

**BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI  
TỔNG CỤC ĐƯỜNG BỘ VIỆT NAM**



**TCCS 03/2012-TCĐBVN**

**Xuất bản lần 1**

**TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ  
MÓNG CỌC ỐNG THÉP DẠNG GIẾNG**

***Steel Pipe Sheet Pile Foundation Design Specification***



**NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI**

**TCCS**

**TIÊU CHUẨN CƠ SỞ**

**TCCS 03/2012-TCĐBVN**

**Xuất bản lần 1**

**TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ  
MÓNG CỌC ỐNG THÉP DẠNG GIẾNG**

*Steel Pipe Sheet Pile Foundation Design Specification*

**NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI  
HÀ NỘI - 2013**

**QUYẾT ĐỊNH**

**Công bố tiêu chuẩn cơ sở: Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc ống thép dạng giếng**

**TỔNG CỤC TRƯỞNG TỔNG CỤC ĐƯỜNG BỘ VIỆT NAM**

Căn cứ Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật ngày 29/6/2006;

Căn cứ Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 01/8/2007 của Chính phủ Quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật;

Căn cứ Quyết định số 107/2009/QĐ-TTg ngày 26/8/2009 của Thủ tướng Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Tổng cục Đường bộ Việt Nam trực thuộc Bộ GTVT;

Căn cứ Thông tư số 21/2007/TT-BKHCN ngày 28/9/2007 của Bộ Khoa học và Công nghệ hướng dẫn về xây dựng và áp dụng tiêu chuẩn;

Căn cứ văn bản số 6730/BGTVT-KHCN ngày 20/10/2011 của Bộ GTVT về việc đề nghị tổ chức công bố tiêu chuẩn cơ sở - Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc ống thép dạng giếng (Steel Pipe Sheet Pile Foundation Design Specification);

Theo đề nghị của Vụ trưởng Vụ KHCN, MT, HTQT,

**QUYẾT ĐỊNH:**

**Điều 1:** Công bố tiêu chuẩn cơ sở: Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc ống thép dạng giếng. Tên tiếng Anh: Steel Pipe Sheet Pile Foundation Design Specification.

Ký hiệu tiêu chuẩn: TCCS 03/2012-TCĐBVN

**Điều 2.** Giao Vụ KHCN, MT, HTQT tiến hành các thủ tục tiếp theo để in ấn tiêu chuẩn cơ sở TCCS 03/2012-TCĐBVN theo quy định hiện hành.

**Điều 3.** Chánh Văn phòng Tổng cục Đường bộ Việt Nam, Vụ trưởng Vụ KHCN, MT, HTQT và Thủ trưởng các đơn vị liên quan chịu trách nhiệm thi hành quyết định này./.

**Nơi nhận:**

- Như Điều 3;
- Tổng cục trưởng (để b/c);
- Vụ KHCN – Bộ GTVT;
- Các Vụ thuộc Tổng cục: KHĐT; QLBTĐB; KCHT & ATGT; Cục QLXĐĐB; các Khu QLĐB; các Ban QLDA 2, 4, 5, 6, 7;
- Lưu: VT; KHCN, MT, HTQT.

KT. TỔNG CỤC TRƯỞNG  
PHÓ TỔNG CỤC TRƯỞNG

(Đã ký)

**Phạm Quang Vinh**

## MỤC LỤC

1	Phạm vi áp dụng .....	9
2	Tài liệu viện dẫn .....	9
3	Thuật ngữ và định nghĩa .....	10
4	Ký hiệu .....	12
5	Các quy định chung .....	18
5.1	Vật liệu .....	18
5.1.1	Cọc ống thép .....	18
5.1.2	Bê tông và vữa .....	18
5.1.3	Cốt thép .....	19
5.2	Cơ sở thiết kế .....	19
6	Phương pháp thiết kế .....	19
6.1	Khái quát .....	19
6.2	Vị trí mũi cọc .....	20
6.3	Kích thước cọc .....	20
6.4	Thử tải cọc .....	21
6.5	Tải trọng đóng cọc cho phép tối đa .....	22
6.6	Thiết kế móng .....	23
6.7	Thiết kế các thành phần kết cấu móng .....	25
7	Tải trọng và phân bố tải trọng .....	25
7.1	Tải trọng thẳng đứng .....	25
7.2	Tải trọng nằm ngang và mô men .....	25
8	Mô hình tính toán, phân tích kết cấu .....	26
8.1	Khái quát .....	26
8.2	Mô hình dầm có chiều dài hữu hạn trên nền đàn hồi .....	28
8.3	Mô hình dầm giằng giả tưởng .....	29
8.3.1	Giả thiết tính toán .....	30
8.3.2	Phương trình cơ bản tính chuyển vị .....	30
8.4	Mô hình khung không gian .....	31
9	Hệ số phản lực nền .....	32
9.1	Khái quát .....	32
9.2	Hệ số phản lực của nền theo phương nằm ngang .....	33

9.3	Hệ số phản lực nền theo phương thẳng đứng .....	35
9.4	Hệ số phản lực nền cắt theo phương ngang tại đáy móng.....	35
10	Thiết kế móng .....	36
10.1	Nội lực dọc trục của cọc ống thép.....	36
10.2	Kiểm toán cọc theo TTGH cường độ .....	37
10.2.1	Kiểm toán sức kháng nén dọc trục của cọc.....	37
10.2.2	Kiểm toán sức kháng kéo nhỏ của cọc.....	38
10.2.3	Kiểm toán cọc khi có lực ma sát âm xung quanh thành cọc .....	39
10.2.4	Kiểm tra sức kháng kết cấu của cọc.....	41
10.3	Kiểm toán cọc theo TTGH sử dụng.....	42
11	Thiết kế các phần kết cấu của móng .....	42
11.1	Thiết kế bệ móng .....	42
11.1.1	Khái quát thiết kế .....	42
11.1.2	Chi tiết thiết kế .....	42
11.2	Thiết kế liên kết giữa bệ móng và cọc ống thép .....	49
11.2.1	Khái quát thiết kế .....	49
11.2.2	Chi tiết thiết kế .....	49
11.3	Thiết kế tai nổi .....	53
12	Thiết kế vòng vây thi công tạm.....	53
13	Thiết kế cấu tạo các bộ phận kết cấu móng .....	53
13.1	Cấu tạo tai nổi tại phần cắt đi của cọc ống thép.....	53
13.2	Hàn nổi cọc.....	54
13.3	Bê tông nhồi bên trong cọc ống thép .....	56
13.4	Các phương pháp tăng cường cho cọc ống thép.....	56
13.4.1	Hàn bên ngoài mũi cọc để tăng cường cho mũi cọc.....	57
13.4.2	Hàn bên trong đầu cọc để chống uốn dọc .....	57
14	Thiết kế kháng chấn móng .....	58
	Phụ lục A .....	60
	Các loại cọc ống thép.....	60
	Phụ lục B .....	66
	Các loại ống tai nổi cọc.....	66

## **Lời nói đầu**

Tiêu chuẩn TCCS 03/2012-TCĐBVN này là Tiêu chuẩn cơ sở và khuyến cáo áp dụng, được Tổng cục Đường bộ Việt Nam ban hành nhằm hướng dẫn thiết kế kết cấu móng cọc ống thép dạng giếng.

## **Xây dựng tiêu chuẩn – Thiết kế móng cọc ống thép dạng giếng**

*Steel Pipe Sheet Pile Foundation Design Specification*

### **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này được áp dụng cho thiết kế móng cọc ống thép dạng giếng của cầu đường bộ. Ngoài ra Tiêu chuẩn này có thể làm tài liệu tham khảo cho thiết kế móng cọc tương tự của cầu đường sắt và thiết kế các kết cấu kè, kết cấu cảng biển.

### **2 Tài liệu viện dẫn**

22TCN 272-05, *Tiêu chuẩn thiết kế cầu của Bộ Giao thông vận tải Việt Nam.*

JRA, 2002, *Tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ của Nhật Bản.*

RTRI, 2000, *Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu đường sắt của Nhật Bản.*

ASTM A252 – 98, 2007, *Tiêu chuẩn về hàn và đúc cọc ống thép của Mỹ.*

JIS A5530, *Tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản quy định cho cọc ống ván thép.*

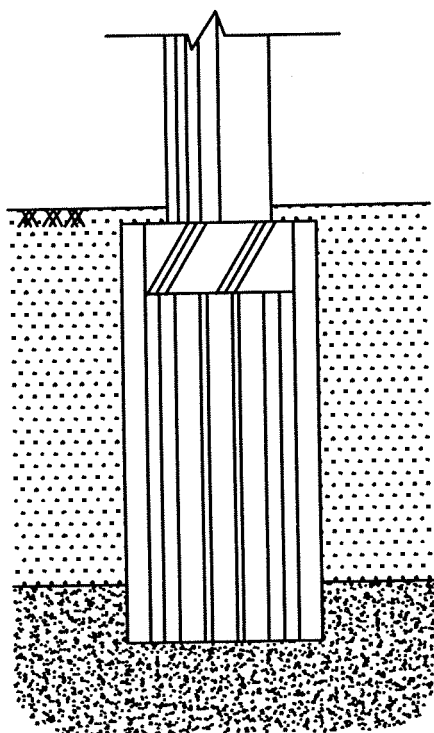
JIS A5525, *Tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản quy định cho cọc ống thép hàn.*

TCXD 160-1987, *Khảo sát địa kỹ thuật phục vụ cho thiết kế và thi công móng cọc.*

TCXD 269-2002, *Cọc - Phương pháp thí nghiệm bằng tải trọng ép tĩnh dọc trục.*

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

**Móng cọc ống thép dạng giếng** (Xem Hình 1 và Hình 2) - Là tổ hợp các cọc ống thép đường kính từ 800mm đến 1500mm, liên kết với nhau bằng hai ống tai nối ở hai bên cọc, tạo thành một kết cấu khép kín tùy ý có dạng hình tròn, hình chữ nhật hay hình ô van. Phần ống tai nối sẽ được nhồi vữa vào bên trong, phần đầu cọc được liên kết cứng lại bằng công tác xây dựng bệ móng, do đó móng có được sức chịu tải lớn theo phương thẳng đứng và phương ngang.

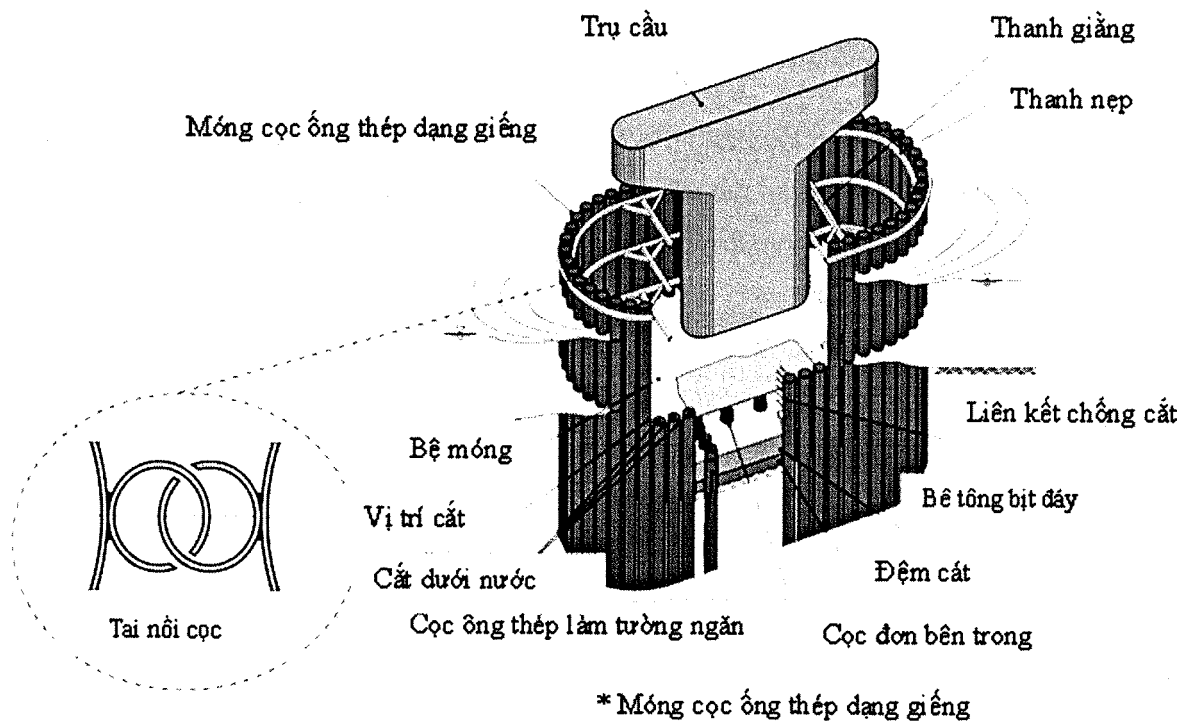


Hình 1 - Móng cọc ống thép dạng giếng

**Cọc ống ván thép** – Là cọc ống thép của móng cọc ống thép dạng giếng có hai ống tai nối ở hai bên.

**Móng cọc ống thép dạng giếng kiêm làm vòng vây thi công** (Xem Hình 2) – Là móng cọc ống thép dạng giếng kiêm nhiệm làm vòng vây tạm cho thi công trụ. Trước tiên dựng cọc ống thép đến cao độ mặt nước, nhồi vật liệu ngăn nước vào ống tai nối trong phạm vi định ra, sau khi xây dựng bệ móng và thân trụ, phần vòng vây tạm sẽ được cắt đi bằng máy cắt trong nước và rút lên. Kiểu kết cấu móng này có thể lợi dụng hệ móng cọc làm vòng vây tạm, do đó nó có ưu điểm là thời gian thi công ngắn hơn so với kiểu phải dùng vòng vây tạm và diện tích thi công cũng nhỏ hơn. Kiểu kết cấu móng này được áp dụng rất nhiều cho móng trụ cầu trên sông nước.

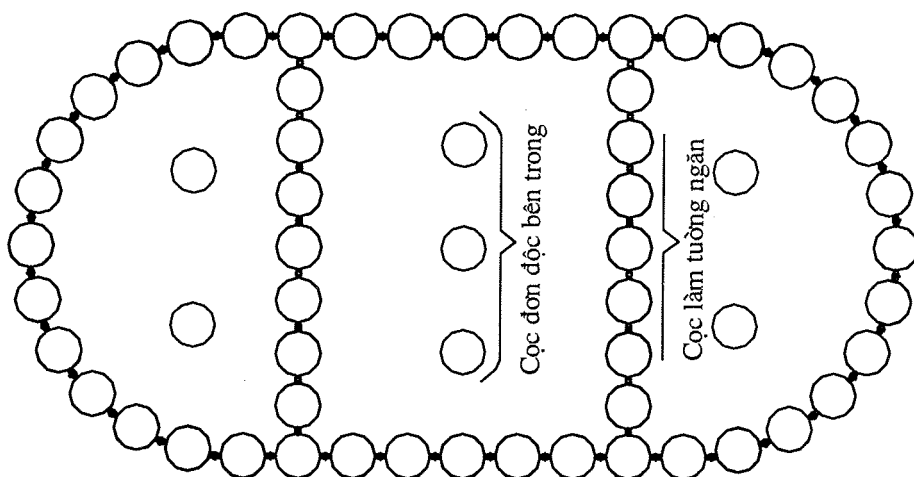




**Hình 2 - Móng cọc ống thép dạng giếng kiêm làm vòng vây thi công**

**Cọc ống thép làm tường ngăn bên trong** (Xem Hình 3) – Là cọc ống thép đóng thêm bên trong thành tường cọc ống thép như tường ngăn bên trong khi mặt cắt móng lớn để đảm bảo hình dạng mặt bằng và độ cứng của toàn hệ móng,. Ngoài ra tường ngăn này còn có tác dụng giảm ứng suất sinh ra ở các phần liên kết của cọc ống thép cấu tạo nên bệ trụ và móng.

**Cọc ống thép độc lập bên trong** (Xem Hình 3) – Là cọc ống thép được đóng xuống để giảm ứng suất sinh ra ở phần liên kết của cọc ống thép cấu tạo nên bệ trụ và móng. Ngoài ra nó còn có tác dụng làm tăng sức chịu tải thẳng đứng của toàn hệ móng cọc.



**Hình 3 - Cọc ống thép làm tường ngăn và cọc ống thép đứng độc lập**

#### 4 Ký hiệu

$\delta$  là chuyển vị nằm ngang của thân móng (m) (4) (8) (38)

$\delta_0$  là chuyển vị cho phép, nói chung lấy bằng 1% chiều rộng móng (chiều rộng theo phương gia tải của móng), tuy nhiên không lớn hơn 38mm đối với cầu có chiều dài nhịp từ 150m trở xuống và không lớn hơn 50mm đối với cầu có chiều dài nhịp lớn hơn 150m (8)

$\delta_f$  là chuyển vị nằm ngang tại đáy bệ móng (m) (40)

$\delta_j$  là chuyển vị của móng theo phương trục trọng tâm móng tại tai nổi j (m) (6) (7)

$\delta_{RYd}$  là chuyển vị cho phép đàn hồi thiết kế theo phương vuông góc với trục cọc (mm) (3)

$\delta_{Qd}$  là chuyển vị theo phương vuông góc với trục cọc tại mặt đất thiết kế (mm) (3)

$\beta$  là giá trị đặc trưng của móng (11) (12)

$\theta$  là góc quay của đáy móng tại đáy bệ móng (rad) (40)

$\theta_s$  là góc hợp bởi cốt thép xiên và trục dọc của kết cấu (rad) (34)

$\alpha$  là hệ số dùng để suy luận hệ số phản lực nền (xem Bảng 6) (10)

$\alpha_H$  là hệ số tỷ lệ kể đến sự kháng lại của đất bên trong và phản lực nền cắt theo phương ngang của mặt bên móng, thông thường lấy bằng 1,0 (8)

$\mu$  là hệ số liên hợp ( $\mu = 0,75$ ) (5)

$\eta$  là hệ số phân bố mô men uốn (16)

$\eta_i$  là hệ số điều chỉnh tải trọng (2)

$\gamma_i$  là hệ số tải trọng (2)

$\lambda$  là chiều dài hằng của bệ móng (m) (35)

$\varphi$  là hệ số kháng (xem Bảng 4) (2)

$\varphi_y$  là hệ số kháng đối với cường độ của cọc (xem Bảng 4) (21)

$\varphi_{qp}$  là hệ số kháng đối với sức chịu tải mũi cọc (xem Bảng 4) (17)

$\varphi_{qs}$  là hệ số kháng đối với sức chịu tải xung quanh thành cọc (xem Bảng 4) (17)

$\varphi_u$  là hệ số kháng đối với sức chịu kéo nhấc cọc (xem Bảng 4) (18)

$\varphi_{n1}$  là hệ số kháng đối với ma sát âm (xem Bảng 4) (20)

$\varphi_s$  là hệ số kháng đối với sức kháng cắt của móng (xem Bảng 4) (31)

$\varphi_w$  là hệ số kháng đối với trọng lượng của cọc (xem Bảng 4) (18)

$A$  là diện tích mặt bao xung quanh đường bao trọng tâm cọc ống thép trên diện tích của bề móng ( $m^2$ ) (36) (59)

$A_0$  là diện tích vòng vây ( $m^2$ ) (58)

$A_0$  là diện tích mặt cắt thực của một cọc ống thép ( $m^2$ ) (1) (21) (22)

$A_1$  là diện tích mặt cắt khép kín của một cọc ống thép ( $m^2$ ) (17)

$A_{01}$  là diện tích mặt cắt thực của cọc ống thép cấu tạo nên vòng ngoài móng ( $m^2$ ) (23)

$A_{02}$  là diện tích mặt cắt thực của cọc ống thép cấu tạo nên tường ngăn ( $m^2$ ) (23)

$A_{03}$  là diện tích mặt cắt thực của cọc ống thép đơn bên trong ( $m^2$ ) (23)

$A_{0i}$  là diện tích mặt cắt thực của cọc ống thép thứ  $i$  ( $m^2$ ) (5) (16)

$A_s$  là diện tích cốt thép cần thiết chịu mô men của bề móng ( $m^2/m$ ) (30)

$A_w$  là diện tích cốt thép xiên của bề móng ( $m^2$ ) (34)

$b$  là chiều rộng đơn vị của bề móng ( $b = 1m$ ) (29) (33)

$B$  là chiều rộng móng (chiều rộng theo phương gia tải của móng) (m) (4) (11)

$B_{45}$  là chiều rộng gia tải tính đối của móng theo phương vuông góc với phương tác dụng của tải trọng (m) (9)

$B_y$  là chiều rộng gia tải tính đối của móng (m) (13)

$C$  là lực dính đơn vị của nền đất ( $kN/m^2$ ) (xem Bảng 7)

$\sigma_{cc}$  là hệ số tỷ lệ của lực cắt do bê tông chịu phụ thuộc vào tỷ số nhíp cắt (xem Bảng 8) (33)

$\sigma_{cs}$  là hệ số chiết giảm lực cắt do cốt thép xiên chịu phụ thuộc tỷ số nhíp cắt (34)

$C_p$  là hệ số bổ sung liên quan đến chiều cao có hiệu của mặt cắt kết cấu  $d$  (xem Bảng 8) (33)

$c_{pt}$  là hệ số bổ sung liên quan đến tỷ lệ cốt thép chủ chịu kéo  $p_t$  (xem Bảng 9) (33)

$d$  là chiều cao có hiệu của bộ móng (m) (34)

$D$  là đường kính cọc ống thép (m) (xem Bảng 7) (26)

$D_0'$  là khoảng cách tim cọc ống thép cấu tạo nên vòng ngoài (m) (26) (27) (28)

$D_p$  là chiều sâu ngàm của cọc vào đất tại mũi cọc (m) (xem Bảng 7)

$E_c$  là mô đun đàn hồi của bê tông bộ móng ( $\text{kN/m}^2$ ) (35)

$E_o$  là mô đun biến dạng của nền đất ( $\text{kN/m}^2$ ) (10)

$E_s$  là mô đun đàn hồi của cọc ống thép ( $E_s = 2.0 \times 10^3 \text{kN/m}^2$ ) (5) (12)

$e$  là độ lệch tâm (m) (31) (43)

$f_i$  là cường độ lực ma sát xung quanh lớn nhất của các lớp xét đến lực ma sát xung quanh mặt ngoài của móng ( $\text{kN/m}^2$ ) (xem Bảng 7) (18)

$f_j$  là cường độ lực ma sát xung quanh lớn nhất của các lớp xét đến lực ma sát xung quanh mặt trong của móng ( $\text{kN/m}^2$ ) (xem Bảng 7) (18)

$f_{ni}$  là cường độ lực ma sát xung quanh lớn nhất của các lớp xét đến lực ma sát âm mặt xung quanh mặt ngoài của móng ( $\text{kN/m}^2$ ) (19)

$f_{sy}$  là ứng suất kéo chảy của cốt thép xiên ( $\text{kN/m}^2$ ) (34)

$f_y$  là ứng suất kéo chảy của cọc ống thép ( $\text{kN/m}^2$ ) (42) (44)

$f_{yr}$  là ứng suất kéo chảy của cốt thép bộ móng ( $\text{kN/m}^2$ ) (30)

$G_j$  là độ cứng chống cắt của tai nối thứ  $j$  ( $\text{kN/m}^3$ ) (7)

$H_1$  là chiều sâu móng phía trong (m) (12.11)

$h$  là chiều dày bộ móng (m) (28) (29)

$I_{oi}$  là mô men quán tính của mặt cắt cọc ống thép thứ  $i$  ( $\text{m}^4$ ) (5)

$I_z$  là mô men quán tính của mặt cắt móng cọc ống thép dạng giếng ( $\text{m}^4$ ) (2)

$K_v$  là hệ số phản lực nền theo phương dọc trục của một cọc ống thép ( $\text{kN/m}$ ) (36)

$k_H$  là hệ số phản lực nền theo phương ngang ( $\text{kN/m}^3$ ) (8) (9)

$k_{H1}$  là hệ số phản lực nền theo phương ngang xét đến sự tồn tại biến dạng ( $\text{kN/m}^3$ ) (4) (8)

$k_{H0}$  là hệ số phản lực nền theo phương ngang tương đương với giá trị thí nghiệm gia tải lên bản cứng hình tròn nằm ngang đường kính 0,8m ( $\text{kN/m}^3$ ) (9) (10)

$k_p$  là hệ số phản lực nền tính đối ( $\text{kN/m}^3$ ) (36)

$k_S$  là hệ số phản lực nền cắt theo phương ngang tại đáy móng ( $\text{kN/m}^3$ ) (15)

$k_V$  là hệ số phản lực nền theo phương thẳng đứng ( $\text{kN/m}^3$ ) (13) (15)

$k_{V0}$  là hệ số phản lực nền theo phương thẳng đứng tương đương với giá trị của thí nghiệm gia tải theo phương ngang lên bản cứng hình tròn đường kính 0,3m ( $\text{kN/m}^3$ ) (13) (14)

$l$  là khoảng cách từ mép ngoài của đáy thân trụ đến mặt chu vi bên trong của móng (m) (26) (28)

$l_1$  là khoảng cách từ mép ngoài của đáy thân trụ đến tim cọc ống thép cấu tạo nên tường ngăn hay tim cọc đơn bên trong nằm trong phạm vi ảnh hưởng (m) (26)

$l_1$  là chiều dài từ đáy bộ móng đến đỉnh lớp đất chịu lực (m) (38) (39)

$L_1$  là chiều dày các lớp xét đến lực ma sát xung quanh mặt ngoài móng (m) (17)

$L_1$  là chiều dày các lớp xét đến lực ma sát xung quanh mặt trong móng (m), chỉ xét phạm vi chiều dày nhỏ nhất của đất bên trong từ đáy ( $L_0$ ) (18)

