

**GS. TS. NGUYỄN VIỆT TRUNG
THS. TRẦN VIỆT HÙNG**

MỔ TRỤ CẦU- GỐI CẦU

(BÀI GIẢNG)



ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI

HÀ NỘI, THÁNG 11-2004

MỐ TRỤ VÀ GỐI CẦU DẦM

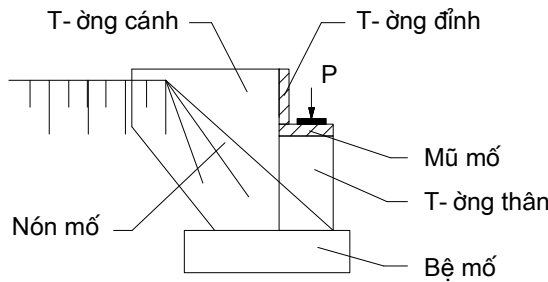
Chương 1:

MỐ, TRỤ CẦU DẦM

Đ1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MỐ TRỤ, CẦU (1 TIẾT)

Mố trụ cầu là một bộ phận quan trọng trong công trình cầu, có chức năng đỡ kết cấu nhịp, truyền các tải trọng thẳng đứng và ngang xuống đất nền.

Mố cầu là bộ phận tiếp giáp giữa cầu và đường, đảm bảo xe chạy êm thuận. Mố cầu còn có tác dụng như tường chắn đất ở nền đường đầu cầu → để nền đường không bị lún sụt, xói lở. Mố cầu có hình dạng không đối xứng và chịu áp lực một phía.



Hình 1.1. Cấu tạo chung mố

Tường đỉnh là bộ phận chắn đất sau dầm chủ hoặc dầm mặt cầu, có chiều cao tính từ mặt cầu đến mặt kê gối

Mũ mố là bộ phận kê gối cầu, chịu áp lực trực tiếp từ kết cấu nhịp truyền xuống.

Tường thân là bộ phận đỡ tường đỉnh và mũ mố

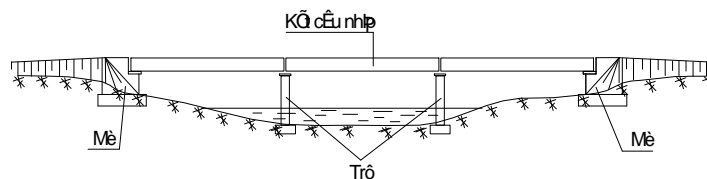
Tường cánh là các tường chắn đất chống sụt lở của nền đường theo phương ngang cầu

Móng mố là bộ phận đỡ tường trước hoặc tường thân và tường cánh

Nón mố là công trình chống sới lở, lún sụt ta luy nền đường tại vị trí đầu cầu đồng thời có tác dụng như một công trình dẫn dòng chảy, tùy theo độ dốc taluy, vận tốc nước, nón mố có thể đắp đất gia cố cỏ, gia cố đá hộc hoặc làm dưới dạng tường chắn.

Trụ cầu có tác dụng phân chia nhịp, truyền phản lực gối từ hai đầu kết cấu nhịp, hình dáng trụ cầu đối xứng theo dọc và ngang cầu và phải đảm bảo các yêu cầu về:

- + Mỹ quan
- + Thông truyền
- + Va xô tàu thuyền
- + Tác động của dòng chảy



Hình 1.2. Bố trí chung

Về mặt kinh tế, mổ trụ cầu chiếm 1 tỷ lệ đáng kể, đôi khi đến 50% vốn đầu tư xây dựng công trình.

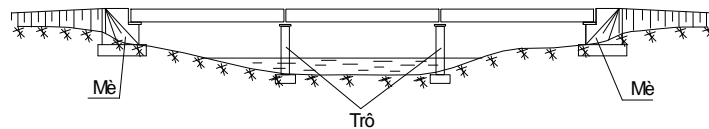
Mổ trụ là kết cấu phần dưới, nằm trong vùng ẩm ướt, dễ bị xâm thực, xói lở, bào mòn → việc xây dựng, thay đổi, sửa chữa rất khó khăn nên khi thiết kế cần chú ý sao cho phù hợp với địa hình, địa chất, các điều kiện kỹ thuật khác và dự đoán trước sự phát triển của tải trọng.

Vì vậy, mổ trụ cầu phải đảm bảo những yêu cầu về kinh tế, kỹ thuật, xây dựng và khai thác. Đảm bảo yêu cầu về kinh tế, kỹ thuật nghĩa là mổ trụ sử dụng vật liệu một cách hợp lý, có kích thước cơ bản được chọn sao cho có trị số nhỏ nhất mà vẫn đảm bảo về cường độ, độ cứng, độ ổn định không bị xói lở, lún, sụt. Đảm bảo về yêu cầu xây dựng nghĩa là sử dụng những kết cấu lắp ghép, chế tạo sẵn trong công xưởng, cơ giới hoá thi công. Đảm bảo yêu cầu về khai thác: cho phép thoát nước êm thuận dưới cầu, bảo đảm mỹ quan của cầu, không cản trở sự đi lại dưới cầu trong cầu vượt, chống bào mòn bề mặt mổ trụ.

Phân loại mổ trụ cầu

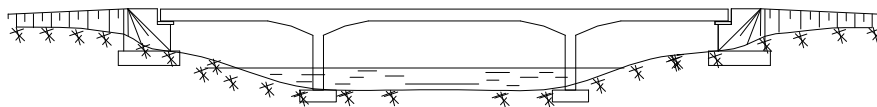
- Theo sơ đồ tĩnh học

+ *Mổ trụ cầu dầm* (cầu bản, dầm giản đơn, liên tục, mút thừa): Dưới tác dụng của tải trọng thẳng đứng, chỉ có phản lực gối thẳng đứng V



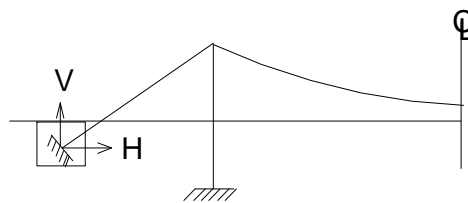
Hình 1.3. Mổ trụ cầu dầm

+ *Mổ trụ cầu khung*: Mổ vẫn giống cầu dầm nhưng trụ liên kết ngàm với kết cấu nhịp. Như vậy trụ chịu mômen rất lớn → Bố trí cả cốt thép thường và cốt thép dự ứng lực.



