circ$)		
		γ_{tc}	γ_1	γ_2	γ'_{tc}	γ'_1	γ'_2	C_{tc}	C_1	C_2	φ_{tc}	φ_1	φ_2
1	2a (-0.6 ->-2.5)	17.91						12.2	10.5	13.9	12°13'	11°44'	12°42'
									11.2	13.3		11°56'	12°31'
2	2b (-2.5 ->-4.3)	18.18						12.7	12.0	13.5	13°08'	12°57'	13°19'
									12.3	13.1		13°02'	13°14'
3	3b (-4.3 ->-5.5)	20.29			10.81			48.5			18°30'		
4	4a (-5.5 ->-6.5)	18.68			9.28			3.0	1.3	4.6	26°57'	26°34'	27°30'
									2.1	3.8		26°45'	27°10'
5	4b (-6.5 ->-9.0)	19.29			9.88			3.6	1.5	5.7	29°21'	28°52'	29°49'
									2.7	4.6		29°08'	29°34'
6	5 (-9.0 ->-15)	20.28	20.08	20.47	10.52	10.37	10.67	55.6	48.2	63.1	16°32'	14°41'	18°20'
			20.16	20.40		10.43	10.61		51.0	60.2		15°24'	17°39'

BẢNG THỐNG KÊ ĐỊA CHẤT 1A (HK2)

Bảng 3. 18 Giá trị đặc trưng hình học của đất

	Ký hiệu	Giá trị max	Giá trị min	Đơn vị
Dung trọng tự nhiên	γ^w	20,29	17,91	kN/m ²
Lực dính theo TTGHI	c_I	13,9	10,5	kN/m ²
Lực dính theo TTGHII	c_{II}	13,3	11,2	kN/m ²
Góc ma sát trong theo TTGHI	φ_I	12,7	11,738	
Góc ma sát trong theo TTGHII	φ_{II}	12,512	11,927	



Hình 3. 27 Mặt cắt địa chất công trình

Chiều sâu đặt móng được quyết định bởi:

1. Chức năng cũng như đặc điểm kết cấu của nhà và công trình .
2. Trị số và đặc điểm của tải trọng và các tác động tác dụng lên nền .
3. Chiều sâu đặt móng của nhà, công trình và thiết bị bên cạnh .
4. Địa hình hiện tại và địa hình thiết kế của nơi xây dựng .
5. Điều kiện địa chất của nơi xây dựng .
6. Điều kiện địa chất thủy văn .
7. Sự xói mòn đất ở chân các công trình xây ở các lòng sông .

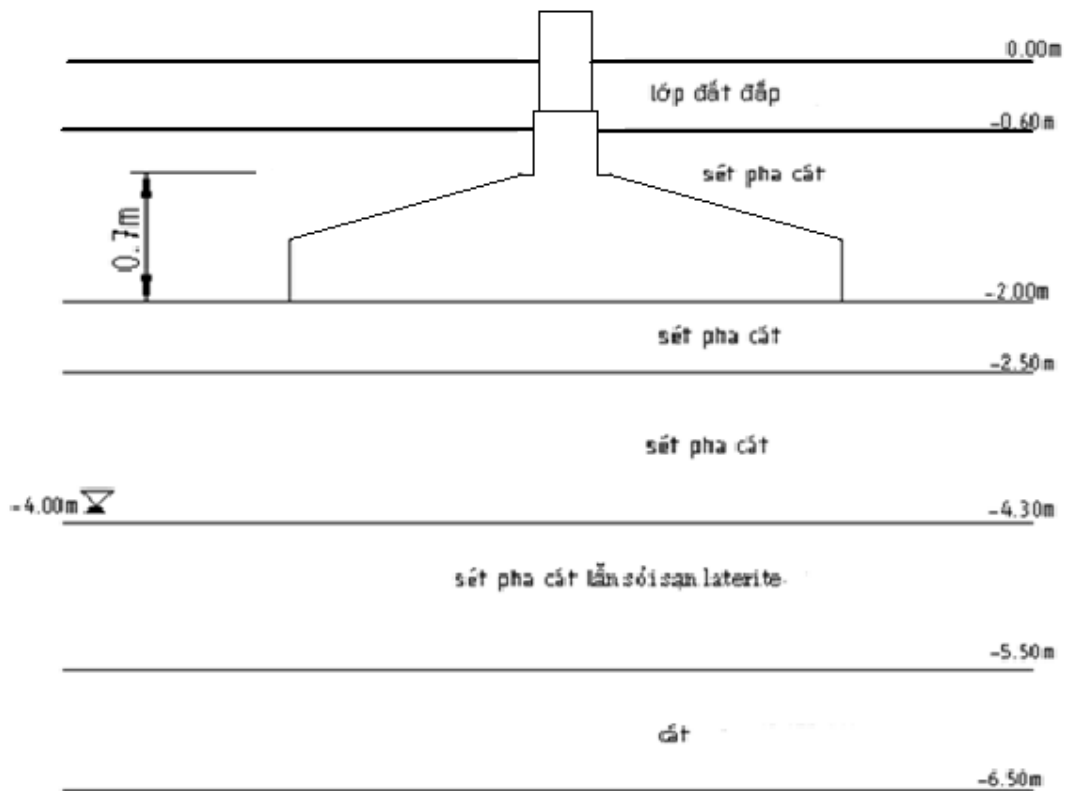
Chiều sâu đặt móng cần phải đủ để khi tính theo trạng thái giới hạn nền làm việc được chắc chắn . Đáy móng nên đặt trên lớp đất tốt, tránh đặt trên rễ cây hoặc lớp đất mới đắp, lớp đất quá yếu .

Chọn chiều sâu đặt móng D_f là 2m tính từ mặt đất tự nhiên.

Chọn sơ bộ chiều cao:

+ chiều cao dầm móng $h = \left(\frac{1}{12} - \frac{1}{6}\right) L_{i \max} = \left(\frac{1}{12} - \frac{1}{6}\right) * 5,7 = (0,475 - 0,95) \rightarrow$ Chọn $h=0.7m$;

+ chiều cao cánh móng : $h_c=400mm$;



Hình 3. 27 Thành phần các lớp đất và độ sâu

3.2.4 Xác định sơ bộ kích thước móng

-Chiều dài đầu thừa $L_a=L_b=(\frac{1}{4}-\frac{1}{2}) \times \frac{4,5+5,3+5,7+5,3+4,5}{5}=(1,27-2,5) \rightarrow$ chọn 1.5m;

-Tổng chiều dài móng : $L=1.5*2+4.5*2+5.7+5.3*2=28$ m;

-Chọn sơ bộ bề rộng móng: $B=1$ m;

-Các chỉ tiêu cơ lý :

+ $D_f=2$ m;

+Mức nước ngầm: 4m;

+Dung trọng lớp đất đắp $\gamma = 18$ kN/m³ ,bề dày 0.6m;

+Dung trọng lớp đất trên đáy móng $\gamma_1 = 17,91$ kN/m³ ,dày 1.4m;

Lực dính nhỏ nhất theo trạng thái giới hạn thứ 2 $c_{II}=11,2$ kN/m², góc nội ma sát trong nhỏ nhất theo trạng thái giới hạn thứ 2 $\varphi_{II}= 11,927$.

$$\rightarrow A=0.233 ,B=1.932 ,C=4,412$$

-Khoảng cách tải trọng theo phương đứng:

$$+x_1 = x_6 = 12.5\text{m}$$

$$+x_2 = x_5 = 8\text{m}$$

$$+x_3 = x_4 = 2.7\text{m}$$

-Tải trọng tác dụng theo phương đứng:

$$+N^{tt}=1151+1257+1326+1328+1262+1109=7433 \text{ kN}$$

$$+H^{tt}=67+79+83-67-65-54= 43 \text{ kN}$$

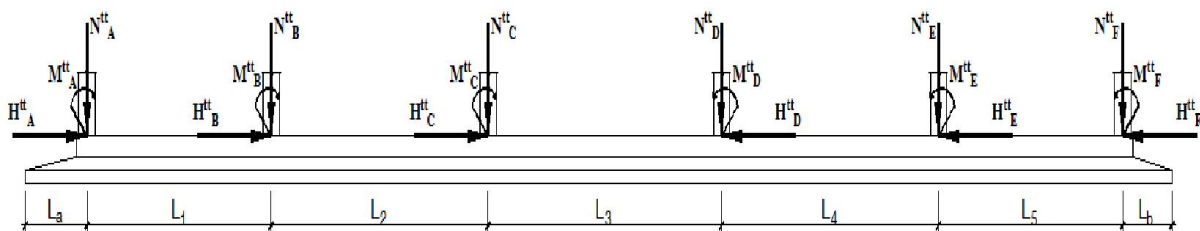
$$+M^{tt}=\sum M^{tt} +\sum N^{tt}_i.d_i+\sum H^{tt}_i.h= -1-479.6+30.1= -450.5 \text{ kNm}$$

- Tải trọng tiêu chuẩn:

$$+N^{tc}= N^{tt}/n=7433/1.15=6463.5 \text{ kN}$$

$$+H^{tc}= H^{tt}/n=43/1.15=37.4 \text{ kN}$$

$$+M^{tc}= M^{tt}/n=-450.5/1.15= -391.7 \text{ kNm}$$



3.2.5 Kiểm tra ổn định đất nền

-Sức chịu tải tiêu chuẩn dưới đất nền:

$$R_{II} = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}} \times (A \times b \times \gamma + B \times D_f \times \gamma^* + D \times c_{II})$$

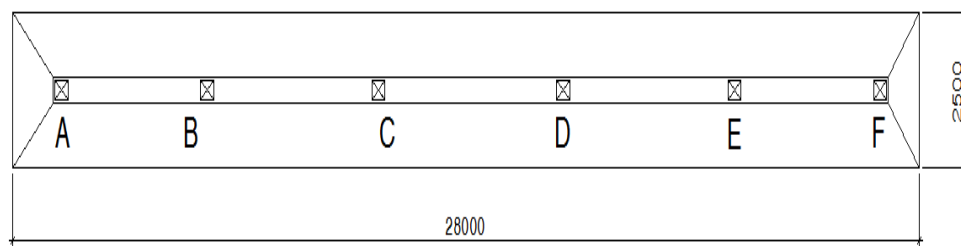
$$= 1,1 \times (0,233 \times 1 \times 17,91 + 1,932 \times (1,4 \times 17,91 + 0,6 \times 18) + 4,412 \times 11,2)$$

$$= 135,2 \text{ kN}$$

Ta có:

$$F \geq N^{tc} / (R_{II} - D_f \gamma_{tb}) = 6463,5 / (135,2 - 2 \times 22) = 70,6 \text{ m}$$

→ Chọn B=2.5m, L=28m.



Hình 3. 30 Kích thước móng băng sau khi đã chọn B

- Phân loại dầm móng trên nền đàn hồi:

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{k^*}{4EI}} \quad \text{với } k^* = kB$$

Từ thí nghiệm bần nén hiện trường ta tính được $k = 2200 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

Từ thí nghiệm xuyên động SPT được $k = 800 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

Từ thí nghiệm nén cố kết được $k = 9766,5 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

Để an toàn ta lấy $k = 9766,5 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ để tính k^*

$$k^* = kB = 9766,5 \times 2,5 = 24416,25 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{k^*}{4EI}} = \sqrt[4]{\frac{24416,25}{4 \times 3 \times 10^7 \times 5,686 \times 10^{-3}}} = 0,39 \text{ (1/m)}$$

Với I là moment quán tính của tiết diện

$$\alpha L = 12,18 > \pi = 0,785$$

⇒ Dầm móng dài vô hạn tính toán theo giả thiết móng mềm.

Kiểm tra:

$$R_{II} = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}} \times (A \times b \times \gamma + B \times D_f \times \gamma^* + D \times c_{II})$$

$$= 1,1 \times (0,233 \times 2,5 \times 17,91 + 1,932 \times (1,4 \times 17,91 + 0,6 \times 18) + 4,412 \times 11,2)$$

$$=142.1 \text{ kN/m}^2$$

Ta thấy, phản lực từ đất nền tại vị trí gần chân cột A là lớn nhất

$$+P_{\max} = \frac{N_A''}{F} = \frac{1151}{(1,5 + \frac{4,5}{2}) \times 2,5} = 122,77 \text{ kN/m}^2 \leq R^{\text{II}} = 142,1 \text{ kN/m}^2 \text{ (thỏa)}$$

Trong đó, $F = \left(AB + \frac{BC}{2} \right) \times b$

3.2.6 Kiểm tra lún.

3.2.6.1 Áp lực thực tế dưới đáy móng :

$$P = \frac{N^{\text{tc}}}{b.L} + D_f \gamma_{\text{tb}} = \frac{6463.5}{2.5 \times 28} + 2 \times 22 = 136.34 \text{ kN/m}^2$$

3.2.6.2 Áp lực thiên nhiên tại đáy móng do trọng lượn bản thân đất phía trên gây ra:

$$P_d = \gamma \times h = 17.91 \times 1.4 + 0.6 \times 18 = 35.87 \text{ kN/m}^2$$

3.2.6.3 Áp lực thêm thẳng đứng trong đất dưới đáy móng :

$$P_o = p - p_d = 136.34 - 35.87 = 100.5 \text{ kN/m}^2$$

3.2.6.4 Áp lực thêm trong đất kể từ đáy móng:

$$P_{oz} = \alpha \times p_o$$

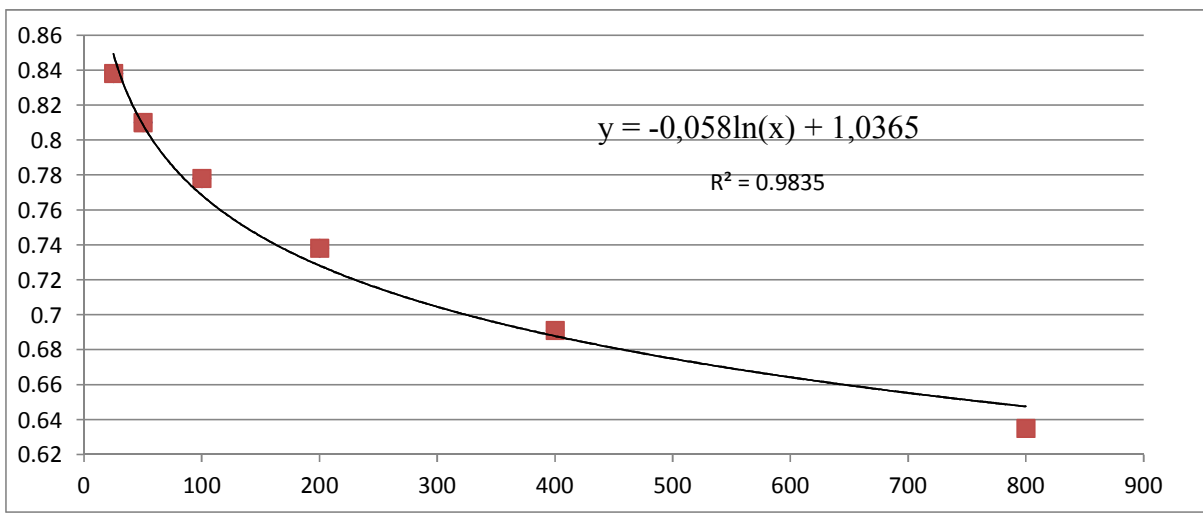
Dung trọng tự nhiên các lớp đất:

Lớp	γ (kN/m ³)	Cao độ (m)
2a	17.91	-2.5
2b	18.175	-4.3
3	20.29	-5.5
4a	18.675	-6.5
4b	19.29	-9

-Kết quả nén cổ kết:

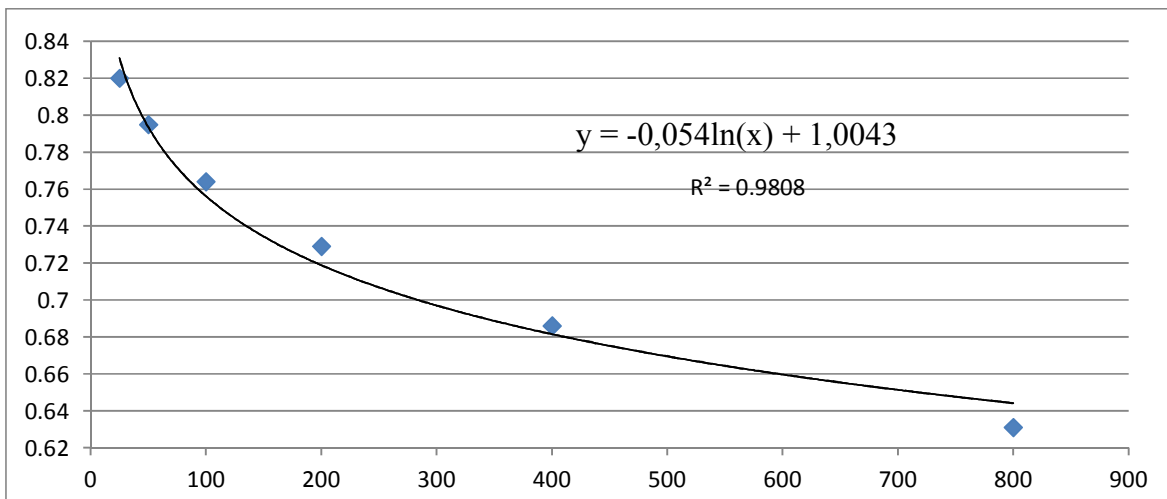
+Mẫu 1-1: Độ sâu 1.5-2m

P(kN/m ²)	0-25	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800
e	0.838	0.81	0.778	0.738	0.691	0.635



