

NGHIÊN CỨU SỰ LÀM VIỆC ĐỒNG THỜI CỦA CỌC , MÓNG & NỀN ĐẤT DƯỚI ĐÁY MÓNG ĐƯỢC GIA CỐ BẰNG TOP-BASE

KS. Ngô Đức Hà

*Giám đốc thiết kế nền móng công trình
Công ty TADITS Vietnam.*

Tóm tắt: Phần kết cấu móng nhà nhiều tầng gồm có nhiều bộ phận phục vụ các chức năng khác nhau như cọc và tường chắn đất, kết cấu đài cọc và đáy tầng hầm,.....tất cả các bộ phận này đều có khả năng chịu tải khá tốt. Nhưng trong thực tế thiết kế móng hiện nay lại chỉ xem xét riêng rẽ sự làm việc của các bộ phận này cho một chức năng chính mà không xem xét sự làm việc đồng thời của tất cả các bộ phận này như vốn có. Hơn nữa hầu hết các nhà thiết kế nền móng đều bỏ qua một số yếu tố có khả năng giảm tải trọng của công trình tương đối lớn như khối lượng đất đào bỏ đi trong khi thi công các tầng hầm, do đó gây ra sự tốn kém lớn trong thiết kế và thi công phần móng nhà nhiều tầng.

Nội dung bài viết này đề cập đến các kết quả nghiên cứu đã thực hiện tại TADITS (một công ty chuyên phát triển các công nghệ xây dựng mới tại Việt Nam) nhằm hướng tới hệ kết cấu móng khai thác triệt để khả năng chịu tải của các bộ phận vốn có trong kết cấu móng như cọc móng, móng bè, và hệ tường chắn đất trong kết cấu móng nhà nhiều tầng, nhờ đó tiết kiệm đáng kể chi phí và giảm thời gian thi công phần kết cấu móng của nhiều tầng.

Báo cáo cũng đề cập đến hiệu quả ứng dụng biện pháp gia cố nền Top base dưới móng nông để tăng khả năng chịu tải của móng và giảm số lượng cọc, mang lại hiệu quả lợi ích kinh tế cao cho xã hội.

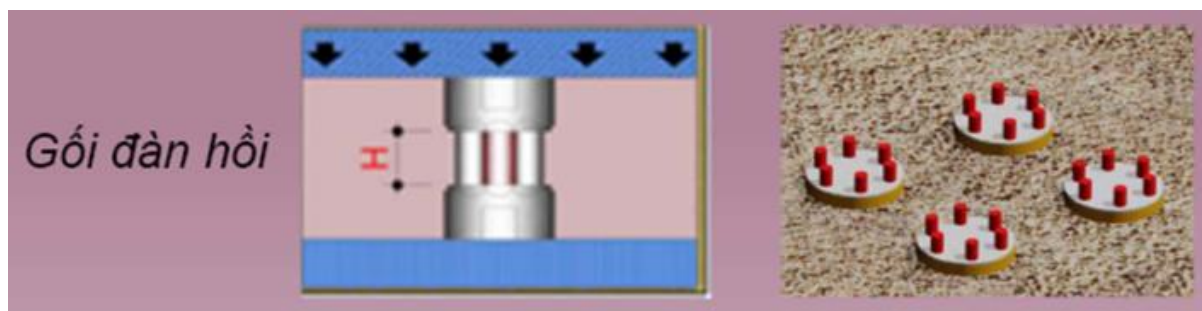
1. ĐẶT VẤN ĐỀ:

Nhà cao tầng hiện đang được xây dựng rất nhiều tại các đô thị lớn của Việt Nam để đáp ứng nhu cầu ở, sinh hoạt, thương mại đang tăng lên nhanh chóng của xã hội. Nhà nhiều tầng thường có tầng hầm để phục vụ các chức năng để xe, hoặc là nơi cung cấp các dịch vụ thiết yếu cho cư dân trong Tòa nhà. Chính vì vậy kết cấu phần ngầm của toà nhà sẽ bao gồm nhiều bộ phận kết cấu khác nhau, đáp ứng các chức năng khác nhau của công trình:

- Vách tầng hầm: để giữ thành hố đào khi thi công và là tường chắn đất cho tầng hầm
- Đáy tầng hầm (móng bè)
- Cọc & đài móng

Giải pháp thiết kế nền móng và cọc cùng tham gia làm việc là để huy động được phần móng cùng làm việc với cọc. Trên đầu các cọc và dưới đáy bản móng được gắn các thiết

bị kiểm soát lún (được tạm gọi là Gói đàn hồi_xem hình 1). Các Gói đàn hồi này có đặc điểm là có độ cứng đàn hồi phương đứng thấp hơn độ cứng đàn hồi phương đứng của cọc trong một khoảng lún ban đầu ấn định trước. Khi độ lún của móng tại vị trí cọc vượt qua độ lún ban đầu ấn định trước này, độ cứng đàn hồi phương đứng của Gói đàn hồi sẽ lớn hơn hoặc bằng độ cứng đàn hồi phương đứng của cọc. Số lượng cọc trong loại móng này sẽ ít nên khoảng cách các cọc là đủ lớn để cọc chịu lực và lún như 1 cọc đơn.