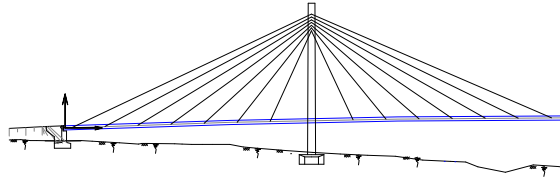
Hình 1.4. Mổ trụ cầu khung

+ *Mổ trụ cầu treo*: Mổ phải có kích thước đủ lớn để chịu lực V, H → cấu tạo phức tạp



Hình 1.5. Mổ trụ cầu treo

+ *Mổ trụ cầu dây văng*: Mổ chịu lực nhỏ → tại mổ bố trí gối chịu lực nhỏ và mổ phải đủ nặng để chịu lực được nhỏ. Mổ không chịu lực đẩy ngang do dây neo được neo vào đầu dầm cứng. Trụ tháp cầu chịu lực chủ yếu, các dây neo truyền tải trọng vào trụ tháp → truyền xuống móng → trụ tháp phải đủ cứng để chịu được lực tác dụng của các tải trọng



Hình 1.6. Mố trụ cầu dây văng

- Theo độ cứng dọc cầu

+ *Mố trụ cứng*: Kích thước lớn, trọng lượng lớn. Khi chịu lực biến dạng của mố trụ tương đối nhỏ có thể bỏ qua. Mỗi trụ có khả năng chịu toàn bộ tải trọng ngang theo phương dọc cầu từ kết cấu nhịp truyền đến và tải trọng ngang do áp lực đất gây ra.

Loại mố trụ này áp dụng cho cầu nhỏ, cầu trung và cầu lớn

+ *Mố trụ dẻo*: Kích thước thanh mảnh, độ cứng nhỏ gồm: Xà mũ, cọc (cột). Trên mố trụ chỉ có gối cố định hoặc không cần gối. Khi chịu lực ngang theo phương dọc cầu toàn bộ kết cấu nhịp và trụ sẽ làm việc như 1 khung và khi đó lực tác dụng ngang sẽ truyền cho các trụ theo tỷ lệ độ cứng của chúng.

Lúc này cầu làm việc như 1 khung nhiều nhịp → giảm lực ngang tác dụng lên trụ.

Tuy nhiên mố trụ dẻo chịu va xô kém → các sông có thông thuyền, cây trôi không làm được. Nhưng với loại mố trụ này cho phép sử dụng vật liệu hợp lý hơn nên giảm được kích thước mố trụ.

áp dụng cho cầu nhịp nhỏ và chiều cao không lớn lắm

- Theo vật liệu

+ Bê tông, đá xây

+ BTCT

- Theo phương pháp xây dựng

+ Toàn khối (đổ tại chỗ)

+ Lắp ghép

+ Bán lắp ghép

Đ2. CẤU TẠO MỐ, TRỤ DẸO (4 TIẾT)

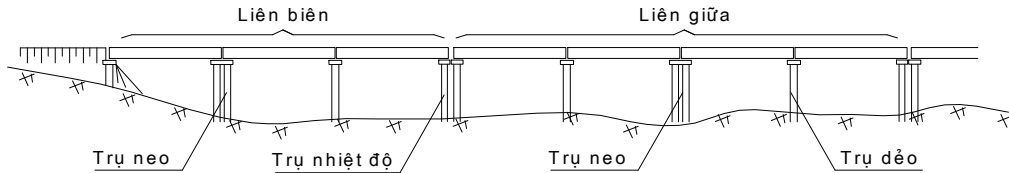
I. Cấu tạo trụ dẻo

Trụ dẻo thường có hai dạng: cọc, cột.

1. Trụ dẻo dạng cọc

Đây là dạng chính của trụ dẻo trong các cầu nhịp nhỏ có chiều dài nhịp $L \leq 20m$, $H \leq 6m$. Tuy nhiên dạng này không áp dụng được trong trường hợp khó đóng cọc: đất rất rắn, đất lẫn nhiều đá tảng, đá mồi hoặc chiều dài cọc dài quá không thích hợp làm trụ dẻo.

Trụ cọc thường được áp dụng ở các thung lũng khô cạn vì nó là phương án đơn giản nhất. Thường sử dụng sơ đồ 1 liên với số lượng nhịp từ 1÷5 hoặc sơ đồ 2, 3 liên.



Hình 1.7. Bố trí trụ dèo

Các liên được phân cách bởi những trụ đặc biệt gọi là trụ “nhiệt độ”. Trụ nhiệt độ có 2 cọc riêng biệt, có 2 xà mũ riêng. Có 3 phương án phân chia như sau:

- $l_{tc} \leq (40 \div 45)m$ làm sơ đồ 1 liên
- Cầu làm 2 liên khi chiều dài 1 liên $\leq (35 \div 40)m$
- Cầu gồm nhiều liên khi chiều dài liên biên $\leq (35 \div 45)m$ và chiều dài liên giữa $\leq (40 \div 45)m$

Khi trụ có chiều cao lớn $H = 7 \div 8m$, để tăng cường độ cứng theo phương dọc và toàn cầu cũng như giảm bớt nội lực đối với trụ dèo trong liên người ta bố trí 1 trụ có độ cứng lớn hơn các trụ khác gọi là trụ neo.