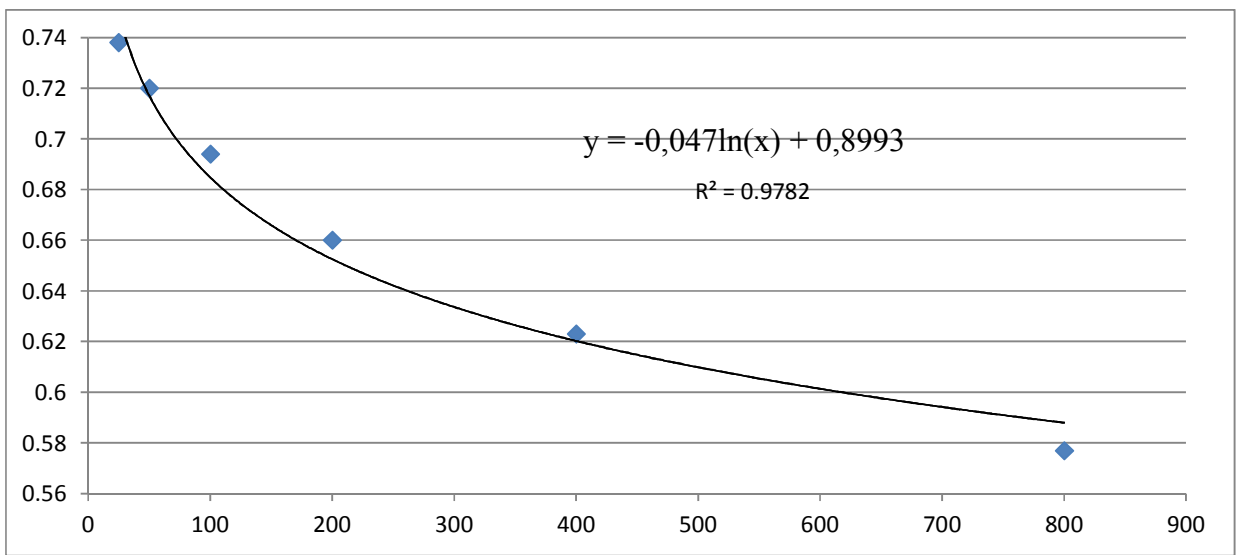
+Mẫu 2-3: Độ sâu 3-3.5m

$P(\text{kN/m}^2)$	0-25	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800
e	0.82	0.795	0.764	0.729	0.686	0.631



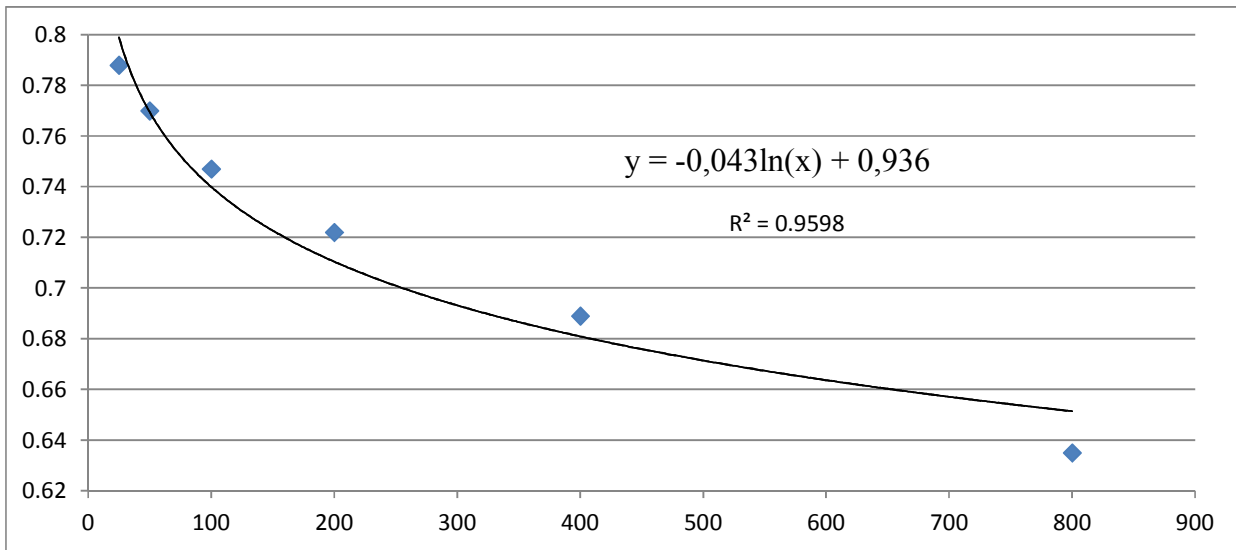
+Mẫu 3-5: Độ sâu 5-5.5m

$P(\text{kN/m}^2)$	0-25	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800
e	0.738	0.720	0.694	0.660	0.623	0.577



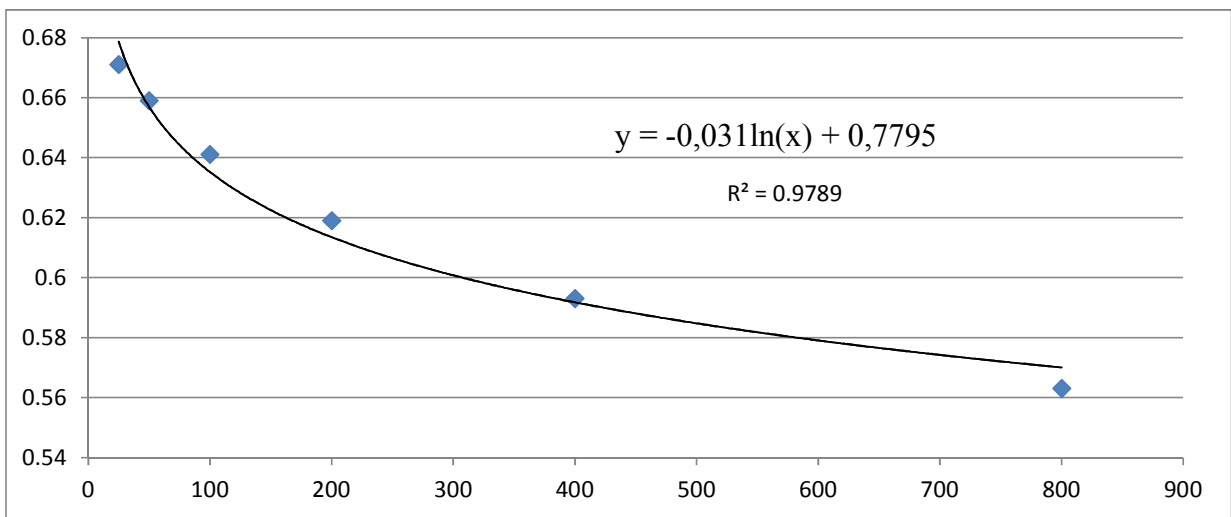
+Mẫu 1-5: Độ sâu 6-6.5m

P(kN/m ²)	0-25	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800
e	0.788	0.770	0.747	0.722	0.689	0.651



+Mẫu 1-1: Độ sâu 7-7.5m

P(kN/m ²)	0-25	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800
e	0.671	0.653	0.632	0.607	0.579	0.547



Bảng 3.19 Ứng suất gây lún của móng chính

Độ sâu z (m)	L(m)	B(m)	2z/B	L/B	$p_{az} = \gamma_i \times z$ (ứng suất thiên nhiên) (kN/m ²)	$p_0 = p - p_d$ (ứng suất gây lún ngay đáy móng) (kN/m ²)	α	$p_{oz} = \alpha \times p_0$ (ứng suất gây lún theo độ sâu z) (kN/m ²)
0	28	2.5	0	11.2	35.87	100.5	1	100.5
0.5	28	2.5	0.4	11.2	44.83	100.5	0.977	98.2
1.5	28	2.5	1.2	11.2	63	100.5	0.755	75.9
2.3	28	2.5	1.84	11.2	74.54	100.5	0.587	59.0
3.5	28	2.5	2.8	11.2	86.89	100.5	0.420	42.2
4.5	28	2.5	3.6	11.2	95.57	100.5	0.337	33.9
5.5	28	2.5	4.4	11.2	105.80	100.5	0.28	28.2
7	28	2.5	5.6	11.2	119.2	100.5	0.223	22.4

Bảng 3.20 Ứng suất gây lún do móng ảnh hưởng gây ra trên móng chính

Độ sâu z (m)	x(m)	B(m)	z/B	x/B	$p_{dz} = \gamma_i \times z$ (ứng suất thiên nhiên)	$p_0 = p - p_d$ (ứng suất gây lún ngay đáy móng)	k_z	$p_{0z} = k_z \times p_0$ (ứng suất gây lún theo độ sâu z)
-----------------	------	------	-----	-----	--	---	-------	---

0	6.5	2.5	0	2.6	35.87	100.5	0	0
0.5	6.5	2.5	0.2	2.6	44.83	100.5	0	0
1.5	6.5	2.5	0.6	2.6	63	100.5	0.0036	0.36
2.3	6.5	2.5	0.9	2.6	74.54	100.5	0.0090	0.91
3.5	6.5	2.5	1.4	2.6	86.89	100.5	0.0254	2.55
4.5	6.5	2.5	1.8	2.6	95.57	100.5	0.0396	3.98
5.5	6.5	2.5	2.2	2.6	105.8	100.5	0.0532	5.35
7	6.5	2.5	2.8	2.6	119.2	100.5	0.0668	6.71

Bảng 3.20 Ứng suất gây lún tổng cộng

Độ sâu z(m)	p_{0z} (ứng suất gây lún theo độ sâu z) (kN/m ²)	p_{0z}^c (ứng suất gây lún do móng ảnh hưởng theo độ sâu z) (kN/m ²)	Tổng ứng suất gây lún
0	100.5	0	100.5
0.5	98.2	0	98.20
1.5	75.9	0.36	76.26
2.3	59.0	0.91	59.91
3.5	42.2	2.55	44.75
4.5	33.9	3.98	37.88
5.5	28.2	5.35	33.55
7	22.4	6.71	29.11

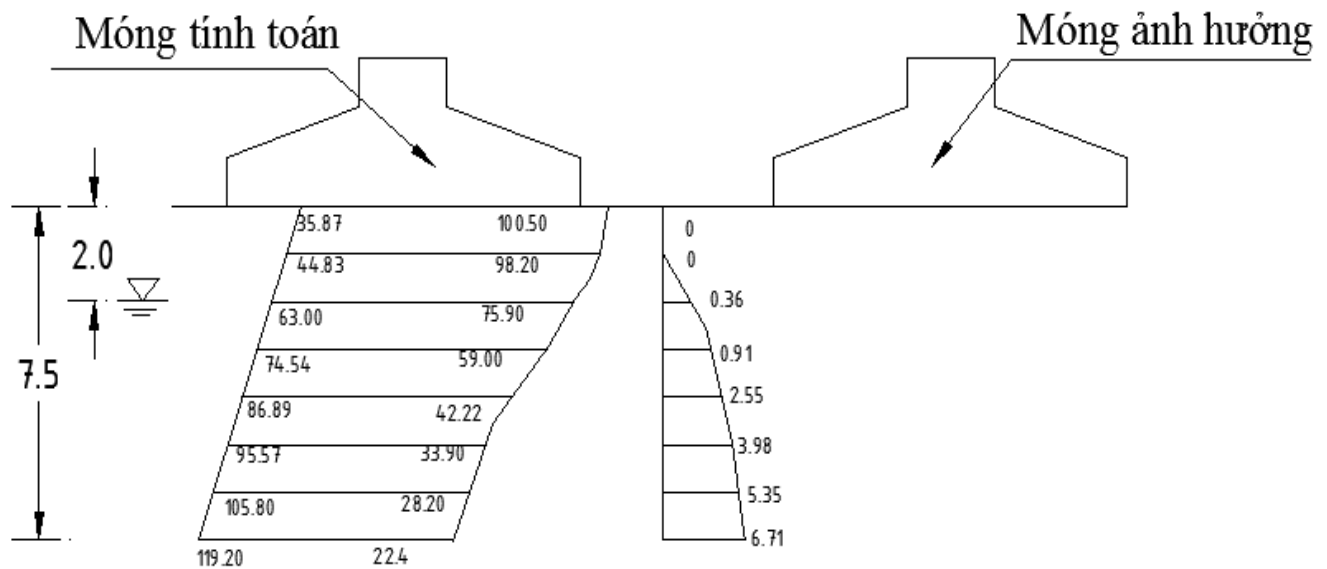
Hệ số nén lún tương đối:

$$a_0 = \frac{e_{1i} - e_{2i}}{p_{1i} - p_{2i}} \times \frac{1}{1 + e_{1i}} (m^2 / kN) \text{ Với } e_{1i}, e_{2i} \text{ tùy thuộc vào giá trị của } P_{1i}, P_{2i}$$

Modun đàn hồi E_i : $E_i = \frac{\beta}{a_0} m_k (kN / m^2)$

Bảng 3.21. Tính toán $p_{1i}, p_{2i}, e_{1i}, e_{2i}, a_o$

z	p_{dz}	p_{oz}	P_{1i} $(P_{dz}^{1-i} + P_{dz}^{1-i})/2$	P_{2i} $(P_{oz}^{1-i} + P_{oz}^{1-i})/2 + P_{1i}$	e_{1i}	e_{2i}	a_o (m ² /kN)
0	35.87	100.5	40.35	139.7	0.822	0.762	0.00033
0.5	44.83	98.20					
0.5	44.83	98.20	53.92	141.15	0.807	0.761	0.00029
1.5	63	76.26					
1.5	63	76.26	68.77	136.86	0.784	0.751	0.00027
2.3	74.54	59.91					
2.3	74.54	59.91	80.72	133.05	0.776	0.752	0.00026
3.5	86.89	44.75					
3.5	86.89	44.75	91.23	132.55	0.699	0.683	0.00023
4.5	95.57	37.88					
4.5	95.57	37.88	100.68	136.4	0.746	0.738	0.00013
5.5	105.80	33.55					
5.5	105.80	33.55	112.5	143.83	0.629	0.621	0.00016
7.0	119.2	29.11					



Hình 3.31 . Sơ đồ ứng suất móng chính và móng ảnh hưởng

Tính lún:
$$S = \beta \sum \frac{p_i h_i}{E_i}$$

Bảng 3.22. Bảng tính lún

Lớp phân tổ	Chiều dày(m)	Độ sâu(m)	p_{ozi} (kN)	B	m_k	a_0 (m ² /kN)	E_i (kN/m ²)	S_i (m)
1	0.5	0-0.5	99.35	0.8	3.12	0.00033	7564	0,0053
2	1	0.5-1.5	87.23	0.8	3.3	0.00029	9103	0,0077
3	0.8	1.5-2.3	68.09	0.8	3.3	0.00027	9778	0,0045
4	1.2	2.3-3.5	52.33	0.8	4.06	0.00026	12492	0,0040
5	1	3.5-4.5	41.32	0.8	4.06	0.00023	14122	0,0023
6	1	4.5-5.5	35.72	0.8	2	0.00013	12308	0,0023
7	1.5	5.5-7	31.33	0.8	3.185	0.00016	15925	0,0024

$$\sum S = 2.84 \text{ cm}$$

→ $S = 2.84 \text{ cm} < [S] = 8 \text{ cm}$

3.2.7 Kiểm tra cường độ đất nền

- Mục đích tính nền theo sức chịu tải theo TTGH I là đảm bảo độ bền và tính ổn định của nền đất, cũng như không cho phép lật vì sẽ dẫn đến sự chuyển vị đáng kể của từng móng hoặc toàn bộ công trình và do đó công trình không thể sử dụng được.