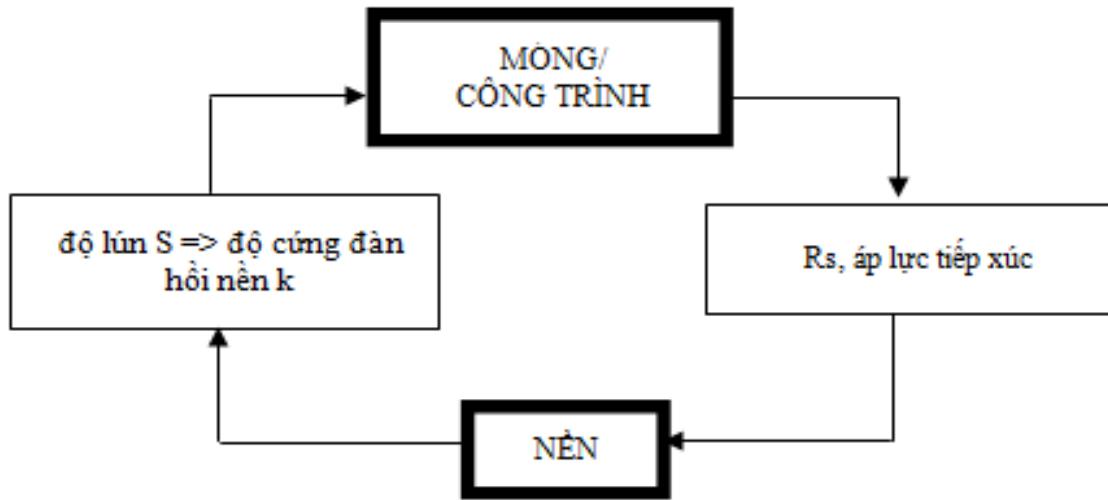


Hình 1. Cấu tạo Gói đàn hồi

Để tăng khả năng làm việc của nền đất, từ năm 2007 trong quá trình tiếp nhận chuyển giao công nghệ về Top-base từ Công ty TBS (Hàn quốc), và được chứng kiến các công trình đến 30 tầng với 3 tầng hầm đã thi công tại Seoul không cần sử dụng cọc mà chỉ sử dụng hệ móng bè trên nền Top-base. Công ty TADITS đã nghiên cứu tìm cách phát triển hệ gia cố nền Top-base sao cho phù hợp với điều kiện địa chất tại Việt Nam. Cho đến nay hệ gia cố nền Top-base đã được ứng dụng rộng rãi tại nhiều khu vực có địa chất đất yếu như các công trình ở Hà Nội, Hải phòng, Thanh Hóa, thành phố Hồ Chí Minh....., và cho thấy rõ khả năng huy động sức chịu tải của nền đất dưới móng gấp 2~3 lần so với nền đất không được gia cố, độ lún của công trình cũng giảm mạnh và thời gian tắt lún xảy ra nhanh chóng trong quá trình thi công.

2. MÔ HÌNH TÍNH TOÁN

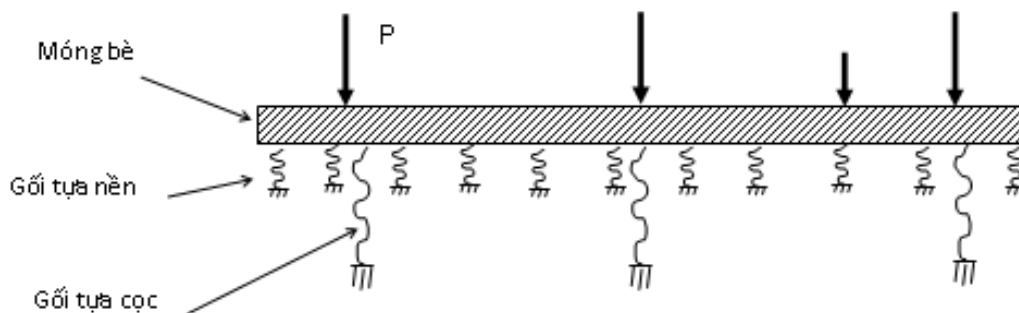
Mô hình tính toán được chia ra làm hai phần được gọi là MÓNG/CÔNG TRÌNH và NỀN. Hai mô hình này có mối liên quan chặt chẽ với nhau và tác động lẫn nhau qua các điều kiện ràng buộc. Kết quả tính toán của mô hình này sẽ là thông số đầu vào để phục vụ cho tính toán của mô hình kia và ngược lại. Kết quả tính toán cuối cùng được chấp nhận khi cả hai mô hình đều có các thông số đầu vào và kết quả tính toán phù hợp lẫn nhau. Các thông số đầu vào và kết quả kiểm tra sự phù hợp là các chuyển vị lún và áp lực tiếp xúc đáy móng. Áp lực tiếp xúc đáy móng nhận được khi tính toán theo mô hình MÓNG/CÔNG TRÌNH sẽ là lực tác dụng lên nền đất và cọc như là tham số đầu vào trong mô hình NỀN. Độ lún nền đất và cọc nhận được khi tính toán theo mô hình NỀN sẽ được dùng để xác định hệ số nền (kn) như là tham số đầu vào trong mô hình MÓNG/CÔNG TRÌNH. Sơ đồ khối của mô hình tính toán được trình bày trên hình 2.