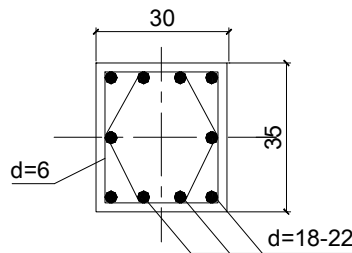
Vị trí trụ neo:

- Liên biên đặt ở trụ số 2 để chịu đỡ lực ngang cho trụ bờ.
- Liên giữa, tại trụ giữa liên, chuyển vị do nhiệt độ đều cả 2 phía.

Cấu tạo:

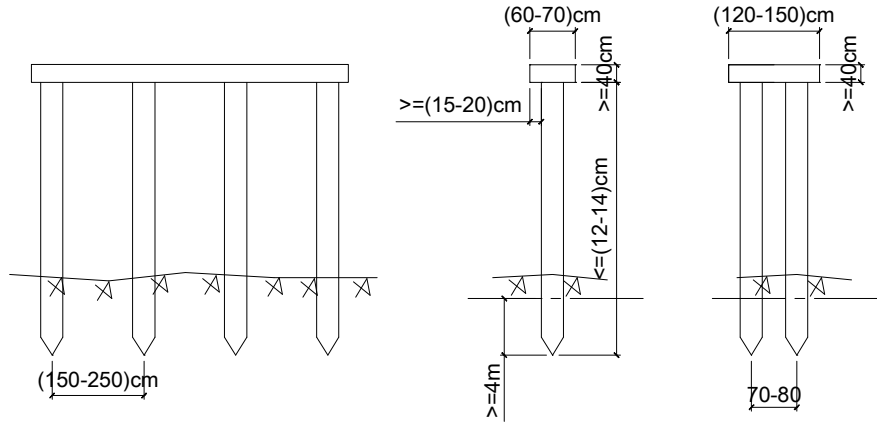
□ **Cọc:** Tiết diện cọc thường có dạng chữ nhật, có cạnh lớn song song phương dọc cầu, cốt thép chủ bố trí trên 2 cạnh ngắn, như vậy sẽ tăng mômen quán tính trụ theo phương chịu lực bất lợi. Tuy nhiên để đảm bảo tính mềm của trụ, độ chênh lệch giữa hai kích thước tiết diện cọc không nên lấy lớn quá. Tiết diện cọc thường có kích thước: 25×35, 30×35, 35×40.

Chiều dài cọc được chọn theo chiều cao trụ và chiều sâu đóng cọc. Theo QT 79, cọc đóng sâu trong tầng đất chịu lực tối thiểu 4m. Cốt thép sử dụng trong cọc là cốt thép thường và cốt thép dự ứng lực. Các quy định về cốt thép như hình vẽ sau:



Hình 1.8. Cốt thép cọc

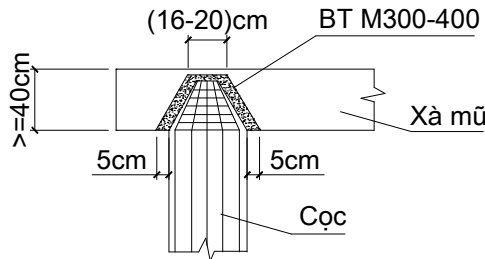
□ **Xà mũ:** Xà mũ làm việc như dầm liên tục, kích thước như hình vẽ 2.3.



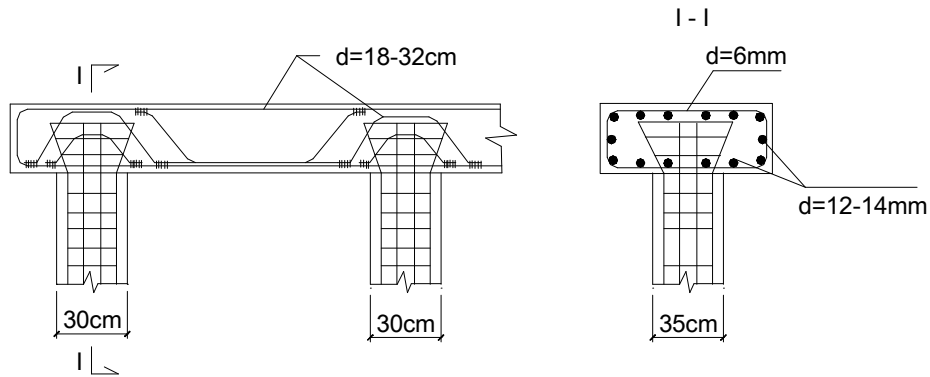
Hình 1.7. Kích thước xà mũ

Thông thường xà mũ gồm hai loại:

- Xà mũ lắp ghép: trong các khối lắp ghép có chứa các lỗ hình chóp cụt ứng với vị trí đầu cọc.
- Xà mũ đổ tại chỗ: cốt thép chủ $d=(20\div 24)$ mm, cốt thép đai $d=6$ mm



Hình 1.9. Cấu tạo xà mũ lắp ghép



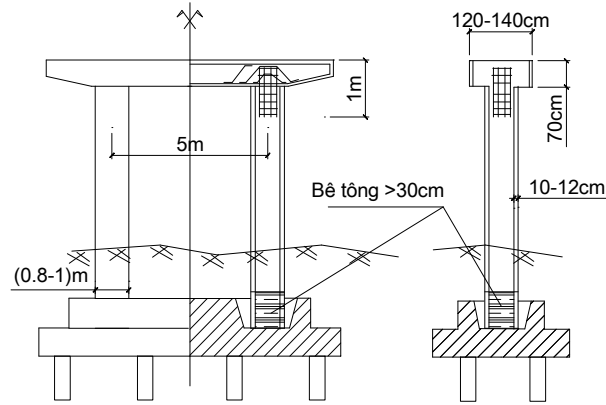
Hình 1.10. Cốt thép xà mũ đổ tại chỗ

2. Trụ dể dạng cột

Sử dụng: Khi trụ cao đến 6m, chiều dài nhịp $l = 30\div 40$ m, vận tốc nước $V_{\text{nước}} > 1$ m/s.