Điều kiện ổn định đất nền:

$$\sum N'' \leq \frac{\phi}{k_{tc}}$$

Với $\sum N'' = (N^{tc} + \gamma_{tb} \times D_f \times b \times l) \times n = (6463,5 + 22 \times 2 \times 2,5 \times 28) \times 1.15 = 10975,025 \text{ kN}$

$$\Phi = \bar{b} \times \bar{l} \times (A_I \times \bar{b} \times \gamma_I + B_I \times h \times \gamma_I' + D_I \times c_I)$$

$$\begin{cases} A_I = \lambda_\gamma \times i_\gamma \times n_\gamma \\ B_I = \lambda_q \times i_q \times n_q \\ D_I = \lambda_c \times i_c \times n_c \end{cases}$$

Và A_I , B_I , D_I được tính dựa theo phụ lục E của TCVN 9362:2012

Ta có:

$$\bar{b} = b - 2e_b$$

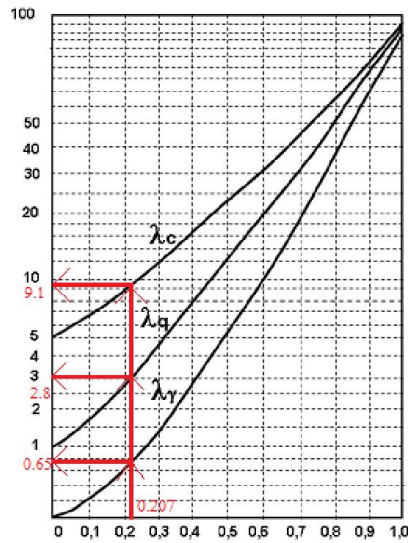
$$\bar{l} = l - 2e_l$$

Với :

$$e_b = M_x / N = 450.5 / 10975,025 = 0.041$$

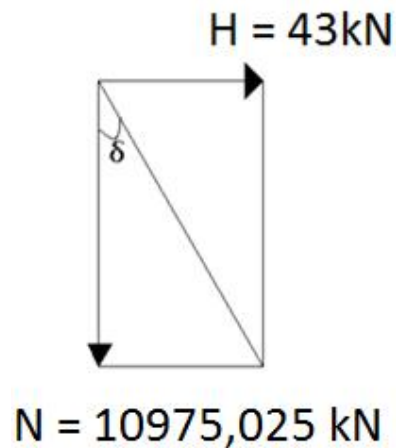
$$e_l = M_y / N = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \bar{b} = b - 2e_b = 2.5 - 2 \times 0.041 = 2.418 \text{ m} \\ \bar{l} = l - 2e_l = 28 - 2 \times 0.0 = 28 \text{ m} \end{cases}$$

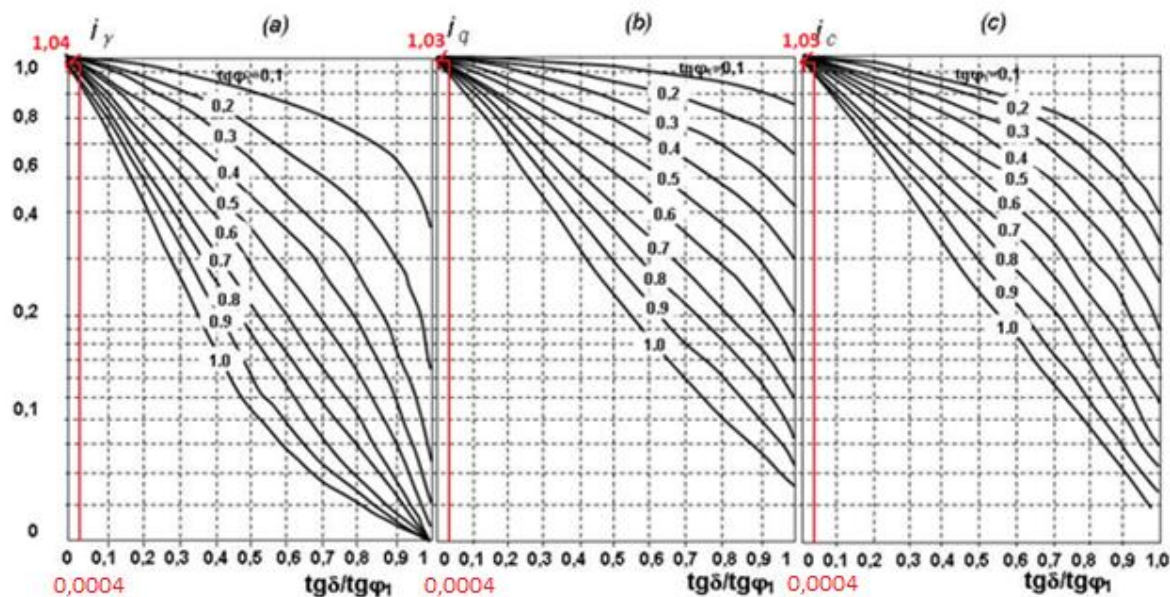


$$\Rightarrow \begin{cases} \lambda_\gamma = 0.65 \\ \lambda_q = 2.8 \\ \lambda_c = 9.1 \end{cases}$$

$\lambda_\gamma, \lambda_q, \lambda_c$ là các hệ số sức chịu tải theo biểu đồ E.1 phụ thuộc vào $\text{tg}\varphi_I = 0.208$



i_γ, i_q, i_c là các hệ số ảnh hưởng độ nghiêng của tải trọng theo biểu đồ E.2 phụ thuộc vào $\text{tg}\varphi_I = 0.208$ và $\text{tg}\delta = 0.00007 \Rightarrow \text{tg}\delta / \text{tg}\varphi_I = 0.0004$



→ $i_\gamma=1.04$, $i_q=1.03$, $i_c=1.05$

n_γ, n_q, n_c là các hệ số ảnh hưởng tỷ lệ các cạnh của móng theo công thức:

$$n = \frac{\bar{l}}{\bar{b}} = \frac{28}{2.418} = 11.57$$

$$n_\gamma = 1 + \frac{0.25}{n} = 1.02$$

$$n_q = 1 + \frac{1.5}{n} = 1.13$$

$$n_c = 1 + \frac{0.3}{n} = 1.03$$

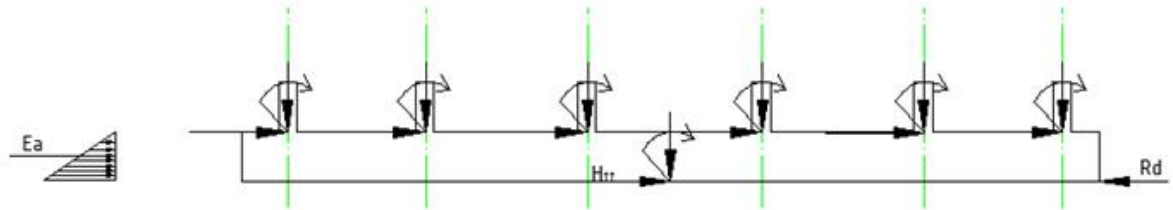
$$\rightarrow \begin{cases} A_I = 0.689 \\ B_I = 3.259 \\ D_I = 9.842 \end{cases}$$

$$\rightarrow \Phi = 2.418 \times 28 \times (0.689 \times 2.418 \times 17.91 + 3.259 \times (1.4 \times 17.91 + 0.6 \times 18) + 9.842 \times 10.5) = 16932 \text{ kN}$$

Chọn $k_{tc}=1,5$, ta có:

$$\frac{\Phi}{K_{tc}} = \frac{16932}{1,5} = 11288 \text{ kN} \geq N^{tt} = 10975,025 \text{ kN}$$

3.2.8 Kiểm tra điều kiện chống trượt cho móng :



$$FS_{\text{trượt}} = \frac{\sum F_{\text{chống trượt}}}{\sum F_{\text{gây trượt}}} \geq [FS]_{\text{max}} \quad (\text{hệ số tin cậy } [FS]_{\text{max}} = (1,2-1,5))$$

Ta có:

$$\sum F_{\text{chống trượt}} = R_d = (\sigma \tan \varphi_a + c_a) \times b \times L = (145,79 \times \tan(11.738) + 10.5) \times 2.5 \times 28 = 2855 \text{ kN}$$

$$\text{Với } \sigma = p_{\text{tb}}^{\text{tt}} = \frac{N^{\text{tt}}}{F} + \gamma_{\text{tb}} D_f = \frac{7433}{28 \times 2.5} + 22 \times 2 \times 0.9 = 145,79 \text{ kN/m}^2$$

$$\sum F_{\text{gây trượt}} = H_x + E_a \times b = 1.2 \times 83 + 6.66 \times 2.5 = 116.25 \text{ kN}$$

$$\text{Với } E_a = \gamma z k_a - 2c_1 (k_a)^{(1/2)} = (1.4 \times 17.91 + 0.6 \times 18) \times 0.662 - 2 \times 10.5 \times \sqrt{0.662} = 6.66 \text{ (kN/m)}$$

$$-k_a = \tan^2(45^\circ - \varphi/2) = \tan^2(45^\circ - 11.738/2) = 0.662$$

$$\rightarrow FS_{\text{trượt}} = \frac{2855}{116.25} = 24.6 \geq [FS]_{\text{max}}$$

3.2.9 Kiểm tra lệch:

Tại cột C: $N^{\text{tt}} = 1326 \text{ kN}$; độ lún $S_C = 2.84 \text{ cm}$

$\Rightarrow$ Tại cột B: $N^{\text{tt}} = 1257 \text{ kN}$; sẽ có độ lún $S_B = 2.69 \text{ cm}$

$\Rightarrow \Delta S = 0.15 \text{ cm}$

$\Rightarrow \Delta S/L = 0.11/2800 = 0,00006$

Từ tra bảng 16, mục 4.6.28 TCVN 9362:2012, độ lún lệch tương đối cho phép giữa hai móng đối với công trình bê tông cốt thép có tường chèn là 0,001

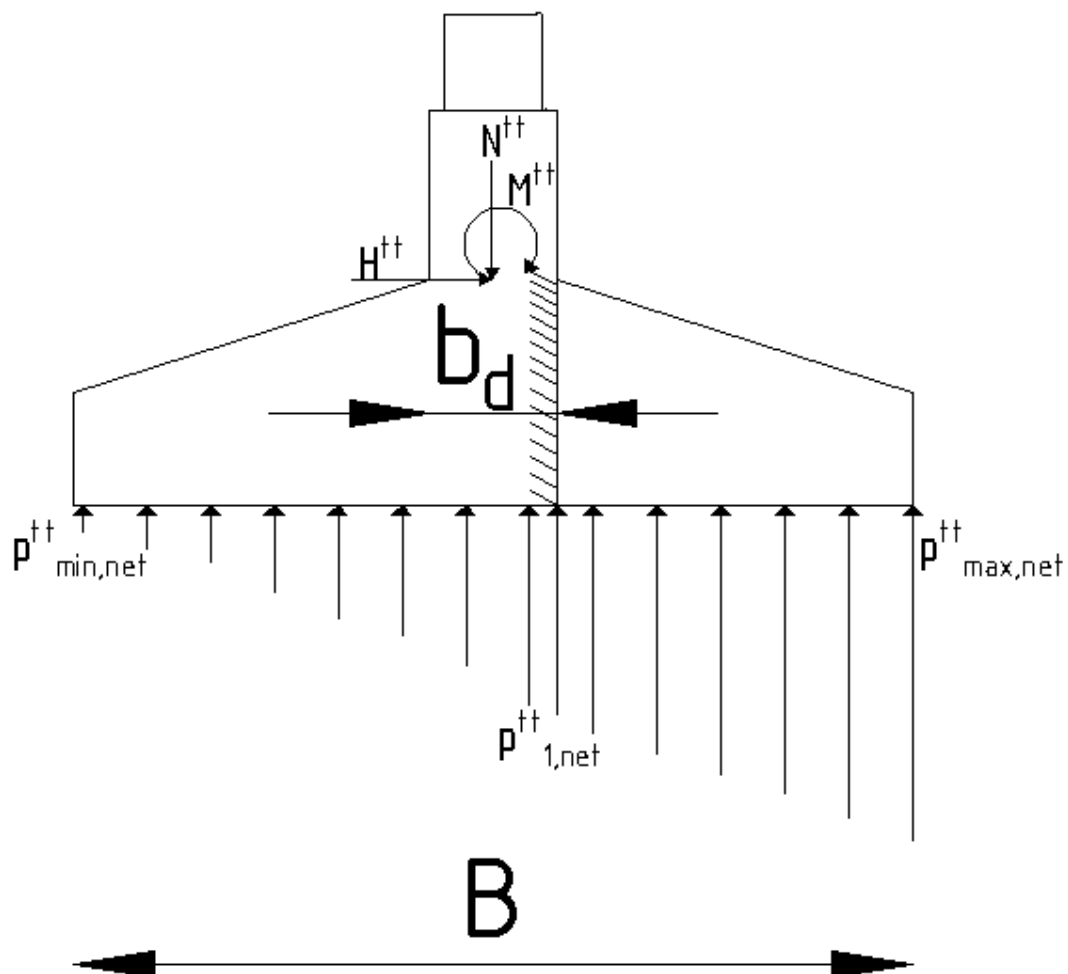
Do $\Delta S \leq [\Delta S] = 0.001$ nên công trình đảm bảo điều kiện về độ lún lệch

3.2.10 Kiểm tra điều kiện chống cắt

-Đối với cấu kiện bê tông cốt thép không có cốt thép đai chịu cắt, để đảm bảo độ bền trên vết nứt xiên cần tính toán đối với vết nứt xiên nguy hiểm nhất theo điều kiện:

$$Q \leq \varphi_{b3} (1 + \varphi_n) R_{bt} b h_0 \quad (\varphi_n = 0, \varphi_{b3} = 0.6)$$

(chọn $a_o = 0.07 \text{ m}$)



Hình 3.32 . Kiểm tra khả năng chịu cắt

$$+p_{\max,net}^{tt} = \frac{7433}{2.5 \times 28} + \frac{6 \times 450.5}{2.5 \times 28^2} = 107.56 \text{ kN}$$

$$+p_{\min,net}^{tt} = \frac{7433}{2.5 \times 28} - \frac{450.5}{2.5 \times 28^2} = 104.81 \text{ kN}$$

$$+p_{1,net}^{tt} = \frac{7433}{2.5 \times 28} = 106.19 \text{ kN}$$

$$Q_{gc} = \frac{1}{2} (P_1^{tt} + P_{\max}^{tt}) \frac{B - b_d}{2} l(m) = \frac{1}{2} (106.19 + 107.56) \frac{2.5 - 0.4}{2} l(m) = 112.21 \text{ kN}$$

$$Q_{cc} = 0.6 \times 1.05 \times 10^3 \times 2.5 \times (0.7 - 0.07) = 992.25 \text{ kN}$$

$$\rightarrow Q_{gc} \leq Q_{cc}$$

3.2.11 Kiểm tra võng

Kiểm tra độ võng bản cánh móng (phụ lục C, TCVN: 5574-2012).

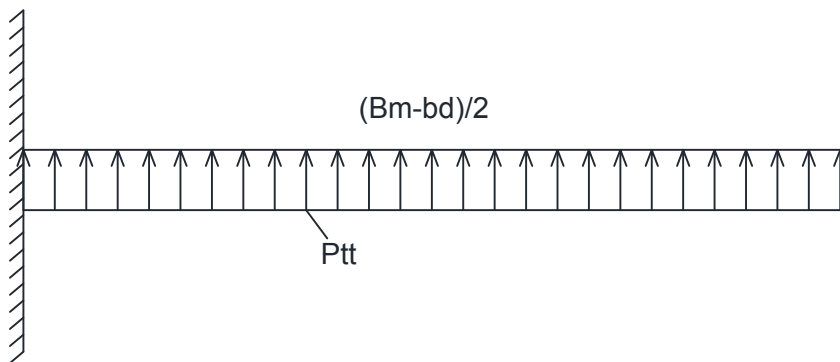
$$\text{Điều kiện : } f \leq f_u$$

Với f tính theo Sức bền vật liệu.

+ f_u được xác định theo mục C.2.6 TCVN 5574 – 2012:

. Đối với các chi tiết kết cấu nhà và công trình mà độ võng và chuyển vị của chúng không đề cập đến trong tiêu chuẩn này và các tiêu chuẩn khác thì độ võng theo phương đứng và phương ngang do tải trọng thường xuyên, tạm thời dài hạn và tạm thời ngắn hạn, không được vượt quá 1/150 nhịp hoặc 1/75 chiều dài công xôn.

Sơ đồ tính của bản cánh móng được xem như console chịu tải phân bố



Hình 3.33. Sơ đồ tính toán độ võng bản cánh

Với f : tính theo sức bền vật liệu

$$f = \frac{qL^4}{8EI_x}$$

$$\text{Trong đó: } q = p_{tt_{\max}} = \frac{7433}{2.5 \times 28} + \frac{6 \times 450.5}{2.5 \times 28^2} + 22 \times 2 = 151.56 \text{ kN}$$

$$L = (B_m - b_d)/2 = (2.5 - 0.4)/2 = 1.05 \text{ m}$$

$$E = 30 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$$

$$I_x = bh^3/12 = 2.5 \times 0.4^3/12 = 0.013 \text{ m}^4$$

$$\rightarrow f = 0.00006 \text{ m}$$

$$f_u = L/75 = 1.05/75 = 0.014 \text{ m} > f \text{ (thỏa)}$$

3.2.12 Tính toán nội lực:

3.2.11.1 Số liệu đầu bài:

- + Bê tông B25: $R_b = 14,5 \text{ MPa}$, $R_{bt} = 1,05 \text{ MPa}$
- + Cốt thép CII: $R_s = 280 \text{ MPa}$, $R_{sw} = 225 \text{ MPa}$.
- + Tải trọng tác dụng: đã cho ở đầu bài.
- + Kích thước tiết diện của móng băng: đã chọn ở mục 3.2.4.