$L_0$  là chiều dài có hiệu của móng (m) (Xem Hình 6)

$M$  là mô men uốn theo TTGH cường độ tác dụng tại đỉnh bộ móng ( $\text{kN.m}$ ) (29)

$M_{cof}$  là mô men dư của cọc trong quá trình thi công ( $\text{kN.m}$ ) (22)

$M_0$  là mô men uốn theo TTGH cường độ tác dụng vào đáy bộ móng ( $\text{kN.m}$ ) (23)

$M_A$  là mô men uốn sinh ra ở mặt cắt A-A ( $\text{kN.m/m}$ ) (26)

$M_y$  là mô men uốn theo TTGH cường độ của móng cọc dạng giếng tại vị trí chiều sâu  $y$  tính từ mặt nền đất thiết kế ( $\text{kN.m}$ ) (16)

$M_L$  là mô men uốn tác dụng vào mũi cọc ( $\text{kN.m/cọc}$ ) (39)

$M_U$  là mô men uốn tác dụng vào đầu cọc ( $\text{kN.m/cọc}$ ) (38)

$M_{flx}$  là mô men kháng của cọc (kN.m) (42) (44)

$M_e$  là mô men kháng do phản lực lệch tâm (kN.m) (41) (43)

$N$  là chỉ số SPT của nền đất tại mũi cọc (xem Bảng 7)

$n_1$  là số cọc ống thép của vòng ngoài móng (cọc) (5) (17) (18) (19) (23) (26)

$n_2$  là số cọc ống thép cấu tạo nên tường ngăn (cọc) (5) (17) (18) (23) (26)

$n_3$  là số cọc ống thép đơn (cọc) (17) (18) (23) (36)

$P_{li}$  là phản lực thẳng đứng của cọc ống thép thứ  $i$  tại đáy móng (kN/cọc) (2)

$P_n$  là giá trị danh định của sức kháng cắt (kN) (31)

$P_{yj}$  là nội lực dọc trục của cọc ống thép đang xét thứ  $j$  của móng tại vị trí chiều sâu  $y$  tính từ mặt nền đất thiết kế (kN) (16) (22)

$Q_B$  là lực cắt sinh ra ở mặt cắt B-B (kN/m) (27)

$Q_{Bi}$  là lực cắt tại vị trí cách đáy thân trụ  $1/2$  chiều dày bệ móng (kN/m) (28)

$Q_{max}$  là lực cắt tác dụng tại đỉnh bệ móng (kN) (31)

$Q_R$  là sức kháng nén dọc trục tại đầu cọc của một cọc ống thép (kN/cọc) (17)

$q_d$  là sức chịu tải cực hạn trên 1 đơn vị diện tích chống đỡ tại đầu cọc ống thép (kN/m<sup>2</sup>) (xem Bảng 7) (16)

$(q_I)_j$  là sức kháng của tai nối thứ  $j$  (kN/m<sup>2</sup>) (7)

$R_0$  là ngoại lực thẳng đứng do tính tải tác dụng lên một cọc ống thép (kN/cọc) (20)

$R_j$  là phản lực thẳng đứng của cọc ống thép và cọc đơn bên trong đang xét thứ  $j$  tác dụng vào bệ móng (kN) (23)

$R_i$  là phản lực thẳng đứng của cọc ống thép cấu tạo nên tường ngăn và cọc đơn bên trong nằm trong phạm vi ảnh hưởng của dầm mút thừa thiết kế khi phản lực thẳng đứng lớn nhất sinh ra trong một cọc ống thép (kN/cọc) (28)

$R_{max}$  là phản lực thẳng đứng lớn nhất của cọc ống thép (kN/cọc) (26) (27) (28)

$R_{nf}$  là lực ma sát âm mặt xung quanh của một cọc ống thép (kN/cọc) (19) (20)

$R_r$  là sức kháng cho phép theo phương dọc trục của cọc ống thép (kN) (2)

$R_u$  là sức chịu tải cực hạn của một cọc ống thép tại đầu cọc và ma sát xung quang thành cọc (kN) (20)

$\Delta X_j$  là chênh lệch tọa độ X của trục trọng tâm của 2 cọc ống ván thép liên kết với nhau tại tai nối j (m) (6)

S là mô men kháng uốn của cọc ống thép ( $m^3$ ) (22) (42) (44)

$S_c$  là lực cắt do bê tông chịu (kN) (33)

$S_s$  là lực cắt do cốt thép xiên chịu kéo chịu (kN) (34)

s là khoảng cách theo phương dọc trục kết cấu của cốt thép xiên (m) (34)

T là lực kéo do mô men uốn gây ra tại bộ móng (kN) (29)

$U_1$  là chu vi của đường bao bên ngoài móng (m) (17) (18) (19)

$U_2$  là tổng chu vi bao gồm chu vi của đường bao vòng trong của móng và tường ngăn và chu vi của cọc đơn (m) (17) (18)

$V_0$  là tải trọng thẳng đứng theo TTGH cường độ tác dụng vào đáy bộ móng (kN) (bao gồm bộ móng, bê tông nhồi và đất đắp phía trên) (23)

w là trọng lượng bản thân bộ móng hay tải trọng chất phía trên ( $kN/m^2$ ) (28)

$W_s$  là trọng lượng của cọc (kN) (18)

$x_i$  là khoảng cách từ tim cọc ống thép và cọc đơn thứ i đến trục trọng tâm của mặt cắt ngang của móng hay thân trụ (m) (16) (23)

$x_j$  là khoảng cách từ tim cọc ống thép đang xét thứ j đến trục trọng tâm của mặt cắt ngang của móng hay thân trụ (m)

y là chiều sâu tính từ mặt nền đất thiết kế (m) (4)

$Z_{01}$  là hệ số mặt cắt của cọc ống thép cấu tạo nên vòng ngoài ( $m^3$ ) (16)

$Z_{02}$  là hệ số mặt cắt của cọc ống thép cấu tạo nên tường ngăn ( $m^3$ ) (16)

$\tau_c$  là giá trị danh định của sức kháng cắt do bê tông chịu (kN) (33)

5 Các quy định chung

5.1 Vật liệu

5.1.1 Cọc ống thép

Tính chất cơ lý của vật liệu cọc ống thép và ống tai nối cọc ống thép sử dụng ở móng cọc ống thép dạng giếng phải tuân theo quy định chỉ ra trong Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1 - Tính chất cơ lý của cọc ống thép

Loại thép		Cường độ kéo (MPa)	Cường độ chảy (MPa)	Độ dẫn dài (% )
	Cấp			
ASTM A252	2	> 415	> 240	> 25
	3	> 455	> 310	> 20
JIS A5530	SKY400	> 400	> 235	> 18
	SKY490	> 490	> 315	> 18
JIS A5525	SKK400	> 400	> 235	> 18
	SKK490	> 490	> 315	> 18

Bảng 2 - Tính chất cơ lý của ống tai nối cọc ống thép

Loại thép		Cường độ kéo (MPa)	Cường độ chảy (MPa)	Độ dẫn dài (% )
	Cấp			
ASTM A252	2	> 415	> 240	> 25
JIS A5530	SKY400	> 400	> 235	> 18
	SKY490	> 490	> 315	> 18

5.1.2 Bê tông và vữa

a) Bê tông bọt đáy

Bê tông bọt đáy sử dụng cho vòng vây tạm trong quá trình thi công thường được thi công theo phương pháp rút ống thẳng đứng, do đó cường độ thiết kế của bê tông phải lớn hơn 18-24MPa (mẫu thử hình trụ tròn 15 x 30cm), độ sụt lớn hơn 13-18cm.



**b) Bê tông nhồi cọc**

Bê tông nhồi trong cọc ống thép ở vị trí bệ móng và vị trí bê tông bịt đáy thường được thi công theo phương pháp rút ống thẳng đứng, do đó cường độ thiết kế của bê tông phải lớn hơn 18-21MPa (mẫu thử hình trụ tròn 15x30cm), độ sụt lớn hơn 13-18cm.

Ngoài ra bê tông phải được nhồi vào trong cọc tại vị trí bệ móng với chiều cao nhồi bằng 2 lần chiều dày bệ móng tính từ đỉnh bệ móng trở xuống.

**c) Vữa nhồi ống tai nối**

Vữa nhồi ống tai nối phần cọc vĩnh cửu phải có cường độ lớn hơn 21-24MPa, độ chảy  $19\pm 3$  giây.

Vữa nhồi ống tai nối phần cọc tạm phải có cường độ từ 0,1 đến 3MPa, độ chảy  $13\pm 2$  giây.

Ngoài ra trước khi nhồi vữa vào ống tai nối, đất trong ống phải được lấy ra và ống được làm sạch. Phần ống tai nối làm vòng vây thi công, vữa có thể được nhồi vào qua bao tải nằm trong ống tai nối.

**5.1.3 Cốt thép**

Các vật liệu cốt thép phải phù hợp với các yêu cầu chung về cốt thép đã nêu trong Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN 272-05 và các Tiêu chuẩn hiện hành khác. Đặc biệt cốt thép phải có tính chịu được mối hàn.

**5.2 Cơ sở thiết kế**

Thiết kế móng sẽ tuân theo phương pháp trạng thái giới hạn và những quy định chung của Tiêu chuẩn thiết kế cầu hiện hành (22TCN 272-05).

Móng cọc ống thép dạng giếng được thiết kế sao cho thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Có khả năng kháng lại các ngoại lực tác dụng lên móng
- Chuyển vị của móng cũng như của kết cấu trên móng nhỏ hơn chuyển vị cho phép
- Các thành phần móng có sức kháng và độ bền cần thiết.

**6 Phương pháp thiết kế****6.1 Khái quát**

**6.1.1** Phương pháp thiết kế móng phụ thuộc vào chiều rộng theo phương gia tải của móng (chiều rộng cạnh bên)  $B$ , tỷ lệ chiều dài móng và chiều rộng  $L/B$ , tích của giá trị đặc trưng của móng với chiều dài xuyên sâu có hiệu của móng  $\beta L_e$ .

**6.1.2** Nói chung, móng cọc ống thép dạng giếng thông thường ( $B \leq 30m$  và  $L/B > 1$  và  $\beta L_e > 1$ ) được thiết kế như thiết kế dầm dài hữu hạn trên nền đàn hồi không xét đến biến dạng cắt giữa các cọc ống thép. Ở đây,  $B$  là chiều rộng móng (chiều rộng theo phương gia tải của móng),  $L$  là chiều dài móng,  $L_e$  là chiều dài có hiệu của móng,  $\beta$  là giá trị đặc trưng của móng.

**6.1.3** Tuy nhiên đối với móng cọc ống thép dạng giếng nằm ngoài phạm vi của quy mô kết cấu thông thường ( $B > 30\text{m}$  và  $L/B \leq 1$  và  $\beta L_e \leq 1$ ), biến dạng giữa các cọc ống thép với nhau có khả năng lớn hơn. Khi đó sử dụng phương pháp phân tích phần tử hữu hạn và phương pháp phân tích dựa trên dầm giếng giả định có xét đến chênh lệch lực cắt giữa các tai nối cọc.

Ngoài ra, đối với khả năng chịu lực theo phương ngang khi có động đất, lượng biến dạng xét đến trong thiết kế lớn, do đó không thể bỏ qua chênh lệch lực cắt của tai nối nên phải thiết kế dựa trên dầm giếng giả định có xét đến chênh lệch lực cắt.

## **6.2 Vị trí mũi cọc**

Mũi cọc ống thép của móng cọc ống thép dạng giếng về nguyên tắc phải được chống vào lớp đất có địa chất tốt. Tùy thuộc vào quy mô tải trọng và hình dạng kết cấu của kết cấu phần trên, lớp đất có địa chất tốt sẽ được định nghĩa khác nhau, đối với nền đất cát lấy giá trị  $N$  lớn hơn 30, đối với nền đất sét lấy giá trị  $N$  lớn hơn 20. Đối với sức chịu tải và chuyển vị của móng, lớp đó phải có chiều dày đầy đủ để không bị ảnh hưởng của lớp bên dưới.

Tuy nhiên trường hợp lớp chịu lực là nền đá cứng, việc đảm bảo chiều sâu ngàm đầy đủ (6 lần đường kính cọc ống thép) là rất khó khăn, do đó cần phải kiểm tra các phương pháp thi công nhưng ít nhất chiều sâu ngàm tối thiểu là một lần đường kính cọc.

## **6.3 Kích thước cọc**

**6.3.1** Kích thước hình dạng của móng cọc ống thép dạng giếng được quyết định có xét đến hình dạng và kích thước của mố trụ phía trên móng, độ ổn định của móng, nội lực sinh ra trong các thành phần kết cấu móng và điều kiện thi công.

**6.3.2** Đường kính cọc ống thép từ 800mm đến 1500mm. Chiều dày cọc ống thép được quyết định dựa trên kiểm tra an toàn kết cấu móng có tính đến chiều dày bị giảm đi do ăn mòn gây ra. Chiều dày tối thiểu là 9mm đối với cọc thi công bằng phương pháp đào và 12mm đối với cọc thi công bằng phương pháp đóng do xét đến ứng suất dư và uốn dọc trong quá trình đóng cọc ống thép. Khi đó, chiều dày ăn mòn của cọc ống thép được xét cho mặt tiếp xúc với đất hoặc với nước, tuy nhiên không xét cho mặt trong và thường được lấy là 1mm cho tuổi thọ kết cấu móng là 100 năm.

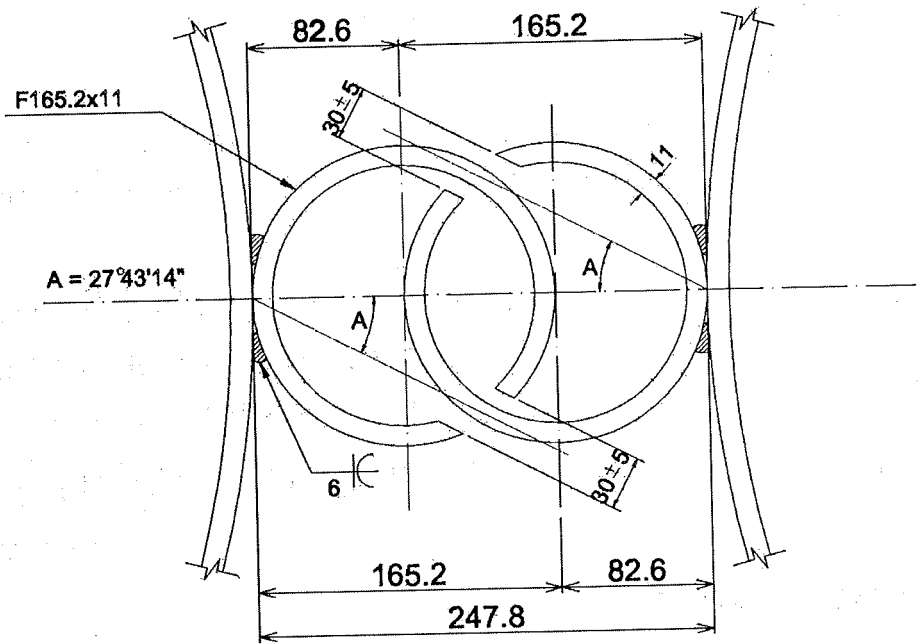
**6.3.3** Khi chiều dày ăn mòn trong tuổi thọ của móng lớn hơn 1mm do điều kiện địa chất ở khu vực có khả năng tăng thêm sự ăn mòn, cần phải lựa chọn chiều dày ăn mòn thích hợp và đưa ra biện pháp chống ăn mòn có xét đến điều kiện môi trường và điều kiện thi công.

Trong trường hợp bất khả kháng trụ có xảy ra xói, phần trên cọc có khả năng bị lộ ra thì phải có biện pháp chống ăn mòn cho phần đầu cọc như sơn phủ hay chống ăn mòn điện cực.

**6.3.4** Ống tai nối cọc ống thép phải được lựa chọn kích thước thích hợp (xem Hình 4, Bảng 3). Khoảng cách tiêu chuẩn của các ống tai nối khi bố trí cọc ống thép vòng ngoài và cọc ống thép tường ngăn lấy bằng 1,5 lần đường kính ngoài của ống tai nối.

**6.3.5** Trường hợp móng chỉ cấu tạo từ cọc ống thép vòng bên ngoài thì dùng giá trị tiêu chuẩn này để bố trí cọc ống thép. Trường hợp bố trí tường ngăn cọc ống thép ở móng có dạng lượn tròn ở vòng ngoài như hình tròn, hình ô van, hình chữ nhật góc lượn tròn thì khoảng cách các tai nối của cọc ống thép vòng vây ngoài về nguyên tắc sẽ lấy giá trị tiêu chuẩn nhưng có thể điều chỉnh bố trí khoảng cách các tai nối của cọc ống thép làm tường ngăn trong phạm vi khoảng  $\pm 20\text{mm}$ . Tuy nhiên, đối với trường hợp khó bố trí khi chỉ điều chỉnh khoảng cách tai nối của cọc ống thép làm tường ngăn thì có thể điều chỉnh khoảng cách tai nối cọc ống thép làm vòng ngoài tại phần góc lượn tròn. Khi đó khoảng cách các tai nối của cọc ống thép làm vòng bên ngoài tại phần góc lượn tròn lấy giá trị gần với giá trị tiêu chuẩn nhất.

**6.3.6** Trường hợp điều chỉnh theo cách trên mà vẫn khó bố trí cọc ống thép làm tường ngăn thì có thể dùng đường kính ống tai nối khác với đường kính ống tai nối của cọc ống thép làm tường ngăn.



Hình 4 - Chi tiết tai nối

Bảng 3 - Kích thước, khối lượng của tai nối

(Tham khảo Phụ lục A)

Hình dạng tai nối	Kích thước mỗi nối (mm)	Khối lượng tai nối (kg/m)
Loại P-P	$\phi\ 165,2 \times 11$	83,6

**6.4 Thù tải cọc**

**6.4.1** Sức chịu tải của cọc đơn do thiết kế xác định. Tùy theo mức độ quan trọng của công trình và tính phức tạp của điều kiện địa chất công trình mà thiết kế quy định số lượng cọc cần kiểm tra sức chịu tải (Phân cấp mức độ quan trọng của công trình theo quy định của Nhà nước)

**6.4.2** Số lượng cọc cần kiểm tra sức chịu tải được quy định dựa trên tầm quan trọng của công trình, nhưng tối thiểu là mỗi loại đường kính một cọc, tối đa là 2% tổng số cọc. Kết quả thử tải là căn cứ pháp lý để nghiệm thu móng cọc.

**6.4.3** Phương pháp kiểm tra sức chịu tải của cọc đơn chủ yếu là thử tĩnh (nén tĩnh, nhổ tĩnh, nén ngang) theo tiêu chuẩn hiện hành. Đối với các cọc không thể thử tĩnh được thì nên dùng phương pháp thử động PDA...

Thí nghiệm bằng phương pháp tải trọng tĩnh ép dọc trục (thử tĩnh cọc) có thể được thực hiện ở giai đoạn khảo sát cho thiết kế và kiểm tra chất lượng công trình.

Thí nghiệm nén tĩnh cọc ở giai đoạn thăm dò thiết kế được tiến hành trước khi thi công cọc đại trà nhằm tiến hành xác định các số liệu cần thiết về cường độ, biến dạng và mối quan hệ tải trọng – chuyển vị của cọc làm cơ sở cho thiết kế hoặc điều chỉnh đồ án thiết kế, chọn thiết bị và công nghệ thi công cọc phù hợp. Trường hợp biết rõ điều kiện đất nền và có kinh nghiệm thiết kế cọc thì không nhất thiết phải tiến hành thí nghiệm thăm dò.

Thí nghiệm nén tĩnh ở giai đoạn kiểm tra chất lượng công trình được tiến hành trong giai đoạn thi công hoặc sau khi thi công xong cọc nhằm kiểm tra sức chịu tải của cọc theo thiết kế và chất lượng thi công cọc.

**6.4.4** Cọc thí nghiệm thăm dò thường được thi công riêng biệt ngoài phạm vi móng công trình. Cọc thí nghiệm kiểm tra được chọn trong số các cọc của móng công trình và thường là cọc thi công đầu tiên để không ảnh hưởng đến các cọc xung quanh do cấu tạo đặc biệt của tai nối cọc.

**6.4.5** Phương pháp thí nghiệm tham khảo TCXDVN 269-2002, *Cọc- Phương pháp thí nghiệm bằng tải trọng ép tĩnh dọc trục*.

## 6.5 Tải trọng đóng cọc cho phép tối đa

Có thể ước tính tải trọng đóng cọc bằng cách phân tích phương trình sóng hay kiểm tra động học đối với lực và gia tốc ở đầu cọc trong quá trình đóng cọc.

Lực đóng cọc tối đa đối với các cọc được đóng ở trên đầu cọc không được vượt quá các sức kháng tính toán sau đây:

$$R = 0,9\varphi_y f_y A_0 \quad (1)$$

trong đó:

$R$  là sức kháng tính toán (kN)

$\varphi_y$  là hệ số kháng đối với cường độ của cọc (xem Bảng 4)

$f_y$  là ứng suất kéo chảy của cọc ống thép (kN/m<sup>2</sup>)

$A_0$  là diện tích mặt cắt thực của một cọc ống thép (m<sup>2</sup>)

## 6.6 Thiết kế móng

**6.6.1** Móng cọc ống thép dạng giềng cần phải được thiết kế sao cho tải trọng thẳng đứng và tải trọng nằm ngang tác dụng vào kết cấu phần trên và kết cấu phần dưới được truyền hoàn toàn xuống nền chịu lực, vừa ổn định mang tính lực học vừa không làm hư hỏng kết cấu phần trên như không sinh ra lún quá mức, lún lệch, chuyển vị ngang và nghiêng quá mức.

**6.6.2** Cần phải tiến hành tính toán ổn định bằng mô hình thiết kế xét đến đặc tính kết cấu của móng cọc ống ván thép và xét đến cơ cấu kháng lại của nền một cách đầy đủ.

**6.6.3** Móng cọc ống thép dạng giềng phải được thiết kế thỏa mãn các điều kiện về ổn định sau:

- Kiểm tra độ an toàn đối với phản lực đóng xuống và lực kéo nhỏ theo phương dọc trục sinh ra do tổ hợp tải trọng
- Khi thi công móng trong nền đất có khả năng sinh ra lún cổ kết, kiểm tra đảm bảo tính năng kết cấu không để cọc bị hư hỏng, xét đến ảnh hưởng của ma sát âm xung quanh thành cọc.
- Chuyển vị của móng cọc ống thép dạng giềng và của kết cấu phần trên phải nhỏ hơn chuyển vị giới hạn cho phép

Công thức cơ bản kiểm tra độ ổn định của kết cấu theo (2)

$$\sum \eta_i \gamma_i P_{li} \leq \varphi R_r \quad (2)$$

trong đó:

$\varphi$  là hệ số kháng (xem Bảng 4)

$P_{li}$  là phản lực thẳng đứng của cọc ống thép thứ  $i$  tại đáy móng (kN/cọc)

$R_r$  là sức kháng cho phép theo phương dọc trục của cọc ống thép (kN)

$\eta_i$  là hệ số điều chỉnh tải trọng (tham khảo Phần 3 Tiêu chuẩn 22TCN 272-05)

$\gamma_i$  là hệ số tải trọng (tham khảo Phần 3 Tiêu chuẩn 22TCN 272-05)

Công thức cơ bản kiểm tra chuyển vị của kết cấu theo (3)

$$\delta_{Qd} / \delta_{Ryd} \leq 1,0 \quad (3)$$

trong đó:

$\delta_{Qd}$  là chuyển vị theo phương vuông góc với trục cọc tại mặt đất thiết kế (mm)

$\delta_{Ryd}$  là chuyển vị cho phép đàn hồi thiết kế theo phương vuông góc với trục cọc lấy bằng 1% chiều rộng móng (chiều rộng theo phương gia tải của móng), tuy nhiên không lớn hơn 38mm đối với cầu có chiều dài nhịp từ 150m trở xuống và không lớn hơn 50mm đối với cầu có chiều dài nhịp lớn hơn 150m.

Bảng 4 - Hệ số kháng  $\varphi$

Hệ số kháng	Ký hiệu	Giá trị		Trường hợp áp dụng
Hệ số kháng đối với sức chịu tải mũi cọc	$\varphi_{qp}$	Cát	0.45	- Kiểm toán sức kháng nén dọc trục của cọc (trong 10.2.1)
		Sét	0.70	
		Cuội sỏi	0.5	
Hệ số kháng đối với sức chịu tải xung quanh thành cọc	$\varphi_{qs}$	Cát	0.45	- Kiểm toán sức kháng nén dọc trục của cọc (trong 10.2.1)
		Sét	0.45	
		Cuội sỏi	0.45	
Hệ số kháng đối với sức chịu kéo nhổ cọc	$\varphi_u$	0.35		- Kiểm toán sức kháng kéo nhổ của cọc (trong 10.2.2)
Hệ số kháng đối với trọng lượng của cọc	$\varphi_w$	0.9		- Kiểm toán sức kháng kéo nhổ của cọc (trong 10.2.2)
Hệ số kháng đối với ma sát âm	$\varphi_{nl}$	0.67		- Kiểm toán cọc khi có lực ma sát âm xung quanh thành cọc (trong 10.2.3)
Hệ số kháng đối với cường độ của cọc	$\varphi_y$	Chịu uốn	1.0	- Kiểm toán cọc khi có lực ma sát âm xung quanh thành cọc (trong 10.2.3) - Kiểm tra sức kháng kết cấu của cọc (trong 10.2.4)
		Chịu nén dọc trục	0.9	
		Chịu kéo	0.95	
Hệ số kháng đối với sức kháng cắt của móng	$\varphi_s$	0.9		- Kiểm toán sức kháng cắt của móng (trong 11.1.2)

Ghi chú: Các hệ số sức kháng khác không nêu trong Bảng 4 được lấy theo 22TCN 272-05, Tiêu chuẩn Thiết kế cầu.