Hình 2. Sơ đồ khối của sự làm việc giữa hai mô hình MÓNG/CÔNG TRÌNH và NỀN

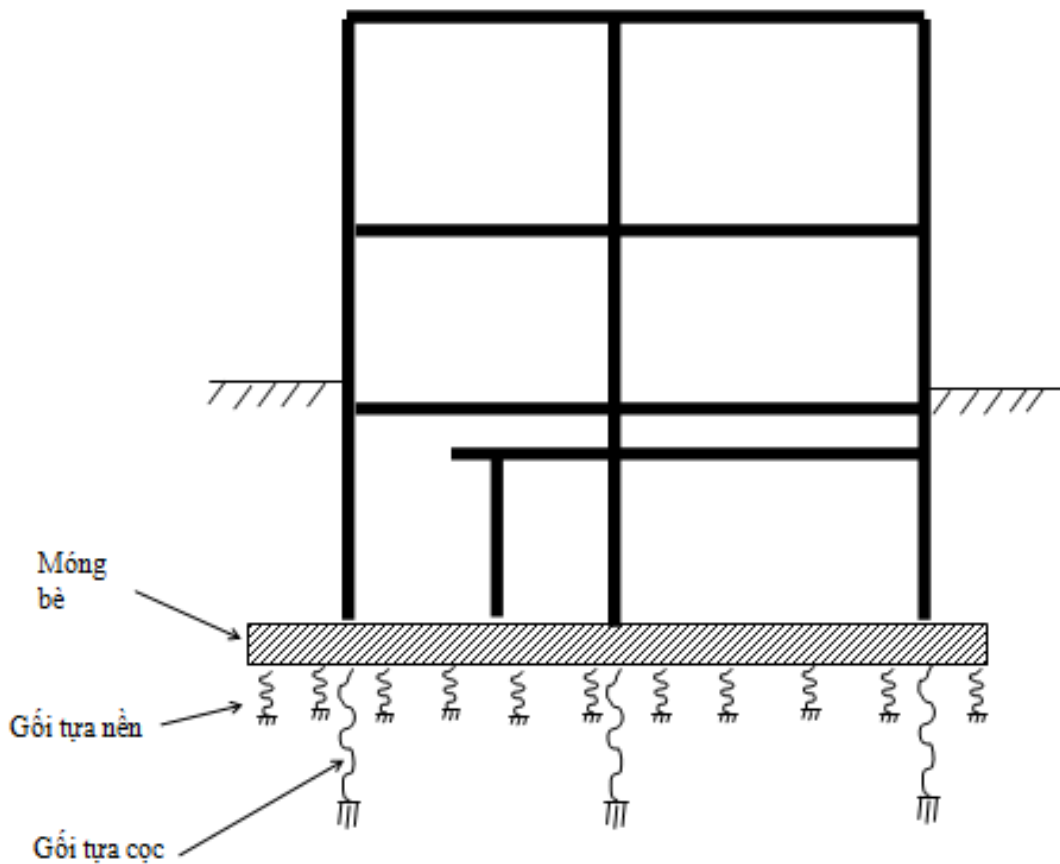
2.1. Mô hình MÓNG/CÔNG TRÌNH:

Mô hình MÓNG/CÔNG TRÌNH đầy đủ (xem hình 4) chính là sơ đồ kết cấu công trình bên trên gắn liền với kết cấu móng bê đặt trên các gối tựa đàn hồi. Trường hợp đơn giản hơn, khi không kể đến ảnh hưởng độ cứng của các kết cấu bên trên đến sự làm việc của phần kết cấu bên dưới. Kể từ cốt cao độ nào đó tác động của phần kết cấu bên trên vào phần kết cấu bên dưới sẽ chỉ được kể đến đơn thuần là tải trọng tác động xác định bằng các nội lực tại tiết diện được cắt ở cốt cao độ phân chia trên dưới. Lúc này mô hình MÓNG/CÔNG TRÌNH một phần (xem hình 5) sẽ chỉ còn phần bên dưới của mô hình MÓNG/CÔNG TRÌNH đầy đủ với các tải trọng tác động của phần bên trên. Trường hợp đơn giản nhất là coi toàn bộ tác động của phần kết cấu bên trên bề mặt móng bê bằng các tải trọng tác động tại vị trí vách, cột chịu lực. Mô hình MÓNG/CÔNG TRÌNH lúc này trở thành mô hình MÓNG (xem hình 3).

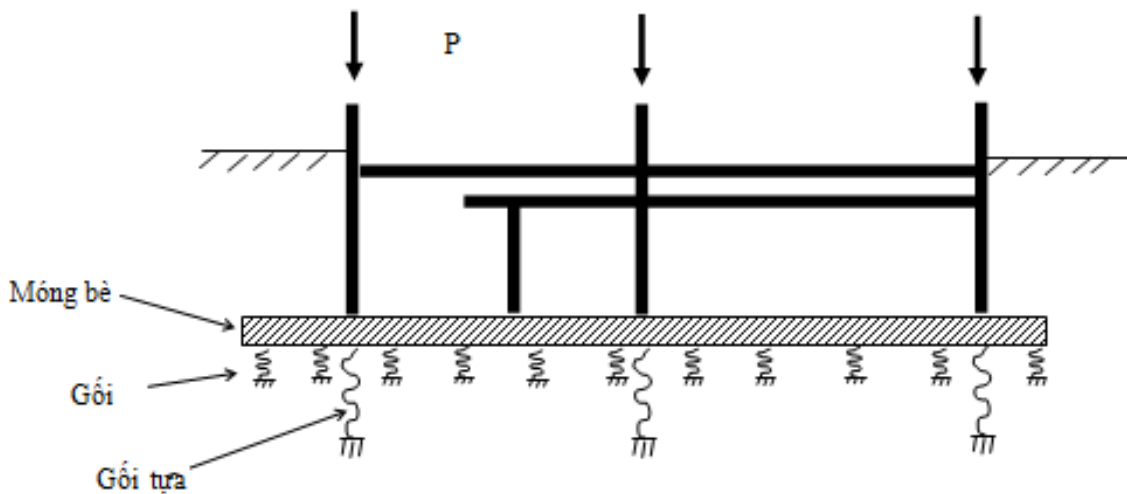


Hình 3. Mặt cắt mô hình MÓNG

Hệ số độ cứng đàn hồi của nền và cọc cũng như tải trọng P được xác định trước. Nguyên tắc cộng tác dụng có thể áp dụng được cho các mô hình này. Có thể sử dụng các phần mềm hiện có để giải bài toán cho mô hình này.



