



CK.0000068043

LÊ ANH HOÀNG

# NỀN VÀ MÓNG

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



LÊ ANH HOÀNG

# NỀN VÀ MÓNG

*(Tái bản)*

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG  
HÀ NỘI - 2014

## LỜI NÓI ĐẦU

*Nền móng là bộ phận quan trọng của công trình. Về mặt kinh tế, phần nền móng thường chiếm 30%, có khi tới 40% giá thành xây dựng công trình. Trong xây dựng các công trình hiện đại như các toà nhà cao tầng, bến cảng, sân bay... việc thiết kế nền móng càng trở nên quan trọng, những sai sót trong công tác thiết kế nền móng sẽ gây thiệt hại lớn về tiền của và thậm chí cả tính mạng con người. Việc khắc phục sự cố nền móng là rất tốn kém, có tính nhất thời hoặc không thể khắc phục nổi. Để đảm bảo chất lượng và độ bền cho công trình đòi hỏi người thiết kế phải nắm chắc những kiến thức về nền móng và vận dụng tốt trong điều kiện thực tế xây dựng công trình.*

*Cuốn sách "Nền và móng" trình bày các kiến thức cơ bản, những kết quả khoa học về nền móng, những kinh nghiệm mà tác giả đã đúc kết trong quá trình giảng dạy và làm thực tế suốt 30 năm qua, đồng thời giới thiệu một số chương trình do tác giả viết, nhằm trợ giúp cho các kỹ sư trong công tác thiết kế nền móng.*

*Tác giả xin được gửi gắm vào trong cuốn sách này lòng tri ân đối với các Thầy đã giúp cho tác giả có được thành quả ngày hôm nay như: GS.TS Phan Ngọc Thế, GS Nguyễn Thanh Toàn, GS.TS Nguyễn Đăng Hưng, GS.TS Lương Minh Phong.*

*Đồng thời cũng xin chân thành cảm ơn đến GS.TS Lê Bá Lương, GS Mai Hà Sơn đã giúp đỡ tác giả rất nhiều để viết nên quyển sách này.*

*Sách được biên soạn lần đầu tiên nên khó tránh khỏi các thiếu sót. Tác giả mong nhận được những góp ý phê bình của bạn đọc cho nội dung của cuốn sách để được hoàn thiện hơn trong lần tái bản sau. Các chương trình được sử dụng trong sách này có sẵn trên đĩa. Bạn đọc nào cần có thể liên hệ với Nhà xuất bản Xây dựng hoặc tác giả theo địa chỉ email: [hoang2000@yahoo.com](mailto:hoang2000@yahoo.com) để sao đĩa cho nhanh.*

**Tác giả**

# Chương I

## KHÁI NIỆM CƠ BẢN TRONG THIẾT KẾ NỀN MÓNG

### 1.1. ĐỊNH NGHĨA

Móng là bộ phận liên kết với kết cấu bên trên công trình có nhiệm vụ truyền toàn bộ tải trọng công trình và phân bố tải trọng này xuống nền đất.

Bề mặt tiếp xúc với nền đất là mặt móng.

Nền là vùng đất chịu ảnh hưởng trực tiếp của tải trọng móng truyền xuống, được giới hạn bằng đường cong dạng như bóng đèn tròn, ngoài phạm vi này ứng suất gây ra do móng truyền tới không đáng kể, không gây nên biến dạng đất.

#### a) Cấu tạo móng

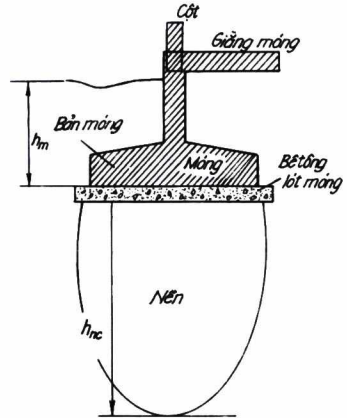
Cấu tạo móng bao gồm:

- Bản móng hay đài móng hình chữ nhật, có độ dốc vừa phải để khi thi công không làm tuột bê tông. Trên bản móng thường có gờ giúp tăng độ cứng cho móng.