## 6.7 Thiết kế các thành phần kết cấu móng

Các thành phần kết cấu của móng cọc ống thép dạng giềng cần được thiết kế gồm có: Bệ móng, liên kết giữa bệ móng và cọc ống thép, tai nổi cọc.

Thiết kế các thành phần kết cấu móng theo quy định trong điều 11.

## 7 Tải trọng và phân bố tải trọng

### 7.1 Tải trọng thẳng đứng

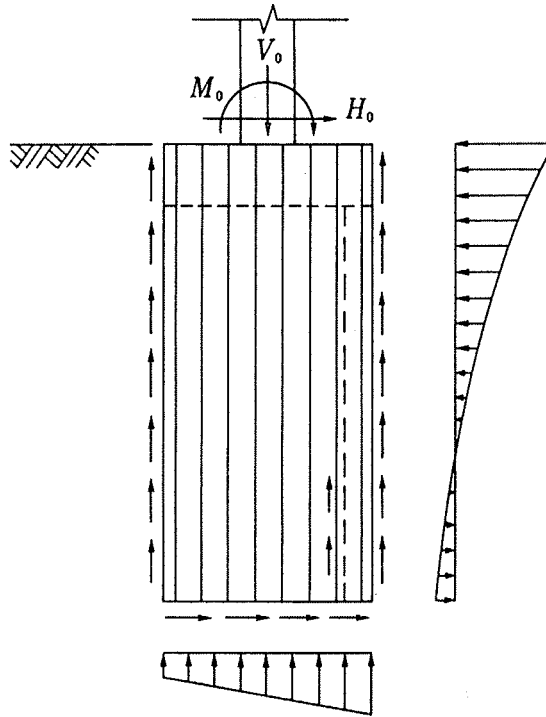
**7.1.1** Là tải trọng do kết cấu phần trên và mố hoặc trụ truyền xuống gây ra các sức kháng của phản lực nền thẳng đứng của nền đất dưới đáy móng, phản lực nền cắt thẳng đứng của nền đất mặt ngoài và mặt trong móng.

**7.1.2** Các thành phần kháng lại theo phương thẳng đứng bao gồm phản lực nền thẳng đứng của nền đất dưới đáy móng, phản lực nền cắt thẳng đứng của nền đất mặt ngoài và mặt trong móng. Tuy nhiên phản lực nền cắt thẳng đứng của nền đất mặt trong móng thường không phát huy được bằng so với nền đất mặt ngoài móng. Do đó, phản lực nền cắt thẳng đứng của nền đất mặt trong móng chỉ xét đến phần nền đất ở gần mũi cọc.

### 7.2 Tải trọng nằm ngang và mô men

**7.2.1** Là tải trọng do kết cấu phần trên và mố hoặc trụ truyền xuống, ngoài ra còn là tải trọng động đất khi có động đất gây ra các sức kháng của phản lực nền thẳng đứng của nền đất tại đáy móng, phản lực nền đất theo phương ngang của nền đất mặt trước móng, phản lực nền cắt theo phương ngang của nền đất mặt trước móng và phản lực nền cắt thẳng đứng của nền đất mặt ngoài và mặt trong móng.

**7.2.2** Các yếu tố kháng lại mô men quay và tải trọng nằm ngang tác dụng lên móng cọc ống thép dạng giềng bao gồm phản lực nền đất thẳng đứng của nền đất mặt đáy móng, phản lực nền cắt theo phương ngang của nền đất mặt đáy móng, phản lực nền đất theo phương ngang của nền đất mặt trước, phản lực nền cắt theo phương ngang và phương thẳng đứng của nền đất mặt trước và có một chút phản lực nền cắt theo phương thẳng đứng của đất bên trong móng (xem Hình 5)



Hình 5 - Phân bố phản lực nền

## 8 Mô hình tính toán, phân tích kết cấu

### 8.1 Khái quát

**8.1.1** Nội lực, phản lực nền đất và chuyển vị của móng cọc ống thép dạng giếng được tính toán có xét đến đặc trưng của móng và của nền đất một cách thích hợp.

**8.1.2** Đối với kết cấu và quy mô của móng cọc ống ván thép thông thường ( $B \leq 30$ ,  $L/B > 1$  hay  $\beta L_e > 1$ , trong đó  $B$  là chiều rộng móng (chiều rộng theo phương gia tải của móng),  $L$  là chiều dài cọc,  $L_e$  là chiều dài cắm sâu của móng trong lòng đất,  $\beta$  là giá trị đặc trưng của móng) chênh lệch lực cắt của tai nối hầu như không sinh ra, toàn bộ hệ móng có ứng xử gần với một thể chịu biến dạng uốn. Nên sử dụng phương pháp tính coi móng như dầm có chiều dài hữu hạn trên nền đàn hồi.

**8.1.3** Trường hợp móng cọc ống ván thép có  $B > 30$ ,  $L/B \leq 1$  hay  $\beta L_e \leq 1$ , biến dạng do chênh lệch lực cắt xuất hiện nên thân móng chịu sức kháng cắt của tai nối, các cọc ống ván thép có ứng xử như một nhóm cọc được liên kết cứng tại đầu cọc. Phương pháp tính trong trường hợp này có phương pháp phân tích dựa trên dầm giếng giả tưởng có xét đến chênh lệch lực cắt giữa các tai nối và phương pháp phân tích khung không gian. Phương pháp phân tích khung không gian có thể tính toán được ứng xử của móng thực tế một cách chính xác hơn, trừ trường hợp đặc biệt, có thể tính toán được ứng xử bằng độ chính xác đầy đủ trên thiết kế bằng việc sử dụng phương pháp dầm giếng giả tưởng từ việc có được độ cứng mặt cắt và sức kháng cắt của phần tai nối thích hợp. Bảng 5 đưa ra các mô hình tính toán ổn định móng.

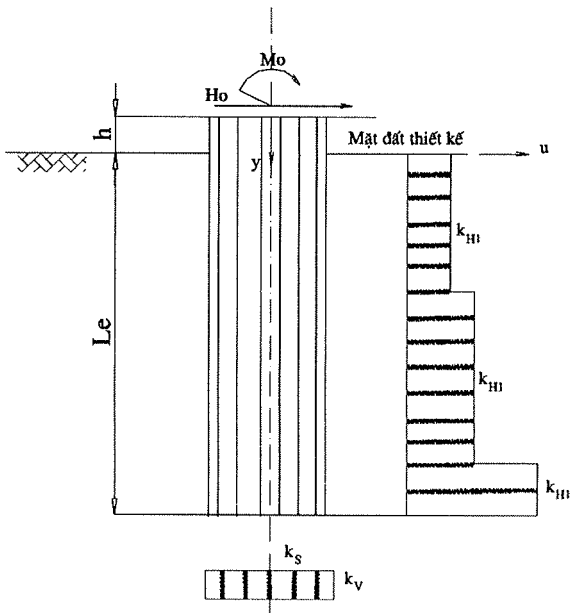


**Bảng 5 - Các mô hình tính toán móng cọc ống thép dạng giếng**

		Thiết kế với tải trọng thông thường		Thiết kế với tải trọng động đất
		$B \leq 30\text{m}$ và $L/B > 1$ và $\beta L_e > 1$	$B > 30\text{m}$ và $L/B \leq 1$ và $\beta L_e \leq 1$	
Mô hình thiết kế		Phân tích dựa trên dầm dài hữu hạn trên nền đàn hồi	Phân tích dựa trên dầm giếng giả tường xét đến chênh lệch lực cắt giữa các tai nổi hay mô hình không gian	
Mô hình kết cấu móng	Khái quát	Cấu tạo mặt cắt của phần móng lấy đối xứng qua trục tải trọng chính (mặt cắt cọc ống thép và bố trí chúng, độ cứng của tai nổi, hệ số phản lực nền cũng đối xứng qua trục tải trọng chính)		
		Biến dạng của mặt cắt không thay đổi		Xét đến sự thay đổi của biến dạng của mặt cắt
		Tính năng mặt cắt của phần móng chỉ dùng thân cọc ống thép		
	Cọc ống thép	Thế đàn hồi		Thế đàn hồi/Thế đàn dẻo
	Tai nổi	Sự chênh lệch lực cắt của tai nổi được đánh giá bằng cách dùng hiệu suất tổng hợp $\mu$ để giảm mô men quán tính của toàn mặt cắt móng và dùng tỷ lệ phân bố mô men $\eta$ .	Sự chênh lệch lực cắt của tai nổi được đánh giá bằng cách coi là hệ đàn dẻo dựa trên độ cứng chịu cắt và khả năng chịu cắt của tai nổi.	Sự chênh lệch lực cắt của tai nổi được đánh giá bằng cách coi là hệ đàn dẻo dựa trên độ cứng chịu cắt và khả năng chịu cắt của phần giả định nối giữa các tiết điểm được thiết kế tại các khoảng cách thích hợp trên cọc ống thép
	Bệ móng và liên kết bệ móng	Độ cứng của bệ móng được coi giống như thân móng	Bệ móng coi là cứng Điều kiện liên kết giữa bệ móng và cọc ống thép là liên kết cứng	

Phương pháp tác dụng ngoại lực		Ngoại lực (V, H, M) tác dụng như lực tập trung theo trục trọng tâm của móng lên mặt bề móng.		
Các yếu tố kháng lại của nền đất	Theo phương ngang của mặt trước móng	Thể đàn hồi xét đến sự tồn tại của biến dạng	Thể đàn dẻo	Thể đàn dẻo
	Cắt theo phương ngang của mặt chu vi ngoài móng	Kể cả sức kháng nằm ngang của nền đất mặt phía trước	Thể đàn dẻo	Thể đàn dẻo
	Cắt thẳng đứng của mặt chu vi trong và ngoài móng	Kể cả sức chịu tải của cọc ống thép	Thể đàn dẻo	Thể đàn dẻo
	Theo phương thẳng đứng của mặt đáy móng	Thể đàn hồi tuyến tính	Thể đàn dẻo	Thể đàn hồi/Thể đàn dẻo
	Cắt theo phương ngang của mặt đáy móng	Thể đàn hồi tuyến tính		

6.2 Mô hình dầm có chiều dài hữu hạn trên nền đàn hồi (xem Hình 6)



Hình 6 - Mô hình dầm có chiều dài hữu hạn trên nền đàn hồi

Chuyển vị móng được tính theo công thức cơ bản (4) sau đây:

$$E_s I_z \frac{d^4 u}{dy^4} + k_{H1} B \delta = 0 \quad (4)$$

trong đó:

$\delta$  là chuyển vị nằm ngang của thân móng (m)

$y$  là chiều sâu tính từ mặt nền đất thiết kế (m)

$k_{H1}$  là hệ số phản lực nền theo phương ngang xét đến sự tồn tại biến dạng ( $\text{kN/m}^3$ )

$B$  là chiều rộng móng (chiều rộng theo phương gia tải của móng) (m)

Độ cứng chống uốn của móng cọc ống thép dạng giềng  $E_s I_z$  tính theo công thức (5) sau đây:

$$E_s I_z = E_s \left( \sum_{i=1}^{n1+n2} I_{0i} + \mu \sum_{i=1}^{n1+n2} A_{0i} x_i^2 \right) \quad (5)$$

trong đó:

$E_s I_z$  là độ cứng chống uốn của móng cọc ống thép dạng giềng ( $\text{kN.m}^2$ )

$E_s$  là mô đun đàn hồi của cọc ống thép ( $E_s = 2.0 \times 10^8 \text{kN/m}^2$ )

$I_z$  là mô men quán tính của mặt cắt móng cọc ống thép dạng giềng ( $\text{m}^4$ )

$A_{0i}$  là diện tích mặt cắt thực của cọc ống thép thứ  $i$  ( $\text{m}^2$ )

$I_{0i}$  là mô men quán tính của mặt cắt cọc ống thép thứ  $i$  ( $\text{m}^4$ )

$\mu$  là hệ số liên hợp ( $\mu = 0,75$ )

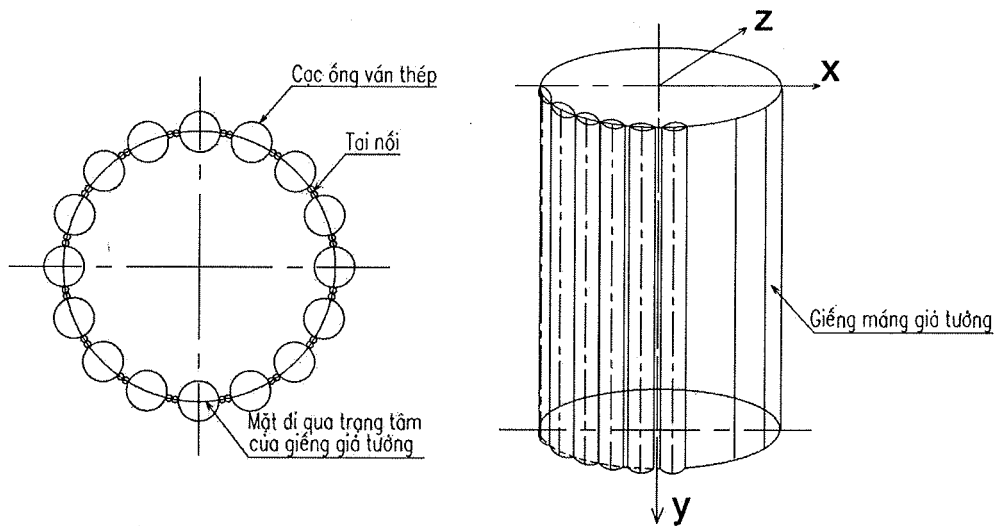
$n_1$  là số cọc ống thép của vòng ngoài (cọc)

$n_2$  là số cọc ống thép cấu tạo nên tường ngăn (cọc)

$x_i$  là khoảng cách từ tim cọc ống thép thứ  $i$  đến trục trọng tâm của mặt cắt ngang của móng hay thân trụ (m)

### 8.3 Mô hình dầm giềng giả tường (xem Hình 7)

Phương pháp tính toán theo dầm giềng giả tường xét đến chênh lệch lực cắt giữa các tai nối được đưa ra dựa trên lý luận dầm giống với phương pháp tính toán dầm có chiều dài hữu hạn trên nền đàn hồi xét đến sự khác nhau về chuyển vị giữa các tai nối.



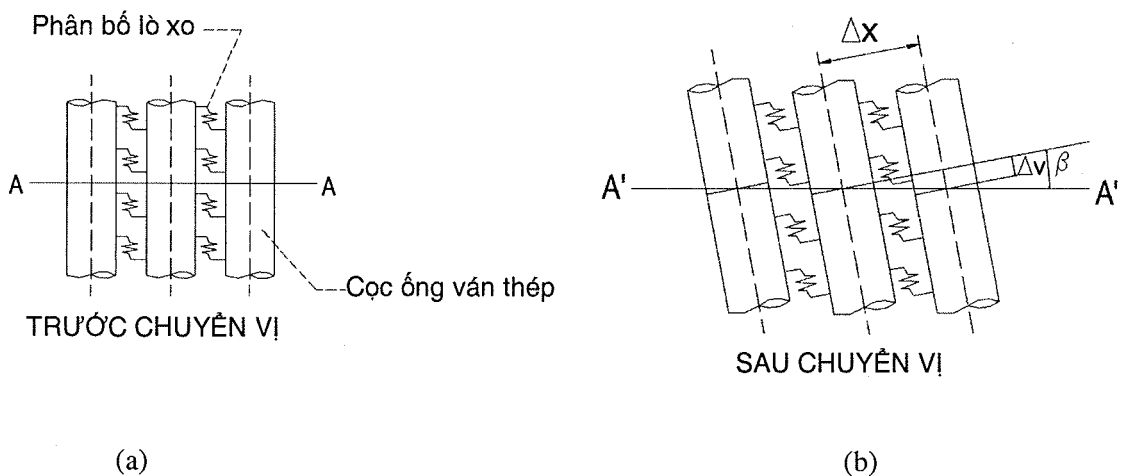
Hình 7 - Mô hình dầm giếng giả tường

### 8.3.1 Giả thiết tính toán

Xét mô hình giếng giả tường nối với trục trọng tâm của cọc ống ván thép, coi trục trọng tâm của mỗi cọc ống ván thép được gắn cố định với mặt trọng tâm của tường giếng móng giả tường, ta có các giả thiết sau:

- Giếng móng giả thiết tuân theo lý thuyết dầm xét đến biến dạng cắt sinh ra do sự chênh lệch giữa các tai nối
- Mỗi cọc ống ván thép cũng tuân theo lý thuyết dầm nhưng có thể bỏ qua biến dạng cắt

### 8.3.2 Phương trình cơ bản tính chuyển vị



Hình 8 - Mô hình hóa kháng cắt của tai nối

Giếng giả tường có tọa độ (X, Y, Z) (xem Hình 7). Mặt cắt A-A của giếng giả tường tại trạng thái trước khi chuyển vị (xem Hình 8a), sau khi chuyển vị nói chung sẽ chuyển thành mặt cắt A'-A' (xem Hình 8b) không giao với trục trọng tâm của giếng giả định (trục Y' sau khi chuyển vị). Góc giữa đường vuông góc với trục Y' sau khi chuyển vị này và mặt cắt A'-A' là  $\beta$ .

Chuyển vị móng tính theo công thức (6) sau:

$$\delta_j = \Delta X_j \beta \quad (6)$$

trong đó:

$\delta_j$  là chuyển vị của móng theo phương trục trọng tâm móng tại tai nối  $j$  (m)

$\Delta X_j$  là chênh lệch tọa độ X của trục trọng tâm của 2 cọc ống ván thép liên kết với nhau tại tai nối  $j$  (m)

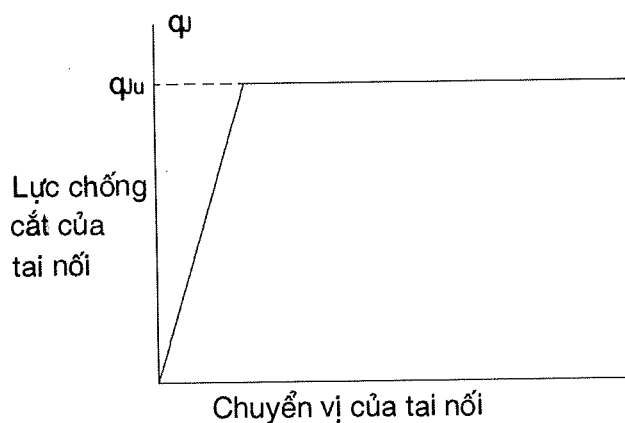
Sức kháng của tai nối tính theo công thức (7) sau:

$$(q_J)_j = (G_J \Delta v)_j \quad (7)$$

trong đó:

$(q_J)_j$  là sức kháng của tai nối thứ  $j$  (kN/m<sup>2</sup>)

$G_j$  là độ cứng chống cắt của tai nối thứ  $j$  (kN/m<sup>3</sup>) (xem Hình 9)

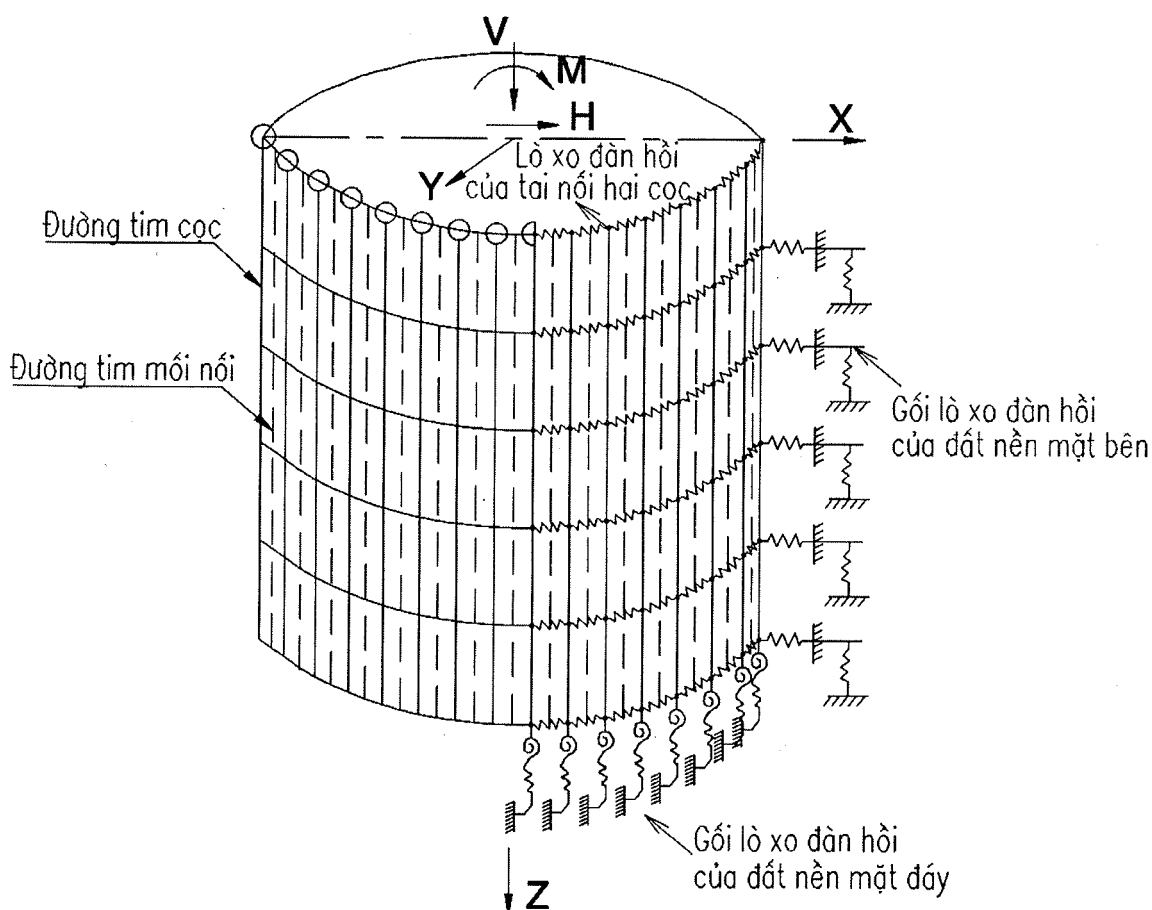


**Hình 9 - Quan hệ giữa khả năng chịu cắt và chuyển vị của tai nối**

## 8.4 Mô hình khung không gian

**8.4.1** Mô hình không gian coi móng cọc ống thép dạng giềng là kết cấu khung không gian, các cọc ống thép được mô hình là hệ thanh, bộ móng được mô hình là hệ khối. Phần liên kết của hai cọc ống thép với nhau (tai nối) được mô hình là lò xo đàn hồi tại nối, phần liên kết của cọc ống thép với đất nền được mô hình là lò xo đàn hồi đất nền. Kết quả phân tích theo mô hình này là mô men, phản lực thẳng đứng, chuyển vị và ứng suất của riêng từng cọc ống thép.

**8.4.2** Cơ sở của mô hình phân tích khung không gian là mô hình hóa liên kết cọc ống thép với đất nền và mô hình hóa tai nối liên kết giữa các cọc ống thép. Do đó cần phải đánh giá hợp lý phản lực đất nền theo 3 phương tác dụng vào mỗi cọc ống thép và phản lực tai nối theo 3 phương do chênh lệch tương đối giữa các cọc ống thép (xem Hình 10).



Hình 10 - Mô hình khung không gian

## 9 Hệ số phản lực nền

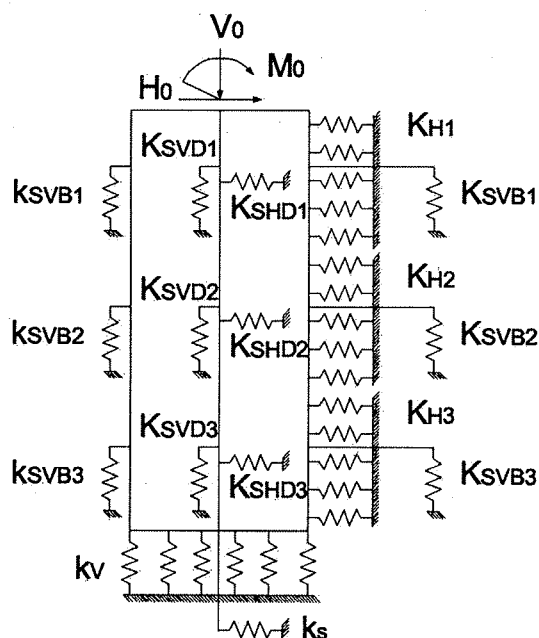
### 9.1 Khái quát

Nói chung đối với kết cấu móng, các thành phần kháng lại của nền đất như sau (xem Hình 11):

- Thành phần kháng ngang của nền đất mặt trước và sau móng ( $k_H$ )
- Thành phần kháng cắt thẳng đứng của nền đất mặt trước và sau móng ( $k_{SVB}$ )
- Thành phần kháng cắt nằm ngang của nền đất mặt bên móng ( $k_{SHD}$ )
- Thành phần kháng cắt thẳng đứng của nền đất mặt bên móng ( $k_{SVD}$ )
- Thành phần kháng thẳng đứng của nền đất mặt đáy móng ( $k_V$ )

Đối với thiết kế móng cọc ống thép dạng giếng, các hệ số phản lực nền được xét đến gồm có hệ số phản lực nền theo phương thẳng đứng và hệ số phản lực nền cắt theo phương ngang tại đáy móng, hệ số phản lực nền theo phương ngang tại mặt trước móng, các hệ số phản lực nền được xác định dựa trên các nghiên cứu kết quả điều tra nền đất và thí nghiệm địa chất.