Hình 4. Mặt cắt mô hình MÓNG/CÔNG TRÌNH đầy đủ



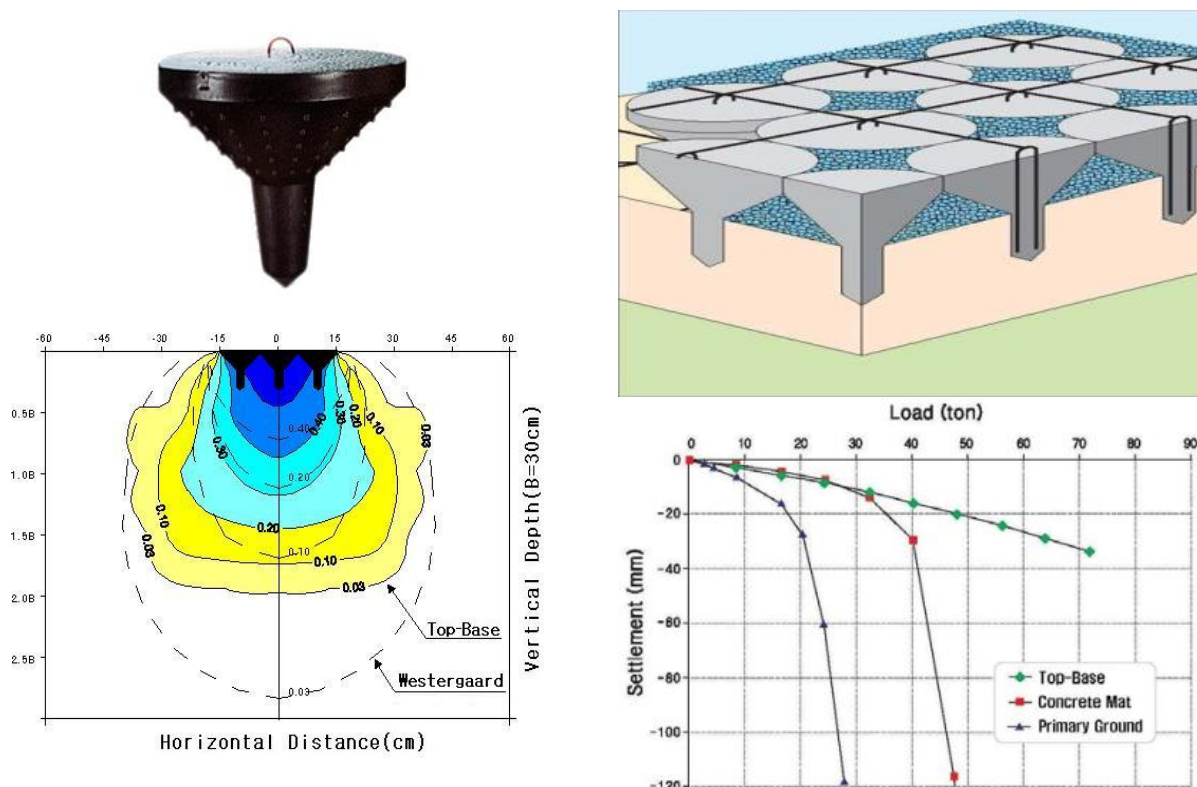
Hình 5. Mặt cắt mô hình MÓNG/CÔNG TRÌNH một phần

Theo các kết quả nghiên cứu thực hiện bởi người viết bản báo cáo này, khi tính toán khảo sát so sánh giữa các mô hình này cho một số khung phẳng có móng đơn, lực dọc trong các cột biên và áp lực tác động lên móng hàng biên trong mô hình MÓNG/CÔNG TRÌNH đầy đủ có giá trị lớn hơn từ 1,3 đến 1,5 lần so với giá trị tương ứng khi tính với

mô hình tính toán coi chân cột là ngầm tại mặt móng.

2.2. Mô hình NỀN.

Mô hình bài toán nền được áp dụng theo phương pháp tính toán móng bè hoặc móng bè trên nền Top-base. Với việc gia cố nền bằng Top-base có tác dụng ngăn cản chuyển vị ngang công trình, làm giảm khả năng giãn nở dẫn đến giảm độ lún móng công trình và phân phối ứng suất bên dưới đáy móng đều hơn làm tăng khả năng chịu lực của nền.



Việc tính toán các mô hình này cũng như việc xác định các hệ số độ cứng đàn hồi của các gối tựa nền và gối tựa cọc lên bản móng bè được xác định theo nội dung dưới đây.

2.2.1 Mô hình gối tựa Cọc.

a. Độ lún gối tựa cọc

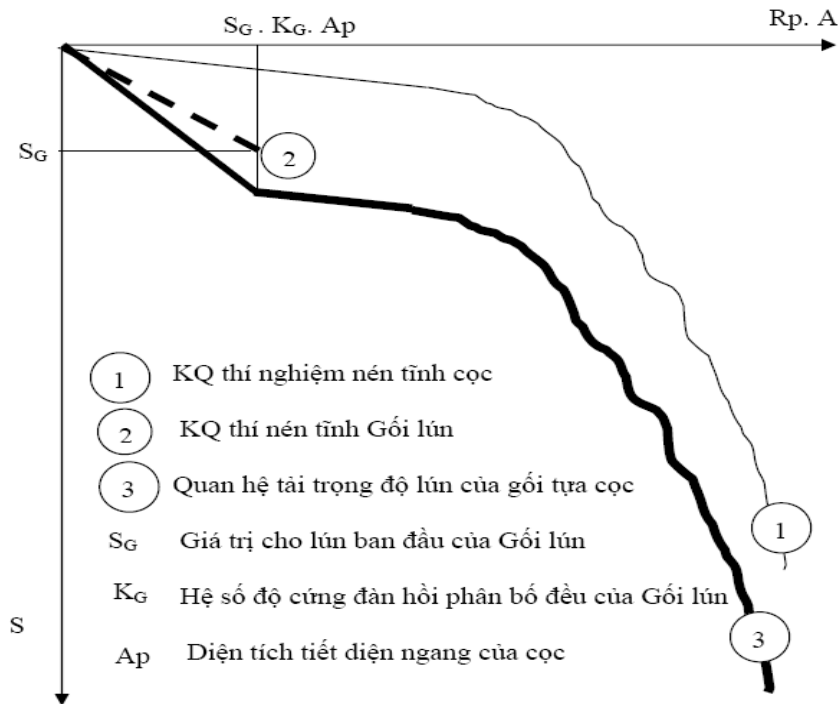
Với cọc, khi có tải trọng dọc trục tác động lên đầu gối tựa cọc, tải trọng này sẽ truyền qua Gối lún rồi truyền lên cọc. Độ lún của gối tựa cọc sẽ được xác định theo quan hệ tải trọng – lún được thiết lập từ kết quả thí nghiệm nén tĩnh và thí nghiệm nén thiết bị Gối lún. Hình 6 mô tả phương pháp xác định độ lún khi biết tải trọng tác động lên gối tựa cọc.