Cấu tạo:

Trụ có thể có 1, 2 hay nhiều cột tùy thuộc vào khổ cầu và kích thước cột. Cột có thể có tiết diện vuông, chữ nhật hoặc hình vành khăn. Cột vành khăn hay được sử dụng do giảm được trọng lượng khi lắp ráp.



Hình 1.11. Trụ dèo dạng cột

Cột có thể đặt trực tiếp lên móng chung hay riêng hoặc trực tiếp lên đất nền nếu tầng đất đủ khả năng chịu lực.

II. Cấu tạo mô dèo

Thường có dạng cọc, cột, tường mỏng.

1. Mô dèo dạng cọc

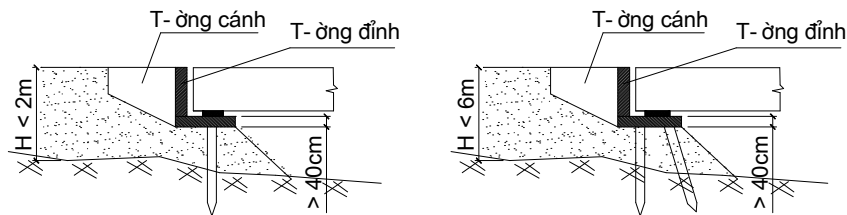
Sử dụng: Khi chiều cao đất đắp $H \leq 6m$, chiều dài nhịp $l < 40m$ là loại dùng phổ biến và đơn giản nhất.

Cấu tạo: Cũng giống như trụ dèo nó gồm cọc, xà mũ nhưng khác trụ là trên xà mũ có tường đỉnh và tường cánh có nhiệm vụ chắn đất.

Khi chiều cao đất đắp $H \leq 2m$, $l \leq 20m$ có thể chỉ dùng 1 hàng cọc.

Khi H, l lớn bố trí thêm 1 hàng cọc xiên.

Xà mũ có chiều cao $h \geq 40cm$, toàn bộ thân cọc nằm trong đất đắp nón mố và có kích thước như cọc của trụ dèo.



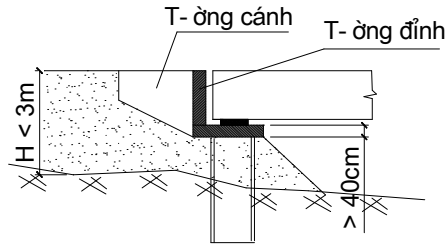
Hình 1.12. Cấu tạo mô dèo dạng cọc

2. Mô dèo dạng cột

Giống như mô dèo dạng cọc nhưng do đường kính cột lớn hơn nên có thể mô chỉ cần 2 cột ống.

Khi $l \leq (12 \div 15)m$ dùng 2 cọc ống 0.8m đóng sâu 8m.

Khi $l \leq (18 \div 24)m$ dùng 2 cọc ống 1.0m đóng sâu 12m.



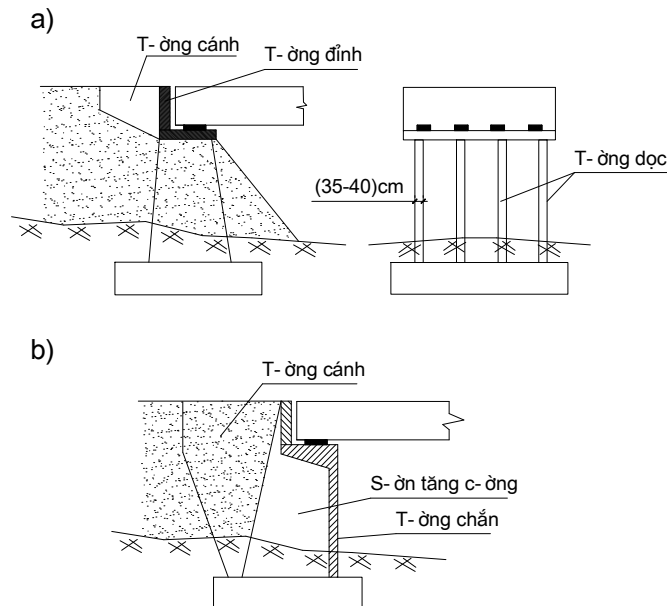
Hình 1.13. Cấu tạo mố dèo dạng cột

3. Mố có dạng tường chắn

Khi chiều cao đất đắp và chiều dài nhịp không lớn lắm, nhất là cầu vượt đường, cầu trong thành phố có thể dùng mố dạng tường mỏng bằng BTCT có sườn tăng cường tam giác.

Ưu điểm của loại này là đất đắp phía trước không lấn vào phần không gian dưới gầm cầu → các cầu vượt đường giảm được chiều dài nhịp.

Khi H, l lớn, mố có cấu tạo các tường song song riêng rẽ để giảm áp lực đất lên tường, nhưng nhược điểm là nếu nền đắp không tốt đất sẽ chui ra phía trước.



Hình 1.14. Cấu tạo mố dạng tường chắn

a) Tường chắn dọc

b) Tường chắn ngang

Đ3. CẤU TẠO MỐ, TRỤ CỨNG (4 TIẾT)