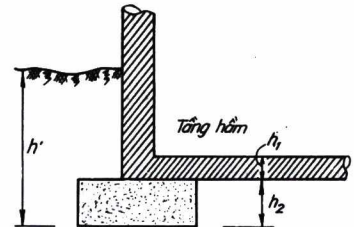
- Giàng móng (hay đà kiềng) là đà liên kết ngang giữa các móng. Giàng móng đặt tại cao độ nền công trình với 2 chức năng: đỡ tường ngăn và chống độ lún lệch giữa các móng, nếu đà giàng móng dùng để liên kết chống lún lệch thì móng phải có kích thước lớn và có độ cứng tương xứng với cột để có thể đảm nhận được vai trò này.

- Cổ móng là phần trên bản móng và dưới giàng móng. Cổ móng thường được cấu tạo lớn hơn cột từ 5 đến 10cm để tăng độ cứng và tạo điều kiện thi công định vị cột được dễ dàng.

Chiều cao cổ móng được thiết kế để có thể đảm bảo độ sâu chôn móng ( $h_m$ ) trong đất, đáp ứng được yêu cầu kiến trúc cho hệ thống cấp thoát nước, hầm hố ga và để móng có chiều sâu đặt trên nền đất tốt bên dưới, chiều sâu này còn được xem xét đến ảnh hưởng của vị trí mực nước ngầm.



Hình 1.1: Cấu tạo móng.



Hình 1.2

Chiều sâu chôn móng góp phần gia tăng khả năng chịu tải và ổn định của nền đất, trường hợp nhà có tầng hầm chiều cao  $h_m$  được quy đổi như sau:

$$h_m = \frac{2h' + h}{3} \quad (1-1a)$$

trong đó: 
$$h^* = h_1 + h_2 \cdot \frac{\gamma_{\text{sàn}}}{\gamma_{\text{đất}}} \quad (1-1b)$$

Nếu đất đắp để tồn nền được thi công kĩ lưỡng thì chiều cao  $h_m$  này được kể thêm chiều cao đất đắp.

Đáy được cấu tạo gồm một lớp bê tông lót, thường là bê tông đá  $4 \times 6$ , mác 100 để làm sạch đáy hố móng, có tác dụng như là một ván khuôn để đổ bê tông, giữ không để chảy, mất ximăng thấm vào đất.

Cốt thép đặt trong móng phải được kê cao  $2 \div 3\text{cm}$  để bê tông có thể bảo vệ tốt lớp thép này, đường kính cốt thép nên dùng  $\varnothing 12$  trở lên.

### b) Nền

Chiều sâu vùng đất nền chịu ảnh hưởng trực tiếp của tải trọng còn được gọi là chiều sâu nén chặt  $H_{nc}$ . Chiều sâu này được xác định từ điều kiện tính lún của móng, tại đó ứng suất gây lún còn lại bằng 1/5 lần ứng suất do trọng lượng bản thân gây ra, hoặc có thể xác định từ chiều sâu tính bằng công thức của lớp tương đương:

$$H_{nc} = 2 \cdot A_w \cdot B_m$$

Trong một số trường hợp người ta lấy lại đó ứng suất gây lún còn lại bằng 1/10 ứng suất gây lún tại đáy móng.

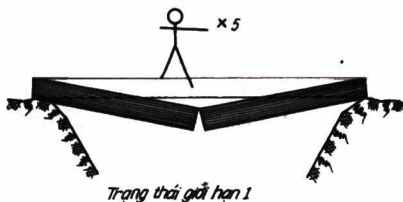
Độ sâu này thông thường là từ 2,5 đến 3 lần bề rộng  $B_m$  của móng.