Khi chưa có kết quả thí nghiệm nén tĩnh có thể tạm xác định độ lún S_{GP} của gối tựa cọc như sau:

$$\text{khi } R_{GP} < S_G \cdot K_G : S_{GP} = R_{GP}/K_G + (0,8 \div 0,9) \cdot R_{GP} \cdot L_p / E_p \quad (2.1)$$

$$\text{khi } R_{GP} \geq S_G \cdot K_G : S_{GP} = S_G + (0,8 \div 0,9) \cdot R_{GP} \cdot L_p / E_p \quad (2.2)$$

trong đó : S_G là lún ban đầu của Gối lún.
 K_G là hệ số độ cứng đàn hồi của Gối lún phân bố đều theo tiết diện cọc
 R_{GP} là tải trọng phân bố đều tác động lên đầu gối tựa cọc, xác định được từ kết quả tính toán mô hình NỀN/CÔNG TRÌNH tại vị trí gối tựa cọc,
 L_p là chiều dài cọc,
 E_p là mô đun đàn hồi của vật liệu cọc,



Hình 6. Quan hệ tải trọng độ lún của gối tựa cọc.

b. Hệ số độ cứng đàn hồi gối tựa cọc:

Hệ số độ cứng K_{GP} của gối tựa cọc xác định theo công thức: $K_{GP} = \Delta(R_{GP})/\Delta(S_{GP})$.

Cọc: Do cọc thường được thiết kế chịu tải công trình trong giai đoạn gần như là đàn hồi nên có thể coi hệ số độ cứng đàn hồi phân bố đều K_p của cọc là hằng số. Giá trị của hệ số độ cứng đàn hồi cọc phân bố đều được xác định từ biểu đồ thí nghiệm nén tĩnh cọc:

$$K_p = P_{\text{allow}} / A_p \cdot S_{\text{allow}} \quad (2.3)$$

trong đó : P_{allow} là sức chịu tải cho phép của cọc,

S_{allow} là độ lún tương ứng với P_{allow} xác định trên biểu đồ thí nghiệm nén tĩnh.

Khi chưa có kết quả thí nghiệm nén tĩnh cọc, có thể xác định hệ số độ cứng đàn hồi K_p của cọc theo công thức sau:

$$K_p = (1,1 \div 1,25) \cdot E_p / L_p \quad (2.4)$$

Gối tựa cọc: Hệ số độ cứng đàn hồi của Gối lún K_G được xác định từ các thí nghiệm khi chế tạo các Gối lún. Từ các giá trị của hệ số độ cứng đàn hồi của cọc K_p và hệ số độ cứng đàn hồi của Gối lún K_G , xác định được độ cứng đàn hồi của gối tựa cọc K_{GP} như sau:

$$\text{khi } R_{GP} < S_G \cdot K_G : K_{GP} = K_p \cdot K_G / (K_p + K_G) \quad (2.5)$$

$$\text{khi } R_{GP} \geq S_G \cdot K_G : K_{GP} = K_p \quad (2.6)$$

2.2.2. Mô hình gối tựa Nền.

Nền đất dưới đáy móng bè được phân chia thành từng ô chữ nhật hoặc ô vuông được gọi là phần tử gối tựa nền. Với kích thước đủ nhỏ, trong mỗi phần tử, các hệ số độ cứng đàn hồi K_S đặc trưng cho quan hệ áp lực tiếp xúc – lún của nền đất, áp lực tiếp xúc R_S , lún S_S được coi là phân bố đều và có giá trị không đổi.

a. Độ lún gối tựa Nền

Tại mỗi phần tử nền, ngoài độ lún do bản thân tải trọng tác động tại phần tử nền còn có thêm độ lún do tải trọng của toàn bộ các phần tử nền khác gây nên tại vị trí của phần tử nền. Việc kể đến tác động của toàn bộ móng bè đến một phần tử nền được tiến hành bằng cách bổ sung thêm tải trọng tác động lên nền tại vị trí của phần tử khi tính lún.

Giá trị ứng suất gây lún $P_{i,ele}$ theo độ sâu tại phần tử nền gây bởi áp lực tiếp xúc R_S tại phần tử nền được xác định theo công thức sau:

$$P_{i,ele} = 4 \cdot R_S \cdot [\arctan (B \cdot L / K \cdot z) + B \cdot L (1/a^2 + 1/b^2) \cdot z / K] / 2\pi \quad (2.7)$$

trong đó: B là một nửa bề rộng phần tử,

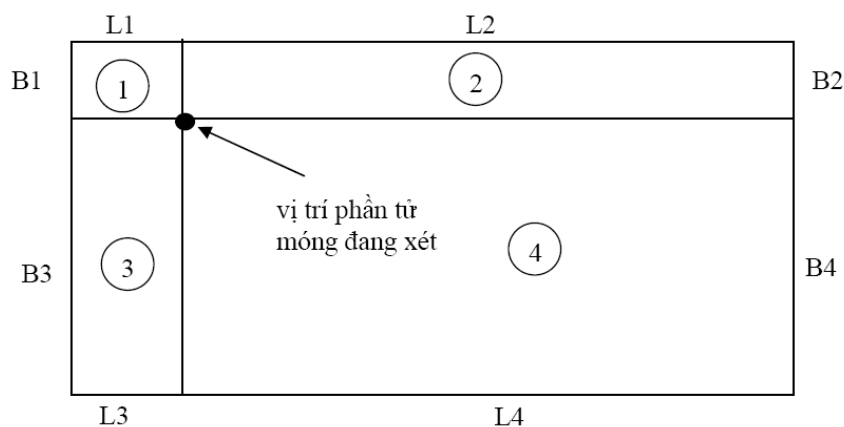
L là một nửa chiều dài phần tử,

z là độ sâu của điểm đang xét so với cao độ đáy móng,

$$a^2 = B^2 + z^2$$

$$b^2 = L^2 + z^2$$

$$K^2 = B^2 + L^2 + z^2$$



Giá trị ứng suất gây lún $P_{i,aveg}$ theo độ sâu tại phần tử nền gây bởi áp lực tiếp xúc trung bình R_{aveg} phân bố đều trên toàn bộ móng bè được xác định theo hình vẽ và công thức tổng của 4 phần tử sau:

Phân chia phần ảnh hưởng của toàn bộ móng bè.

$$P_{i,aveg} = \text{SUM} \{ R_{aveg} \cdot [\arctan (B_i \cdot L_i / K_i \cdot z) + B_i \cdot L_i (1/a_i^2 + 1/b_i^2) \cdot z / K_i] / 2\pi \quad (2.7a)$$

trong đó: B_i là bề rộng phần thứ i

L_i là chiều dài phần thứ i

z là độ sâu của điểm đang xét so với cao độ đáy móng,

$$a_i^2 = B_i^2 + z^2$$

$$b_i^2 = L_i^2 + z^2$$

$$K_i^2 = B_i^2 + L_i^2 + z^2$$

$B_1 + B_3 = B_2 + B_4 =$ bề rộng của toàn bộ móng bè

$L_1 + L_2 = L_3 + L_4 =$ chiều dài của toàn bộ móng bè.

Từ các giá trị $P_{i,ele}$ và $P_{i,aveg}$ xác định được ứng suất gây lún nền P_n tại độ sâu z do cả tải trọng tại phần tử và ảnh hưởng của toàn bộ móng bè theo nguyên tắc sau:

$$P_n = \max (P_{i,ele} \text{ và } P_{i,aveg}) \quad (2.8)$$

Độ lún tại phần tử nền, S_s , được xác định theo công thức sau:

$$S_s = \text{SUM} (\Delta S_i, i = 1, n) \quad (2.9)$$

trong đó: i là số thứ tự của phân lớp đất

n là số phân lớp đất nằm trong vùng chịu lún.

ΔS_i xác định theo nội dung trình bày ở phần sau.

Gọi áp lực tiền cố kết là σ_p và ứng suất hữu hiệu của đất trước khi gia tải là σ'_1 .

Khi $\sigma'_1 + P_n \leq \sigma_p$:

$$\Delta S_i = [h_i / (1 + e_0)]. Cr . \log [(\sigma'_1 + P_n) / \sigma'_1] \quad (2.10a)$$

Khi $\sigma'_1 \geq \sigma_p$:

$$\Delta S_i = [h_i / (1 + e_0)]. Cc . \log [(\sigma'_1 + P_n) / \sigma'_1] \quad (2.10b)$$

Khi $\sigma'_1 < \sigma_p$ và $\sigma'_1 + P_n > \sigma_p$

$$\Delta S_i = [h_i / (1 + e_0)]. \{ Cr . \log (\sigma_p / \sigma'_1) + Cc . \log [(\sigma'_1 + P_n) / \sigma_p] \} \quad (2.10c)$$

Trong đó các tham số e_0 , Cr và Cc lần lượt là hệ số rỗng ban đầu, chỉ số nén lún khi đất là quá cố kết và chỉ số nén lún khi đất là cố kết thường.

b. Độ lún gối tựa Nền được gia cố Top-base

Trong trường hợp nền được gia cố Top-base thì độ lún của các phần tử trên mặt nền gia cố Top-base được xác định theo công thức tại trang 24, tài liệu hướng dẫn tính toán thiết kế Top-base, được chuyển giao công nghệ từ công ty TBS Hàn Quốc.

Độ lún S_i của lớp các lớp phân tử được tính theo công thức sau:

$$\Delta S_i = \varepsilon_{zi} \times H$$

$$\varepsilon_{zi} = (1/E)(1-2\nu K_0)\Delta \sigma_{zi}$$

trong đó:

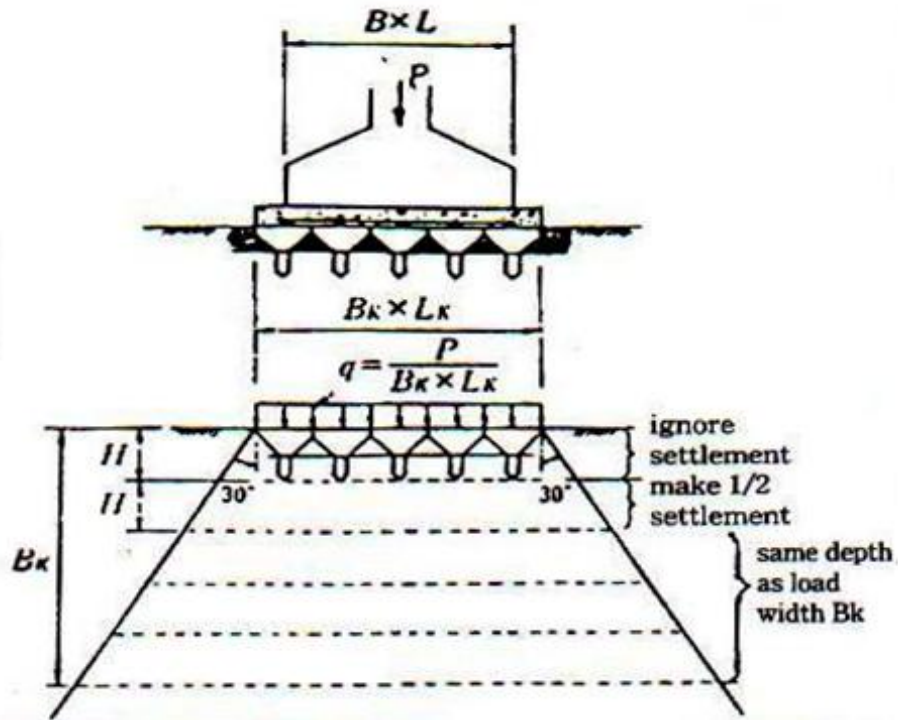
E_{zi} : Độ dẫn theo chiều thẳng đứng của lớp “ i ”