- Thành phần kháng cắt nằm ngang của nền đất mặt đáy móng ( $k_S$ )



Hình 11 - Mô hình kháng của nền đất

9.2 Hệ số phản lực của nền theo phương nằm ngang

Hệ số phản lực của nền đất theo phương nằm ngang xét đến sự tồn tại biến dạng tính theo công thức (8) đến (9)

$$k_{H1} = (1 + \alpha_H)k_H \left( \frac{\delta}{\delta_0} \right)^{\frac{1}{2}} \tag{8}$$

$$k_H = k_{H0} \left( \frac{B_H}{0,3} \right)^{\frac{3}{4}} \tag{9}$$

trong đó:

$k_{H1}$  là hệ số phản lực nền theo phương ngang xét đến sự tồn tại biến dạng (kN/m<sup>3</sup>)

$k_H$  là hệ số phản lực nền theo phương ngang (kN/m<sup>3</sup>)

$\alpha_H$  là hệ số tỷ lệ kể đến sự kháng lại của đất bên trong và phản lực nền cắt theo phương ngang của mặt bên móng, thông thường lấy bằng 1,0

$\delta$  là chuyển vị nằm ngang của móng (mm). Tuy nhiên trường hợp lớn hơn 50mm thì lấy là 50mm

$\delta_0$  là chuyển vị cho phép, nói chung lấy bằng 1% chiều rộng móng (chiều rộng theo phương gia tải của móng), tuy nhiên không lớn hơn 38mm đối với cầu có chiều dài nhịp từ 150m trở xuống và không lớn hơn 50mm đối với cầu có chiều dài nhịp lớn hơn 150m.

$k_{H0}$  là hệ số phản lực nền theo phương ngang tương đương với giá trị thí nghiệm gia tải lên bản cứng hình tròn nằm ngang đường kính 0,3m (kN/m<sup>3</sup>)

$B_H$  là chiều rộng gia tải tính đối của móng theo phương vuông góc với phương tải trọng tác dụng (m)

$$k_{H0} = \frac{1}{30} \alpha E_0 \tag{10}$$

$$B_H = \sqrt{\frac{B}{\beta}} \quad (\leq \sqrt{BL_e}) \tag{11}$$

$E_0$  là mô đun biến dạng của nền đất tại vị trí lấy làm đối tượng để thiết kế được giả định hay suy luận theo các phương pháp trong Bảng 6 (kN/m<sup>2</sup>)

$\alpha$  là hệ số dùng để suy luận hệ số phản lực nền (xem Bảng 6)

$B$  là chiều rộng móng (chiều rộng theo phương gia tải của móng) (m)

$1/\beta$  là chiều sâu của nền đất liên quan đến sức kháng theo phương ngang lấy nhỏ hơn chiều dài cắm sâu có hiệu của móng (m)

$\beta$  là giá trị đặc trưng của móng.

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_H B}{4 E_s \cdot I}} \quad (1/m) \tag{12}$$

$E_s$  là mô đun đàn hồi của cọc ống thép (kN/m<sup>2</sup>)

$I_z$  là mô men quán tính của mặt cắt móng cọc ống thép dạng giềng (m<sup>4</sup>)

**Bảng 6 - Mô đun biến dạng  $E_0$  và  $\alpha$**

Phương pháp suy luận hệ số biến dạng $E_0$	$\alpha$	
	Khi chịu tải trọng thông thường	Khi chịu tải trọng động đất
Mô đun biến dạng có được từ thí nghiệm nén 1 trục hay 3 trục mẫu thí nghiệm	4	8
Mô đun biến dạng suy luận từ $E_0 = 2800N$ dựa trên giá trị $N$ của thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn	1	2



Mô đun biến dạng suy luận từ thí nghiệm gia tải theo phương ngang trong lỗ	4	8
Hệ số biến dạng có từ đường cong lặp của thí nghiệm gia tải lên bản cứng hình tròn đường kính 0,3m	1	2

### 9.3 Hệ số phản lực nền theo phương thẳng đứng

Hệ số phản lực nền theo phương thẳng đứng được tính theo công thức (13) sau:

$$k_v = k_{v0} \left( \frac{B_v}{0,3} \right)^{-\frac{3}{4}} \quad (13)$$

trong đó:

$k_v$  là hệ số phản lực nền theo phương thẳng đứng ( $\text{kN/m}^3$ )

$k_{v0}$  là hệ số phản lực nền theo phương thẳng đứng tương đương với giá trị của thí nghiệm gia tải theo phương ngang lên bản cứng hình tròn đường kính 0,3m ( $\text{kN/m}^3$ ), tính theo công thức (14)

$$k_{v0} = \frac{1}{0,3} \alpha E_0 \quad (14)$$

trong đó:

$B_v$  là chiều rộng gia tải tính đối của móng (m)

$B_v = D$

$D$  là đường kính cọc ống thép (m)

### 9.4 Hệ số phản lực nền cắt theo phương ngang tại đáy móng

Hệ số phản lực nền cắt theo phương ngang tại đáy móng được tính theo công thức (15) sau:

$$k_s = 0,3k_v \quad (15)$$

trong đó:

$k_s$  là hệ số phản lực nền cắt theo phương ngang tại đáy móng ( $\text{kN/m}^3$ )

$k_v$  là hệ số phản lực nền theo phương thẳng đứng ( $\text{kN/m}^3$ )

10 Thiết kế móng

10.1 Nội lực dọc trục của cọc ống thép

Lực dọc trục sinh ra trong cọc ống thép do tải trọng sau khi hoàn thành được tính toán theo công thức (16) sau đây:

$$P_{yj} = \left[ \frac{V_0}{n_1 \cdot A_{01} + n_2 \cdot A_{02} + n_3 \cdot A_{03}} \pm M_y \cdot \left\{ \frac{\eta}{\sum x_i^2 A_{01} + \sum x_i^2 A_{02} + \sum x_i^2 A_{03}} x_j + \frac{1-\eta}{n_1 \cdot Z_{01} + n_2 \cdot Z_{02}} \right\} \right] A_{0i} \tag{16}$$

trong đó:

$P_{yj}$  là nội lực dọc trục của cọc ống thép đang xét thứ j của móng tại vị trí chiều sâu y tính từ mặt nền đất thiết kế (kN)

$V_0$  là tải trọng thẳng đứng theo TTGH cường độ tác dụng vào đỉnh bệ móng (kN) (bao gồm bệ móng, bê tông nhồi và đất đắp phía trên)

$A_{0i}$  là diện tích mặt cắt thực của cọc ống thép thứ i ( $m^2$ )

$M_y$  là mô men uốn theo TTGH cường độ của móng cọc ống thép dạng giếng tại vị trí chiều sâu y tính từ mặt nền đất thiết kế (kN.m)

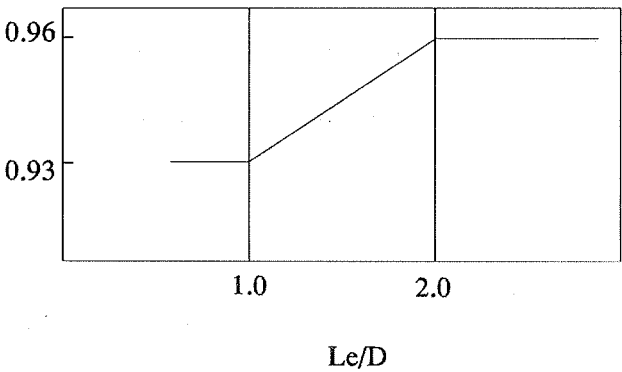
$x_i$  là khoảng cách từ tim cọc ống thép và cọc đơn thứ i đến trục trọng tâm của mặt cắt ngang của móng hay thân trụ (m)

$x_j$  là khoảng cách từ tim cọc ống thép đang xét thứ j đến trục trọng tâm của mặt cắt ngang của móng hay thân trụ (m)

$Z_{01}$  là hệ số mặt cắt của cọc ống thép cấu tạo nên vòng ngoài ( $m^3$ )

$Z_{02}$  là hệ số mặt cắt của cọc ống thép cấu tạo nên tường ngăn ( $m^3$ )

$\eta$  là hệ số phân bố mô men uốn lấy giá trị tiêu chuẩn (xem Hình 12)



Hình 12 - Hệ số phân bố mô men uốn

## 10.2 Kiểm toán cọc theo TTGH cường độ

### 10.2.1 Kiểm toán sức kháng nén dọc trục của cọc

Sức kháng nén dọc trục của cọc được tính bằng sức chịu tải khi đóng xuống của cọc ống thép xác định theo đất nền nhân với hệ số kháng. Sức chịu tải khi đóng xuống là sức chịu tải cực hạn được quyết định có xét đến điều kiện đất nền và phương pháp thi công, tính toán từ công thức suy luận sức chịu tải dựa trên điều tra địa chất thích hợp, ngoài ra tính được từ thí nghiệm chất tải theo phương thẳng đứng.

Công thức tính giới hạn phản lực đầu cọc như công thức (17) sau:

$$Q_R = \varphi_{qp} q_d A_1 + \varphi_{qs} \left\{ \frac{1}{n_1 + n_2 + n_3} (U_1 \sum L_i f_i + U_2 \sum L_j f_j) \right\} \quad (17)$$

trong đó:

$Q_R$  là sức kháng nén dọc trục tại đầu cọc của một cọc ống thép (kN/cọc)

$q_d$  là sức chịu tải cực hạn trên 1 đơn vị diện tích chống đỡ tại đầu cọc ống thép (kN/m<sup>2</sup>)

$A_1$  là diện tích mặt cắt khép kín của một cọc ống thép (m<sup>2</sup>)

$n_1$  là số cọc ống thép của vòng ngoài (cọc)

$n_2$  là số cọc ống thép của tường ngăn bên trong (cọc)

$n_3$  là số cọc ống thép đơn (cọc)

$U_1$  là chu vi của đường bao bên ngoài móng (m)

$U_2$  là tổng chu vi bao gồm chu vi của đường bao vòng trong của móng và tường ngăn và chu vi của cọc đơn (m)

$L_i$  là chiều dày các lớp xét đến lực ma sát xung quanh mặt ngoài móng (m)

$L_j$  là chiều dày các lớp xét đến lực ma sát xung quanh mặt trong móng (m), chỉ xét phạm vi chiều dày nhỏ nhất của đất bên trong từ đáy ( $L_0$ ) (xem Hình 13)

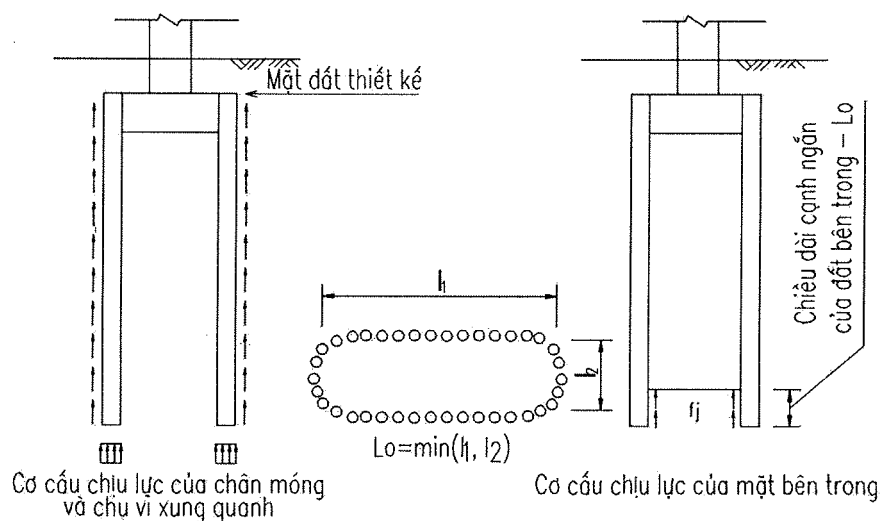
$f_i$  là cường độ ma sát xung quanh lớn nhất của các lớp xét đến lực ma sát xung quanh mặt ngoài của móng (kN/m<sup>2</sup>)

$f_j$  là cường độ ma sát xung quanh lớn nhất của các lớp xét đến lực ma sát xung quanh mặt trong của móng (kN/m<sup>2</sup>)

$\varphi_{qp}$  là hệ số kháng đối với sức chịu tải mũi cọc (xem Bảng 4)

$\varphi_{qs}$  là hệ số kháng đối với sức chịu tải xung quanh thành cọc (xem Bảng 4)

Sức chịu tải cực hạn trên 1 đơn vị diện tích chống đỡ tại đầu cọc ống thép  $q_d$  và cường độ ma sát xung quanh lớn nhất  $f_i$  và  $f_j$  (xem Bảng 7).



**Hình 13 - Phạm vi xét đến lực ma sát xung quanh bên trong móng**

**Bảng 7 - Sức chịu tải cực hạn tại đầu cọc ống thép ( $kN/m^2$ ) và cường độ lực ma sát xung quanh lớn nhất ( $kN/m^2$ )**

Loại đất	Sức chịu tải cực hạn tại đầu cọc ống thép $q_d$ ( $kN/m^2$ ) và cường độ lực ma sát xung quanh lớn nhất mặt ngoài và trong của móng $f_i, f_j$ ( $kN/m^2$ )
Đất cát	$q_d = 60N(D_p / D) \leq 300N$ $f_i, f_j = 2N (\leq 100)$
Đất sét	$q_d = 60N(D_p / D) \leq 300N$ $f_i, f_j = C$ hay $10N (\leq 150)$

trong đó:

C là lực dính đơn vị của nền đất ( $kN/m^2$ )

N là chỉ số SPT của nền đất tại mũi cọc

D là đường kính cọc ống thép (m)

$D_p$  là chiều sâu ngàm của cọc vào đất tại mũi cọc (m)

### 10.2.2 Kiểm toán sức kháng kéo nhỏ của cọc

Sức kháng kéo nhỏ của cọc được tính bằng sức chịu tải kéo nhỏ của cọc ống thép quyết định từ đất nền nhân với hệ số kháng. Sức chịu tải kéo nhỏ là sức chịu tải cực hạn được quyết định có xét đến điều kiện đất nền và phương pháp thi công, tính toán từ công thức suy luận sức chịu tải dựa trên điều tra địa chất thích hợp, ngoài ra tính được từ thí nghiệm chất tải theo phương thẳng đứng.

Công thức tính giới hạn phản lực kéo nhỏ đầu cọc như công thức (18) sau:

$$Q_R = \varphi_u \left\{ \frac{1}{n_1 + n_2 + n_3} (U_1 \sum L_i f_i + U_2 \sum L_j f_j) \right\} + \varphi_w W_s \quad (18)$$

trong đó:

$W_s$  là trọng lượng của cọc (kN)

$n_1$  là số cọc ống thép của vòng ngoài (cọc)

$n_2$  là số cọc ống thép của phần tường ngăn bên trong (cọc)

$n_3$  là số cọc ống thép đơn bên trong (cọc)

$U_1$  là chu vi của đường bao bên ngoài móng (m)

$U_2$  là tổng chu vi bao gồm chu vi của đường bao vòng trong của móng và tường ngăn và chu vi của cọc đơn (m)

$L_i$  là chiều dày các lớp xét đến lực ma sát xung quanh mặt ngoài móng (m)

$L_j$  là chiều dày các lớp xét đến lực ma sát xung quanh mặt trong móng (m), chỉ xét phạm vi chiều dày nhỏ nhất của đất bên trong từ đáy ( $L_0$ )

$f_i$  là cường độ lực ma sát xung quanh lớn nhất của các lớp xét đến lực ma sát xung quanh mặt ngoài của móng ( $\text{kN/m}^2$ )

$f_j$  là cường độ lực ma sát xung quanh lớn nhất của các lớp xét đến lực ma sát xung quanh mặt trong của móng ( $\text{kN/m}^2$ )

$\varphi_u$  là hệ số kháng đối với sức chịu kéo nhỏ cọc (xem Bảng 4)

$\varphi_w$  là hệ số kháng đối với trọng lượng của cọc (xem Bảng 4)

### 10.2.3 Kiểm toán cọc khi có lực ma sát âm xung quanh thành cọc

Các trường hợp phải xét đến ma sát âm:

- + Sự cố kết chưa kết thúc của trầm tích hiện đại và trầm tích kiến tạo
- + Sự tăng độ chặt của đất rời dưới tác dụng của động lực
- + Sự lún ướt của đất khi bị ngập nước
- + Tăng ứng suất hữu hiệu trong đất do mực nước ngầm bị hạ thấp
- + Tôn nền quy hoạch có chiều dày lớn hơn 1m
- + Phụ tải trên nền lớn hơn  $20\text{kN/m}^2$
- + Sự giảm thể tích do chất hữu cơ trong đất bị phân hủy

Để phòng tránh hư hỏng móng cọc và đảm bảo tính năng cho kết cấu, phải kiểm tra sức chịu tải dọc trục đóng xuống và ứng suất của cọc ống thép có xét đến ảnh hưởng của lực ma sát âm xung quanh thành cọc.

Kiểm tra đối với lực ma sát âm xung quanh thành cọc như sau (xem Hình 14)

- Xác định vị trí điểm trung hòa: Giả thiết điểm trung hòa là mép dưới của lớp đất cổ kết, nên xét lực ma sát âm của toàn bộ lớp đất cổ kết và các lớp đất phía trên nó.
- Kiểm tra sức chịu tải dọc trục đóng xuống:

Lực ma sát âm xung quanh của một cọc ống ván thép của móng cọc ống thép dạng giếng có thể tính theo công thức (19) sau đây dựa trên kết quả điều tra đất nền thích hợp:

$$R_{nf} = \frac{1}{n_1} U_1 \sum L_i f_{ni} \quad (19)$$

trong đó:

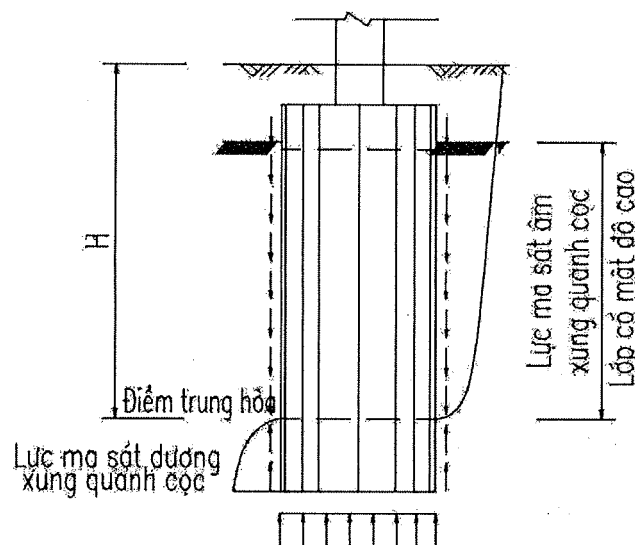
$R_{nf}$  là lực ma sát âm mặt xung quanh của một cọc ống ván thép (kN/cọc)

$n_1$  là số cọc ống thép của vòng ngoài (cọc)

$U_1$  là chu vi của đường bao bên ngoài móng (m)

$L_i$  là chiều dày các lớp xét đến lực ma sát âm mặt xung quanh (m)

$f_{ni}$  là cường độ lực ma sát xung quanh lớn nhất của các lớp xét đến lực ma sát âm mặt xung quanh mặt ngoài của móng (kN/m<sup>2</sup>) (xem Bảng 7)



Hình 14 - Lực ma sát âm xung quanh thành cọc và điểm trung hòa

- Sức chịu tải thẳng đứng của một cọc ống ván thép khi tác dụng lực ma sát âm ở mặt xung quanh nên thỏa mãn công thức (20) sau:

$$R_0 + R_{nf} \leq \varphi_{nl} R_u \quad (20)$$

trong đó:

$R_u$  là sức chịu tải cực hạn của một cọc ống thép tại đầu cọc và ma sát xung quang thành cọc

$R_0$  là ngoại lực thẳng đứng do tính tải tác dụng lên một cọc ống thép (kN/cọc)

$R_{nf}$  là lực ma sát âm mặt xung quanh của một cọc ống ván thép (kN/cọc)

$\varphi_{nl}$  là hệ số kháng đối với ma sát âm (xem Bảng 4)

- Cường độ của cọc ống ván thép khi tác dụng lực ma sát âm ở mặt xung quanh nên thỏa mãn công thức (21) sau:

$$R_0 + R_{nf} \leq \varphi_y f_y A_0 \quad (21)$$

trong đó:

$f_y$  là ứng suất kéo chảy của cọc ống thép (kN/m<sup>2</sup>)

$A_0$  là diện tích mặt cắt thực của một cọc ống thép (m<sup>2</sup>)

$\varphi_y$  là hệ số kháng đối với cường độ của cọc (xem Bảng 4)

#### 10.2.4 Kiểm tra sức kháng kết cấu của cọc

a) Cọc ống thép phải đảm bảo chống lại được các lực dọc trục và mô men uốn do các tổ hợp tải trọng trong quá trình thi công và khai thác gây ra.

b) Cọc ống thép phải được kiểm tra sức kháng kết cấu theo nội lực tổng hợp bao gồm nội lực gây ra do tải trọng sau khi hoàn thành tính theo điều 8.2 và nội lực dư sau khi làm nhiệm vụ vòng vây thi công như quy định trong điều 12 (có xét các tải trọng thực tế tác dụng ở thời điểm kết thúc nhiệm vụ làm vòng vây tạm) như công thức (22) sau:

$$P_{yj} + \frac{M_{cof} \cdot A_0}{S} \leq \varphi_y f_y A_0 \quad (22)$$

trong đó:

$P_{yj}$  là nội lực dọc trục của cọc ống thép đang xét thứ j của móng tại vị trí chiều sâu y tính từ mặt nền đất thiết kế tính theo điều 8.2 (kN)

$M_{cof}$  là mô men dư của cọc trong quá trình thi công (kN.m)

$A_0$  là diện tích mặt cắt thực của một cọc ống thép (m<sup>2</sup>)

$S$  là mô men kháng uốn của cọc ống thép (m<sup>3</sup>)

$\varphi_y$  là hệ số kháng đối với cường độ của cọc (xem Bảng 4)

$f_y$  là ứng suất kéo chảy của cọc ống thép (kN/m<sup>2</sup>)

c) Độ ổn định của cọc sẽ được kiểm tra theo các quy định trong điều 6.8 và 6.9 của Phần 6: Kết cấu thép trong Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN 272-05.

10.3 Kiểm toán cọc theo TTGH sử dụng

Chuyển vị ngang của móng tính được theo điều 8 không được lớn hơn chuyển vị ngang cho phép.

Chuyển vị ngang cho phép lấy bằng 1% chiều rộng móng (chiều rộng theo phương gia tải của móng), tuy nhiên không lớn hơn 38mm đối với cầu có chiều dài nhịp từ 150m trở xuống và không lớn hơn 50mm đối với cầu có chiều dài nhịp lớn hơn 150m.

11 Thiết kế các phần kết cấu của móng

11.1 Thiết kế bộ móng

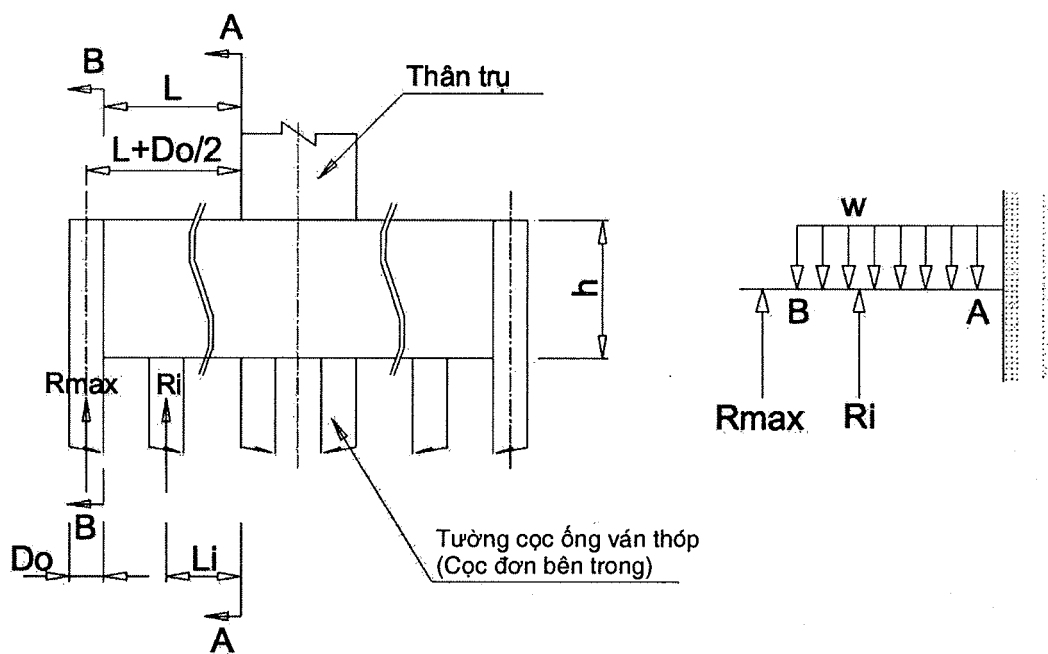
11.1.1 Khái quát thiết kế

Bộ móng của móng cọc ống thép dạng giếng được thiết kế bằng cách coi nó là dầm đỡ các cọc ống thép (xem Hình 15). Cần kiểm tra khả năng bộ móng chống chọc thủng.

Bộ móng phải được thiết kế xét đến độ cứng của bộ móng và trụ cầu và xét đến trạng thái kết hợp bộ móng và cọc ống ván thép.