3.2.11.2 Xác định hệ số nền:

a) Thí nghiệm bàn nén hiện trường:

Bảng 3.23. Bảng tham khảo hệ số nền Terzaghi

Loại đất	Trạng thái	$C_{0,3}(\text{MN/m}^3)$
Cát khô hoặc ẩm	Rời	8 – 25
	Chặt trung bình	25 – 125
	Chặt	125 – 375
Cát bão hòa	Rời	10 – 15
	Chặt trung bình	35 – 40
	Chặt	130 – 150
Sét	Đẻo ($q_u = 100 - 200 \text{ kPa}$)	12 – 25
	Đẻo cứng ($q_u = 200 - 400 \text{ kPa}$)	25 – 50
	Cứng ($q_u > 400 \text{ kPa}$)	>50
q_u : sức chịu nén 1 trục của đất nền		

Phương pháp tra bảng:

⇒ Lớp 2a: sét pha cát, trạng thái mềm có bề dày tại các $H_{k1}=1,5 \text{ m}$, tại $H_{k2}=1,9 \text{ m}$, tại $H_{k3}=3,1 \text{ m}$ có hệ số $C_{0,3}$ là 25000 kN/m^3

Chuyển đổi:

Trên công trường thực hiện bàn nén với kích thước 0.3×0.3 , chuyển đổi sang:

Móng vuông có kích thước $B \times B$:

$$C = C_{0,3} \left(\frac{B + 0.3}{2B} \right)^2 \quad (\text{nền cát})$$

$$C = C_{0,3} \left(\frac{0.3}{B} \right) = 25000 \left(\frac{0.3}{2.5} \right) = 3000 \text{ kN} / \text{m}^3 \quad (\text{nền sét})$$

Móng chữ nhật $B \times L$:

$$C = \frac{C_{B \times B} \left(1 + \frac{B}{L} \right)}{1.5} = \frac{3000 \left(1 + \frac{2.5}{28} \right)}{1.5} = 2200 \text{ kN} / \text{m}^3$$

+ Hệ số nền:

$$\Rightarrow K_1 = C \times \frac{b \times 0,1m}{2} = 2200 \times \frac{2,5 \times 0,1}{2} = 275(kN / m)$$

$$\Rightarrow K_2 = C \times b \times 0,1m = 2200 \times 2,5 \times 0,1 = 550(kN / m)$$

Với:

- S là độ lún móng băng.
- K là độ cứng lò xo khi chuyển sang tính toán trên chương trình SAP2000, vì nền đất được xem như làm việc ở trạng thái đàn hồi.
- Với mỗi lò xo cách nhau 1 khoảng bằng 0,1m, việc chia nhỏ và đều làm cho việc khai báo và xuất kết quả dễ dàng và chính xác.

b) Xác định từ thí nghiệm xuyên động SPT (theo Scott – 1981)

$$C_{0,3} (KN/m^3) = 1800N$$

Với N là số búa tiêu chuẩn đã được hiệu chỉnh: 5 búa

$$\Rightarrow \text{Vậy } C_{0,3} = 1800 \times 5 = 9000 (KN/m^3)$$

Móng vuông có kích thước BxB:

$$C = C_{0,3} \left(\frac{B+0.3}{2B} \right)^2 \quad (\text{nền cát})$$

$$C = C_{0,3} \left(\frac{0.3}{B} \right) = 9000 \left(\frac{0.3}{2.5} \right) = 1080 kN / m^3 \quad (\text{nền sét})$$

Móng chữ nhật BxL:

$$C = \frac{C_{B \times B} \left(1 + \frac{B}{L} \right)}{1.5} = \frac{1080 \left(1 + \frac{2.5}{28} \right)}{1.5} = 800 kN / m^3$$

+ Hệ số nền:

$$\Rightarrow K_1 = C \times \frac{b \times 0,1m}{2} = 800 \times \frac{2,5 \times 0,1}{2} = 100(kN / m)$$

$$\Rightarrow K_2 = C \times b \times 0,1m = 800 \times 2,5 \times 0,1 = 200(kN / m)$$

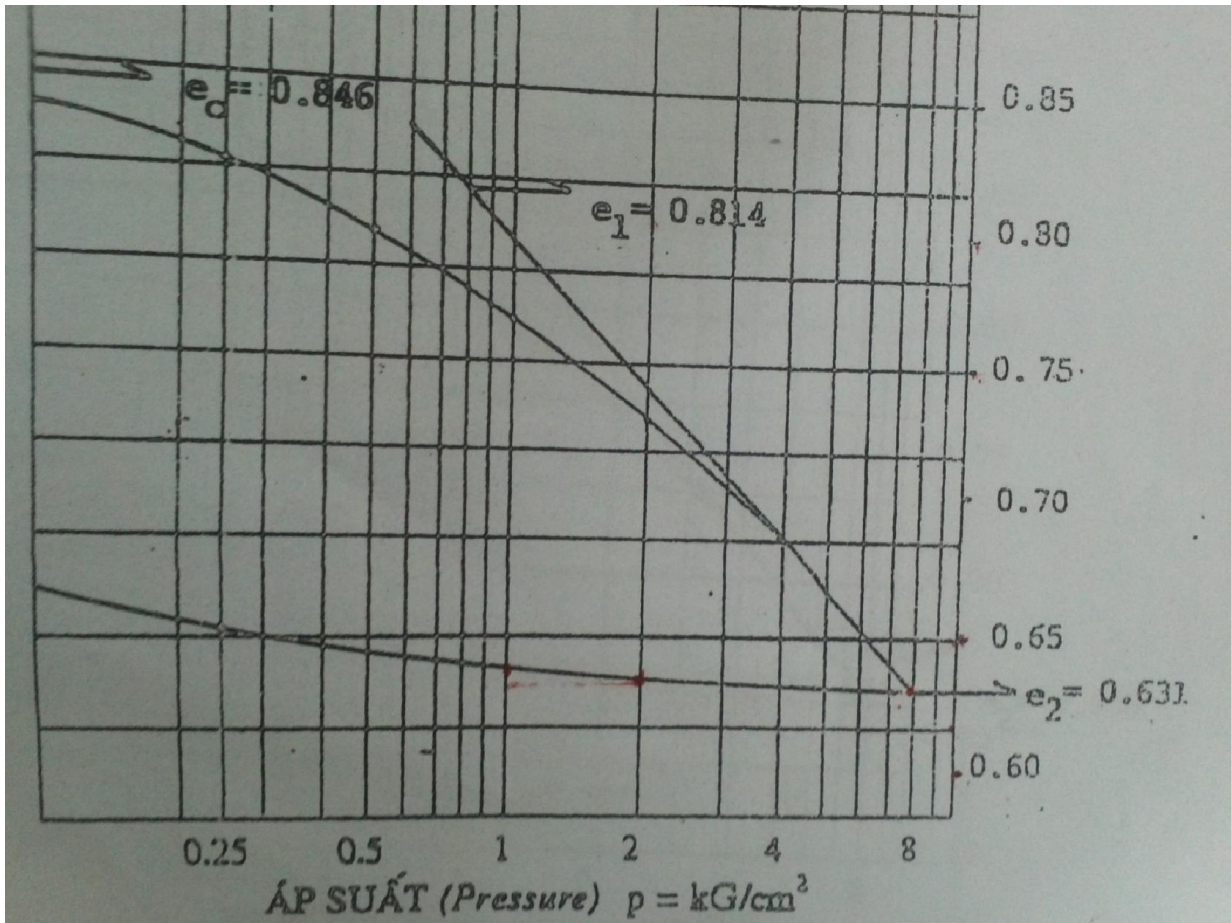
c) Xác định từ kết quả thí nghiệm nén cổ kết theo đường đỡ tải:

$$C = \frac{P}{\sum S_{idh}}$$

$$S_{idh} = \frac{C_{si}}{1 + e_i} \sigma_{zi} h_i$$

Trong đó:

- S_{idh} : độ lún đàn hồi phân lớp i tính theo đường đỡ tải.
- C_{si} : chỉ số nở (tra theo đường đỡ tải từ hồ sơ địa chất)
- $\sigma_{zi} = p_{iz}$: áp lực thêm trong đất ở độ cao z tính từ đáy móng.
- h_i : chiều dày phân lớp i .
- e_i : hệ số rỗng (tra theo đường đỡ tải từ hồ sơ địa chất tương ứng với p_{iz})
- p : áp lực trung bình dưới đáy móng.



Hình 3.34. Quan hệ e - $\log p$

$$C_{si} = \frac{-(e_{r2} - e_{r1})}{\log(\sigma_2) - \log(\sigma_1)} = \frac{-(0,636 - 0,640)}{\log(200) - \log(100)} = 0,0133$$

$$S = \frac{C_{si}}{1 + e_1} H_i \times \log\left(\frac{p_{oz} + p_{dz}}{p_{oz}}\right)$$

-Tính độ lún đàn hồi

$$C_{si} = \frac{-(e_{r2} - e_{r1})}{\log(\sigma_2) - \log(\sigma_1)}$$

$$S = \frac{C_{si}}{1 + e_1} H_i \times \log\left(\frac{p_{oz} + p_{dz}}{p_{oz}}\right)$$

Bảng 3.25. Bảng tính độ lún đàn hồi

p_{dz} (kN/m²)	p_{oz}(kN/m²)	Độ sâu z (m)	h_i(m)	Δe_i	C_{si}	S_{idh}
		0				
36	100	0,5	0,5	0,004	0,0133	0,00048
45	98	1,5	1	0,004	0,0133	0,00118
63	76	2,3	0,8	0,004	0,0133	0,00151
75	59	3,5	1,2	0,004	0,0133	0,00308
87	42	4,5	1	0,004	0,0133	0,00351
96	34	5,5	1	0,004	0,0133	0,0042
105	28	7	2,5	0,004		
ΣS=						0,01396

$$\Rightarrow C = \frac{P}{\sum S_{idh}} = \frac{136,34}{0,01396} = 9766,5 (kN / m^3)$$

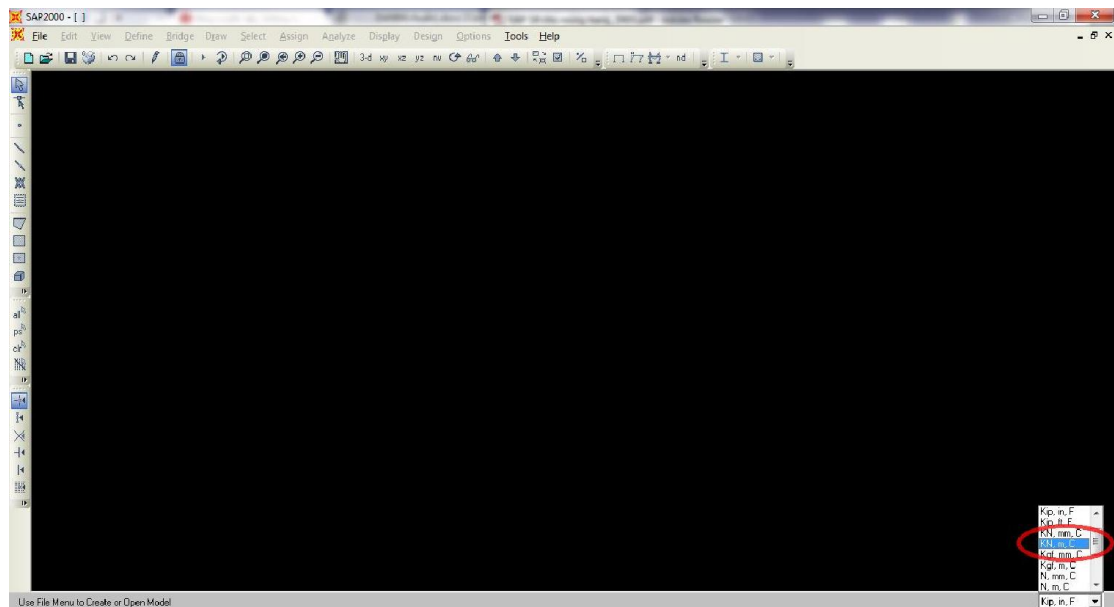
$$\Rightarrow K_{31} = C \frac{0,1 \times b}{2} = 9766,5 \times \frac{0,1 \times 2,5}{2} = 1220 (kN / m)$$

$$\Rightarrow K_{32} = C \times b \times 0,1 = 9766,5 \times 2,5 \times 0,1 = 2440 (kN / m)$$

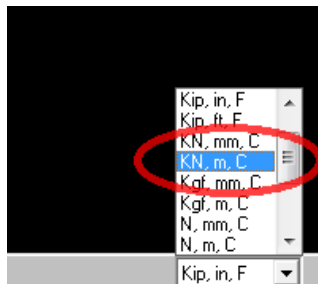
3.2.11.3 Tính toán trên mô hình SAP2000 ver14:

a Chọn model và hệ đơn vị:

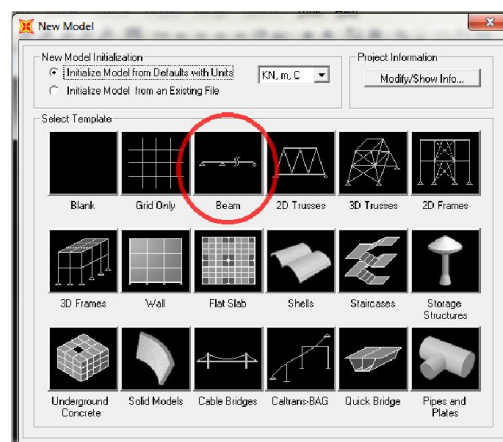
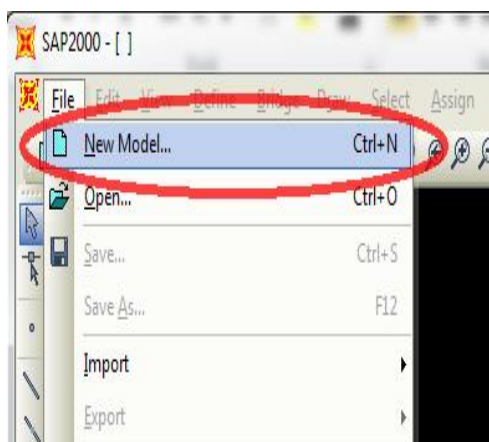
+ Chạy chương trình SAP2000 v14



+ Chuyển hệ đơn vị sang: kN,m,C



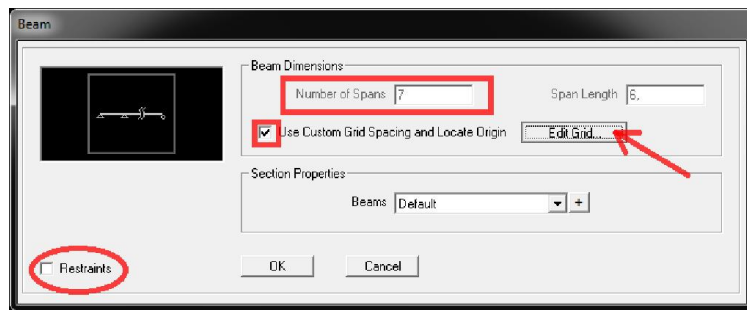
+ Tạo 1 Model mới từ thư viện sẵn có: File -> New Model, chọn “Beam”



+ Chọn số nhịp (Number of Spans): 7 nhịp

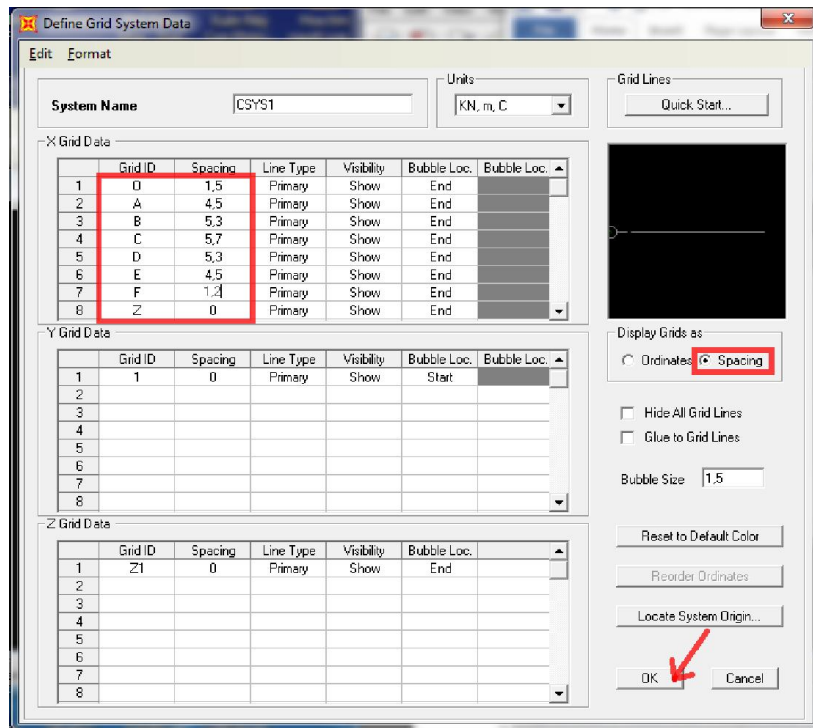
+ Bỏ chọn “Restraints”