E : Mô đun đàn hồi của đất bên dưới lớp Top-base

ν : Hệ số Poisson

K_0 : Hệ số áp lực đất tĩnh

$\Delta \sigma_{zi}$: Mức áp lực gia tăng trung bình của lớp “ i ” (được tính theo tải trọng phân bố tại bề mặt Top-base và mức phân bố ứng suất trong nền với góc khuyếch tán 30°)



Hình 8. Phương pháp tính toán độ lún Nền Top-base

c. Hệ số độ cứng đàn hồi gối tựa Nền

Độ cứng đàn hồi của gối tựa nền K_S được xác định theo công thức sau:

$$K_S = \Delta(R_S) / \Delta(S_S) \quad (2.11)$$

trong đó: $\Delta(R_S)$ là số gia phản lực nền, lấy từ kết quả tính toán sơ đồ MÓNG.

$\Delta(S_S)$ là số gia độ lún tính toán.

3. ĐIỀU KIỆN CƯỜNG ĐỘ VÀ LÚN

Điều kiện cường độ được thực hiện cho cọc và nền. Với cọc, điều kiện cường độ thực hiện như đối với cọc thông thường với tải trọng tác động lên đầu cọc xác định được khi nhận được kết quả cuối cùng sau khi giải xong bài toán hệ cọc nền làm việc đồng thời. Với nền đất dưới móng bè hoặc nền gia cố Top-base, việc kiểm tra cường độ được thực hiện như đối với móng nông với tải trọng trung bình của toàn bộ móng xác định được khi nhận được kết quả cuối cùng sau khi giải bài toán hệ cọc nền làm việc đồng thời.

Kiểm tra đảm bảo lún được thực hiện theo điều kiện sau đây:

$$S < [S],$$

Trong đó: $[S]$ là độ lún cho phép của công trình,

$S = S_{\text{tổng}} - S_{\text{đh}}$, là độ lún ảnh hưởng lâu dài đến kết cấu công trình.

Với S là tổng là độ lún cuối cùng trung bình của S_{GC} , S_D . Độ lún đàn hồi trung bình $S_{\text{đh}}$ tính được khi giải bài toán hệ cọc nền làm việc đồng thời. Độ lún đàn hồi xác định bằng độ lún gây bởi tải trọng có giá trị nhỏ hơn hoặc bằng áp lực tiền cố kết. Độ lún này xảy ra rất nhanh ngay trong giai đoạn thi công công trình, không ảnh hưởng lâu dài đến việc sử

dụng công trình sau này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TCVN 356: 2005 - Kết cấu bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế.
2. TCVN 2737 : 1995 - Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế.
3. TCVN 375 : 2006 - Tiêu chuẩn thiết kế công trình chịu động đất.
4. TCXD 45 : 1978 - Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình xây dựng dân dụng.
5. Cẩm nang dùng cho kỹ sư Địa Kỹ thuật, Trần văn Việt, Nhà xuất bản Xây dựng, 2004
6. TCXDVN 198-1997 nhà cao tầng – hướng dẫn thiết kế kết cấu BTCT toàn khối
7. TCXDVN 205 - 1998: móng cọc - tiêu chuẩn thiết kế
8. In-place top-base method (New Foundation Method on Soft Ground)
9. Japan soil engineering society - jsf t25-80; Korean industrial standard - ksf 2444
10. Foundation Analysis and Design

PHỤ LỤC

CÁC CÔNG TRÌNH ĐIỂN HÌNH TẠI VIỆT NAM

Tòa nhà Ocean View Manor – Vũng Tàu



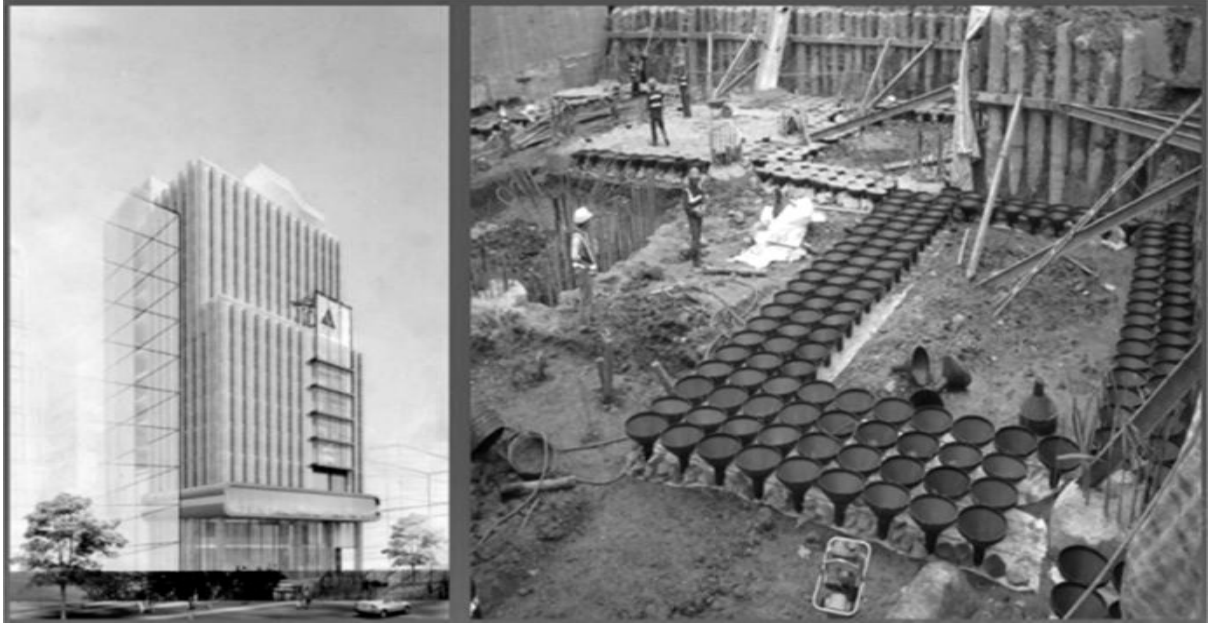
Phương án thiết kế truyền thống: Sử dụng trên 400 cọc ống phi 500, sâu 40m