I. Cấu tạo trụ cứng

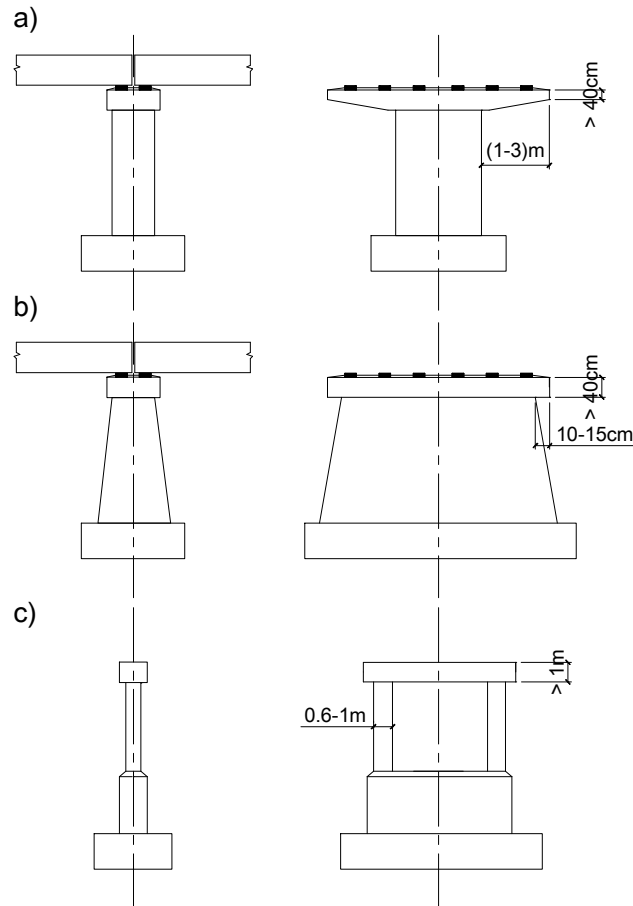
Trụ cứng gồm 3 bộ phận chính: Mũ, thân và móng trụ. Trên những sông có dòng nước chảy xiết hoặc có khả năng va đập của tàu bè, cây trôi có thể đặt bộ phận chống va xô cho trụ.

1. Mũ trụ

Mũ trụ chịu tải trọng trực tiếp từ kết cấu nhịp và truyền xuống thân trụ. Kết cấu nhịp tựa trên mũ trụ thông qua gối cầu. Tại chỗ đặt gối cầu, mũ trụ thường bố trí lưới cốt thép chịu ứng suất cục bộ có bước (5×5) cm. Mặt trên của mũ trụ phải tạo dốc ít nhất 1:10 để thoát nước. Bê tông mũ trụ thường sử dụng M250 hoặc M300.

Cấu tạo:

Cấu tạo mũ trụ như hình vẽ 2.10.



Hình 1.15. Một số dạng trụ cứng thường gặp

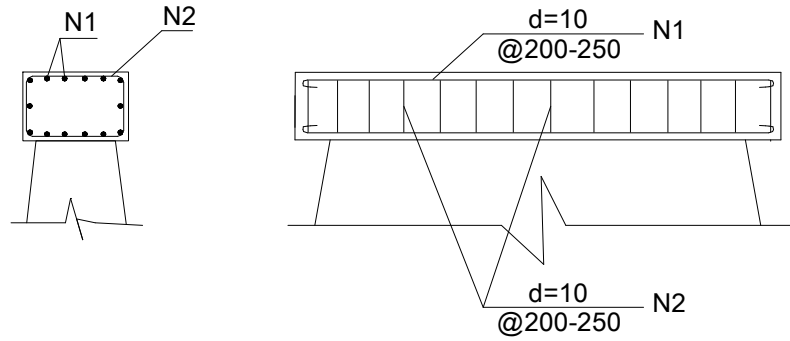
a) Trụ đặc thân hẹp

b) Trụ đặc thân rộng

c) Trụ thân cột

Cốt thép của mũ trụ được bố trí phụ thuộc vào cấu tạo thân trụ

+ Trụ đặc thân rộng: cốt thép mũ trụ đặt theo cấu tạo



Hình 1.16. Cốt thép mũ trụ đặc thân rộng

+ *Trụ đặc thân hẹp*: cốt thép mũ trụ phân hằng phải được đặt theo tính toán.

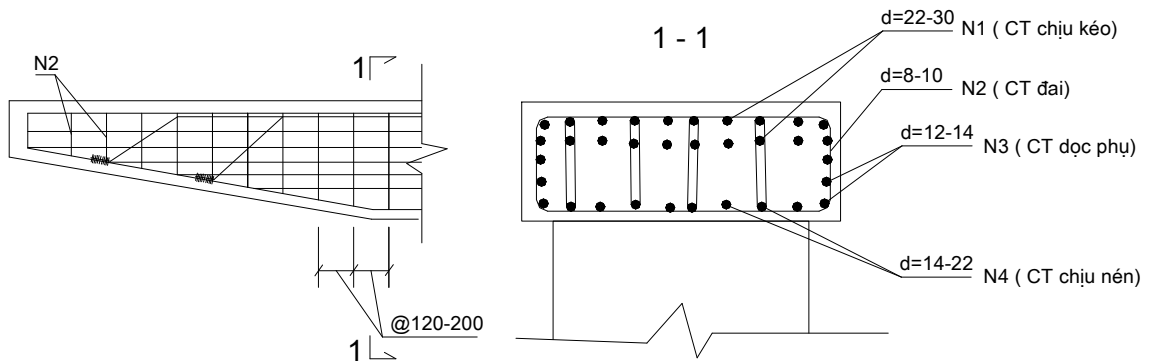
Sơ đồ: Dầm ngàm một đầu

Tải trọng: Trọng lượng bản thân mũ trụ

Trọng lượng đá kê gối

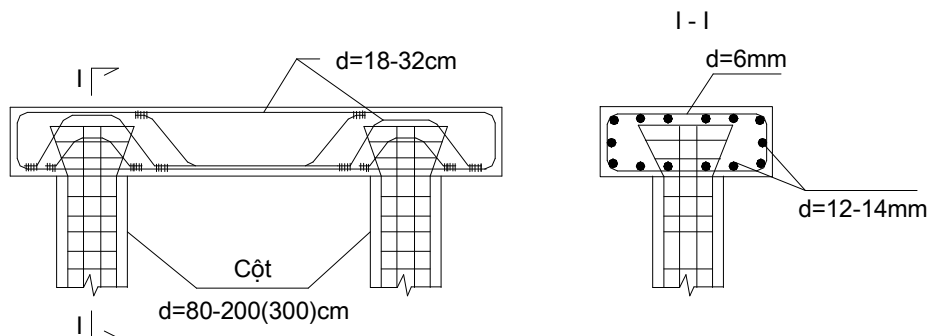
Phản lực gối do tĩnh tải: R_t

Phản lực gối do hoạt tải: R_h (có xét đến hệ số phân bố ngang)