## 1.2. CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN (TTGH)

Khi tính toán theo TTGH, người ta chia làm 3 trạng thái để tính toán:

a) **TTGH I:** là trạng thái phá hoại do gãy, đổ vỡ của kết cấu hay công trình. Chẳng hạn như một cây đà sẽ bị gãy khi có 5 người ở trên đó, khi đó để sử dụng được người ta chỉ nên dùng 3 người, với một hệ số an toàn là 5/3, có nghĩa là giá trị sử dụng  $\sigma_a$  được lấy từ giá trị gây ra phá hoại  $[\sigma_{gh}]$

với hệ số an toàn  $K_{at}$ : 
$$\sigma_a = \frac{[\sigma_{gh}]}{K_{at}}$$



Hình 1.3: Trạng thái giới hạn thứ nhất.



Hình 1.4: Trạng thái giới hạn thứ hai.

b) *TTGH II*: là trạng thái giới hạn mà tại đó kết cấu hay công trình không bị phá hoại nhưng có biến dạng lớn làm cho kết cấu, công trình trở nên không bình thường ảnh hưởng đến yêu cầu sử dụng. Do đó người ta quy định một giá trị biến dạng  $[S_{gh}]$  hay  $[f_{gh}]$  và chấp nhận cho kết cấu, công trình làm việc, sử dụng được khi thoả mãn điều kiện:

$$S < [S_{gh}] \text{ hay } f < [f_{gh}]$$

c) *TTGH III*: là trạng thái giới hạn về tính toán sự hình thành và phát triển khe nứt, trạng thái này chủ yếu được áp dụng cho các cấu kiện dạng bản, vỏ mỏng nhất là đối với hồ nước, sàn mái v.v...

Các TTGH này được ứng dụng vào trong thiết kế móng và nền như sau:

- Đối với *bàn móng*: khả năng có thể tính với cả 3 trạng thái trên, tuy nhiên chủ yếu chỉ cần tính theo TTGH I, ngoại trừ một số trường hợp đặc biệt như hầm nước đặt trong đất, tầng ngầm... cần thiết phải kiểm tra theo TTGH III.

- Đối với *nền*: chỉ có TTGH I và TTGH II. Thí dụ như khi tính trạng thái giới hạn thứ nhất cho nền, với nền loại đá, đất cứng là loại nền có độ lún nhỏ, các công trình chịu tải trọng ngang lớn cần được giới hạn để tránh hiện tượng trượt ngang hay trượt sâu như các công trình thủy lợi, mái dốc...

Với  $[p_{ghII}]$  là tải trọng giới hạn gây nên phá hoại của nền,  $[\tau_{gh}]$  là tải trọng giới hạn gây nên trượt của nền thì khi tính toán theo TTGH I, áp lực tại đáy móng phải được thiết kế nhỏ hơn với hệ số an toàn là  $K_{at}$ :

$$p_{đáy} \leq \frac{[p_{ghII}]}{K_{at}}; \quad \tau_{đáy} \leq \frac{[\tau_{gh}]}{K_{at}}$$

Hệ số an toàn  $K_{at}$  thường = 2 cho sét, = 3 cho cát và > 1,5 cho trượt ngang hay mái dốc.

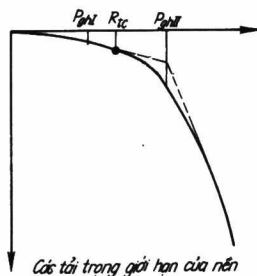
Trạng thái giới hạn thứ hai được áp dụng cho mọi trường hợp đất nền, theo quy định độ lún móng không được vượt quá giới hạn cho phép  $[S_{gh}]$ , với công trình dân dụng là 8cm:

$$S \leq [S_{gh}] = 8\text{cm}$$

Ngoài ra để đảm bảo được điều kiện làm việc của kết cấu bên trên, quy phạm cũng đã khống chế độ chênh lệch lún tương đối giữa 2 móng cách nhau một khoảng L là:

$$\omega = \frac{\Delta S}{L} \leq [\omega_{gh}] = 0,002 \div 0,003$$

(xem phụ lục Quy phạm)



Hình 1.5: Các tải trọng giới hạn của nền.