Nói chung, bộ móng của móng cọc ống thép dạng giếng rất lớn và liên kết cứng với cọc ống thép, có thể coi đó là dầm mút thừa ngàm cứng với cạnh ngoài của đáy thân trụ để tính toán (không xét đến tải trọng của đất đá ở trong lòng móng).

11.1.2 Chi tiết thiết kế



Hình 15 - Thiết kế dầm mút thừa



## a) Phản lực thẳng đứng

Phản lực thẳng đứng của cọc ống thép và cọc đơn bên trong tác dụng vào bệ móng được tính toán qua ngoại lực tác dụng vào đáy bệ móng coi bệ móng là khối cứng.

$$R_j = \frac{V_o A_{01}}{n_1 A_{01} + n_2 A_{02} + n_3 A_{03}} \pm \frac{M_o A_{01}}{\sum_{i=1}^{n1} x_i^2 A_{01} + \sum_{i=1}^{n2} x_i^2 A_{02} + \sum_{i=1}^{n3} x_i^2 A_{03}} x_j \quad (23)$$

trong đó:

$R_j$  là phản lực thẳng đứng của cọc ống thép và cọc đơn bên trong đang xét thứ  $j$  tác dụng vào bệ móng (kN)

$V_o$  là tải trọng thẳng đứng theo TTGH cường độ tác dụng vào đáy bệ móng (kN) (bao gồm bệ móng, bê tông nhồi và đất đắp phía trên)

$M_o$  là mô men uốn theo TTGH cường độ tác dụng tại đáy bệ móng (kN.m)

$x_i$  là khoảng cách từ tim cọc ống thép và cọc đơn thứ  $i$  đến trục trọng tâm của mặt cắt ngang của móng hay thân trụ (m)

$x_j$  là khoảng cách từ tim cọc ống thép đang xét thứ  $j$  đến trục trọng tâm của mặt cắt ngang của móng hay thân trụ (m)

$n_1$  là số cọc ống thép của vòng ngoài (cọc)

$n_2$  là số cọc ống thép cấu tạo nên tường ngăn (cọc)

$n_3$  là số cọc ống thép đơn (cọc)

$A_{01}$  là diện tích mặt cắt thực của cọc ống thép cấu tạo nên vòng ngoài móng ( $m^2$ )

$A_{02}$  là diện tích mặt cắt thực của cọc ống thép cấu tạo nên tường ngăn ( $m^2$ )

$A_{03}$  là diện tích mặt cắt thực của cọc ống thép đơn bên trong ( $m^2$ )

Mặt cắt thiết kế của bệ móng lấy là mặt cắt A-A và B-B tại vị trí cọc ống thép xuất hiện phản lực thẳng đứng lớn nhất và nhỏ nhất, tiến hành kiểm tra mô men uốn và lực cắt trên một đơn vị chiều rộng. Khoảng cách từ mép dưới của thân trụ đến mặt xung quanh của móng như hình 15.

## b) Nội lực thiết kế

- Trường hợp không có cọc ống thép cấu tạo nên tường ngăn và cọc ống thép đơn bên trong:

$$M_A = \frac{R_{\max}(l + D/2)}{D_0} - \frac{1}{2}wl^2 \quad (24)$$

$$Q_B = \frac{R_{\max}}{D} \quad (25)$$

- Trường hợp có cọc ống thép cấu tạo nên tường ngăn và cọc ống thép đơn bên trong:

$$M_A = \frac{R_{\max}(l + D/2)}{D_0'} + \sum \frac{R_i x l_i}{a_i} - \frac{1}{2} w l^2 \quad (26)$$

$$Q_B = \frac{R_{\max}}{D_0'} \quad (27)$$

$$Q_{Bi} = \frac{R_{\max}}{D_0'} + \frac{R_i}{a_i} - w(l - h/2) \quad (28)$$

trong đó:

$M_A$  là mô men uốn sinh ra ở mặt cắt A-A (xem Hình 17, Hình 16) (kN.m/m)

$Q_B$  là lực cắt sinh ra ở mặt cắt B-B (kN/m)

$Q_{Bi}$  là lực cắt tại vị trí cách đáy thân trụ 1/2 chiều dày bệ móng (kN/m)

$R_{\max}$  là phản lực thẳng đứng lớn nhất sinh ra trong một cọc ống thép (kN/cọc)

$R_i$  là phản lực thẳng đứng của cọc ống thép cấu tạo nên tường ngăn và cọc đơn bên trong nằm trong phạm vi ảnh hưởng của dầm nút thừa thiết kế khi phản lực thẳng đứng lớn nhất sinh ra trong một cọc ống thép (kN/cọc)

$w$  là trọng lượng bản thân bệ móng hay tải trọng chất phía trên (kN/m<sup>2</sup>)

$D_0'$  là khoảng cách tim cọc ống thép cấu tạo nên vòng ngoài (m)

$D$  là đường kính cọc ống thép (m)

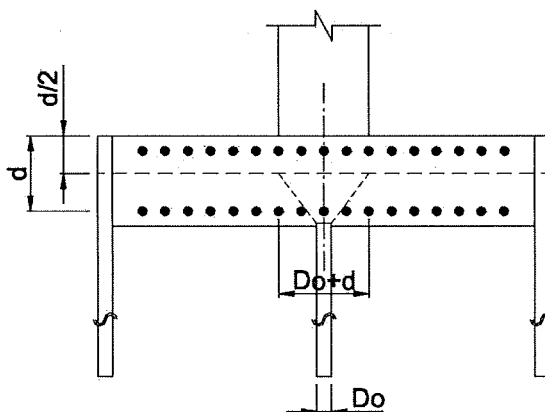
$l$  là khoảng cách từ mép ngoài của đáy thân trụ đến mặt chu vi bên trong của móng (m)

$l_i$  là khoảng cách từ mép ngoài của đáy thân trụ đến tim cọc ống thép cấu tạo nên tường ngăn hay tim cọc đơn bên trong nằm trong phạm vi ảnh hưởng (xem Hình 19) (m)

$h$  là chiều dày bệ móng (m)

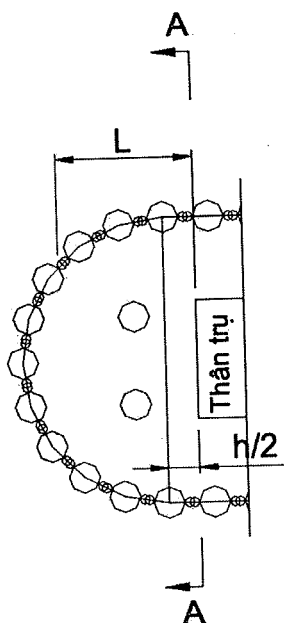
$a_i = D + d$  (m)

$d$  là chiều cao có hiệu của bệ móng (m) (xem Hình 16)



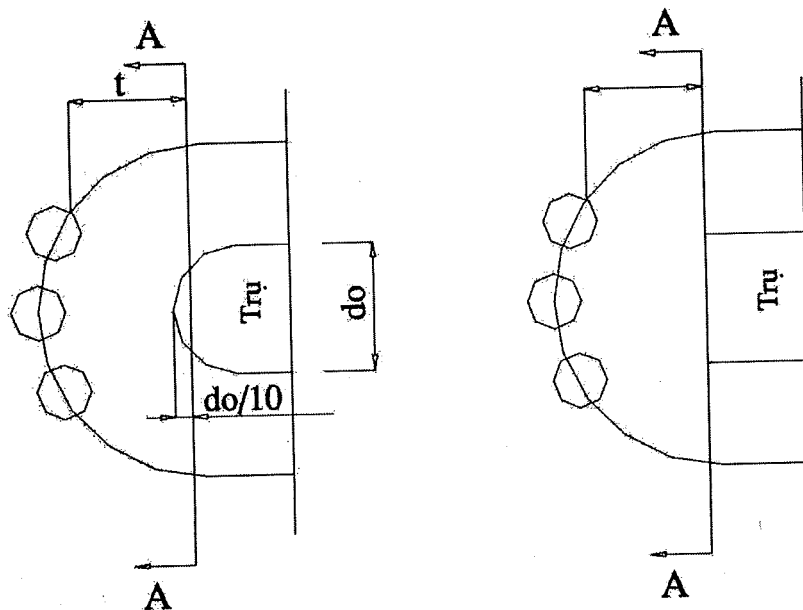
Hình 16 - Mặt cắt thiết kế

Lực cắt thiết kế sẽ lấy giá trị lớn hơn trong 2 giá trị  $Q_B$  và  $Q_{Bi}$ , không xét đến phản lực thẳng đứng của cọc ống thép làm tường ngăn và cọc đơn bên trong nằm trong khoảng cách nhỏ hơn  $1/2$  chiều dày bộ móng tính từ vị trí mặt cắt A-A



Hình 17 - Mặt cắt tính toán lực cắt

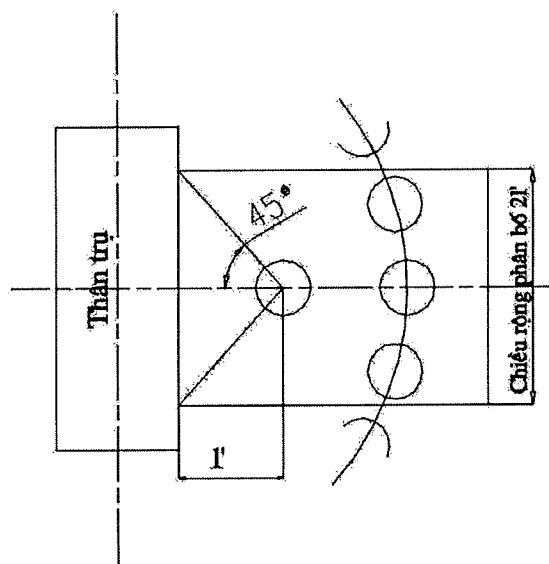
Trường hợp có cọc ống thép làm tường ngăn và cọc đơn bên trong, ảnh hưởng do phản lực thẳng đứng của các cọc đó được phân bố như hình 19 để tính toán. Tuy nhiên trong khoảng nhỏ hơn  $1/2$  chiều dày bộ móng tính từ vị trí mặt cắt A-A (xem Hình 17), khi tính lực cắt không phải xét đến phản lực thẳng đứng của cọc đơn và cọc làm tường ngăn.



a) Thân trụ là hình tròn hay ô van

b) Thân trụ là hình chữ nhật

Hình 18 - Khoảng cách từ mép ngoài thân trụ đến mặt trong móng



Hình 19 - Phạm vi ảnh hưởng của phản lực thẳng đứng

c) Kiểm toán đối với mô men uốn

Có nhiều trường hợp chiều dày bệ móng lớn hơn 1/2 nhịp thiết kế thông thường (khoảng cách từ mép của đáy thân trụ đến mép trong của móng), coi nó là dầm có kết cấu dầm và tính lượng cốt thép theo phương pháp đơn giản sau đây:

$$T = \frac{48 M}{27 bh} \quad (29)$$

$$A_s = \frac{T}{f_{yr}} \quad (30)$$

trong đó:

T là lực kéo do mô men uốn gây ra tại bệ móng (kN)

M là mô men uốn theo TTGH cường độ tác dụng tại đỉnh bệ móng (kN.m)

b là chiều rộng đơn vị của bệ móng (1m)

h là chiều dày bệ móng (m)

$A_s$  là diện tích cốt thép cần thiết chịu mô men của bệ móng ( $m^2/m$ )

$f_{yr}$  là ứng suất kéo chảy của cốt thép bệ móng ( $kN/m^2$ )

d) Kiểm toán sức kháng cắt

Khi kiểm toán đối với sức kháng cắt, lực cắt sinh ra trong kết cấu được kiểm toán theo sức kháng cắt như công thức (31) đến (34)

$$Q_{\max} \leq \varphi_s P_n \quad (31)$$

$$P_n = S_c + S_s \quad (32)$$

$$S_c = c_{dc} c_c c_{pt} \tau_c b d \tag{33}$$

$$S_s = \frac{A_w c_{ds} f_{sy} d (\sin \theta_s + \cos \theta_s)}{1,15s} \tag{34}$$

trong đó:

- $Q_{max}$  là lực cắt tác dụng tại đỉnh bộ móng (kN)
- $P_n$  là giá trị danh định của sức kháng cắt (kN)
- $S_c$  là lực cắt do bê tông chịu (kN)
- $S_s$  là lực cắt do cốt thép xiên chịu kéo chịu (kN)
- $b$  là chiều rộng đơn vị của bộ móng (1m)
- $d$  là chiều cao có hiệu của bộ móng (m)
- $\tau_c$  là giá trị danh định của sức kháng cắt do bê tông chịu (kN)
- $f_{sy}$  là ứng suất kéo chảy của cốt thép xiên (kN/m<sup>2</sup>)
- $s$  là khoảng cách theo phương dọc trục kết cấu của cốt thép xiên (m)
- $A_w$  là diện tích cốt thép xiên của bộ móng (m<sup>2</sup>)
- $\theta_s$  là góc hợp bởi cốt thép xiên và trục dọc của kết cấu (rad)
- $c_{dc}$  là hệ số tỷ lệ của lực cắt do bê tông chịu phụ thuộc vào tỷ số nhíp cắt (Với  $a \leq 2,5d$ ) (xem Bảng 8)
- $\phi_s$  là hệ số kháng đối với sức kháng cắt của móng (xem Bảng 4)

**Bảng 8 - Hệ số tỷ lệ của lực cắt do bê tông chịu  $c_{dc}$**

a/d	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
$c_{dc}$	6,4	4,0	2,5	1,6	1,0

- $c_{ds}$  là hệ số chiết giảm lực cắt do cốt thép xiên chịu phụ thuộc tỷ số nhíp cắt
- $c_{ds} = 1 / 2,5 (a/d)$  (Với  $a \leq 2,5d$ )
- $c_e$  là hệ số bổ sung liên quan đến chiều cao có hiệu của mặt cắt kết cấu (xem Bảng 9)

**Bảng 9 - Hệ số bổ sung  $c_e$**

Chiều cao có hiệu (m)	<1	3	5	>10
$c_e$	1,0	0,7	0,6	0,5

- $c_{pt}$  là hệ số bổ sung liên quan đến tỷ lệ cốt thép chủ chịu kéo  $p_t$  (xem Bảng 10)

**Bảng 10 - Hệ số bổ sung  $c_{pt}$** 

Tỷ lệ cốt thép chủ chịu kéo $p_t$	0,2	0,3	0,5	>1,0
$c_{pt}$	0,9	1,0	1,2	1,5

**e) Chiều dày bệ móng**

Chiều dày bệ móng được quyết định tùy thuộc vào mô men uốn và lực cắt, ngoài ra còn phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Bệ móng phải có độ cứng nhất định để đảm bảo trong thiết kế móng cọc ống thép dạng giếng, giả thiết bệ móng là cứng và liên kết giữa bệ móng và trụ hay liên kết giữa bệ móng và cọc là liên kết cứng. Do đó chiều dày bệ móng phải thỏa mãn công thức (35) sau:

$$h \geq 1,943 \sqrt{\frac{k_p \lambda^4}{E_c}} \quad (35)$$

trong đó:

$h$  là chiều dày của bệ móng (m)

$k_p$  là hệ số phản lực nền tính đối (kN/m<sup>3</sup>)

$$k_p = K_v \frac{n_1 + n_2 + n_3}{A} \quad (36)$$

$K_v$  là hệ số phản lực nền theo phương dọc trục của một cọc ống thép (kN/m)

$n_1$  là số cọc ống thép của vòng ngoài (cọc)

$n_2$  là số cọc ống thép cấu tạo nên tường ngăn (cọc)

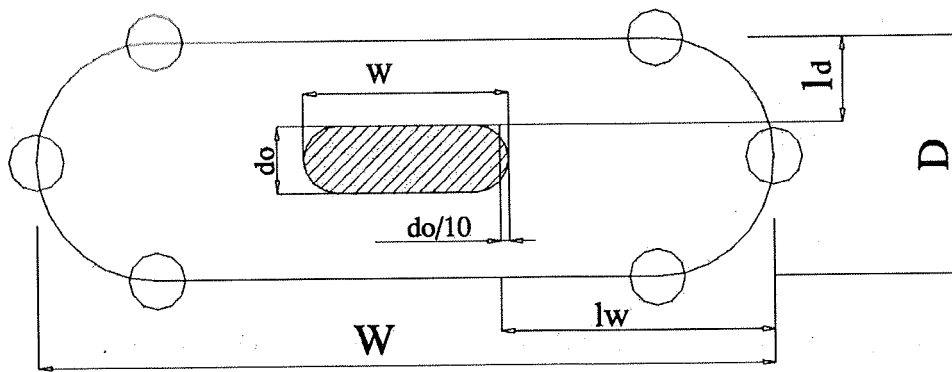
$n_3$  là số cọc ống thép đơn (cọc)

$A$  là diện tích mặt bao xung quanh đường bao trọng tâm cọc ống thép trên diện tích của bệ móng (m<sup>2</sup>)

$E_c$  là mô đun đàn hồi của bê tông bệ móng (kN/m<sup>2</sup>)

$\lambda$  là chiều dài hẫng của bệ móng (xem Hình 20) (m)

$$\lambda = \max(l_w, l_d)$$



**Hình 20 - Chiều dài hẫng của bệ móng**

- Trường hợp trụ của cầu thép, phải tiến hành tính toán lực cắt khi đóng xuống và lực cắt khi kéo nhỏ của khung neo đặt trong bệ móng để quyết định chiều dày của bệ móng.

- Trường hợp móng kiềng làm vòng vây tạm, phải xét đến kích thước kết cấu của phần liên kết với bệ móng để quyết định chiều dày của bệ móng.

f) Trong các trường hợp như trụ cầu hình chữ nhật đặt trên móng hình tròn, móng có đường kính lớn hay hình dạng móng rất phẳng, nếu tiến hành thiết kế dầm hẫng thì thiết kế sẽ trở nên quá lớn. Trong các trường hợp như vậy, nên sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để phân tích coi bệ móng là gối đỡ đàn hồi của các cọc ống thép.

g) Bố trí cốt thép bệ móng, sau khi tính khối lượng cốt thép bố trí trên toàn diện tích bệ móng, nên tiến hành bố trí cốt thép theo hình lưới. Ngoài ra khi không có ứng suất kéo ở trên mặt bệ móng thì cũng bố trí cốt thép bằng 1/3 cốt thép chủ mặt dưới.

Trường hợp móng có dạng hình tròn, tiến hành bố trí cốt thép xuyên tâm, tuy nhiên chú ý vì cốt thép tập trung ở gần trọng tâm nên khối lượng cốt thép nhiều sẽ khó khăn cho việc bố trí.

## **11.2 Thiết kế liên kết giữa bệ móng và cọc ống thép**

### **11.2.1 Khái quát thiết kế**

Phần liên kết giữa cọc ống thép và bệ móng phải có cấu tạo sao cho truyền tải trọng tác dụng vào bệ móng một cách êm thuận và truyền tải trọng xuống cọc ống thép một cách an toàn.

### **11.2.2 Chi tiết thiết kế**

a) Trường hợp là cọc vĩnh cửu hay trường hợp có tường ngăn hay cọc đơn bên trong của loại kiềng làm vòng vây tạm.

Liên kết giữa đầu cọc ống thép với bệ cọc được thiết kế theo phương pháp liên kết của cọc ống thép với đài cọc của móng cọc ống thép thông thường. Có thể tham khảo chọn một trong 2 phương pháp liên kết kiểu A hay kiểu B (xem Hình 21).

Mô men uốn thiết kế dùng để thiết kế liên kết cho cọc đơn bên trong được tính theo công thức (37) sau đây:

$$M = \max(M_U, M_L) \quad (37)$$

$$M_U = \frac{2E_s I}{l} \left( \frac{3\delta}{l} - 2\theta \right) \quad (38)$$

$$M_L = \frac{2E_s I}{l} \left( 2\theta - \frac{3\delta}{l} \right) \quad (39)$$

Lực nằm ngang của cọc đơn bên trong dùng để kiểm toán ứng suất nén nằm ngang đối với bê tông bệ móng được tính theo công thức (40) sau đây:

$$H = \frac{6E_s I}{l_1^2} \left( \frac{2\delta_f}{l_1} - \theta \right) \quad (40)$$

trong đó:

$M_U$  là mô men uốn thiết kế tác dụng vào đầu cọc (kN.m/cọc)

$M_L$  là mô men uốn thiết kế tác dụng vào mũi cọc (kN.m/cọc)

$l$  là chiều dài từ đáy bệ móng đến đỉnh lớp đất chịu lực (m)

$H$  là lực nằm ngang thiết kế tác dụng vào đầu cọc (kN/cọc)

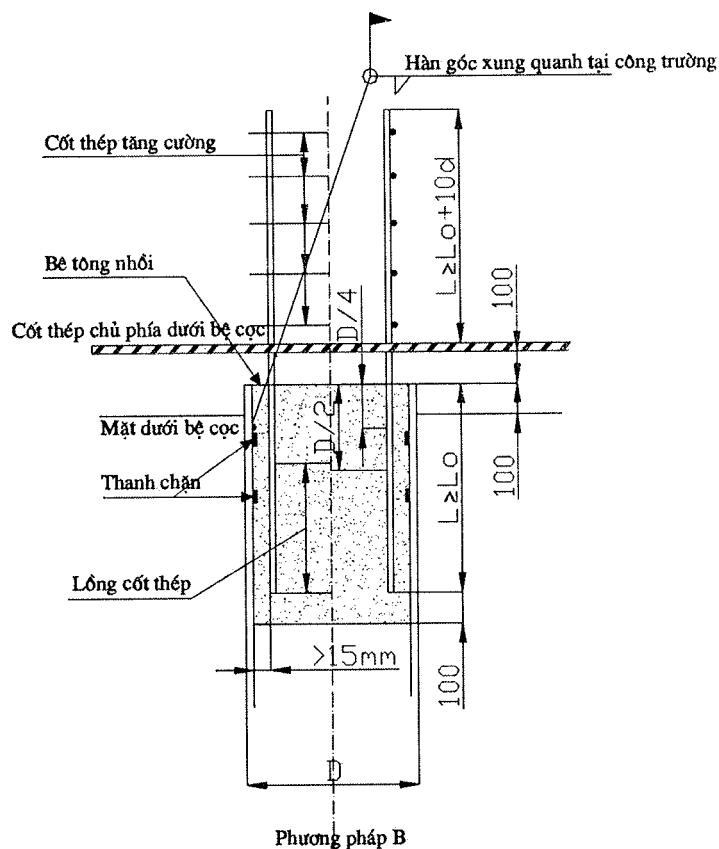
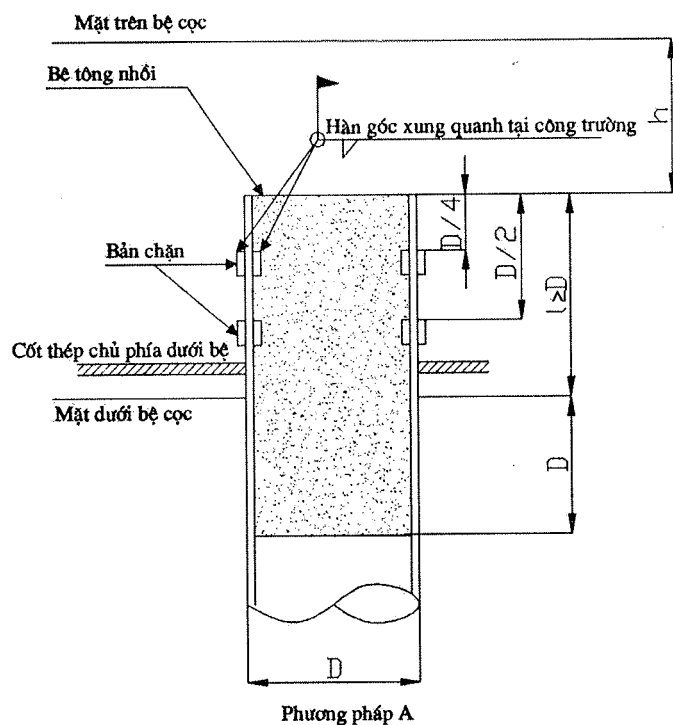
$l_1$  là chiều dài từ đáy bệ móng đến đỉnh lớp đất chịu lực (m)

$\delta_f$  là chuyển vị nằm ngang tại đáy bệ móng (m)

$\theta$  là góc quay của đáy móng tại đáy bệ móng (rad)

$E_s I$  là độ cứng chịu uốn của cọc đơn (kN.m<sup>2</sup>)





Ghi chú:

Phương pháp A: phương pháp liên kết đầu cọc độc lập với bệ móng bằng cọc ống thép.

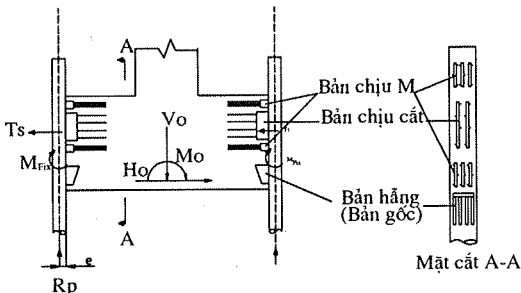
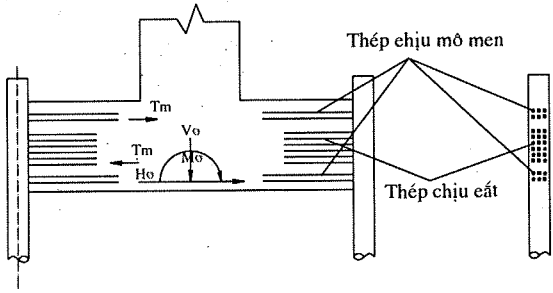
Phương pháp B: phương pháp liên kết đầu cọc độc lập với bệ móng thông qua thanh thép.