Hình 1.17. Cốt thép mũ trụ đặc thân hẹp

+ *Trụ thân cột*: áp dụng trong cầu dầm thép có đường xe chạy dưới, cầu dầm nhịp $l = 20 \div 30m$. Cốt thép chịu lực của xà mũ thường có đường kính $d=20mm$, được bố trí như sau:



Hình 1.18. Cốt thép mũ trụ thân cột

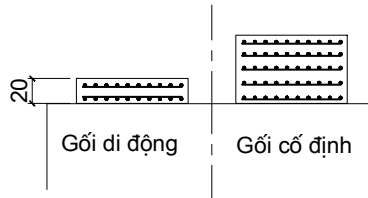
Đá kê gối bằng BTCT M300, có lưới cốt thép theo tính toán. Lưới cốt thép thường có các kích thước sau:

$$d = (8 \div 12) \text{mm có khi đến } 14 \text{mm}$$

$$@ = (80 \times 80 \div 120 \times 120) \text{mm}$$

Khoảng cách các lưới phải thoả mãn yêu cầu cấu tạo tức khoảng cách các lưới $(50 \div 70) \text{mm}$.

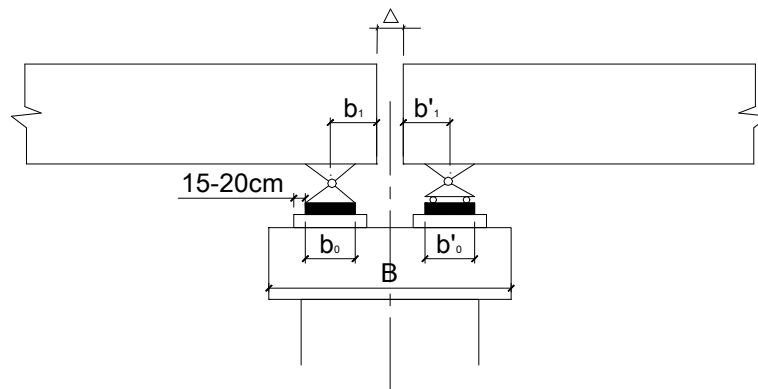
Ví dụ: Cầu BTCT dự ứng lực $L = 33 \text{m}$ để kê các gối di động và cố định cần cấu tạo thêm bộ kê gối để kê cao gối cố định.



Hình 1.19. Bộ kê gối

Kích thước cơ bản của mũ trụ:

- **Chiều cao mũ:** $H_{\text{mũ}} \geq 40 \text{cm}$ để đảm bảo cho kết cấu nhịp truyền phản lực qua mũ vào thân trụ.
- **Chiều rộng mũ B (dọc cầu):**



Hình 1.20. Bố trí gối trên mũ trụ (dọc cầu)

Gọi: Δ - khe hở giữa 2 đầu kết cấu nhịp

- + Nếu trên trụ đặt 2 gối cố định thì lấy $\Delta_{\text{min}} = 5 \text{cm}$
- + Nếu trên trụ đặt 1 gối cố định + 1 gối di động

$$\Delta = 5 \text{cm} + \alpha t^{\circ} l$$

Trong đó: - t° – chênh lệch nhiệt độ (giữa nhiệt độ khi đặt dầm lên gối với nhiệt độ nóng hoặc lạnh nhất

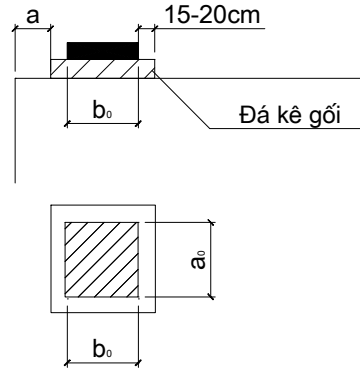
- α - hệ số biến dạng do nhiệt độ của kết cấu nhịp
- l – chiều dài nhịp tính toán

+ Nếu trên trụ đặt hai gối di động:

$$\Delta = 5 \text{cm} + \alpha_1 t^{\circ} l_1 + \alpha_2 t^{\circ} l_2$$

Gọi: b_1, b_1' là khoảng cách từ trục gối đến đầu mút kết cấu nhịp, nhịp trái và phải

b_o, b_o' là kích thước thốt dưới của gối theo dọc cầu
 a_o, a_o' là kích thước thốt dưới của gối theo ngang cầu
 (15÷20)cm là khoảng cách từ mép thốt gối đến mép đá kê gối
 a là khoảng cách mép đá kê đến mép mũ trụ
 a xác định theo Quy trình, $a_{\min} = 15\div 20\text{cm}$



Hình 1.21. Bố trí gối và đá kê gối

$$\rightarrow B_{\min} = \Delta + b_1 + b_1' + \frac{b_o}{2} + \frac{b_o'}{2} + 2(15\div 20) + 2a$$