Điều kiện để có thể sử dụng trạng thái giới hạn thứ hai cho nền là áp lực đáy móng phải thoả mãn điều kiện của áp lực tiêu chuẩn  $R^{tc}$ :

$$p_d \leq R^{tc} = \frac{m_1 \cdot m_2}{k_{tc}} \cdot [A \cdot B_m \cdot \gamma'_I + B \cdot h_m \cdot \gamma'_{II} + D \cdot c] \quad (1-2)$$

Trong đó:  $m_1, m_2$  - hệ số điều kiện làm việc của nền đất và của công trình;

$k_{tc}$  - hệ số tin cậy tùy theo phương pháp xác định đặc trưng, c,  $\varphi$ ;

(xem phụ lục tiêu chuẩn thiết kế nền).

$\gamma'_I, \gamma'_{II}$  - dung trọng phía dưới và trên đáy móng, có xét đến đẩy nổi của đất;

$B_m, h_m$  - bề rộng và chiều sâu chôn móng;

A, B, D - các hệ số tra bảng theo  $\varphi$ ;

c - lực dính đơn vị của đất nằm trực tiếp dưới đế móng.

**Bảng 1.1**

$\varphi^\circ$	Các hệ số			$\varphi^\circ$	Các hệ số		
	A	B	D		A	B	D
0	0,00	1,00	3,14	12,5	0,24	1,99	4,49
2	0,03	1,12	3,32	13	0,25	2,05	4,56
3	0,04	1,19	3,41	14	0,29	2,17	4,69
3,5	0,05	1,22	3,46	14,5	0,30	2,24	4,77
4	0,06	1,25	3,51	15	0,32	2,29	4,85
4,5	0,07	1,28	3,56	15,5	0,34	2,36	4,92
5	0,08	1,31	3,61	16	0,36	2,43	5,00
5,5	0,09	1,35	3,66	16,5	0,37	2,50	5,08
6	0,10	1,39	3,71	17	0,39	2,57	5,15
5,5	0,11	1,43	3,76	17,5	0,41	2,61	5,23
7	0,12	1,47	3,81	18	0,43	2,72	5,31
7,5	0,13	1,51	3,97	19	0,47	2,88	5,48
8	0,14	1,55	3,93	19,5	0,49	2,97	5,57
9	0,16	1,63	4,05	20	0,51	3,06	5,66
9,5	0,17	1,68	4,11	20,5	0,53	3,15	5,75
10	0,18	1,73	4,17	21	0,55	3,21	5,81
10,5	0,19	1,78	4,23	21,5	0,58	3,34	5,91
11	0,20	1,83	4,29	22	0,61	3,44	6,01
11,5	0,21	1,88	4,35	22,5	0,63	3,54	6,11
12	0,23	1,91	4,42	23	0,66	3,65	6,21

$\varphi^\circ$	Các hệ số			$\varphi^\circ$	Các hệ số		
	A	B	D		A	B	D
23,5	0,69	3,76	6,31	34,5	1,61	7,44	9,40
24	0,72	3,87	6,45				
24,5	0,75	4,00	6,56	35	1,67	7,69	9,59
25	0,78	4,11	6,67	35,5	1,71	7,96	9,78
25,5	0,81	4,24	6,78	36,5	1,88	8,51	10,18
26	0,84	4,37	6,90	37	1,95	8,81	10,38
26,5	0,87	4,51	7,02	37,5	2,03	9,11	10,59
27	0,90	4,65	7,11	38	2,11	9,41	10,80
27,5	0,94	4,93	7,40	38,5	2,19	9,76	11,03
28,5	1,02	5,08	7,53	39	2,28	10,10	11,26
29	1,06	5,24	7,67	39,5	2,37	10,16	11,50
29,5	1,10	5,41	7,81	40	2,46	10,81	11,71
30	1,14	5,59	7,95	40,5	2,56	11,23	11,99
30,5	1,20	5,79	8,16	41,5	2,77	12,06	12,51
31,5	1,29	6,16	8,40	42	2,87	12,50	12,77
32	1,34	6,35	8,55	42,5	3,00	13,00	13,05
32,5	1,39	6,56	8,71	43	3,12	13,50	13,31
33	1,44	6,78	8,87	43,5	3,21	14,00	13,61
33,5	1,49	6,99	9,01	44	3,37	14,50	13,96
34	1,55	7,21	9,21	45	3,65	15,60	14,64