**Hình 21 - Chi tiết đầu cọc**

b) Trường hợp kiêm nhiệm làm vòng vây tạm

Có thể dùng các phương pháp chỉ ra trong Bảng 11 sau đây:

**Bảng 11 - Thiết kế phần liên kết giữa bộ móng và cọc ống thép**

	<b>Phương pháp dùng bản thép và bản hẫng (xem hình 22)</b>	<b>Phương pháp dùng thanh cốt thép (xem Hình 23)</b>
<b>Hình dạng kết cấu</b>	 <p><b>Hình 22 - Phương pháp liên kết bằng bản thép</b></p> <p>Mô men do phản lực lệch tâm:</p> $M_e = R_{\max} \cdot e \quad (41)$ <p>Mô men kháng oằn của cọc:</p> $M_{\text{lix}} = f_y \cdot S \quad (42)$ <p><math>R_{\max}</math> là phản lực thẳng đứng lớn nhất của một cọc ống thép (kN)</p> <p><math>e</math> là độ lệch tâm (bán kính cọc ống thép) (m)</p> <p><math>f_y</math> là ứng suất kéo chảy của cọc ống thép (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>S</math> là mô men kháng uốn của cọc ống thép (m<sup>3</sup>)</p>	 <p><b>Hình 23 - Phương pháp liên kết bằng thanh thép</b></p> <p>Mô men do phản lực lệch tâm:</p> $M_e = R_{\max} \cdot e \quad (43)$ <p>Mô men kháng của cọc:</p> $M_{\text{lix}} = f_y \cdot S \quad (44)$ <p><math>R_{\max}</math> là phản lực thẳng đứng lớn nhất của một cọc ống thép (kN)</p> <p><math>e</math> là độ lệch tâm (bán kính cọc ống thép) (m)</p> <p><math>f_y</math> là ứng suất kéo chảy của cọc ống thép (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>S</math> là mô men kháng uốn của cọc ống thép (m<sup>3</sup>)</p>
<b>Phân tích</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tính đổi mô men thiết kế sang ngẫu lực. Từ lực kéo tác dụng vào bản thép chịu mô men tính ra diện tích cốt thép chịu mô men.</li> <li>2. Phản lực thẳng đứng tác dụng vào bộ móng được truyền xuống cọc ống thép nhờ bản thép chịu cắt và bản hẫng, tuy nhiên trong thiết kế không phân bố tải trọng cho bản thép chịu cắt và bản hẫng mà truyền nguyên lực thẳng đứng vào từng bản.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cốt thép chịu uốn tính tương tự như cột bên trái</li> <li>2. Phản lực thẳng đứng tác dụng vào bộ móng được truyền xuống cọc ống thép nhờ cốt thép chịu cắt. Cốt thép chịu cắt được tính sao cho có sức kháng cắt cần thiết được bố trí rải rác trên toàn hệ.</li> <li>3. Cốt thép có chiều dài sao cho có thể gắn vào vị trí cần thiết trong bộ móng</li> <li>4. Khoảng cách giữa các đỉnh cốt thép gờ lấy ít nhất là 100mm</li> <li>5. Chiều dài tối thiểu của cốt thép chịu mô men lấy là 1m</li> </ol>

### 11.3 Thiết kế tai nổi

Tai nổi phải được thiết kế theo kích thước quy định trong điều 6.3.

Vật liệu làm ống tai nổi có cường độ như quy định trong điều 5.1. Vữa nhồi trong ống tai nổi phải có cường độ và độ chảy như quy định trong điều 5.1.

## 12 Thiết kế vòng vây thi công tạm

Vòng vây thi công tạm của “móng cọc ống thép dạng giếng” kiểu kiêm nhiệm làm vòng vây tạm phải được thiết kế sao cho đảm bảo an toàn đối với các tải trọng tác dụng khi thi công.

Khi thiết kế móng cọc ống thép dạng giếng kiểu kiêm nhiệm làm vòng vây tạm phải xét đến nội lực xuất hiện khi làm nhiệm vụ vòng vây tạm.

Ứng suất hay nội lực của cọc ống thép xuất hiện kể từ khi đổ bê tông bịt đáy sẽ được coi là ứng suất dư hay nội lực dư. Ứng suất dư hay nội lực dư này sẽ được xét đến trong thiết kế móng quy định trong điều 8.2.

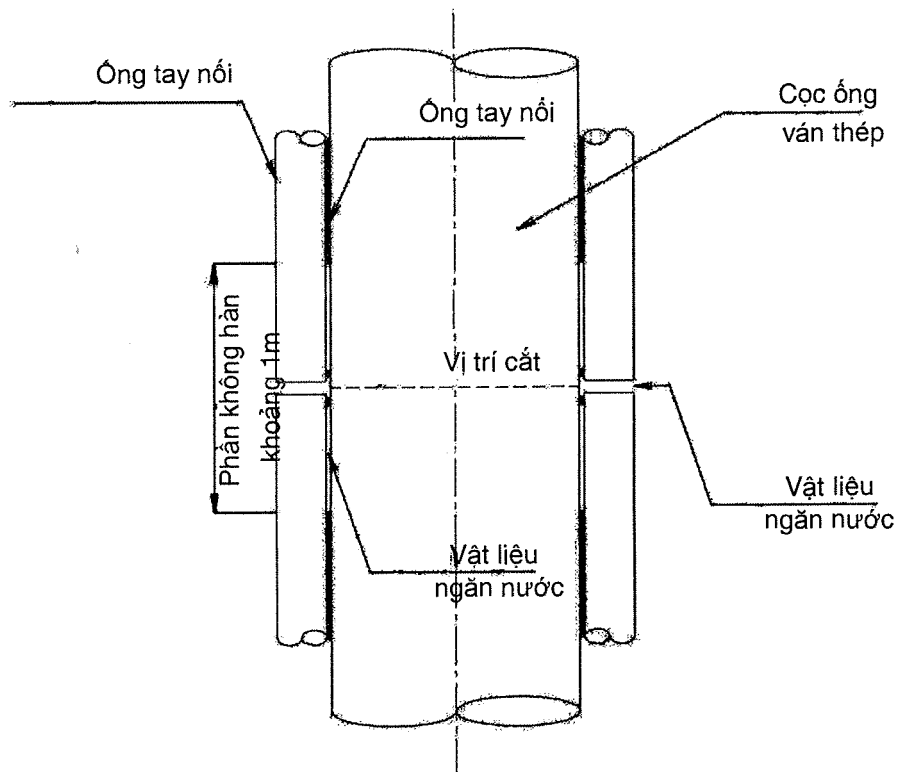
Ứng suất hay nội lực xuất hiện ở cọc ống thép khi tháo nước trong vòng vây tạm chịu ảnh hưởng của trình tự thi công. Do đó cần phải điều tra kỹ trình tự thi công và tiến hành thiết kế theo trình tự đó. Thiết kế vòng vây tạm của móng cọc ống thép dạng giếng nếu xét đến chiều sâu nước sẽ tương đương với tường chắn đất kích thước lớn, do đó nên tiến hành phân tích đàn dẻo. Do ứng suất dư hay nội lực dư ảnh hưởng đến thiết kế móng cọc ống thép dạng giếng nên phải thiết lập áp lực đất và áp lực nước thích hợp và nên sử dụng mô hình phân tích thích hợp.

## 13 Thiết kế cấu tạo các bộ phận kết cấu móng

### 13.1 Cấu tạo tai nổi tại phần cắt đi của cọc ống thép

**13.1.1** Cọc ống thép dùng làm vòng vây tạm sau khi thi công xong thân trụ sẽ được tháo bỏ. Phần tháo bỏ sẽ được cắt đi tại vị trí trên bề mặt móng bằng máy cắt trong môi trường nước hay dùng thợ lặn và nhả cọc lên. Khi đó do tai nổi có vữa ngăn nước nhồi bên trong và do năng lực của máy cắt trong nước hữu hạn nên rất khó có thể cắt được cả cọc ống thép và tai nổi cùng một lúc. Vì vậy nói chung người ta thường gia công cắt tai nổi trước tại vị trí dự định sẽ cắt trong nước sau này (xem Hình 24)

**13.1.2** Thi công móng cọc ống thép dạng giếng kiểu kiêm làm vòng vây cần phải có tính ngăn nước cao, do đó phải nhồi chất ngăn nước vào phần bị cắt đi của tai nổi. Chất ngăn nước này phải có tính dính bám tốt để khi có lực xung kích đóng cọc cũng không bị bong ra, phát huy tốt tính ngăn nước.

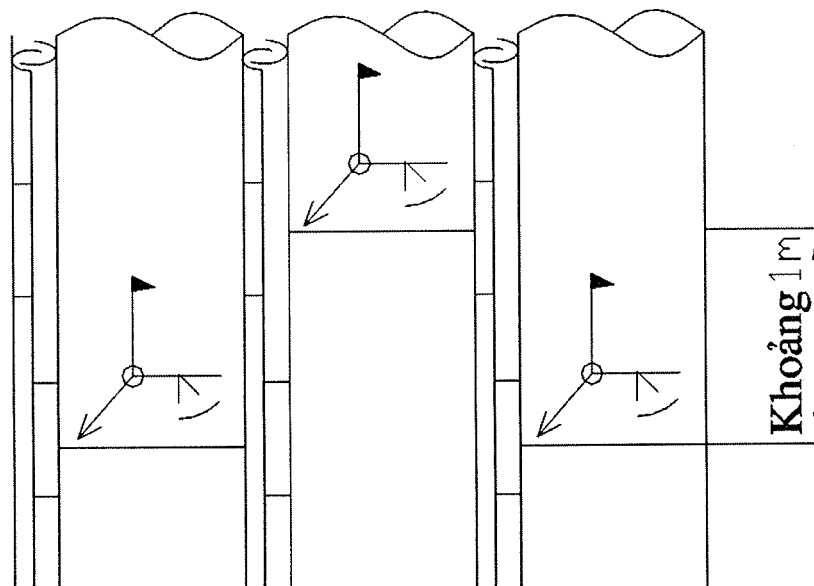


Hình 24 - Cấu tạo tại nối tại phần cắt trong nước của móng cọc ống thép

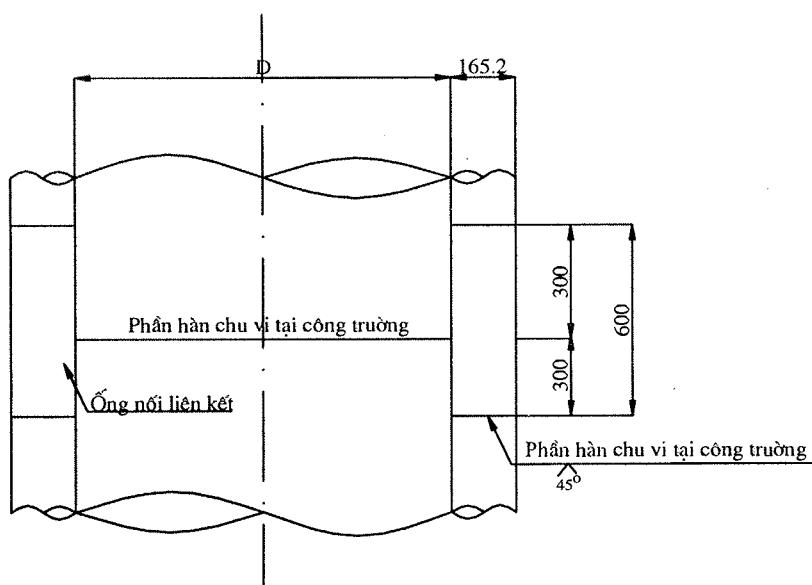
## 13.2 Hàn nối cọc

**13.2.1** Các mối hàn tại công trường của cọc ống thép là mối hàn của thân cọc ống thép và của tai nối (xem Hình 26, Hình 27, Bảng 12).

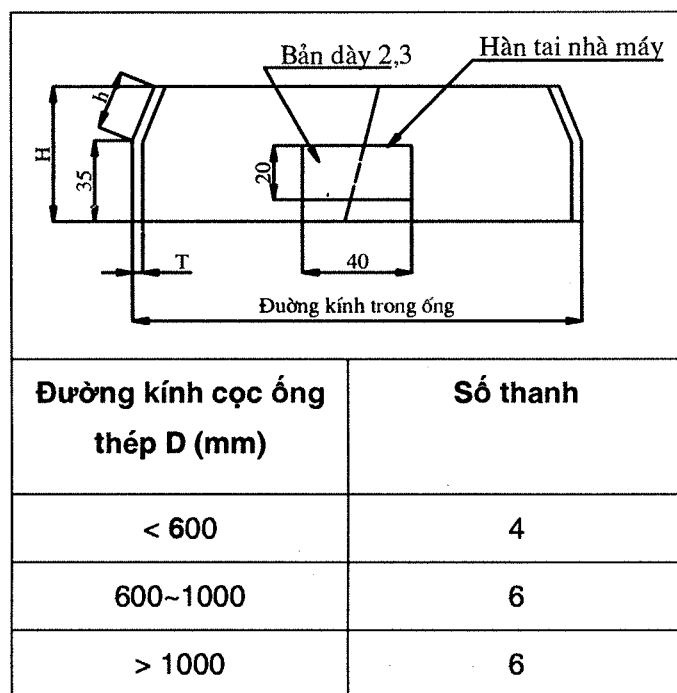
Vị trí hàn chu vi ngoài công trường của các cọc ống thép không nên lấy giống nhau mà nên lấy lệch nhau khoảng 1m (xem Hình 25). Ngoài ra đối với kiểu kiểm làm vòng vây phần hàn chu vi ngoài công trường bố trí sao cho không nằm tại vị trí liên kết với bộ móng.



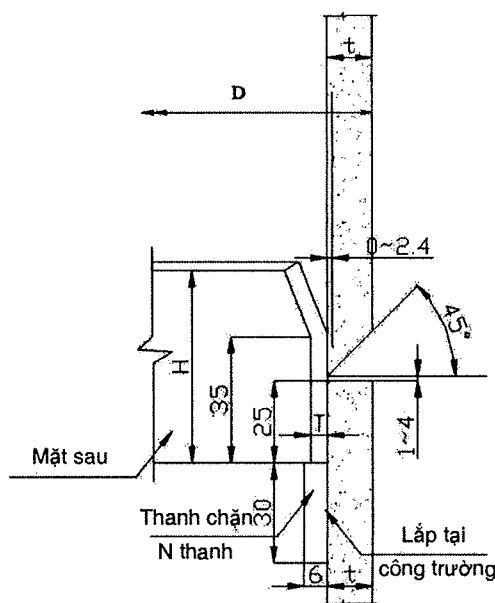
Hình 25 - Vị trí hàn chu vi tại công trường



Hình 26 - Cấu tạo ống tại nối liên kết



Hình 27 - Cấu tạo tiêu chuẩn của mối hàn chu vi tại công trường



Bảng 12 - Chiều dày và chiều cao của vòng đai phía trong

Đường kính cọc ống thép (mm)	T (mm)	H (mm)	h (mm)
<1000	4,5	50	15 t/h H = 50
>1000	6,0	70 hoặc 50	35 t/h H = 70

Ghi chú: H lấy bằng 50mm khi sử dụng phương pháp đào bên trong và lấy lớn hơn 70mm khi đường kính ngoài của cọc ống thép lớn hơn 1000mm.

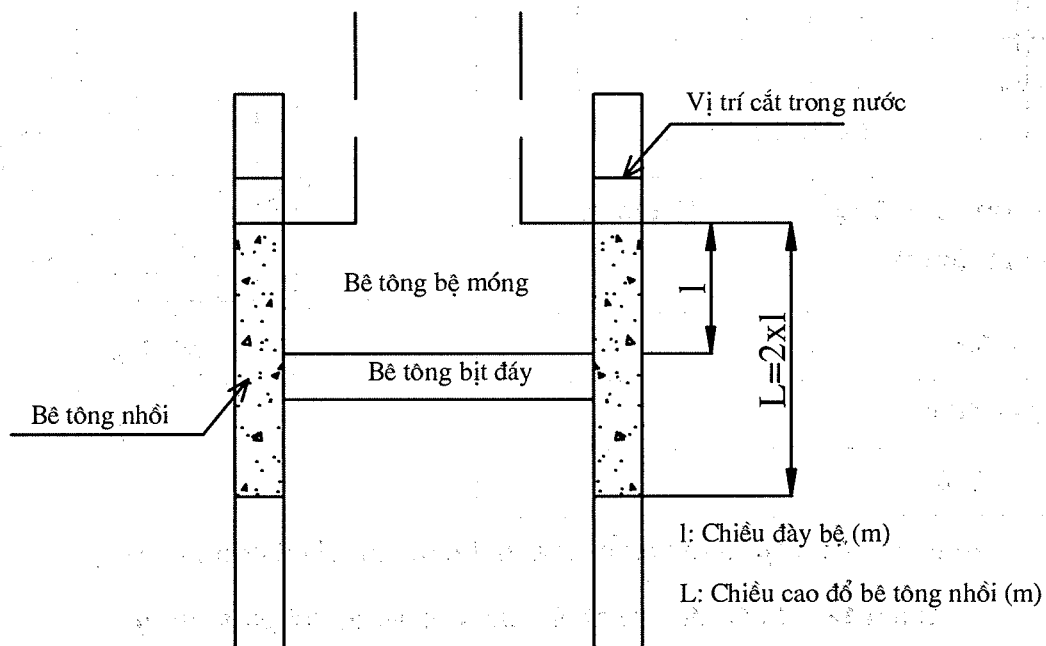
**13.2.2** Để đảm bảo độ cứng của toàn hệ cọc ống thép, nên hàn ống tại nối của cọc ống thép trên toàn bộ chiều dài của cọc ống thép, nhưng khi đó sức kháng khi đóng xuống nền đất chịu lực tại mũi cọc ống thép tăng lên, gây ra việc khó đóng cọc và làm hỏng tai nối. Do đó để tránh hiện tượng này phạm vi hàn tại nối chỉ đến cao độ gần nền chịu lực.

### 13.3 Bê tông nhồi bên trong cọc ống thép

**13.3.1** Mô men, lực cắt hay lực nằm ngang sẽ tác dụng từ bệ móng xuống phần liên kết với bệ móng cọc ống thép dạng giếng của kiểu kiêm nhiệm làm vòng vây tạm. Hơn nữa trong thi công bệ móng, khi hàn bản thép vào mặt bên của cọc ống thép để xảy ra biến dạng cục bộ do ảnh hưởng của nhiệt độ hàn. Do đó bê tông được nhồi vào bên trong để chống biến dạng bên trong cọc ống thép vùng gần bệ móng. Ngoài ra tại phần liên kết với bệ móng đối với kiểu dùng cốt thép cắm vào thì bê tông nhồi sẽ được gắn kết với các cốt thép đó.

Phạm vi nhồi bê tông lấy từ đỉnh bệ móng xuống dưới là 2 lần chiều dày bệ móng (xem Hình 28).

**13.3.2** Đối với trường hợp móng cọc ống thép dạng giếng dạng hình tròn, khi kiểm toán vòng vây tạm, tiến hành phân tích xét đến ảnh hưởng của phần lượn tròn, phân biệt công thức kiểm toán của lực sinh ra do tác dụng của lượn tròn đối với vùng có bê tông nhồi và không có bê tông nhồi.



**Hình 28 - Chiều cao bê tông nhồi bên trong cọc ống thép**

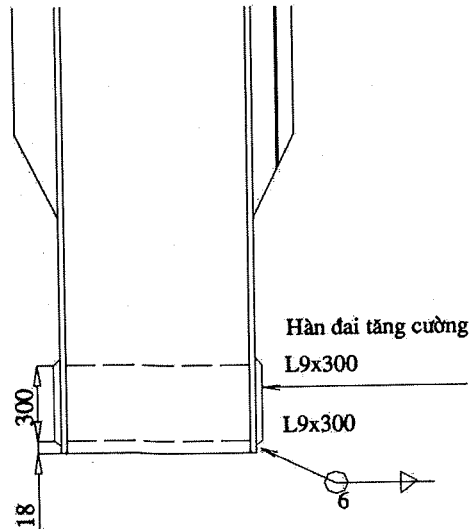
### 13.4 Các phương pháp tăng cường cho cọc ống thép

Móng cọc ống thép dạng giếng được khép kín thành hình giếng, do đó phải chống biến dạng khi chế tạo và khi đóng cọc ống thép. Sau khi xét các yếu tố như tỷ lệ chiều dày trên đường kính cọc ống thép ( $t/D$ ), kích thước búa, điều kiện đất nền, nếu thấy cọc có khả năng bị biến dạng thì phải có các biện pháp tăng cường cho mũi cọc hay đầu cọc bằng các đai tăng cường.

Đai tăng cường có 2 loại được hàn tại các vị trí khác nhau tùy thuộc vào từng mục đích.

### 13.4.1 Hàn bên ngoài mũi cọc để tăng cường cho mũi cọc

Do cọc ống thép được hàn 2 tai nối nên tại mũi cọc có sức kháng lớn, hơn nữa nếu nền chịu lực là nền rất cứng thì sức kháng khi đóng xuống càng tăng lên, làm cho số lần đóng búa có xu hướng tăng lên. Ngoài ra nếu mũi cọc đóng xuống nền đất chịu lực càng sâu thì mũi cọc càng dễ bị hỏng. Do vậy cần phải hàn đai tăng cường xung quanh mũi cọc thay cho việc tăng tỷ lệ  $t/D$  (xem Hình 29).

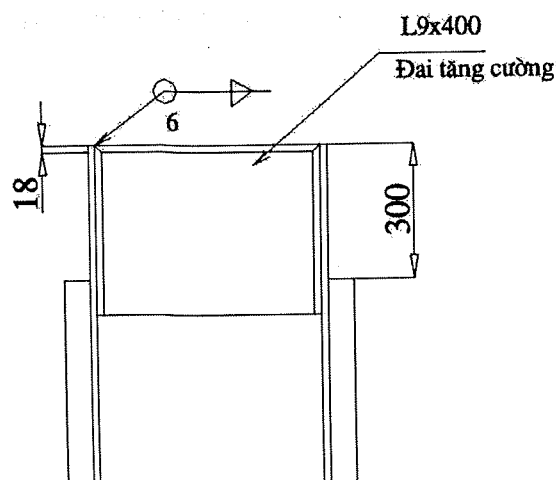


Hình 29 - Hàn đai tăng cường tại mũi cọc

### 13.4.2 Hàn bên trong đầu cọc để chống uốn dọc

Cọc ống thép khi đóng xuống chịu lực đóng xung kích rất lớn ở đầu cọc, tại phần bắt đầu hàn tai nối, mặt cắt bị thay đổi nên dễ xảy ra hiện tượng uốn dọc. Do đó để điều hòa sự tập trung ứng suất tại phần bắt đầu hàn tai nối ở đầu cọc, chống hiện tượng uốn dọc cần phải hàn đai tăng cường bên trong cọc ống thép tại đầu cọc (xem Hình 30).

Nhiều kết quả nghiên cứu cho thấy đai tăng cường không có tác dụng đối với uốn dọc do lực dọc trục nhưng có tác dụng lớn đối với lực xung kích khi đóng cọc. Do vậy nếu dùng phương pháp đóng xung kích cho cọc có đường kính nhỏ hơn 1000mm thì nên đảm bảo tỷ lệ  $t/D$  lớn hơn 1,4%.



Hình 30 - Hàn đai tăng cường tại đầu cọc ống thép

14 Thiết kế kháng chấn móng

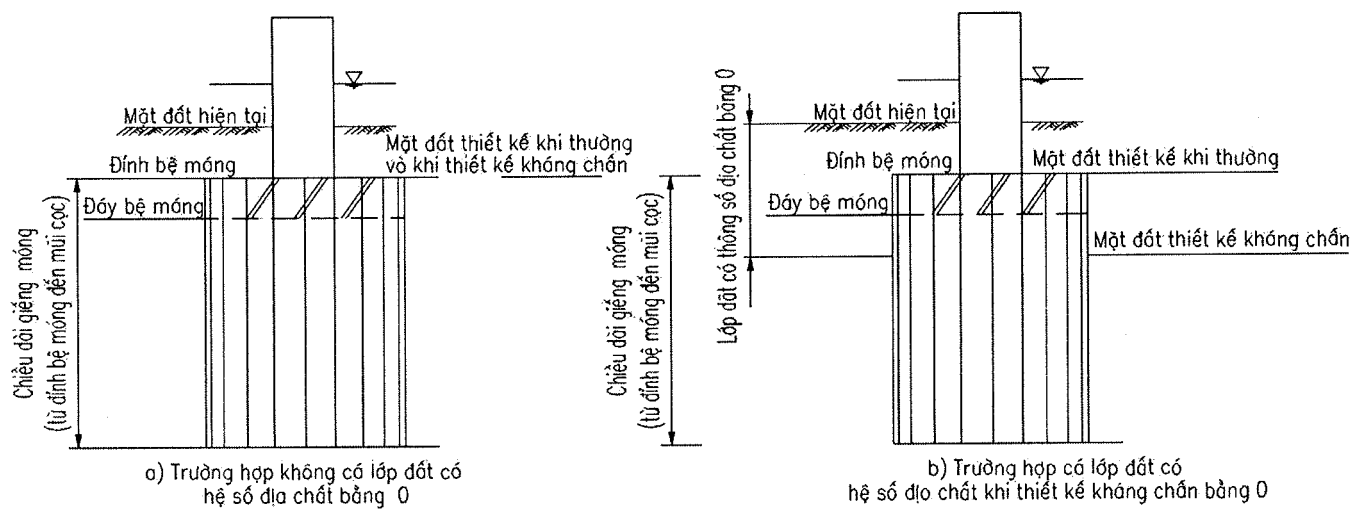
14.1 Phải thực hiện các yêu cầu phân tích tối thiểu về các hiệu ứng động đất theo quy định trong Tiêu chuẩn thiết kế cầu hiện hành 22TCN 272-05.