Ví dụ dầm dự ứng lực $l = 33\text{m}$ có $B = 2\text{m}$

- **Chiều dài mũ A (ngang cầu)**

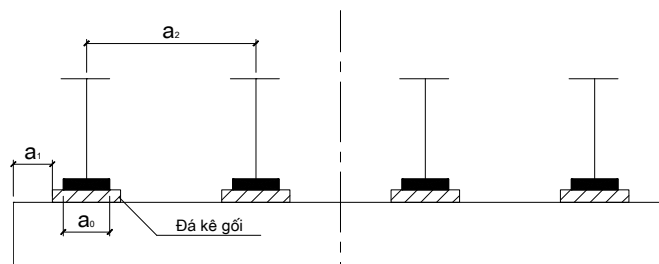
Gọi: a_1 – khoảng cách từ mép đá kê đến mép mũ trụ

$$a_1 = (30\div 50)\text{cm} \text{ tùy loại gối cầu}$$

a_2 – khoảng cách tim các dầm chủ theo ngang cầu

n – số dầm chủ theo ngang cầu

$$\rightarrow A_{\min} = (n - 1) a_2 + a_o + 2(15\div 20) + 2a_1$$

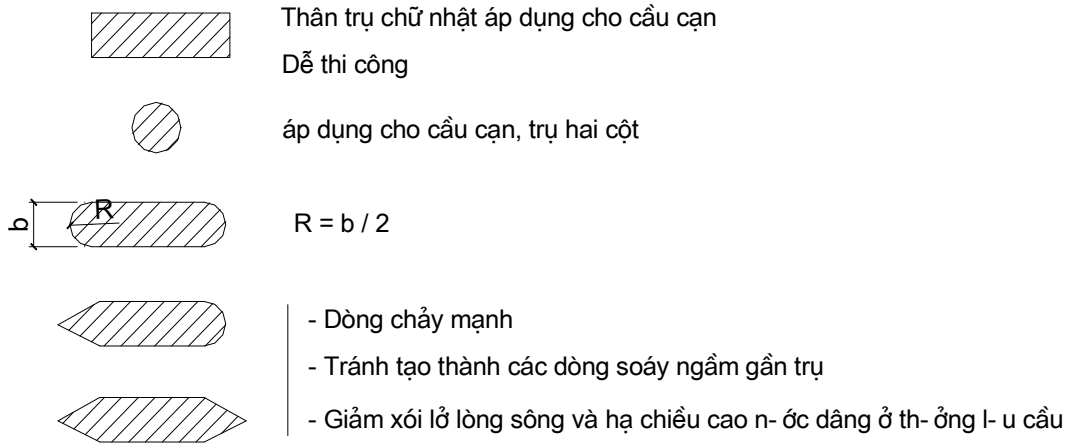


Hình 1.22. Bố trí gối đá kê và kết cấu nhịp gối theo ngang cầu

2. Thân trụ

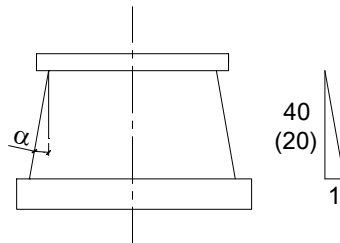
Thân trụ làm nhiệm vụ truyền áp lực từ mũ trụ xuống móng và chịu các lực ngang theo phương dọc cầu và ngang cầu. Mặt cắt ngang của trụ trong phạm vi lòng sông phải có dạng rẽ nước tốt. Thân trụ phải chịu được va đập do cây trôi, ở các nhịp có tàu thuyền qua lại còn phải chịu được va của tàu.

Hình dạng mặt cắt ngang thân trụ phụ thuộc vào điều kiện dòng chảy dưới cầu.



Hình 1.23. Một số mặt cắt ngang thân trụ

Sườn bên có thể nghiêng

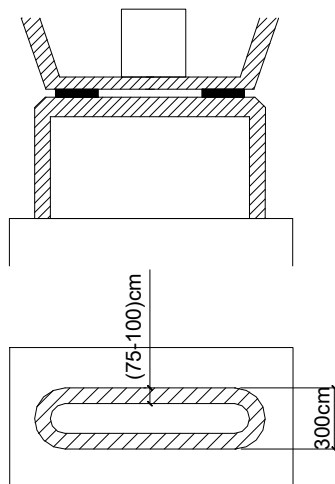


Hình 1.24. Sườn nghiêng

Trụ cầu hiện đại có sườn bên thẳng. Tiết diện trụ được chọn theo tiết diện trên đỉnh móng

Một số loại thân trụ khác cũng được sử dụng:

+ Trụ thân đặc rỗng (Bê tông, đá xây hoặc BTCT)



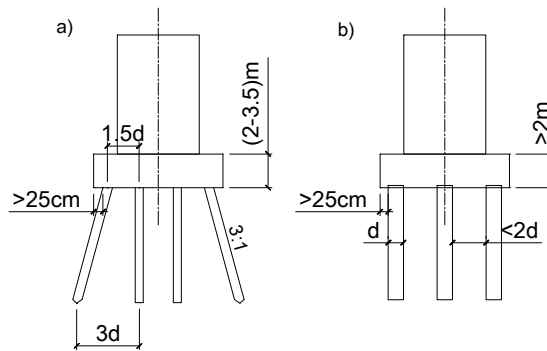
Hình 1.25. Trụ rỗng lòng

+ Trụ thân hẹp BTCT

+ Trụ thân cột BTCT có $d = 80 \div 200 (300) \text{cm}$

3. Móng trụ

- Móng trụ có nhiệm vụ truyền tải trọng từ thân trụ mố xuống đất nền bên dưới và xung quanh. Ngoài ra móng trụ còn có nhiệm vụ phân bố lực từ thân trụ xuống 1 diện tích rộng hơn để đảm bảo đủ chịu lực cho đất nền và ổn định cho trụ. Độ sâu đặt móng còn phải đảm bảo cho trụ không bị mất ổn định, nghiêng lệch hoặc bị phá hoại do xói lở gây ra. Đầu trên của cọc phải được ngàm vào trong bệ hay xà mũ BTCT một trị số theo tính toán đồng thời phải ngập sâu vào trong bệ đỡ một đoạn không nhỏ hơn 2 lần chiều dày thân cọc, với các cọc đường kính $d \geq 60\text{cm}$ thì không được nhỏ hơn 1.2m. Với các cọc cho cốt thép chôn vào trong bệ thì cọc phải ngàm vào bệ $(10\div 15)\text{cm}$ và cốt thép nằm trong bệ ít nhất là 20 lần đường kính cốt thép gờ và 40 lần đường kính cốt thép trơn.
- **Kích thước:** quy định như hình 1.25. Để đảm bảo sự truyền tải trọng đồng đều xuống các cọc thì chiều dày bệ phải $\geq 2\text{m}$.