### 1.3. ĐIỀU KIỆN VỀ ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH KHI THIẾT KẾ NỀN MÓNG

Điều kiện để có thể thiết kế được móng cho công trình là phải biết được đặc điểm cấu tạo địa chất khu vực xây dựng công trình đó. Do vậy công tác khảo sát địa chất đóng vai trò rất quan trọng và không thể thiếu. Công tác này thường được thực hiện chủ yếu bằng một số phương pháp sau:

- Khoan lấy mẫu và thí nghiệm xác định các chỉ tiêu.
- Xuyên động SPT (Standard Penetration Test).
- Xuyên tĩnh CPT (Cone Penetration Test).

Số lượng và chiều sâu hố khoan tùy thuộc vào các yếu tố sau:

- Cấu tạo địa chất đồng nhất hay phức tạp;
- Quy mô và mức độ quan trọng của công trình;
- Phương án móng dự kiến thực hiện.



Nói chung số lượng hố khoan và chiều sâu chủ yếu tùy thuộc vào sự hiểu biết, kinh nghiệm của người làm thiết kế miễn là làm sao có đầy đủ các yếu tố và các chi tiết cho công tác thiết kế để đừng có sai sót. Thông thường chiều sâu hố khoan được chọn từ 20 đến 30m cho các công trình dân dụng loại trung bình.

Công tác khoan địa chất nhằm mục đích xác định cấu tạo địa tầng, chiều dày lớp đất và mô tả trạng thái vật lí của lớp đất. Mẫu được lấy khi phát hiện được sự thay đổi của địa tầng, nếu địa tầng đồng nhất mẫu sẽ được lấy theo khoảng cách 2 mét một mẫu.

Thông thường công tác lấy mẫu thường không đạt được sự nguyên vẹn của mẫu, nhất là khi đất là loại cát thì khả năng lấy mẫu gần như không thực hiện được.

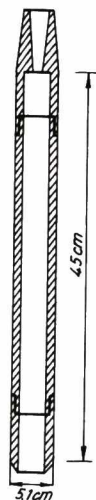
Từ đó, xu hướng khảo sát tại hiện trường được quan tâm nhiều hơn để làm cơ sở cho thiết kế.

Bổ sung tương đối hoàn chỉnh cho công tác khoan này là thực hiện thí nghiệm xuyên động SPT (Standard Penetration Test). Xuyên động được thực hiện ngay sau khi lấy mẫu trong hố khoan. Mũi khoan được thay thế bằng ống tách (hình 1.6), đường kính 5,1cm, dài 45cm, được đóng bằng búa nặng 140lb (63,5kg) và cho rơi tự do với độ cao 76cm. Người ta đếm lần rơi búa ứng với 15cm một để ống lún trong đất. Trong 15cm ban đầu không tính, chỉ tính số lần rơi búa cho 2 lần 15cm sau (30cm) và được gọi là số búa tiêu chuẩn N. Các kết quả thực nghiệm đã được công bố khá nhiều để cho phép ta tính toán các chỉ tiêu của nền cũng như thiết kế nền móng.

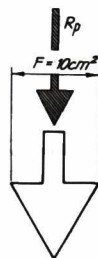
Phương pháp xuyên động rất thích hợp cho đất loại cát và thuận tiện vì được thực hiện ngay sau khi lấy mẫu khoan, tuy nhiên khi gặp đất sét yếu phương pháp này không cho ra các giá trị N.