+ Chọn mục “Use Custom Grid Spacing and Locale Origin”, click mở [Edit Grid]

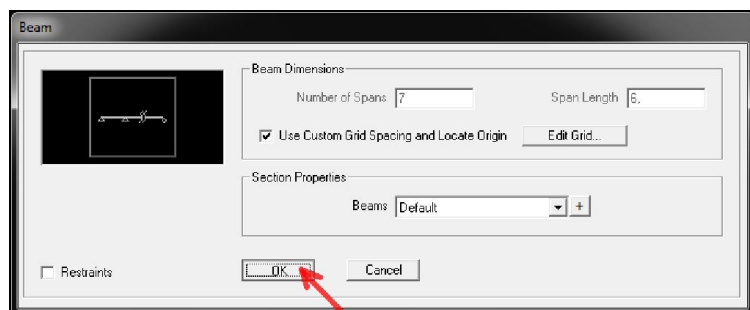


+ Trong cửa sổ “Define Grid System Data”:

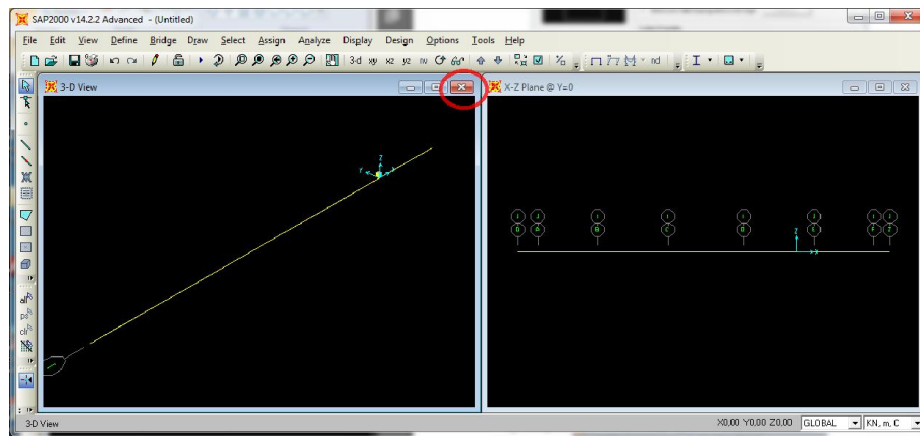
- Mục “Display Grids as” chọn “Spacing”
- Mục “X Grid Data” nhập các giá trị như hình
- Rồi click [OK]



+ Trong cửa sổ “Beam”, click [OK]

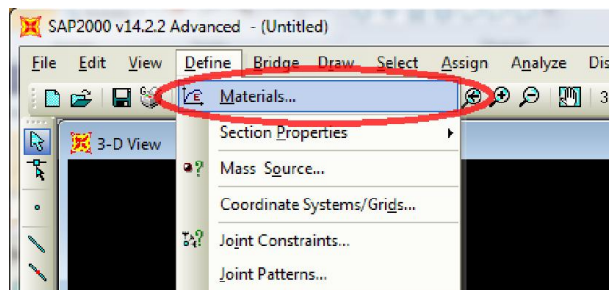


+ Sau đó tắt cửa sổ 3D, và phóng to cửa sổ 2D để làm việc

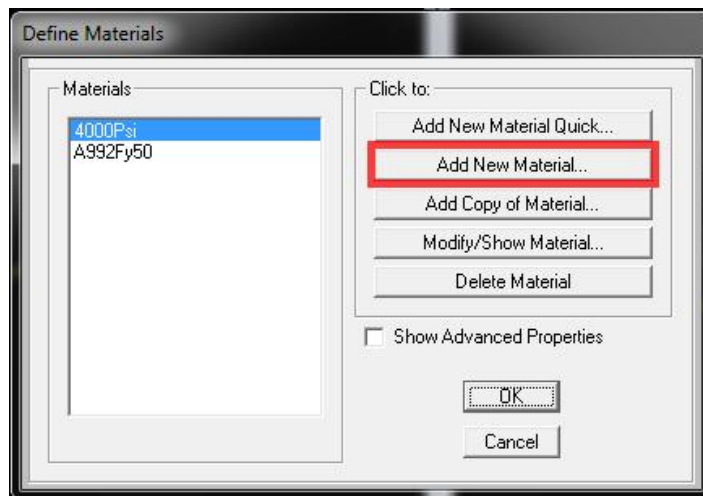


b Khai báo vật liệu:

+ Chọn Define -> Materials



+ Trong cửa sổ “Define Materials”: Chọn [Add New Material]



+ Trong cửa sổ “Material Property Data”: Chọn các thông số sau:

- Material Name and Display Color (Tên VL): CONC
- Material Type (Loại Vật liệu): Concrete
- Weight per Unit Volume (Trọng lượng bản thân): 25
- Modulus of Elasticity, E (Module đàn hồi): $3e7$
- Poisson's Ratio, U (Hệ số Poisson): 0.2
- Coefficient of Thermal Expansion (hệ số giãn nở nhiệt): 0
- Rồi click [OK]

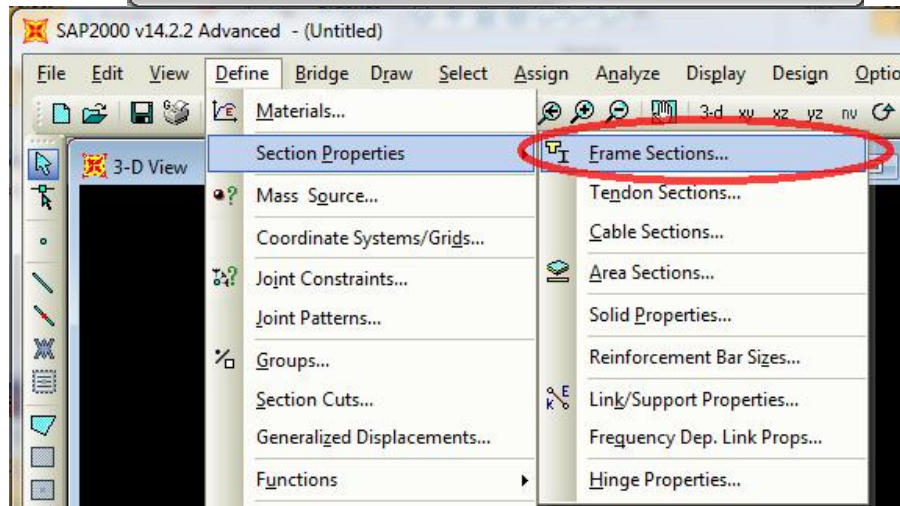
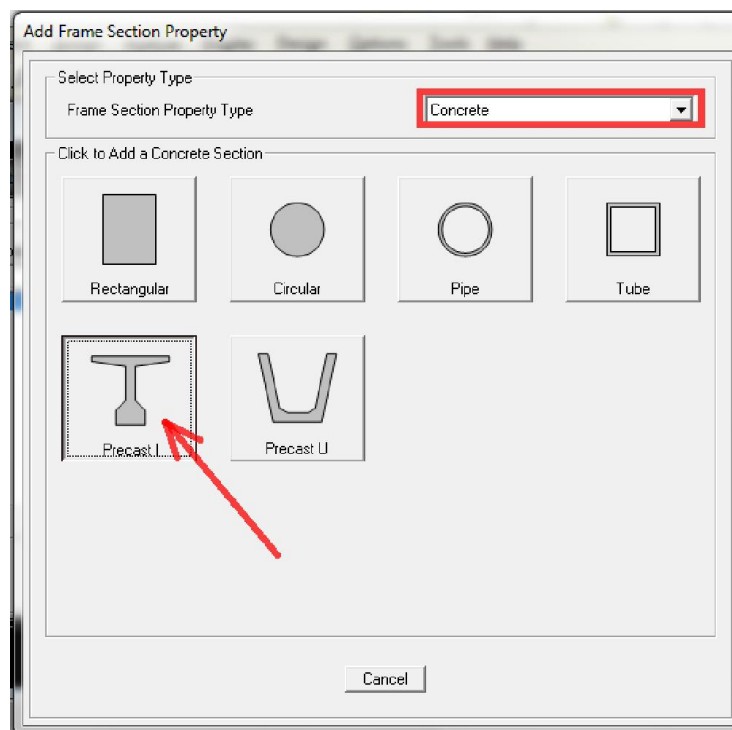
The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box with the following settings:

- General Data:**
 - Material Name and Display Color: CONC
 - Material Type: Concrete
 - Material Notes: (empty)
- Weight and Mass:**
 - Weight per Unit Volume: 25
 - Mass per Unit Volume: 2,5493
- Units:**
 - KN, m, C
- Isotropic Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 30000000
 - Poisson's Ratio, U: 0.2
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0
 - Shear Modulus, G: 12500000
- Other Properties for Concrete Materials:**
 - Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 20684.274
 - ☐ Lightweight Concrete
 - Shear Strength Reduction Factor: (empty)
- Switch To Advanced Property Display:** ☐
- Buttons:** OK, Cancel

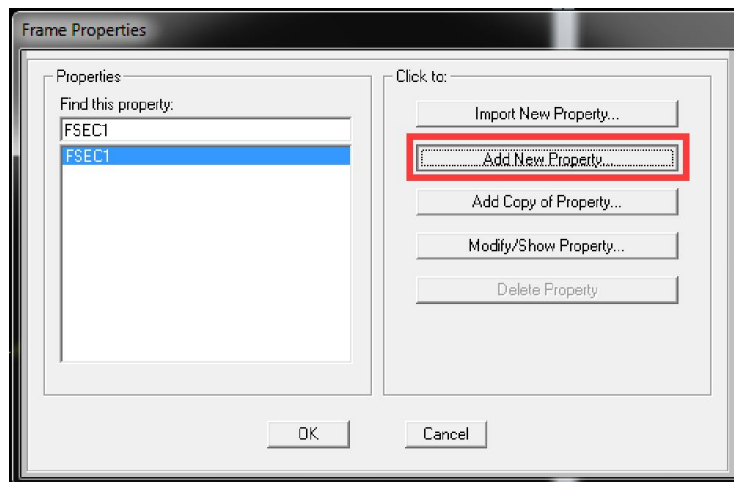
+ Trong cửa sổ “Define Materials”, click [OK]

c Khai báo tiết diện:

+ Define -> Section Properties -> Frame Section



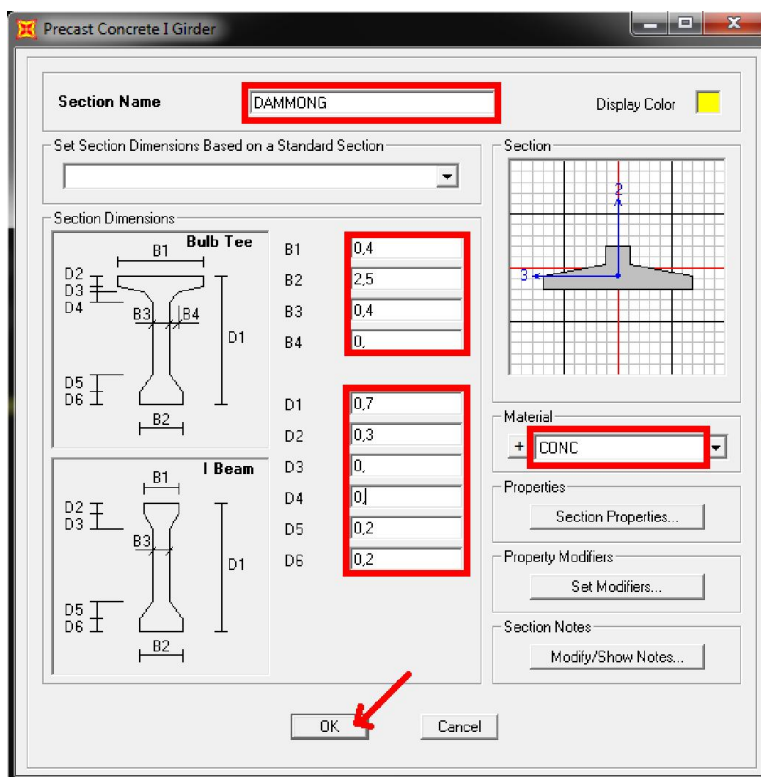
+ Trong cửa sổ “Frame Properties”: Chọn [Add New Property]



+ Trong cửa sổ “Add Frame Section Property”, mục “Select Property Type” chọn “concrete”, mục “Click to Add a Concrete Section” chọn [Precast I]

+ Trong cửa sổ Precast Concrete I Girder, ta chọn các thông số và kết quả chọn như sau:

- Section Name (Tên tiết diện): DAMMONG
- Material (Chọn loại vật liệu): Chọn “CONC”
- B1 = B3 = 0.4 - B2 = 2.5
- B4 = 0 - D1 = 0.7
- D2 = 0.3 - D3 = 0
- D4 = 0 - D5 = 0.2
- D6 = 0.2 - Rồi [OK]

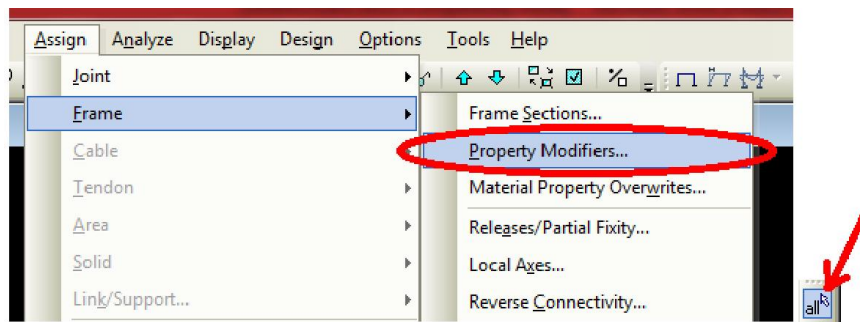


+ Trong cửa sổ “Frame Properties”, click [OK]

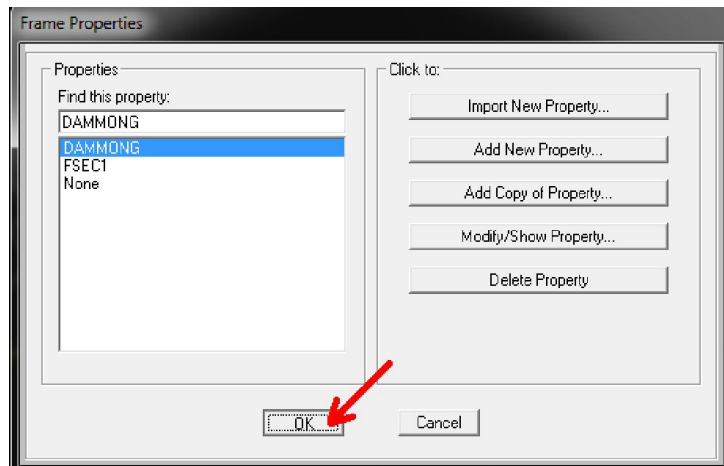
d Gán tiết diện vào móng băng:

+ Trên màn hình thể hiện dầm, kéo chuột chọn tất cả các phần tử (hoặc click biểu tượng [all])

+ Trên thanh Menu: Chọn Assign -> Frame -> Frame Sections

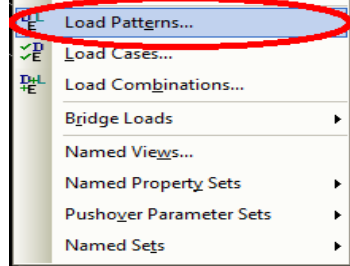


+ Trong cửa sổ Frame Properties: Chọn “DAMMONG” và click [OK]