Đối với các cầu nằm trong vùng động đất I không cần thiết phải phân tích về tải trọng động đất bất kể tầm quan trọng và hình dạng của nó. Tuy nhiên phải tuân theo các yêu cầu tối thiểu theo quy định trong Tiêu chuẩn thiết kế cầu hiện hành 22TCN 272-05.

14.2 Khi thiết kế về động đất, phải xét đến sự chuyển động tổng thể và sự hóa lỏng của đất.

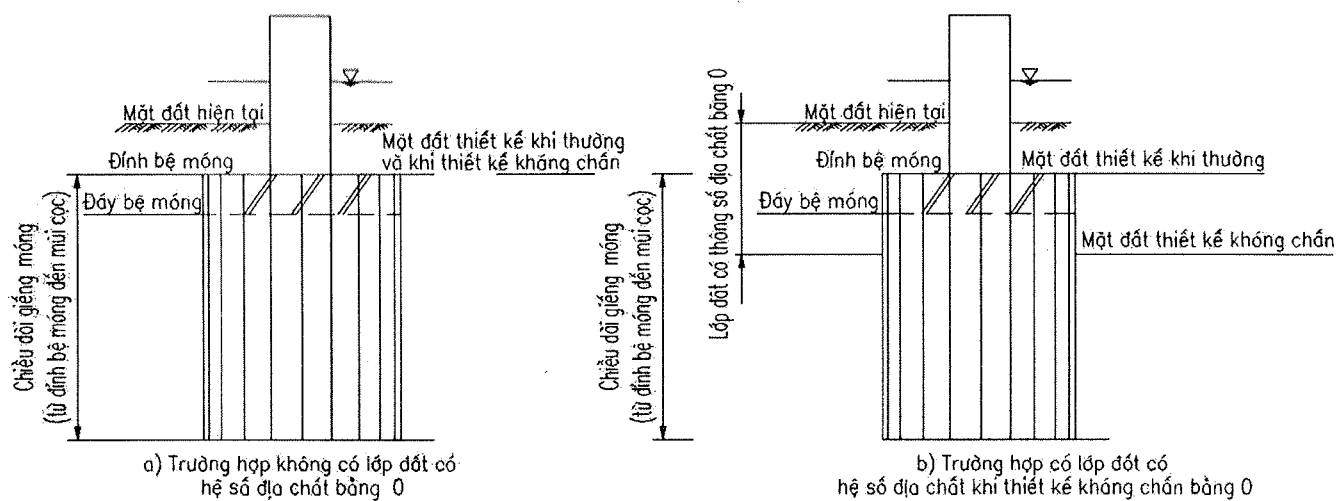
Ở những khu vực có lớp đất không ổn định, cụ thể lớp đất rất yếu trong thiết kế kháng chấn hoặc lớp đất cát ảnh hưởng đến cầu do hóa lỏng hay lan tỏa ngang, các chỉ tiêu đặc trưng của nó (mô đun cắt và cường độ) rất nhỏ và được giả thiết là bằng 0. Trong thiết kế kháng chấn, lớp đất có chỉ tiêu đặc trưng bằng không, phản lực nền địa chấn không thể tới được, khi đó mặt đất thiết kế kháng chấn không thể tính từ mặt đất tự nhiên được mà sẽ được tính từ mặt đất nằm dưới mặt đất có chỉ tiêu đặc trưng bằng không.

14.3 Cách xác định cao độ mặt đất thiết kế kháng chấn được quy định như hình 31 và hình 32



Hình 31 - Cách xác định cao độ mặt đất thiết kế kháng chấn nói chung





Ghi chú: H1: Lớp đất có hệ số địa chất bằng 0

H2: Lớp đất có hệ số địa chất xác định

**Hình 32 - Cách xác định cao độ mặt đất thiết kế kháng chấn khi lớp đất có hệ số địa chất bằng 0 ở trạng thái xen kẽ giữa các lớp**

**Phụ lục A**  
(Tham khảo)  
**Các loại cọc ống thép**

**Bảng A.1 - Đặc tính của cọc ống thép**

Đường kính (mm)	Bề dày (mm)	Khối lượng đơn vị (kg/m)	Ăn mòn cho phép (mm)			Ăn mòn cho phép (mm)		
			Mặt Cắt (cm <sup>2</sup> )	Mô men quán tính (cm <sup>4</sup> )	Môđun mặt cắt (cm <sup>3</sup> )	Mặt cắt diện tích (cm <sup>2</sup> )	Mô men quán tính (cm <sup>4</sup> )	Môđun mặt cắt (cm <sup>3</sup> )
400	6	58.3	74.3	$144 \times 10^2$	$721 \times 10^0$	61.7	$119 \times 10^2$	$599 \times 10^0$
400	7	67.8	86.4	$167 \times 10^2$	$835 \times 10^0$	73.9	$142 \times 10^2$	$713 \times 10^0$
400	8	77.3	98.5	$189 \times 10^2$	$947 \times 10^0$	86	$164 \times 10^2$	$826 \times 10^0$
400	9	86.8	110.6	$211 \times 10^2$	$106 \times 10^1$	98	$186 \times 10^2$	$937 \times 10^0$
400	10	96.2	122.5	$233 \times 10^2$	$117 \times 10^1$	110	$208 \times 10^2$	$105 \times 10^1$
400	11	106	134.4	$254 \times 10^2$	$127 \times 10^1$	121.9	$230 \times 10^2$	$115 \times 10^1$
400	12	115	146.3	$276 \times 10^2$	$138 \times 10^1$	133.7	$251 \times 10^2$	$126 \times 10^1$
400	13	124	158.1	$296 \times 10^2$	$148 \times 10^1$	145.5	$271 \times 10^2$	$136 \times 10^1$
400	14	133	169.8	$317 \times 10^2$	$158 \times 10^1$	157.2	$292 \times 10^2$	$147 \times 10^1$
400	15	142	181.4	$337 \times 10^2$	$168 \times 10^1$	168.9	$312 \times 10^2$	$157 \times 10^1$
400	16	152	193	$356 \times 10^2$	$178 \times 10^1$	180.5	$331 \times 10^2$	$167 \times 10^1$
400	17	161	204.5	$376 \times 10^2$	$188 \times 10^1$	192	$351 \times 10^2$	$176 \times 10^1$
500	6	73.1	93.1	$284 \times 10^2$	$114 \times 10^1$	77.4	$235 \times 10^2$	$945 \times 10^0$
500	7	85.1	108.4	$329 \times 10^2$	$132 \times 10^1$	92.7	$281 \times 10^2$	$113 \times 10^1$
500	8	97.1	123.7	$374 \times 10^2$	$150 \times 10^1$	108	$325 \times 10^2$	$131 \times 10^1$
500	9	109	138.8	$418 \times 10^2$	$167 \times 10^1$	123.2	$370 \times 10^2$	$148 \times 10^1$
500	10	121	153.9	$462 \times 10^2$	$185 \times 10^1$	138.3	$413 \times 10^2$	$166 \times 10^1$
500	11	133	169	$505 \times 10^2$	$202 \times 10^1$	153.3	$457 \times 10^2$	$183 \times 10^1$
500	12	144	184	$548 \times 10^2$	$219 \times 10^1$	168.3	$499 \times 10^2$	$200 \times 10^1$
500	13	156	198.9	$590 \times 10^2$	$236 \times 10^1$	183.2	$541 \times 10^2$	$217 \times 10^1$
500	14	168	213.8	$632 \times 10^2$	$253 \times 10^1$	198.1	$583 \times 10^2$	$234 \times 10^1$
500	15	179	228.6	$673 \times 10^2$	$269 \times 10^1$	212.9	$624 \times 10^2$	$251 \times 10^1$
500	16	191	243.3	$713 \times 10^2$	$285 \times 10^1$	227.6	$664 \times 10^2$	$267 \times 10^1$
500	17	203	258	$753 \times 10^2$	$301 \times 10^1$	242.3	$704 \times 10^2$	$283 \times 10^1$
500	18	214	272.6	$793 \times 10^2$	$317 \times 10^1$	256.9	$744 \times 10^2$	$299 \times 10^1$

500	19	225	287.1	832 × 10 <sup>2</sup>	333 × 10 <sup>1</sup>	271.4	783 × 10 <sup>2</sup>	314 × 10 <sup>1</sup>
600	6	87.9	112	494 × 10 <sup>2</sup>	165 × 10 <sup>1</sup>	93.1	409 × 10 <sup>2</sup>	137 × 10 <sup>1</sup>
600	7	102	130.4	573 × 10 <sup>2</sup>	191 × 10 <sup>1</sup>	111.6	489 × 10 <sup>2</sup>	164 × 10 <sup>1</sup>
600	8	117	148.8	652 × 10 <sup>2</sup>	217 × 10 <sup>1</sup>	130	568 × 10 <sup>2</sup>	190 × 10 <sup>1</sup>
600	9	131	167.1	730 × 10 <sup>2</sup>	243 × 10 <sup>1</sup>	148.3	645 × 10 <sup>2</sup>	216 × 10 <sup>1</sup>
600	10	145	185.4	807 × 10 <sup>2</sup>	269 × 10 <sup>1</sup>	166.5	722 × 10 <sup>2</sup>	242 × 10 <sup>1</sup>
600	11	160	203.5	883 × 10 <sup>2</sup>	294 × 10 <sup>1</sup>	184.7	799 × 10 <sup>2</sup>	267 × 10 <sup>1</sup>
600	12	174	221.7	958 × 10 <sup>2</sup>	319 × 10 <sup>1</sup>	202.9	874 × 10 <sup>2</sup>	292 × 10 <sup>1</sup>
600	13	188	239.7	103 × 10 <sup>3</sup>	344 × 10 <sup>1</sup>	220.9	949 × 10 <sup>2</sup>	317 × 10 <sup>1</sup>
600	14	202	257.7	111 × 10 <sup>3</sup>	369 × 10 <sup>1</sup>	238.9	102 × 10 <sup>3</sup>	342 × 10 <sup>1</sup>
600	15	216	275.7	118 × 10 <sup>3</sup>	393 × 10 <sup>1</sup>	256.9	110 × 10 <sup>3</sup>	366 × 10 <sup>1</sup>
600	16	230	293.6	125 × 10 <sup>3</sup>	417 × 10 <sup>1</sup>	274.7	117 × 10 <sup>3</sup>	391 × 10 <sup>1</sup>
600	17	244	311.4	132 × 10 <sup>3</sup>	441 × 10 <sup>1</sup>	292.5	124 × 10 <sup>3</sup>	415 × 10 <sup>1</sup>
600	18	258	329.1	139 × 10 <sup>3</sup>	465 × 10 <sup>1</sup>	310.3	131 × 10 <sup>3</sup>	438 × 10 <sup>1</sup>
600	19	272	346.8	146 × 10 <sup>3</sup>	488 × 10 <sup>1</sup>	328	138 × 10 <sup>3</sup>	462 × 10 <sup>1</sup>
600	20	286	364.4	153 × 10 <sup>3</sup>	511 × 10 <sup>1</sup>	345.6	145 × 10 <sup>3</sup>	485 × 10 <sup>1</sup>
700	7	120	152.4	915 × 10 <sup>2</sup>	261 × 10 <sup>1</sup>	130.4	781 × 10 <sup>2</sup>	224 × 10 <sup>1</sup>
700	8	137	173.9	104 × 10 <sup>3</sup>	297 × 10 <sup>1</sup>	152	907 × 10 <sup>2</sup>	260 × 10 <sup>1</sup>
700	9	153	195.4	117 × 10 <sup>3</sup>	333 × 10 <sup>1</sup>	173.4	103 × 10 <sup>3</sup>	296 × 10 <sup>1</sup>
700	10	170	216.8	129 × 10 <sup>3</sup>	369 × 10 <sup>1</sup>	194.8	116 × 10 <sup>3</sup>	331 × 10 <sup>1</sup>
700	11	187	238.1	141 × 10 <sup>3</sup>	404 × 10 <sup>1</sup>	216.1	128 × 10 <sup>3</sup>	367 × 10 <sup>1</sup>
700	12	204	259.4	154 × 10 <sup>3</sup>	439 × 10 <sup>1</sup>	237.4	140 × 10 <sup>3</sup>	401 × 10 <sup>1</sup>
700	13	220	280.6	166 × 10 <sup>3</sup>	473 × 10 <sup>1</sup>	258.6	152 × 10 <sup>3</sup>	436 × 10 <sup>1</sup>
700	14	237	301.7	178 × 10 <sup>3</sup>	507 × 10 <sup>1</sup>	279.8	164 × 10 <sup>3</sup>	470 × 10 <sup>1</sup>
700	15	253	322.8	189 × 10 <sup>3</sup>	541 × 10 <sup>1</sup>	300.8	176 × 10 <sup>3</sup>	504 × 10 <sup>1</sup>
700	16	270	343.8	201 × 10 <sup>3</sup>	575 × 10 <sup>1</sup>	321.9	188 × 10 <sup>3</sup>	538 × 10 <sup>1</sup>
700	17	286	364.8	213 × 10 <sup>3</sup>	608 × 10 <sup>1</sup>	342.8	199 × 10 <sup>3</sup>	571 × 10 <sup>1</sup>
700	18	303	385.7	224 × 10 <sup>3</sup>	641 × 10 <sup>1</sup>	363.7	211 × 10 <sup>3</sup>	604 × 10 <sup>1</sup>
700	19	319	406.5	236 × 10 <sup>3</sup>	674 × 10 <sup>1</sup>	384.5	222 × 10 <sup>3</sup>	637 × 10 <sup>1</sup>
700	20	335	427.3	247 × 10 <sup>3</sup>	706 × 10 <sup>1</sup>	405.3	234 × 10 <sup>3</sup>	670 × 10 <sup>1</sup>
700	21	352	448	258 × 10 <sup>3</sup>	738 × 10 <sup>1</sup>	426	245 × 10 <sup>3</sup>	702 × 10 <sup>1</sup>
700	22	368	468.6	270 × 10 <sup>3</sup>	770 × 10 <sup>1</sup>	446.6	256 × 10 <sup>3</sup>	734 × 10 <sup>1</sup>
800	8	156	199.1	156 × 10 <sup>3</sup>	390 × 10 <sup>1</sup>	173.9	136 × 10 <sup>3</sup>	341 × 10 <sup>1</sup>
800	9	176	223.7	175 × 10 <sup>3</sup>	437 × 10 <sup>1</sup>	198.5	155 × 10 <sup>3</sup>	388 × 10 <sup>1</sup>
800	10	195	248.2	194 × 10 <sup>3</sup>	484 × 10 <sup>1</sup>	223.1	174 × 10 <sup>3</sup>	435 × 10 <sup>1</sup>
800	11	214	272.7	212 × 10 <sup>3</sup>	531 × 10 <sup>1</sup>	247.6	192 × 10 <sup>3</sup>	482 × 10 <sup>1</sup>
800	12	233	297.1	231 × 10 <sup>3</sup>	577 × 10 <sup>1</sup>	272.0	211 × 10 <sup>3</sup>	528 × 10 <sup>1</sup>
800	13	252	321.4	249 × 10 <sup>3</sup>	622 × 10 <sup>1</sup>	296.3	229 × 10 <sup>3</sup>	574 × 10 <sup>1</sup>
800	14	271	345.7	267 × 10 <sup>3</sup>	668 × 10 <sup>1</sup>	320.6	247 × 10 <sup>3</sup>	619 × 10 <sup>1</sup>

800	15	290	369.9	285 × 10 <sup>3</sup>	713 × 10 <sup>1</sup>	344.8	265 × 10 <sup>3</sup>	664 × 10 <sup>1</sup>
800	16	309	394.1	303 × 10 <sup>3</sup>	757 × 10 <sup>1</sup>	369.0	283 × 10 <sup>3</sup>	709 × 10 <sup>1</sup>
800	17	328	418.2	321 × 10 <sup>3</sup>	802 × 10 <sup>1</sup>	393.1	301 × 10 <sup>3</sup>	753 × 10 <sup>1</sup>
800	18	347	442.2	338 × 10 <sup>3</sup>	846 × 10 <sup>1</sup>	417.1	318 × 10 <sup>3</sup>	797 × 10 <sup>1</sup>
800	19	366	466.2	356 × 10 <sup>3</sup>	889 × 10 <sup>1</sup>	441.1	336 × 10 <sup>3</sup>	841 × 10 <sup>1</sup>
800	20	385	490.1	373 × 10 <sup>3</sup>	932 × 10 <sup>1</sup>	465	353 × 10 <sup>3</sup>	885 × 10 <sup>1</sup>
800	21	403	513.9	390 × 10 <sup>3</sup>	975 × 10 <sup>1</sup>	488.8	370 × 10 <sup>3</sup>	928 × 10 <sup>1</sup>
800	22	422	537.7	407 × 10 <sup>3</sup>	102 × 10 <sup>2</sup>	512.6	387 × 10 <sup>3</sup>	970 × 10 <sup>1</sup>
800	23	441	561.4	424 × 10 <sup>3</sup>	106 × 10 <sup>2</sup>	536.3	404 × 10 <sup>3</sup>	101 × 10 <sup>2</sup>
800	24	459	585.1	441 × 10 <sup>3</sup>	110 × 10 <sup>2</sup>	560	421 × 10 <sup>3</sup>	105 × 10 <sup>2</sup>
800	25	478	608.7	457 × 10 <sup>3</sup>	114 × 10 <sup>2</sup>	583.6	437 × 10 <sup>3</sup>	110 × 10 <sup>2</sup>
900	9	198	251.9	250 × 10 <sup>3</sup>	556 × 10 <sup>1</sup>	223.7	221 × 10 <sup>3</sup>	493 × 10 <sup>1</sup>
900	10	219	279.6	277 × 10 <sup>3</sup>	615 × 10 <sup>1</sup>	251.4	248 × 10 <sup>3</sup>	553 × 10 <sup>1</sup>
900	11	241	307.2	304 × 10 <sup>3</sup>	675 × 10 <sup>1</sup>	279	275 × 10 <sup>3</sup>	613 × 10 <sup>1</sup>
900	12	263	334.8	330 × 10 <sup>3</sup>	733 × 10 <sup>1</sup>	306.5	302 × 10 <sup>3</sup>	671 × 10 <sup>1</sup>
900	13	284	362.3	356 × 10 <sup>3</sup>	792 × 10 <sup>1</sup>	334.0	328 × 10 <sup>3</sup>	730 × 10 <sup>1</sup>
900	14	306	389.7	382 × 10 <sup>3</sup>	850 × 10 <sup>1</sup>	361.4	354 × 10 <sup>3</sup>	788 × 10 <sup>1</sup>
900	15	327	417.0	408 × 10 <sup>3</sup>	908 × 10 <sup>1</sup>	388.8	380 × 10 <sup>3</sup>	846 × 10 <sup>1</sup>
900	16	349	444.3	434 × 10 <sup>3</sup>	965 × 10 <sup>1</sup>	416.1	406 × 10 <sup>3</sup>	903 × 10 <sup>1</sup>
900	17	370	471.6	460 × 10 <sup>3</sup>	102 × 10 <sup>2</sup>	443.3	431 × 10 <sup>3</sup>	960 × 10 <sup>1</sup>
900	18	392	498.8	485 × 10 <sup>3</sup>	108 × 10 <sup>2</sup>	470.5	457 × 10 <sup>3</sup>	102 × 10 <sup>2</sup>
900	19	413	525.9	510 × 10 <sup>3</sup>	113 × 10 <sup>2</sup>	497.6	482 × 10 <sup>3</sup>	107 × 10 <sup>2</sup>
900	20	434	552.9	536 × 10 <sup>3</sup>	119 × 10 <sup>2</sup>	524.7	507 × 10 <sup>3</sup>	113 × 10 <sup>2</sup>
900	21	455	579.9	560 × 10 <sup>3</sup>	125 × 10 <sup>2</sup>	551.7	532 × 10 <sup>3</sup>	118 × 10 <sup>2</sup>
900	22	476	606.8	585 × 10 <sup>3</sup>	130 × 10 <sup>2</sup>	578.6	557 × 10 <sup>3</sup>	124 × 10 <sup>2</sup>
900	23	497	633.7	610 × 10 <sup>3</sup>	135 × 10 <sup>2</sup>	605.4	581 × 10 <sup>3</sup>	129 × 10 <sup>2</sup>
900	24	519	660.5	634 × 10 <sup>3</sup>	141 × 10 <sup>2</sup>	632.2	605 × 10 <sup>3</sup>	135 × 10 <sup>2</sup>
900	25	539	687.2	658 × 10 <sup>3</sup>	146 × 10 <sup>2</sup>	659	630 × 10 <sup>3</sup>	140 × 10 <sup>2</sup>
1000	10	244	311	381 × 10 <sup>3</sup>	762 × 10 <sup>1</sup>	279.6	342 × 10 <sup>3</sup>	685 × 10 <sup>1</sup>
1000	11	268	341.8	418 × 10 <sup>3</sup>	836 × 10 <sup>1</sup>	310.4	379 × 10 <sup>3</sup>	759 × 10 <sup>1</sup>
1000	12	292	372.5	455 × 10 <sup>3</sup>	909 × 10 <sup>1</sup>	341.1	415 × 10 <sup>3</sup>	832 × 10 <sup>1</sup>
1000	13	316	403.1	491 × 10 <sup>3</sup>	982 × 10 <sup>1</sup>	371.7	452 × 10 <sup>3</sup>	905 × 10 <sup>1</sup>
1000	14	340	433.7	527 × 10 <sup>3</sup>	105 × 10 <sup>2</sup>	402.3	488 × 10 <sup>3</sup>	978 × 10 <sup>1</sup>
1000	15	364	464.2	563 × 10 <sup>3</sup>	113 × 10 <sup>2</sup>	432.8	524 × 10 <sup>3</sup>	105 × 10 <sup>2</sup>
1000	16	388	494.6	599 × 10 <sup>3</sup>	120 × 10 <sup>2</sup>	463.2	560 × 10 <sup>3</sup>	112 × 10 <sup>2</sup>
1000	17	412	525.0	634 × 10 <sup>3</sup>	127 × 10 <sup>2</sup>	493.6	595 × 10 <sup>3</sup>	119 × 10 <sup>2</sup>
1000	18	436	555.3	670 × 10 <sup>3</sup>	134 × 10 <sup>2</sup>	523.9	630 × 10 <sup>3</sup>	126 × 10 <sup>2</sup>
1000	19	460	585.6	705 × 10 <sup>3</sup>	141 × 10 <sup>2</sup>	554.2	666 × 10 <sup>3</sup>	133 × 10 <sup>2</sup>

1000	20	483	615.8	$740 \times 10^3$	$148 \times 10^2$	584.4	$700 \times 10^3$	$140 \times 10^2$
1000	21	507	645.9	$774 \times 10^3$	$155 \times 10^2$	614.5	$735 \times 10^3$	$147 \times 10^2$
1000	22	531	675.9	$809 \times 10^3$	$162 \times 10^2$	644.6	$769 \times 10^3$	$154 \times 10^2$
1000	23	554	705.9	$843 \times 10^3$	$169 \times 10^2$	674.6	$804 \times 10^3$	$161 \times 10^2$
1000	24	578	735.9	$877 \times 10^3$	$175 \times 10^2$	704.5	$838 \times 10^3$	$168 \times 10^2$
1000	25	601	765.8	$911 \times 10^3$	$182 \times 10^2$	734.4	$871 \times 10^3$	$175 \times 10^2$
1100	11	295	376.3	$558 \times 10^3$	$101 \times 10^2$	341.8	$506 \times 10^3$	$921 \times 10^1$
1100	12	322	410.2	$607 \times 10^3$	$110 \times 10^2$	375.6	$555 \times 10^3$	$101 \times 10^2$
1100	13	348	443.9	$656 \times 10^3$	$119 \times 10^2$	409.4	$604 \times 10^3$	$110 \times 10^2$
1100	14	375	477.6	$704 \times 10^3$	$128 \times 10^2$	443.1	$652 \times 10^3$	$119 \times 10^2$
1100	15	401	511.3	$753 \times 10^3$	$137 \times 10^2$	476.8	$700 \times 10^3$	$128 \times 10^2$
1100	16	428	544.9	$800 \times 10^3$	$146 \times 10^2$	510.4	$748 \times 10^3$	$136 \times 10^2$
1100	17	454	578.4	$848 \times 10^3$	$154 \times 10^2$	543.9	$796 \times 10^3$	$145 \times 10^2$
1100	18	480	611.9	$896 \times 10^3$	$163 \times 10^2$	577.3	$844 \times 10^3$	$154 \times 10^2$
1100	19	507	645.3	$943 \times 10^3$	$171 \times 10^2$	610.7	$891 \times 10^3$	$162 \times 10^2$
1100	20	533	678.6	$990 \times 10^3$	$180 \times 10^2$	644.1	$938 \times 10^3$	$171 \times 10^2$
1100	21	559	711.9	$104 \times 10^4$	$188 \times 10^2$	677.3	$984 \times 10^3$	$179 \times 10^2$
1100	22	585	745.1	$108 \times 10^4$	$197 \times 10^2$	710.5	$103 \times 10^4$	$188 \times 10^2$
1100	23	611	778.2	$113 \times 10^4$	$205 \times 10^2$	743.7	$108 \times 10^4$	$196 \times 10^2$
1100	24	637	811.3	$117 \times 10^4$	$214 \times 10^2$	776.8	$112 \times 10^4$	$204 \times 10^2$
1100	25	663	844.3	$122 \times 10^4$	$222 \times 10^2$	809.8	$117 \times 10^4$	$213 \times 10^2$
1200	12	352	447.9	$790 \times 10^3$	$132 \times 10^2$	410.2	$723 \times 10^3$	$121 \times 10^2$
1200	13	381	484.8	$854 \times 10^3$	$142 \times 10^2$	447.1	$786 \times 10^3$	$131 \times 10^2$
1200	14	409	521.6	$917 \times 10^3$	$153 \times 10^2$	484.0	$850 \times 10^3$	$142 \times 10^2$
1200	15	438	558.4	$980 \times 10^3$	$163 \times 10^2$	520.8	$913 \times 10^3$	$152 \times 10^2$
1200	16	467	595.1	$104 \times 10^4$	$174 \times 10^2$	557.5	$975 \times 10^3$	$163 \times 10^2$
1200	17	496	631.8	$111 \times 10^4$	$184 \times 10^2$	594.1	$104 \times 10^4$	$173 \times 10^2$
1200	18	525	668.4	$117 \times 10^4$	$195 \times 10^2$	630.7	$110 \times 10^4$	$184 \times 10^2$
1200	19	553	704.9	$123 \times 10^4$	$205 \times 10^2$	667.3	$116 \times 10^4$	$194 \times 10^2$
1200	20	582	741.4	$129 \times 10^4$	$215 \times 10^2$	703.7	$122 \times 10^4$	$204 \times 10^2$
1200	21	611	777.8	$135 \times 10^4$	$225 \times 10^2$	740.2	$128 \times 10^4$	$214 \times 10^2$
1200	22	639	814.2	$141 \times 10^4$	$235 \times 10^2$	776.5	$135 \times 10^4$	$225 \times 10^2$
1200	23	668	850.5	$147 \times 10^4$	$246 \times 10^2$	812.8	$141 \times 10^4$	$235 \times 10^2$
1200	24	696	886.7	$153 \times 10^4$	$256 \times 10^2$	849	$147 \times 10^4$	$245 \times 10^2$
1200	25	724	922.8	$159 \times 10^4$	$266 \times 10^2$	885.2	$153 \times 10^4$	$255 \times 10^2$
1300	13	413	525.6	$109 \times 10^4$	$167 \times 10^2$	484.8	$100 \times 10^4$	$154 \times 10^2$
1300	14	444	565.6	$117 \times 10^4$	$180 \times 10^2$	524.8	$108 \times 10^4$	$167 \times 10^2$
1300	15	475	605.5	$125 \times 10^4$	$192 \times 10^2$	564.7	$116 \times 10^4$	$179 \times 10^2$
1300	16	507	645.4	$133 \times 10^4$	$205 \times 10^2$	604.6	$124 \times 10^4$	$192 \times 10^2$