Do đó để bổ sung hoàn chỉnh hơn cho công tác này, người ta dùng xuyên tĩnh CPT (Cone Penetration Test). Xuyên tĩnh được thực hiện bằng mũi côn có góc đỉnh là  $60^\circ$ , tiết diện  $F = 10\text{cm}^2$ , đường kính 3,6cm ép xuyên trong đất. Người ta đo sức kháng xuyên này cho từng 0,2 mét độ sâu, được gọi là sức kháng xuyên tĩnh  $R_p$ . Kết quả xuyên này cho ta thấy sự thay đổi khá nhỏ sức chịu của đất mà công tác khoan không phát hiện được.

Xuyên tĩnh sử dụng rất thích hợp cho công tác thiết kế móng cọc, tuy nhiên phương pháp này cũng có trở ngại khó thực hiện khi gặp cát hay khi đất quá cứng với  $R_p > 30000\text{kPa}$ , hoặc với độ sâu khá lớn cũng làm trở ngại cho công tác này.



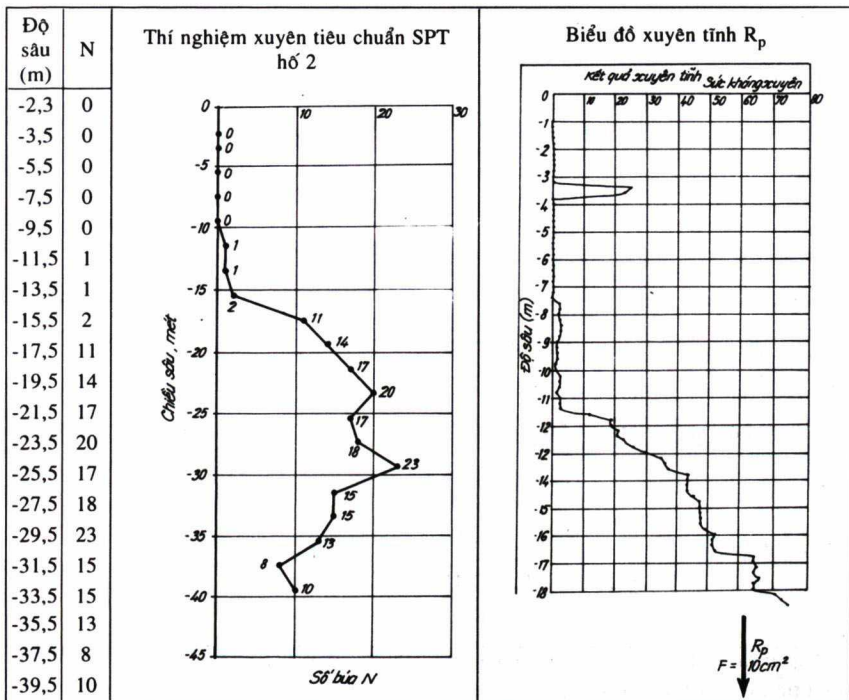
**Hình 1.6:**  
Ống tách (SPLIT SPOON) dùng cho xuyên động.



**Hình 1.7:** Mũi côn dùng trong xuyên tĩnh.

Công tác xuyên tĩnh được thực hiện với thiết bị riêng, giá thành rẻ hơn. Do vậy người thiết kế nên chú ý đến công tác này, nhất là khi dùng giải pháp móng cọc trên nền đất yếu.

*Thi dụ:* Kết quả xuyên động từ độ sâu 2,3m đến 9,5m, giá trị N không đo được do đất quá yếu. Còn xuyên tĩnh thì lại đo được.



Ngoài các phương pháp trên, người ta còn thực hiện một số thí nghiệm như: cắt quay, bần nén, ép nở hông trong hố khoan. Các phương pháp này ít được quan tâm sử dụng tại Việt Nam, do thiết bị không nhiều và chủ yếu dùng trong công tác nghiên cứu.

## 1.4. CÁC CHỈ TIÊU CẦN THIẾT CHO TÍNH TOÁN NỀN MÓNG

### 1.4.1. Các chỉ tiêu vật lí của đất

a) Dung trọng đất: 
$$\gamma_t = \frac{W}{V} \text{ (T/m}^3\text{; kN/m}^3\text{)} \quad (1-3)$$

W, V là trọng lượng và thể tích tự nhiên của đất.