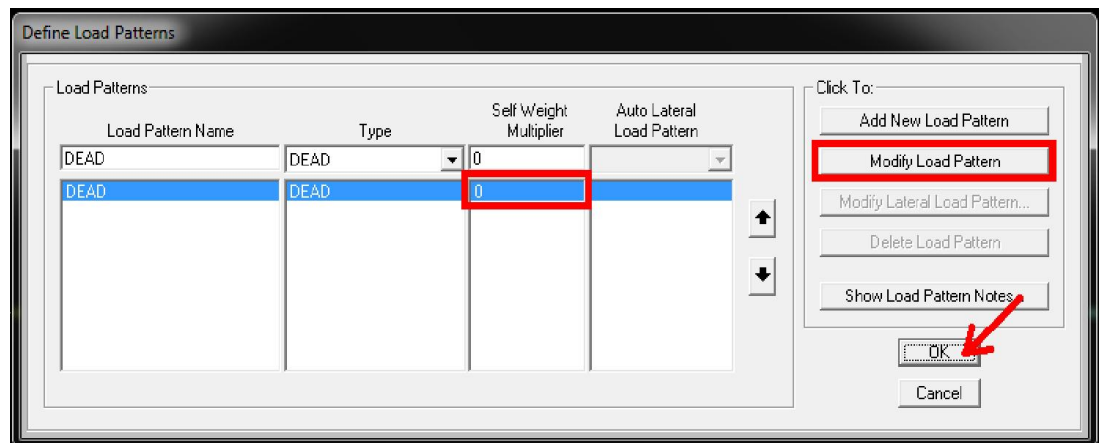


e Khai báo tải trọng:

+ Define -> Load Patterns



+ Trong cửa sổ “Define Load Patterns”, mục “Self Weight Multiplier” chuyển thành 0, rồi chọn [Modify Load Pattern]. Hệ số Self weight multiplier dùng để kể đến tải trọng bản thân, vì móng băng chôn vào đất, nên không cần tính đến tải bản thân của bê tông móng



f Gán tải trọng tập trung tại chân cột:

Quy ước dấu:

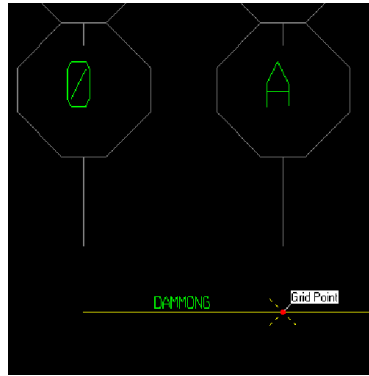
Lực dọc N theo phương Z: $\begin{cases} \downarrow (-) \\ \uparrow (+) \end{cases}$

Lực ngang H theo phương X: $\begin{cases} \rightarrow (+) \\ \leftarrow (-) \end{cases}$

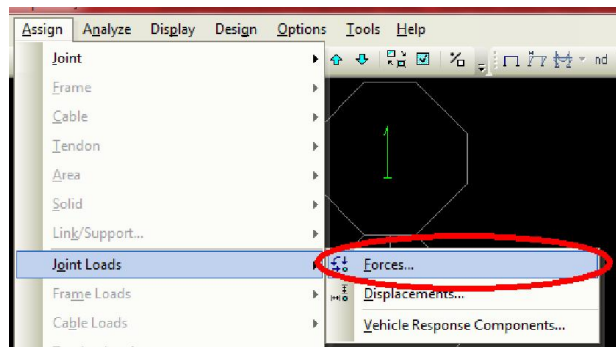
Momen M quay quanh trục Y: $\begin{cases} \curvearrowright \text{ Theo chiều KĐH: } (+) \\ \curvearrowleft \text{ Ngược chiều KĐH: } (-) \end{cases}$

- Gán 3 thành phần lực N^{tt} , M^{tt} , H^{tt} vào từng vị trí chân cột

. Click chọn chân cột cần gán (ví dụ chân cột biên tại.)



. Assign -> Joint Loads -> Forces

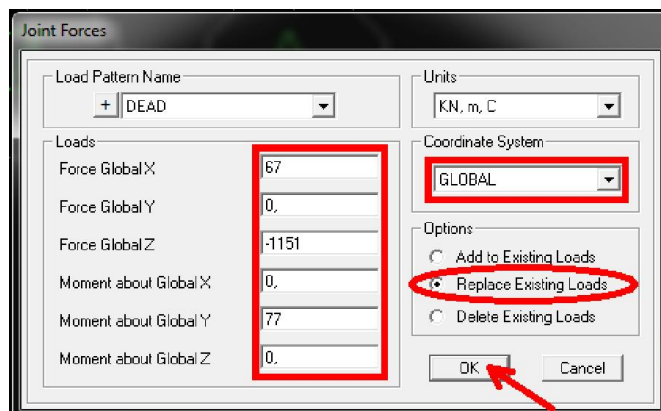


. Trong cửa sổ Joint Forces: Khai báo như sau: Mục “Coordinate System”, chọn “GLOBAL” Mục “Options”, chọn “Replace Existing Loads” Force Global X: 67

Force Global Z: -1151

Moment about Global Y: 77

Chọn [OK]



. Lần lượt làm tương tự với các chân cột khác

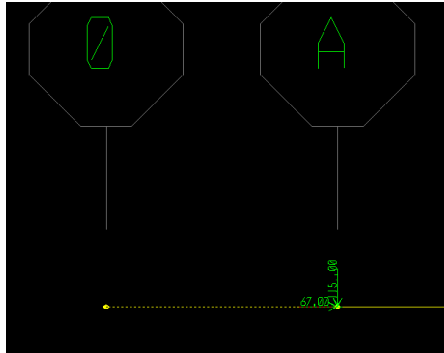
g Chia nhỏ phần tử:

+ Chia các phần tử thành từng đoạn nhỏ có chiều dài 0,1m

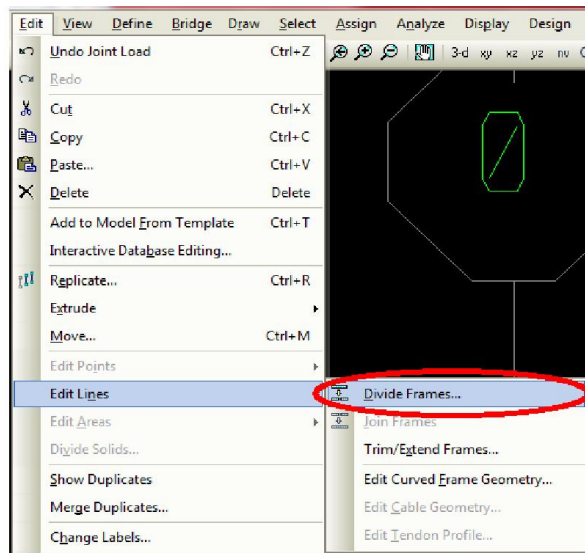
- Chia OA làm: 15 đoạn
- Chia AB, EF làm: 45 đoạn
- Chia BC, DE làm: 53 đoạn
- Chia CD làm: 57 đoạn
- Chia FZ làm: 12 đoạn

+ Ví dụ với đoạn OA:

- Chọn thanh OA

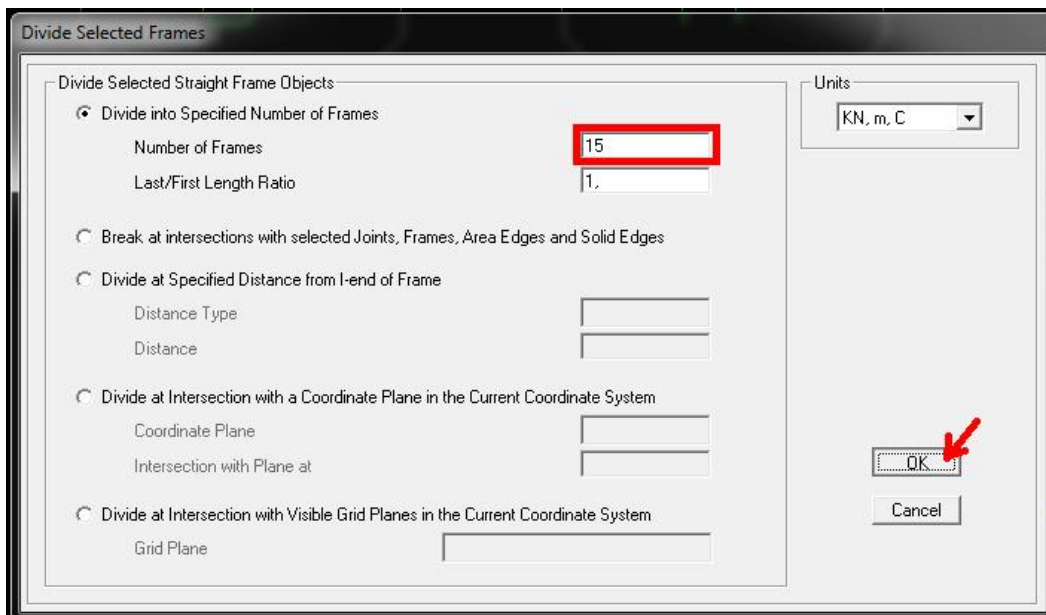


- Edit -> Edit Lines -> Divide Frames



- Trong cửa sổ “Divide Selected Frames”, mục Divide Selected Straight Frame Objects / Divide into Specified Number of Frames / Number of Frames: nhập “15”. Sau đó click [OK].

+ Làm



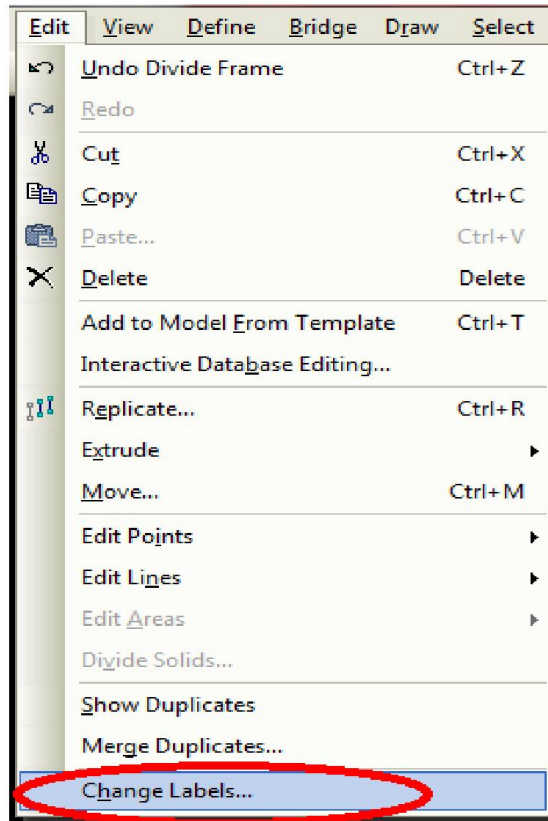
tương tự với các thanh còn lại tương ứng với số đoạn cần chia

h Đánh số thứ tự lại cho các phần tử thanh và nút:*

+ Mục đích của bước này là gán lại số thứ tự các nút và phần tử theo thứ tự nào đó để dễ quản lý trong khai báo và bảng kết quả. Ở đây ta đánh số thứ tự phần tử nút và phần tử thanh từ trái sang phải theo thứ tự 1,2,3...

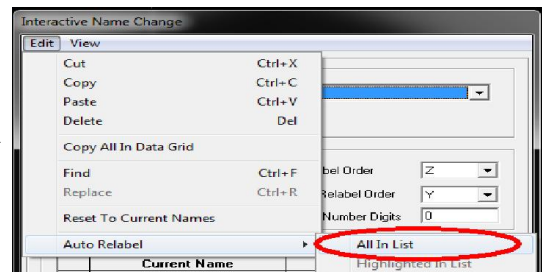
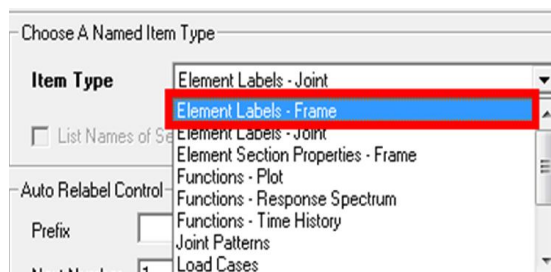
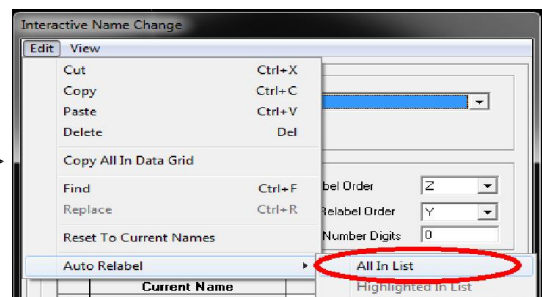
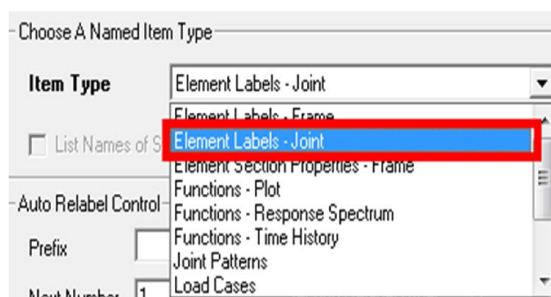
+ Chọn tất cả các phần tử bằng nút [all]

+ Edit -> Change Labels



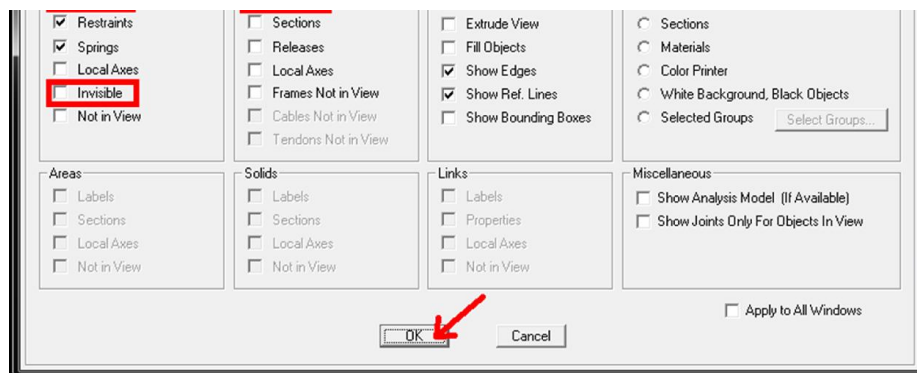
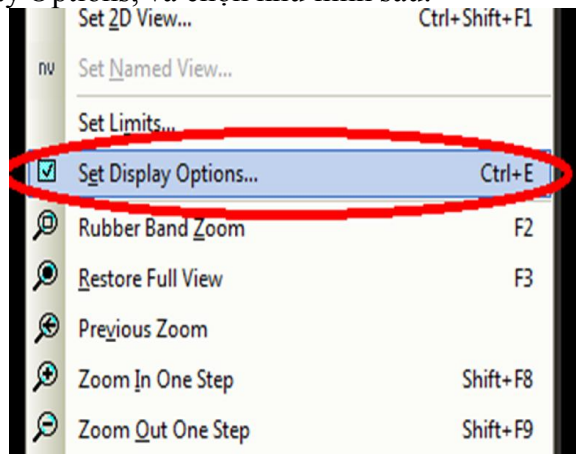
+ Trong cửa sổ “Interactive Name Change”, chọn theo các bước sau:

- Item Type: Element Labels – Frame
- Edit -> Auto Relabel -> All In List
- Item Type: Element Labels – Joint
- Edit -> Auto Relabel -> All In List



+ Để xem kết quả, và thứ tự các phần tử thanh, nút, ta vào View -> Set

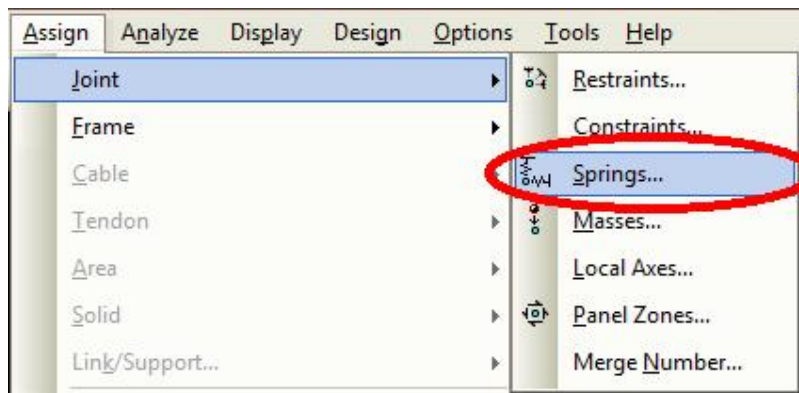
Display Options, và chọn như hình sau:



i Gán liên kết lò xo cho các nút.