1300	17	538	685.2	141 × 10 <sup>4</sup>	217 × 10 <sup>2</sup>	644.4	132 × 10 <sup>4</sup>	204 × 10 <sup>2</sup>
1300	18	569	725.0	149 × 10 <sup>4</sup>	229 × 10 <sup>2</sup>	684.1	140 × 10 <sup>4</sup>	216 × 10 <sup>2</sup>
1300	19	600	764.6	157 × 10 <sup>4</sup>	241 × 10 <sup>2</sup>	723.8	148 × 10 <sup>4</sup>	228 × 10 <sup>2</sup>
1300	20	631	804.2	165 × 10 <sup>4</sup>	253 × 10 <sup>2</sup>	763.4	156 × 10 <sup>4</sup>	241 × 10 <sup>2</sup>
1300	21	662	843.8	173 × 10 <sup>4</sup>	266 × 10 <sup>2</sup>	803.0	164 × 10 <sup>4</sup>	253 × 10 <sup>2</sup>
1300	22	693	883.3	180 × 10 <sup>4</sup>	278 × 10 <sup>2</sup>	842.5	172 × 10 <sup>4</sup>	265 × 10 <sup>2</sup>
1300	23	724	922.7	188 × 10 <sup>4</sup>	289 × 10 <sup>2</sup>	881.9	180 × 10 <sup>4</sup>	277 × 10 <sup>2</sup>
1300	24	755	962.1	196 × 10 <sup>4</sup>	301 × 10 <sup>2</sup>	921.3	187 × 10 <sup>4</sup>	289 × 10 <sup>2</sup>
1300	25	786	1001.4	204 × 10 <sup>4</sup>	313 × 10 <sup>2</sup>	960.6	195 × 10 <sup>4</sup>	300 × 10 <sup>2</sup>
1400	14	478	609.6	146 × 10 <sup>4</sup>	209 × 10 <sup>2</sup>	565.6	136 × 10 <sup>4</sup>	194 × 10 <sup>2</sup>
1400	15	512	652.7	157 × 10 <sup>4</sup>	224 × 10 <sup>2</sup>	608.7	146 × 10 <sup>4</sup>	209 × 10 <sup>2</sup>
1400	16	546	695.7	167 × 10 <sup>4</sup>	238 × 10 <sup>2</sup>	651.7	156 × 10 <sup>4</sup>	223 × 10 <sup>2</sup>
1400	17	580	738.6	177 × 10 <sup>4</sup>	252 × 10 <sup>2</sup>	694.7	166 × 10 <sup>4</sup>	237 × 10 <sup>2</sup>
1400	18	613	781.5	187 × 10 <sup>4</sup>	267 × 10 <sup>2</sup>	737.6	176 × 10 <sup>4</sup>	252 × 10 <sup>2</sup>
1400	19	647	824.3	197 × 10 <sup>4</sup>	281 × 10 <sup>2</sup>	780.4	186 × 10 <sup>4</sup>	266 × 10 <sup>2</sup>
1400	20	681	867.1	206 × 10 <sup>4</sup>	295 × 10 <sup>2</sup>	823.1	196 × 10 <sup>4</sup>	280 × 10 <sup>2</sup>
1400	21	714	909.8	216 × 10 <sup>4</sup>	309 × 10 <sup>2</sup>	865.8	206 × 10 <sup>4</sup>	294 × 10 <sup>2</sup>
1400	22	748	952.4	226 × 10 <sup>4</sup>	323 × 10 <sup>2</sup>	908.5	215 × 10 <sup>4</sup>	308 × 10 <sup>2</sup>
1400	23	781	995	236 × 10 <sup>4</sup>	337 × 10 <sup>2</sup>	951	225 × 10 <sup>4</sup>	322 × 10 <sup>2</sup>
1400	24	814	1037.5	246 × 10 <sup>4</sup>	351 × 10 <sup>2</sup>	993.5	235 × 10 <sup>4</sup>	336 × 10 <sup>2</sup>
1400	25	848	1079.9	255 × 10 <sup>4</sup>	365 × 10 <sup>2</sup>	1036	245 × 10 <sup>4</sup>	350 × 10 <sup>2</sup>
1500	15	549	699.8	193 × 10 <sup>4</sup>	257 × 10 <sup>2</sup>	652.7	180 × 10 <sup>4</sup>	240 × 10 <sup>2</sup>
1500	16	586	745.9	205 × 10 <sup>4</sup>	274 × 10 <sup>2</sup>	698.8	192 × 10 <sup>4</sup>	257 × 10 <sup>2</sup>
1500	17	622	792	218 × 10 <sup>4</sup>	290 × 10 <sup>2</sup>	744.9	205 × 10 <sup>4</sup>	273 × 10 <sup>2</sup>
1500	18	658	838.1	230 × 10 <sup>4</sup>	307 × 10 <sup>2</sup>	791	217 × 10 <sup>4</sup>	290 × 10 <sup>2</sup>
1500	19	694	884.0	242 × 10 <sup>4</sup>	323 × 10 <sup>2</sup>	836.9	229 × 10 <sup>4</sup>	306 × 10 <sup>2</sup>
1500	20	730	929.9	255 × 10 <sup>4</sup>	340 × 10 <sup>2</sup>	882.8	241 × 10 <sup>4</sup>	322 × 10 <sup>2</sup>
1500	21	766	975.7	267 × 10 <sup>4</sup>	356 × 10 <sup>2</sup>	928.7	254 × 10 <sup>4</sup>	339 × 10 <sup>2</sup>
1500	22	802	1021.5	279 × 10 <sup>4</sup>	372 × 10 <sup>2</sup>	974.4	266 × 10 <sup>4</sup>	355 × 10 <sup>2</sup>
1500	23	838	1067.2	291 × 10 <sup>4</sup>	388 × 10 <sup>2</sup>	1020.1	278 × 10 <sup>4</sup>	371 × 10 <sup>2</sup>
1500	24	874	1112.9	303 × 10 <sup>4</sup>	404 × 10 <sup>2</sup>	1065.8	290 × 10 <sup>4</sup>	387 × 10 <sup>2</sup>
1500	25	909	1158.5	315 × 10 <sup>4</sup>	420 × 10 <sup>2</sup>	1111.4	302 × 10 <sup>4</sup>	403 × 10 <sup>2</sup>
1600	16	625	796.2	250 × 10 <sup>4</sup>	312 × 10 <sup>2</sup>	746	234 × 10 <sup>4</sup>	292 × 10 <sup>2</sup>
1600	17	664	845.4	265 × 10 <sup>4</sup>	331 × 10 <sup>2</sup>	795.2	249 × 10 <sup>4</sup>	311 × 10 <sup>2</sup>
1600	18	702	894.6	280 × 10 <sup>4</sup>	350 × 10 <sup>2</sup>	844.4	264 × 10 <sup>4</sup>	330 × 10 <sup>2</sup>
1600	19	741	943.7	295 × 10 <sup>4</sup>	369 × 10 <sup>2</sup>	893.5	279 × 10 <sup>4</sup>	349 × 10 <sup>2</sup>
1600	20	779	992.7	310 × 10 <sup>4</sup>	387 × 10 <sup>2</sup>	942.5	294 × 10 <sup>4</sup>	368 × 10 <sup>2</sup>
1600	21	818	1041.7	325 × 10 <sup>4</sup>	406 × 10 <sup>2</sup>	991.5	309 × 10 <sup>4</sup>	386 × 10 <sup>2</sup>

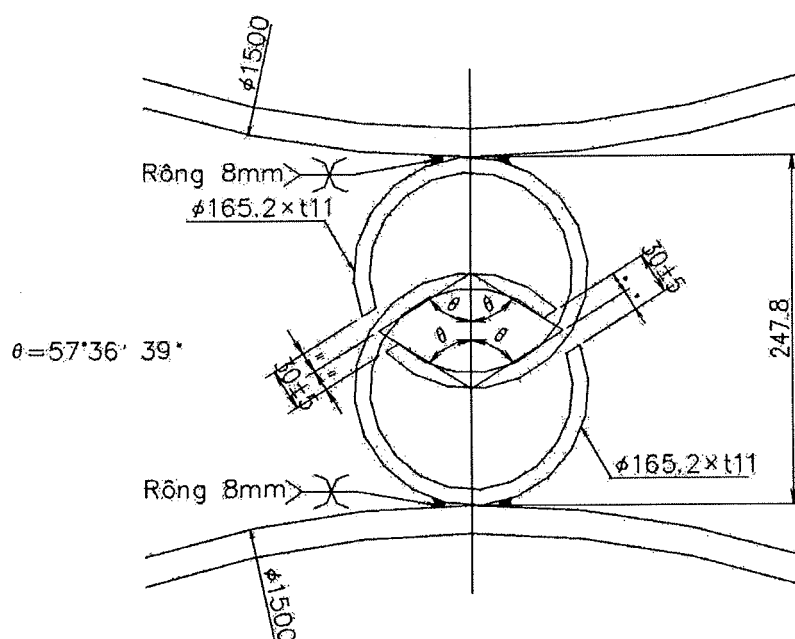
1600	22	856	1090.6	$340 \times 10^4$	$424 \times 10^2$	1040.4	$323 \times 10^4$	$405 \times 10^2$
1600	23	894	1139.5	$354 \times 10^4$	$443 \times 10^2$	1089.3	$338 \times 10^4$	$423 \times 10^2$
1600	24	933	1188.3	$369 \times 10^4$	$461 \times 10^2$	1138.0	$353 \times 10^4$	$442 \times 10^2$
1600	25	971	1237	$384 \times 10^4$	$480 \times 10^2$	1186.8	$368 \times 10^4$	$460 \times 10^2$
1700	17	706	898.8	$318 \times 10^4$	$374 \times 10^2$	845.5	$299 \times 10^4$	$352 \times 10^2$
1700	18	747	951.1	$336 \times 10^4$	$396 \times 10^2$	897.8	$317 \times 10^4$	$374 \times 10^2$
1700	19	788	1003.4	$354 \times 10^4$	$417 \times 10^2$	950	$335 \times 10^4$	$395 \times 10^2$
1700	20	829	1055.6	$372 \times 10^4$	$438 \times 10^2$	1002.2	$353 \times 10^4$	$416 \times 10^2$
1700	21	869	1107.7	$390 \times 10^4$	$459 \times 10^2$	1054.3	$371 \times 10^4$	$437 \times 10^2$
1700	22	910	1159.8	$408 \times 10^4$	$480 \times 10^2$	1106.4	$389 \times 10^4$	$458 \times 10^2$
1700	23	951	1211.8	$426 \times 10^4$	$501 \times 10^2$	1158.4	$407 \times 10^4$	$479 \times 10^2$
1700	24	992	1263.7	$444 \times 10^4$	$522 \times 10^2$	1210.3	$425 \times 10^4$	$500 \times 10^2$
1700	25	1033	1315.5	$461 \times 10^4$	$543 \times 10^2$	1262.2	$442 \times 10^4$	$521 \times 10^2$
1800	18	791	1007.7	$400 \times 10^4$	$444 \times 10^2$	951.2	$377 \times 10^4$	$420 \times 10^2$
1800	19	834	1063.1	$422 \times 10^4$	$468 \times 10^2$	1006.6	$399 \times 10^4$	$443 \times 10^2$
1800	20	878	1118.4	$443 \times 10^4$	$492 \times 10^2$	1061.9	$420 \times 10^4$	$467 \times 10^2$
1800	21	921	1173.7	$464 \times 10^4$	$516 \times 10^2$	1117.2	$442 \times 10^4$	$491 \times 10^2$
1800	22	965	1228.9	$486 \times 10^4$	$540 \times 10^2$	1172.3	$463 \times 10^4$	$515 \times 10^2$
1800	23	1008	1284.0	$507 \times 10^4$	$563 \times 10^2$	1227.5	$484 \times 10^4$	$538 \times 10^2$
1800	24	1051	1339.1	$528 \times 10^4$	$587 \times 10^2$	1282.6	$505 \times 10^4$	$562 \times 10^2$
1800	25	1094	1394.1	$549 \times 10^4$	$610 \times 10^2$	1337.6	$526 \times 10^4$	$585 \times 10^2$
1900	19	881	1122.8	$497 \times 10^4$	$523 \times 10^2$	1063.1	$470 \times 10^4$	$495 \times 10^2$
1900	20	927	1181.2	$522 \times 10^4$	$549 \times 10^2$	1121.6	$495 \times 10^4$	$522 \times 10^2$
1900	21	973	1239.6	$547 \times 10^4$	$576 \times 10^2$	1180	$520 \times 10^4$	$548 \times 10^2$
1900	22	1019	1298.0	$572 \times 10^4$	$602 \times 10^2$	1238.3	$545 \times 10^4$	$575 \times 10^2$
1900	23	1065	1356.3	$597 \times 10^4$	$629 \times 10^2$	1296.6	$570 \times 10^4$	$601 \times 10^2$
1900	24	1110	1414.5	$622 \times 10^4$	$655 \times 10^2$	1354.8	$595 \times 10^4$	$627 \times 10^2$
1900	25	1156	1472.6	$647 \times 10^4$	$681 \times 10^2$	1413.0	$620 \times 10^4$	$654 \times 10^2$
2000	20	977	1244.1	$610 \times 10^4$	$610 \times 10^2$	1181.3	$578 \times 10^4$	$579 \times 10^2$
2000	21	1025	1305.6	$639 \times 10^4$	$639 \times 10^2$	1242.8	$608 \times 10^4$	$608 \times 10^2$
2000	22	1073	1367.1	$669 \times 10^4$	$669 \times 10^2$	1304.3	$637 \times 10^4$	$638 \times 10^2$
2000	23	1121	1428.5	$698 \times 10^4$	$698 \times 10^2$	1365.7	$667 \times 10^4$	$667 \times 10^2$
2000	24	1169	1489.9	$727 \times 10^4$	$727 \times 10^2$	1427.1	$696 \times 10^4$	$697 \times 10^2$
2000	25	1218	1551.2	$756 \times 10^4$	$756 \times 10^2$	1488.4	$725 \times 10^4$	$726 \times 10^2$

**Phụ lục B**

(Tham khảo)

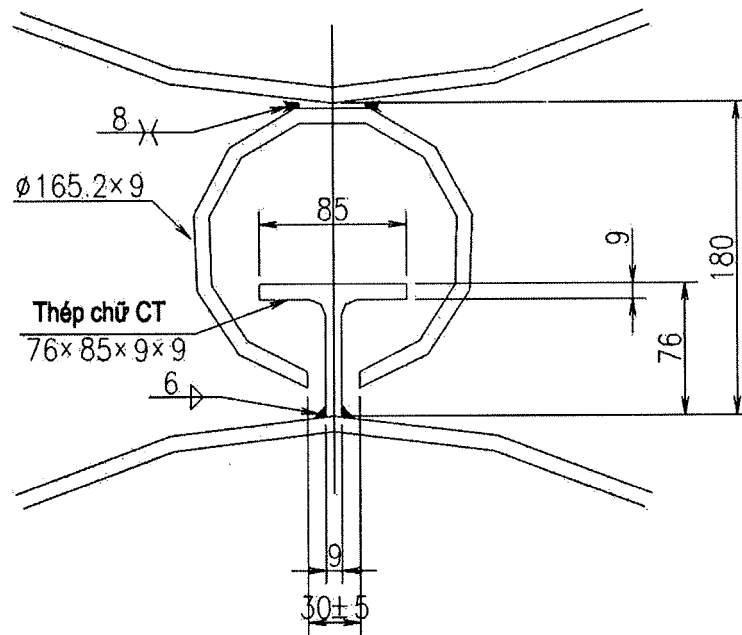
**Các loại ống tai nối cọc**

Ống tai nối tiêu chuẩn sử dụng trong kết cấu móng cọc ống thép dạng giềng là ống tai nối loại P-P có đường kính  $\Phi 165.2\text{mm}$  và chiều dày 11mm. Ngoài ra còn các loại ống tai nối khác không sử dụng cho kết cấu móng cầu như loại P-T và loại L-T. Ngoài ra khi tải trọng thiết kế móng lớn, thường sử dụng loại ống tai nối có đánh khắc trên bề mặt thép.

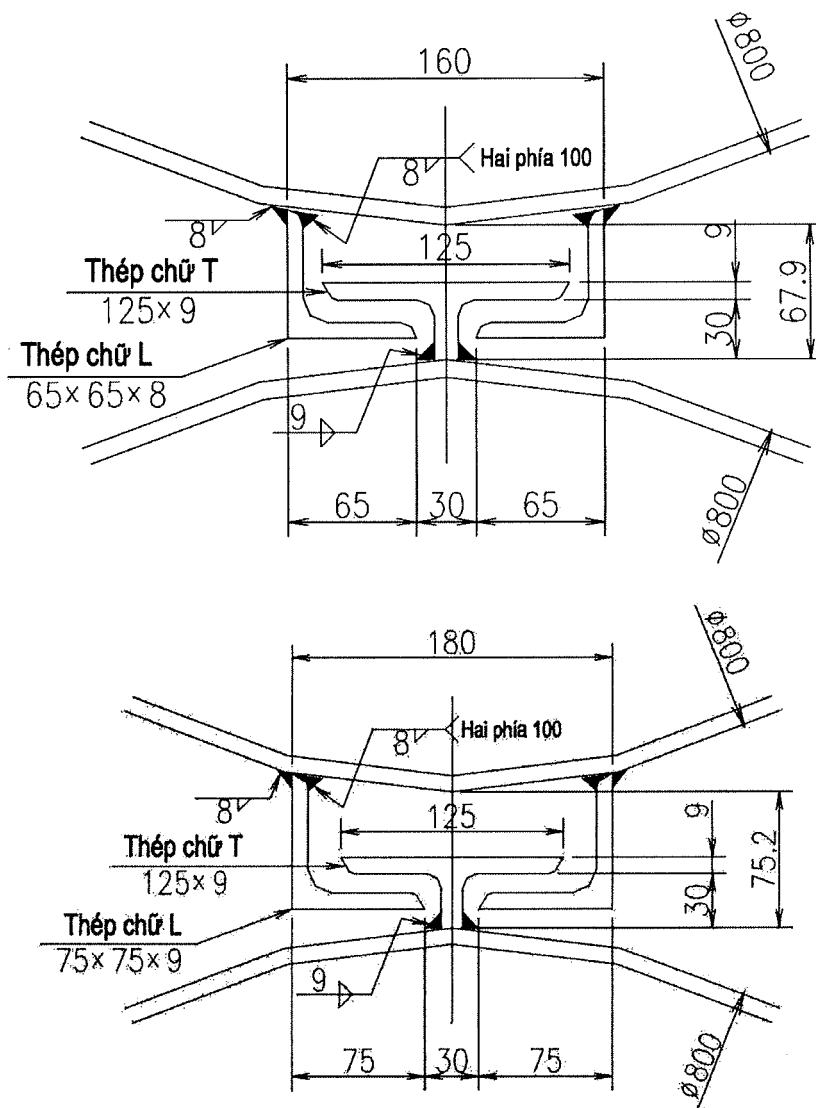
**Hình B.1 - Ống tai nối tiêu chuẩn loại P-P****Bảng B.1 - Đặc tính của ống tai nối P-P**

Các loại độ đàn hồi của ống tai nối	Độ cứng (kN/m <sup>2</sup> )	Sức chịu tải (kN/m)
Đàn hồi cắt theo phương thẳng đứng	$1,2 \times 10^6$	200
Đàn hồi nén theo phương nằm ngang	$5,0 \times 10^6$	5.000
Đàn hồi kéo theo phương nằm ngang	$5,0 \times 10^6$	5.000
Đàn hồi cắt theo phương nằm ngang	$5,0 \times 10^4$	200

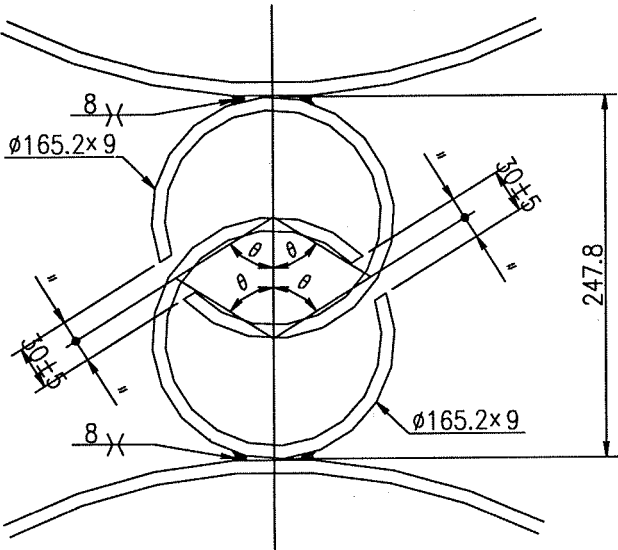




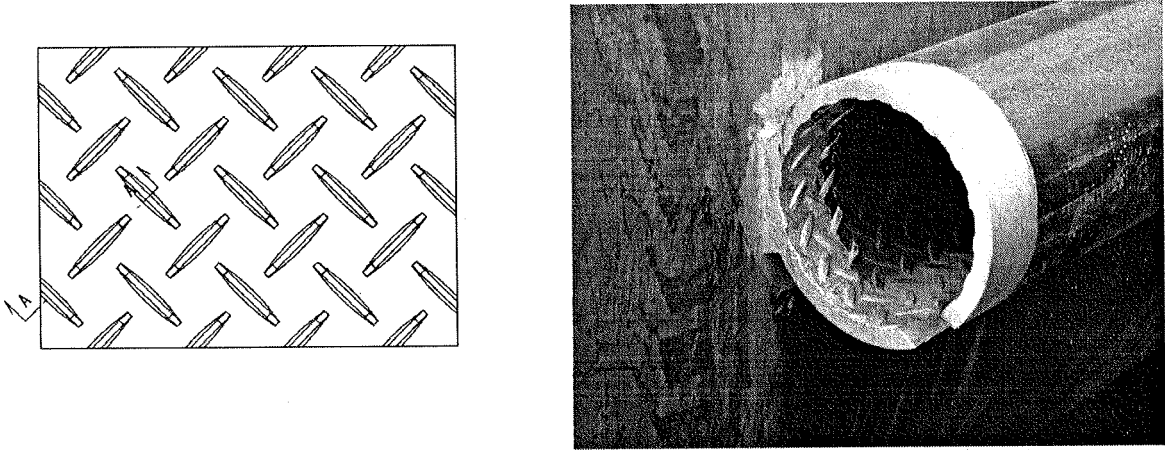
Hình B.2 - Ống tai nối loại P-T



Hình B.3 - Ống tai nối loại L-T



Hình B.4 - Ống tai nối loại P-P đánh khắc



Hình B.5 - Cấu tạo khắc đánh tròn bề mặt thép của ống tai nối

Bảng B.2 - Đặc tính của ống tai nối P-P đánh khắc

Các loại độ đàn hồi của tai nối	Độ cứng (kN/m <sup>2</sup> )	Sức chịu tải (kN/m)
Đàn hồi cắt theo phương thẳng đứng	6,3 × 10 <sup>5</sup>	1150
Đàn hồi nén theo phương nằm ngang	5,0 × 10 <sup>6</sup>	5.000
Đàn hồi kéo theo phương nằm ngang	5,0 × 10 <sup>6</sup>	5.000
Đàn hồi cắt theo phương nằm ngang	5,0 × 10 <sup>4</sup>	200