Phương án của TADITS: Móng bè trên nền top base và 74 cọc ống phi 400, sâu 24m

Hiệu quả kỹ thuật: Thi công nhanh, giảm nhiều khó khăn khi hạ cọc trong đất cát chặt

Hiệu quả kinh tế: Giảm chi phí trên 10tỷ VNĐ

Trụ sở Tổng Công ty Constrexim – Hà Nội

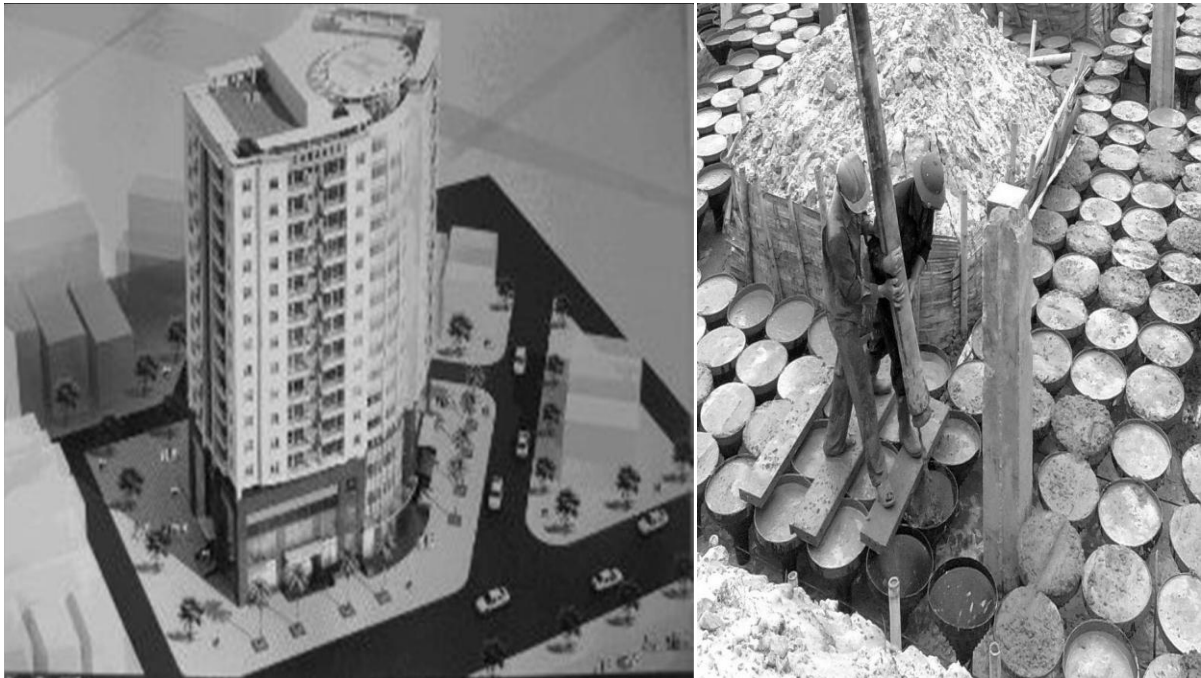


Phương án thiết kế truyền thống: Sử dụng 45 cọc khoan nhồi D1000, sâu 40m

Phương án của TADITS: Sử dụng 20 cọc khoan nhồi sâu 35m, D1000mm, Top base dưới đáy móng bè

Hiệu quả kỹ thuật: Thi công nhanh, giảm nhiều khó khăn khi hạ cọc trong đất cát chặt

Tòa nhà Licogi 18.1 – TP.Hà Long



Phương án thiết kế truyền thống: Sử dụng trên 400 cọc vuông 40 x 40, sâu 35m

Phương án của TADITS: Móng băng trên nền Top base kết hợp với 110 cọc ép vuông 40 x40 sâu 16m

Hiệu quả kỹ thuật: Giảm mạnh số lượng cọc và thời gian thi công

Hiệu quả kinh tế: Giảm chi phí trên 5tỷ VNĐ

Bệnh viện Yên Phúc – Hà Đông, Hà Nội



Phương án thiết kế truyền thống: Sử dụng trên 200 cọc vuông 35 x35, sâu 40m

Phương án của TADITS: Sử dụng móng bè trên nền top base và 40 cọc nhồi D600, 26m

Hiệu quả kỹ thuật: Giảm số lượng cọc và thời gian thi công

Hiệu quả kinh tế: Giảm chi phí trên 5 tỷ VNĐ

Tổng Cty Tecco Miền Trung – TP.Vinh



Phương án thiết kế truyền thống: Sử dụng trên 400 cọc vuông 30x30, sâu 40m

Phương án của TADITS: Sử dụng móng băng trên nền top base cùng làm việc với 90 cọc ép vuông 30x30, sâu 24m

Hiệu quả kỹ thuật: Giảm mạnh số lượng cọc và thời gian thi công

Trụ sở Phía Nam Tập đoàn HADO - TP. HCM



Phương án thiết kế truyền thống: Sử dụng trên 30 cọc khoan nhồi D1000 sâu 38m; tường vây Barrette Dày 600

Phương án của TADITS: Dùng cọc khoan nhồi D400 làm cọc tường vây, móng bè trên nền top base

Hiệu quả kỹ thuật: Thi công nhanh và đơn giản

Hiệu quả kinh tế: Giảm chi phí trên 10tỷ VNĐ