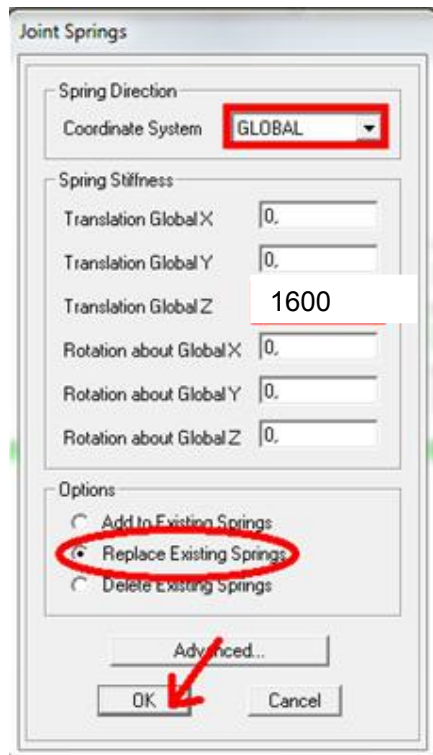
+ Chọn [all]

+ Assign -> Joint -> Springs



+ Trong cửa sổ “Joint Springs”, mục Spring Direction / Coordinate System, ta chọn GLOBAL. Mục Spring Stiffness / Translation Global Z, ta nhập

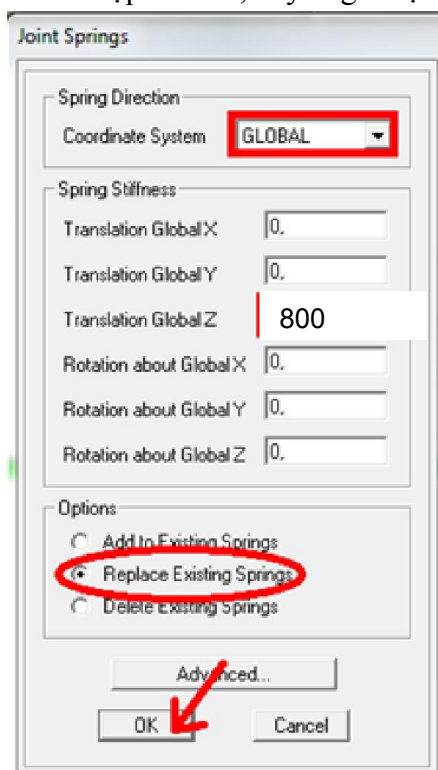
1225.5, đây là giá trị độ cứng lò xo K_2 như đã tính ở mục 6.1



+ Chọn 2 nút đầu và cuối

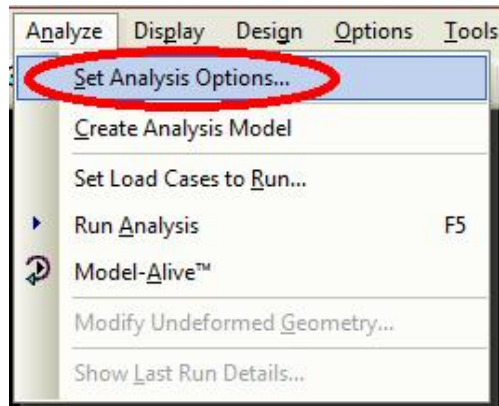
+ Assign -> Joint -> Springs

+ Trong cửa sổ “Joint Springs”, mục Spring Stiffness / Translation Global Z, ta nhập 612.75, đây là giá trị độ cứng lò xo K_1 như đã tính ở mục 6.1

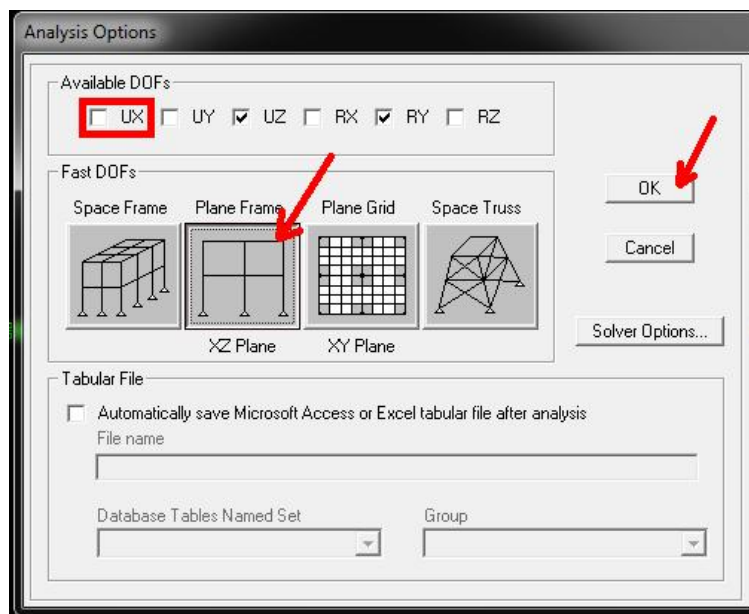


j Gán bậc tự do cho kết cấu:

+ Analyze -> Set Analysis Options

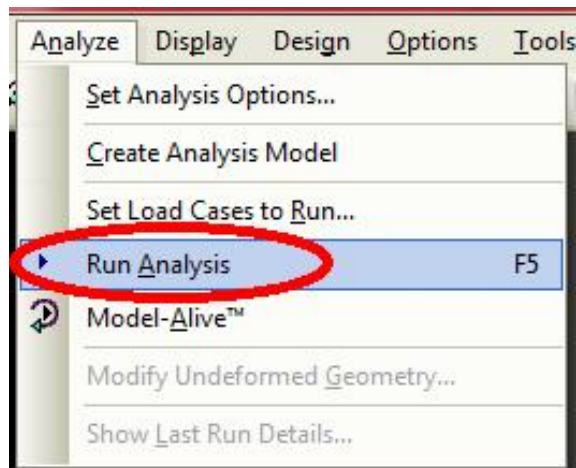


+ Trong cửa sổ “Analysis Options”, chọn “Plane Frame”, và trong mục “Available DOFs” bỏ chọn “UX”. Sau đó [OK]

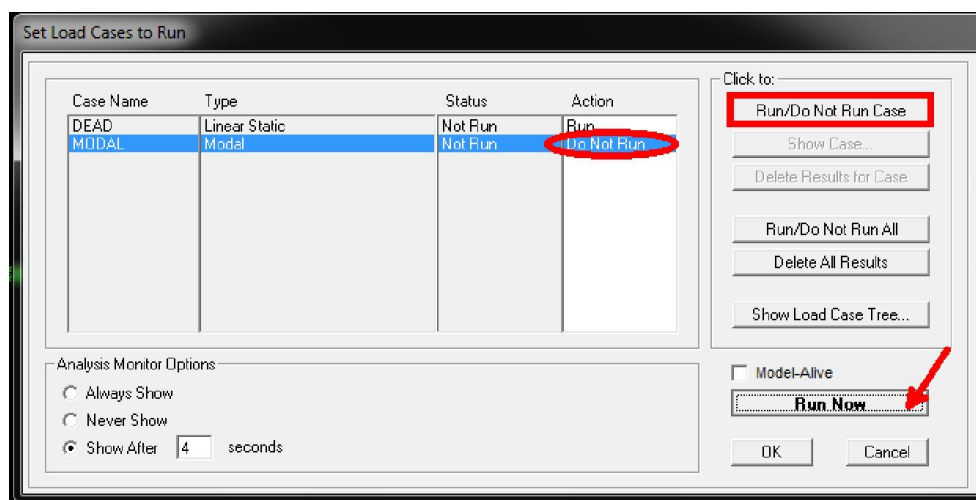


k Giải bài toán:

+ Analyze -> Run Analysis



+ Trong cửa sổ “Set Load Cases to Run”, ta chọn dòng “MODAL”, và click [Run/Do Not Run Case], rồi click [Run Now]

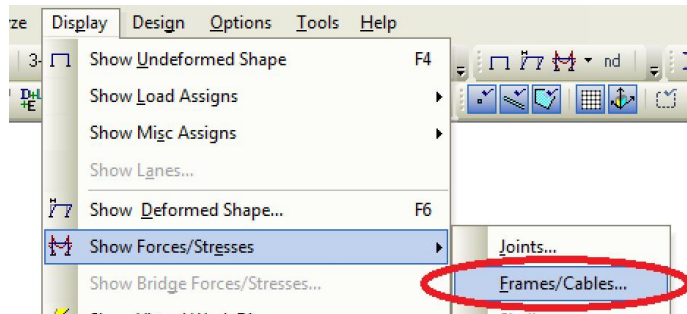


!Xem kết quả:

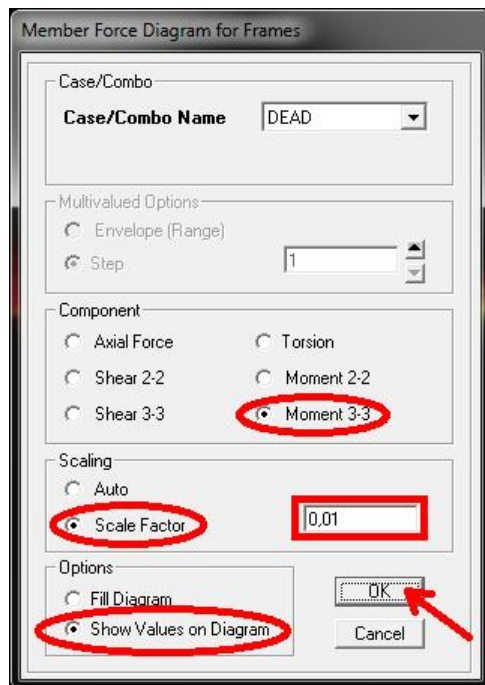
Xem biểu đồ nội lực:

+ Xem biểu đồ Moment:

- Display -> Show Forces/Stresses -> Frame/Cables

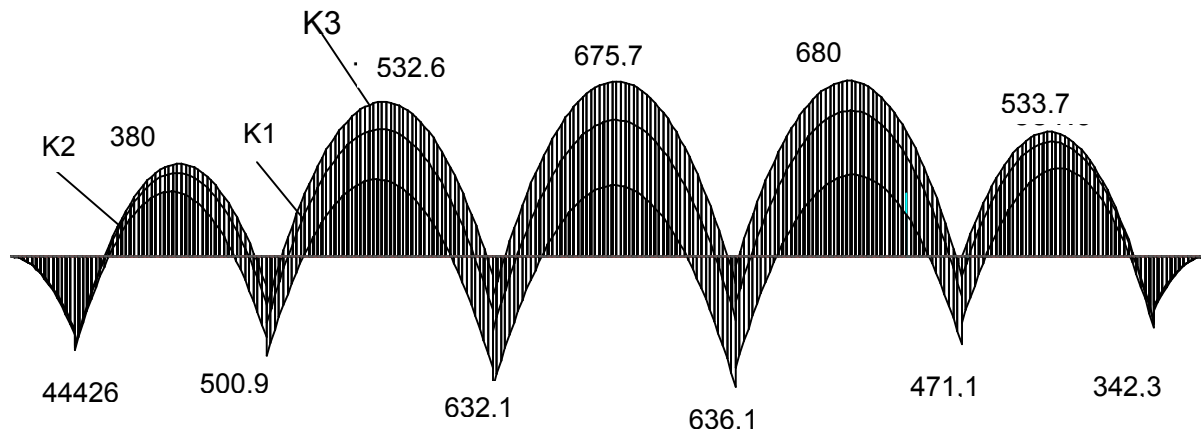


- Trong cửa sổ “Member Force Diagram for Frames”, chọn như hình sau



Biểu đồ bao momen

Chạy chương trình sập thay đổi hệ số độ cứng lò xo k tương ứng với 3 hệ số nền bên trên ta được biểu đồ bao momen:

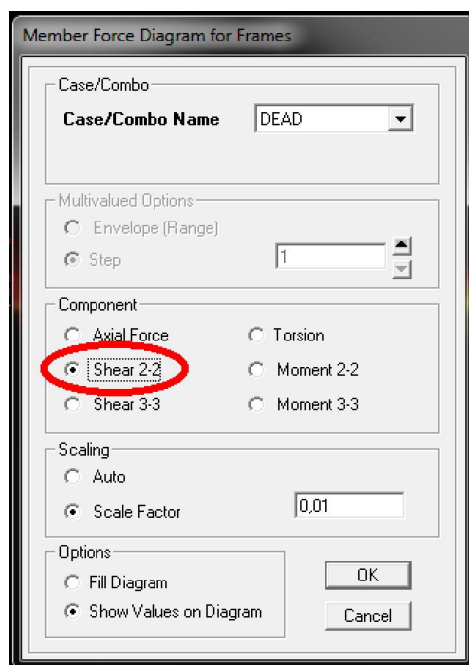


Ghi chú: K1 biểu đồ momen ứng với hệ số nền từ thí nghiệm bần nén hiện trường $C1=2200$ (kN/m^3)

K2 biểu đồ momen ứng với hệ số nền từ thí nghiệm xuyên động SPT $C2=800$ (kN/m^3)

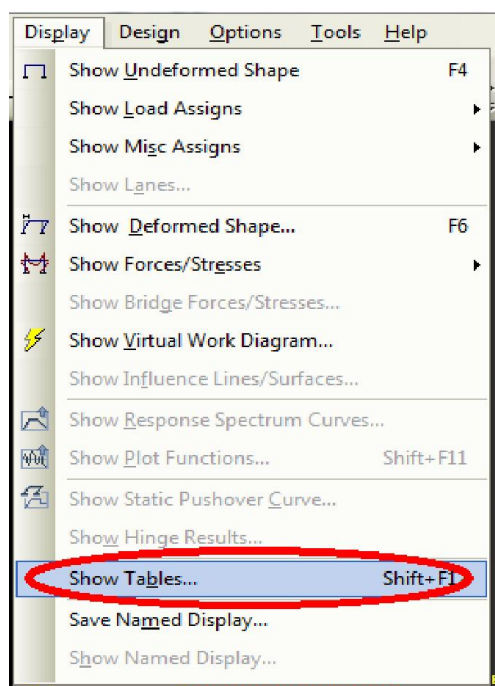
K3 biểu đồ momen ứng với hệ số nền từ thí nghiệm nén cổ kết $C3= 9766,5$ (kN/m^3)

+ Xem biểu đồ lực cắt: thực hiện tương tự, với các mục Component: Shear 2-2



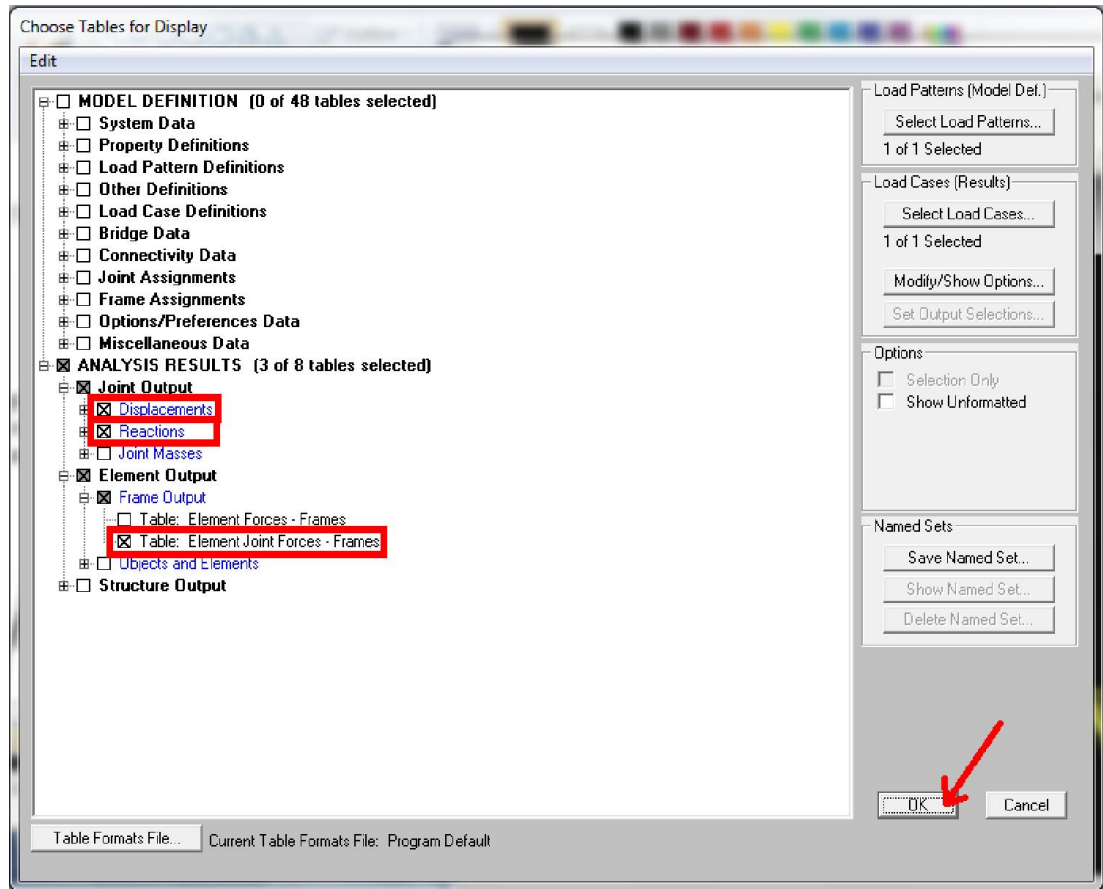
m .Luu kết quả ra bảng tính Excel:

+ Display -> Show Tables

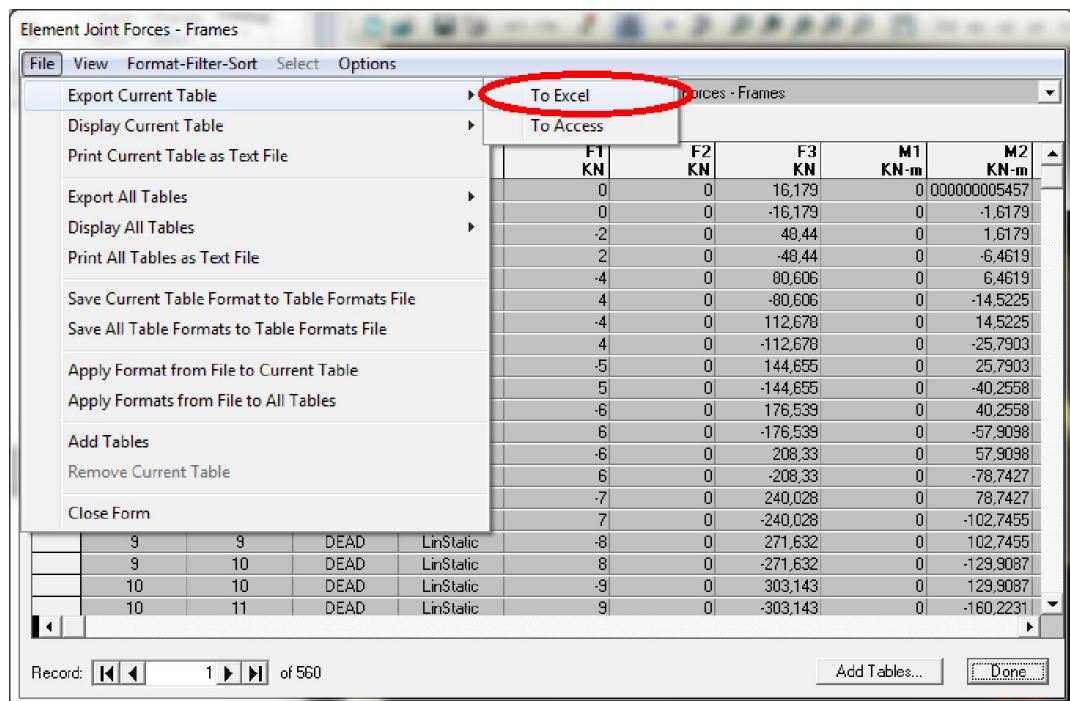


+ Trong cửa sổ “Choose Tables for Display”: Chọn như sau:

- Joint Output: Reaction, Displacements : Phản lực, Chuyển vị tại điểm
- Frame Output: Thành phần khung cần xuất ra (Momen, Lực cắt...)



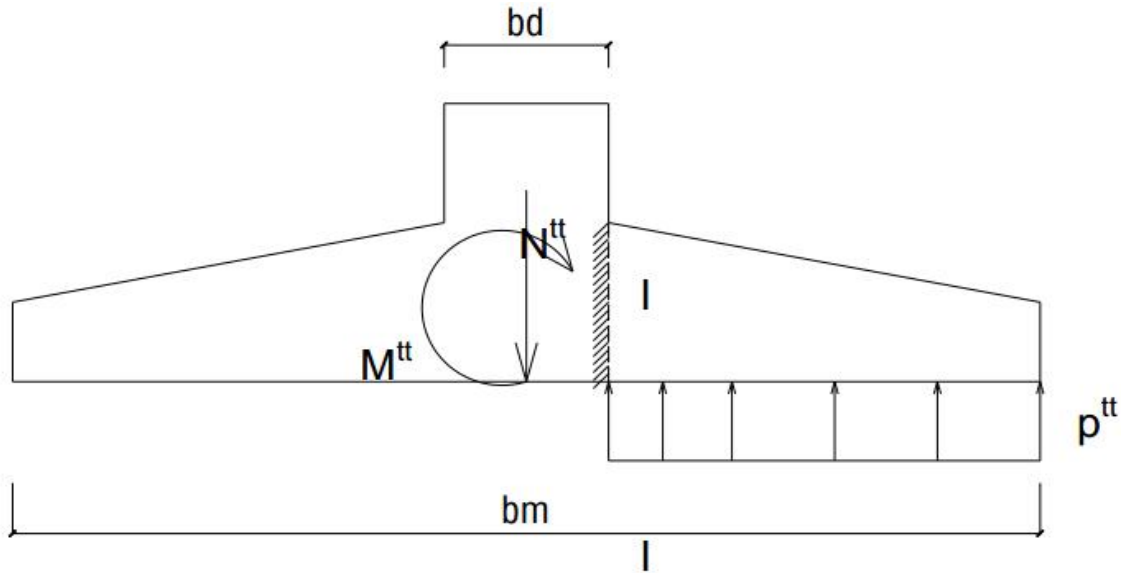
+ File -> Export Current Table -> To Excel



3.2.13. Tính cốt thép:

3.2.13.1 Tính cốt thép theo phương cạnh ngang:

a Sơ đồ tính:



Hình 3.36. Sơ đồ tính cốt thép theo phương ngang

3.2.13.1.2 Tải trọng tác dụng:

Là lực lớn nhất tác dụng lên bản móng do lực dọc, do ngoại lực (không xét đến trọng lượng bản thân móng và nền đất dưới đáy móng).

$$p_{max}^{tt} = \frac{\sum N^{tt}}{F_m} + \frac{\sum M^{tt}}{W_m} = \frac{7433}{2,5 \times 28} + \frac{695,2 \times 6}{2,5 \times 28^2} = 108,2 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

→ Lực phân bố $q^{tt} = p_{max}^{tt} \cdot 1\text{m} = 108,2 \text{ (kN/m)}$

3.2.13.1.3 Giải nội lực:

$$M_{1-1} = \frac{q^{tt}(B_m - b_d)^2}{8} = \frac{108,2(2,5 - 0,4)^2}{8} = 59,65 \text{ (kNm)}$$

3.2.13.1.4. Tính và bố trí cốt thép:

+ Chọn thép $A_s \rightarrow$ tra bảng 21, ta được $R_s = 280 \text{ (MPa)}$

+ Chọn thép $\phi 12$ có $A = 113 \text{ (mm}^2\text{)}$

$$h_0 = h_m - a = 700 - 70 = 630 \text{ (mm)}$$

$$A_s = \frac{M_{I-I}}{\zeta R_a h_o} = \frac{59,65 \times 10^6}{0,9855 \times 280 \times 630} = 343,1 \text{ mm}^2$$

với $\zeta = 1 - 0,5\xi = 1 - 0,5 \times 0,029 = 0,9855$ trong đó:

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_b b h_0^2} = \frac{59,65 \times 10^6}{0,9 \times 14,5 \times 400 \times 630 \times 630} = 0,029$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,029} = 0,029$$

+ Kiểm tra hàm lượng thép:

$$\mu = \frac{A_s}{b h_0} = \frac{343,1}{400 \times 630} \times 100 = 0,13\%$$

$$\mu_{min} = 0,05\%$$

$$\mu_{max} = \frac{\xi_R \gamma_b R_b}{R_s} = \frac{0,632 \times 0,9 \times 14,5}{280} \times 100 = 2,94\%$$

$$\Rightarrow \mu_{min} < \mu < \mu_{max}$$

+ Số cây thép trên 1m dài:

$$n = \frac{A_s}{A} = \frac{375,7}{113} = 3,3$$

+ Khoảng cách giữa các cây thép:

$$a = \frac{1000}{3,3} = 300 \text{ mm}$$

Do a không thỏa điều kiện $70 < a < 200$, theo mục 8.6.6 TCVN 5574 - 2012

Chọn a = 200mm

Vậy chọn $\phi 12, a200$ bố trí theo phương ngang; phương dọc bố trí $\phi 12, a200$.

3.2.13.2 Tính cốt thép theo phương cạnh dọc:

a Tính cốt dọc (theo TCVN 5574 – 2012)

+ **Moment căng thớ dưới ta tính toán theo tiết diện chữ nhật 400x700**

Chọn bê tông mác 350 có $R_b = 14,5$ (Mpa), $\gamma_b = 0,9$

Chọn thép A_{II} có $R_s = 280$ (Mpa), $\gamma_{si} = 1$

Tra bảng E.2, trang 168, TCXD 5574 – 2012 ta được $\alpha_R = 0,432$, $\xi_R = 0,632$

Chọn lớp bê tông bảo vệ dầm móng = 70mm $\rightarrow h_0 = 63$ cm

-Ví dụ: Tại gối A

$$M = 441,9 \text{ (KNm)}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_b b h_0^2} = \frac{441,9 \times 10^6}{0,9 \times 14,5 \times 400 \times 630 \times 630} = 0,213$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,213} = 0,242$$

$$\rightarrow A_s = \frac{\xi \gamma_b R_b b h_0}{R_s} = \frac{0,242 \times 0,9 \times 14,5 \times 400 \times 630}{280} = 2842,3 \text{ mm}^2$$

$$- \mu = \frac{A_s}{b h_0} = \frac{2842,3}{400 \times 630} \times 100 = 1,1\%$$

$$- \mu_{min} = 0,05\%$$

$$- \mu_{max} = \xi_R \frac{\gamma_b R_b}{R_s} = \frac{0,632 \times 0,9 \times 14,5}{280} \times 100 = 2,94 \%$$

$$\rightarrow \mu_{min} < \mu < \mu_{max}$$

Bảng 3.26. Bảng kết quả tính thép ở gối

GỐI	M (KNm)	α	ξ	A_s (mm ²)	BỐ TRÍ	$A_{sCHỌN}$ (mm ²)	$\mu(\%)$
A	444,26	0,214	0,244	2869	4d32	3217	1,28%
B	500,9	0,242	0,281	3304	4d32	3217	1,28%
C	632,1	0,305	0,376	4412	6d32	4825	1,91%
D	636,1	0,307	0,379	4448	6d32	4825	1,91%
E	471,1	0,227	0,262	3073	4d32	3217	1,28%
F	342,3	0,165	0,182	2134	3d32	2413	0,96%

+ Momen căng thép trên ta tính theo tiết diện chữ T với các thông số như sau:

$$b'_f = 2500(mm), h'_f = 300(mm); b = 400 (mm), h = 700(mm)$$

-Xét tại nhịp có $M_{max} = 407,3$

$$M_f = \gamma_b R_b b'_f h'_f (h_0 - 0,5h'_f) = 0,9 \times 14,5 \times 2500 \times 300 (630 - 0,5 \times 300) = 4698 \text{ kNm}$$

$$\Rightarrow M^f > M_{max}$$

Bảng 3.27. Bảng kết quả tính thép ở nhịp

NHỊP	M (KNm)	α	ξ	A_s (mm ²)	BỐ TRÍ	$A_{sCHỌN}$ (mm ²)	$\mu(\%)$
1	380	0,029	0,030	2187	3d32	2413	0,96%
2	532,6	0,041	0,042	3084	4d32	3217	1,28%
3	675,7	0,052	0,054	3936	5d32	4021	1,60%
4	680	0,053	0,054	3962	5d32	4021	1,60%
5	533,7	0,041	0,042	3091	4d32	3217	1,28%

b Tính cốt đai (theo TCVN 5574 – 2012)

Bảng 3.28. Lực cắt ở gối

Gối 1	674,1	-467,5
Gối 2	660	-600,3
Gối 3	658,6	-664,7
Gối 4	645,3	-647,7
Gối 5	615,8	-661,7
Gối 6	408,1	-705

+ Chọn:

- Đường kính cốt đai: $d_w = 10(\text{mm})$, $A_{sw} = 75,8 \text{ mm}^2$, đai nhánh $n=3$
- Thép A_I có (tra bảng 21, trang 47 và bảng 28 trang 53, TCXD 5574 - 2012):
- $R_s = 225 \text{ (MPa)}$ $R_{sw} = 175 \text{ (MPa)}$ $E_s = 21.10^4 \text{ (MPa)}$
- Bê tông mác 350 (B25) có: $R_{bt} = 1,05 \text{ (MPa)}$ $E_b = 3.10^3 \text{ (MPa)}$
- Lực cắt lớn nhất : $Q = 705 \text{ (KN)}$

+ Theo mục 6.2.3.3 TCVN 5574 – 2012 , ta phải bố trí cốt đai sao cho thỏa mãn :

$$Q \leq Q_b + Q_{sw}$$

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} (1 + \varphi_f) R_{bt} b h_o^2}{C} = \frac{2 \times (1 + 0,5) \times 1,05 \times 400 \times 630 \times 630}{2 \times 630} = 397 \text{ kN}$$

Trong đó: $\varphi_{b2} = 2$ – đối với bê tông nặng.

$$\varphi_{b2} = 0,75 \frac{(b'_f - b) h'_f}{b h_0} = 0,75 \frac{(2500 - 400) \times 400}{400 \times 630} = 2,5 > 0,5$$

Lấy $\varphi_f = 0,5$

$h_0 \leq c \leq 2h_0$, chọn $c = 2 h_0$ (giá trị lớn nhất)

Ta có: $Q > Q_b$, nên tính cốt đai theo tính toán.

+ Khoảng cách cốt đai theo tính toán:

$$s_{tt} = nR_{sw}A_{sw} \frac{4\varphi_{b2}\gamma_b R_{bt}bh_o^2}{Q^2} (mm)$$

$$= 3 \times 175 \times 75,8 \times \frac{4 \times 2 \times 0,9 \times 1,05 \times 400 \times 630^2}{705000^2}$$

$$= 96,1(mm)$$

-Khả năng chịu cắt của cốt đai:

$$q_{sw} = nA_{sw} \frac{R_{sw}}{s_{tt}} = 3 \times 75,8 \times 175 / 96,1 = 414,1 \text{ (N/mm)} = 0,4141 \text{ kN/cm}$$

-Hình chiếu theo tiết diện nghiêng nguy hiểm nhất:

$$c_o = \sqrt{\frac{\varphi_{b2}(1 + \varphi_f)R_{bt}bh_o^2}{q_{sw}}} = \sqrt{\frac{2 \times (1+0,5)1,05 \times 400 \times 630^2}{414,1}} = 1099 \text{ (mm)}$$

$c_0 < 2h = 1400$ nên chọn $c_0 = 1099 \text{ (mm)}$

$$Q_{sw} = q_{sw} c_0 = 414,1 \times 1099 = 455096 \text{ (N)} = 455,096 \text{ kN}$$

$$Q_{sw} + Q_b = 455,096 + 397 = 852,096 > Q_{\max} = 705 \rightarrow \text{không cần bố trí cốt xiên}$$

+Khoảng cách lớn nhất giữa các cốt đai:

$$S_{\max} = \frac{\varphi_{b4}\gamma_b R_{bt}bh_o^2}{Q} (mm) = \frac{1,5 \times 0,9 \times 1,05 \times 400 \times 630 \times 630}{705000} = 319 \text{ mm}$$

+Khoảng cách cấu tạo giữa các cốt đai:

$$S_{ct} \leq \begin{cases} \frac{h}{3} = 233(mm) \\ 300(mm) \end{cases} \Rightarrow S_{ct} = 233(mm)$$

$$S = \min(S_{tt}; S_{\max}; S_{ct}) = 96,1 \Rightarrow \text{chọn } S = 90 \text{ mm}$$

+ Khả năng chịu ứng suất nén chính của bê tông móng:

$$Q \leq 0,3\varphi_{w1}\varphi_{b1}\gamma_b R_b bh_o$$

Trong đó:

$$\varphi_{wl} = 1 + 5\alpha\mu_w \leq 1,3$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b}$$

$$\mu_s = \frac{nA_w}{bs}$$

b: bề rộng dầm

s: khoảng cách giữa các cốt đai

n: số nhánh cốt đai

A_s: tiết diện ngang cốt đai

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta\gamma_b R_b$$

$\beta = 0,01$ - đối với bê tông nặng

Suy ra:

$$Q \leq 0,3\varphi_{wl}\varphi_{b1}\gamma_b R_b b h_o$$

$$= 0,3 \times 1,186 \times 0,8695 \times 0,9 \times 14,5 \times 400 \times 630$$

$$= 1106,6 \text{ kN}$$

Vậy bố trí cốt đai $\varnothing 10, a 100$ cho $\frac{1}{4}$ ở tại 2 bên gối. Phần còn lại bố trí theo cấu tạo, chọn $\varnothing 10, a 300$ (theo mục 8.7.6 TCVN 5574 – 2012).