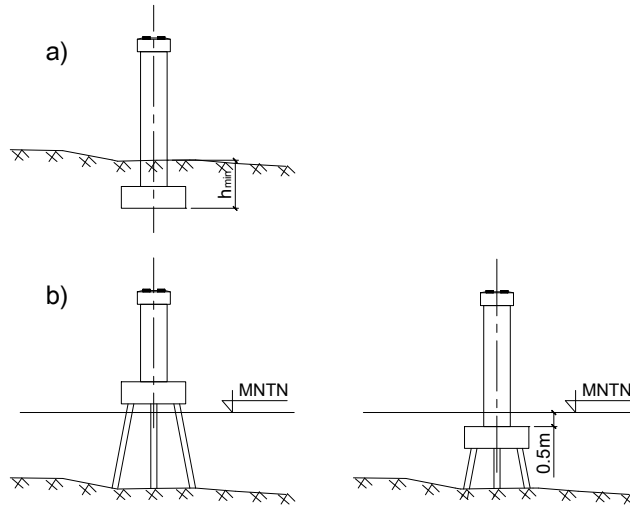


Hình 1.26. Cấu tạo móng trụ

a) Móng cọc đóng

b) Móng cọc đường kính lớn

- **Cao độ đỉnh móng:** Phụ thuộc vào điều kiện địa chất, địa hình, kinh nghiệm của người thiết kế.
 - + **Nếu móng nông:** Cao độ đỉnh móng phải nằm ngang hoặc dưới mặt đất tự nhiên khoảng $(0.5\div 1)\text{m}$.
 - + **Nếu là móng cọc:** Bệ thấp: Đáy móng đến đường xói lở phải thỏa mãn $h \geq h_{\min}$ (hình 1.26a)
 - (để đất xung quanh móng chịu được lực ngang)
 - Bệ cao: Cao độ đáy bệ, cao độ đỉnh móng nằm ở vị trí bất kì (hình 1.26b)



Hình 1.27. Cao độ đỉnh móng

- **Cao độ đáy móng:**

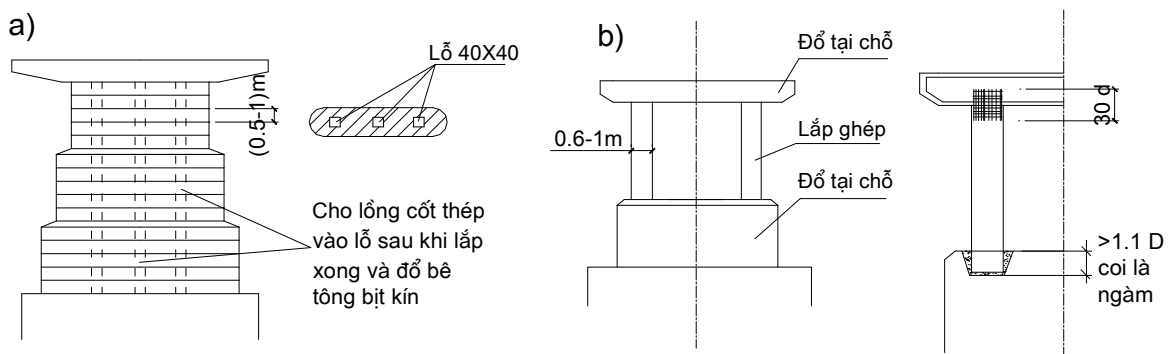
+ *Nếu móng nông:* Đáy móng phải nằm dưới đường xói lở $\geq 2.5m$.

+ *Nếu là móng cọc:* Cọc phải cắm vào tầng đất chịu lực $\geq 4m$.

4. Một số dạng trụ cứng

- **Trụ toàn khối:** Như trình bày ở trên

- **Trụ lắp ghép:**



Hình 1.28. Trụ lắp ghép

D - đường kính cột

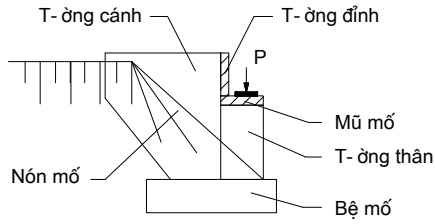
d - đường kính cốt thép cột

II. Cấu tạo móng cứng

Trong công trình cầu, móng thuộc kết cấu phần dưới được chôn trong đất, nằm trong vùng ẩm ướt chịu xâm thực của xói lở. Móng có các chức năng cơ bản:

- + Đỡ kết cấu nhịp
- + Chịu tải trọng thẳng đứng và nằm ngang từ kết cấu nhịp truyền xuống
- + Chịu áp lực đất đẩy ngang
- + Bộ phận chuyển tiếp và bảo đảm xe chạy êm thuận từ đường vào cầu
- + Đảm bảo chống xói lở bờ sông

Câu tạo chung mố:



Hình 1.29. Cấu tạo chung mố

1. Cấu tạo mố chữ U.

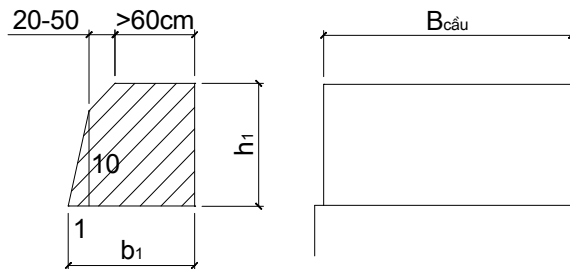
- Đặc điểm:**
- + Nón đất chỉ giới hạn trong tường trước → thoát nước tốt hơn mố vùi
 - + Chiều cao đất đắp $H = 4 \div 6m$ (có khi đến $8 \div 10m$)
 - + áp dụng cho cả cầu ô tô và cầu đường sắt
 - + ổn định chống lật, chống trượt tốt.

a) Cấu tạo mố U bê tông, đá xây.

□ **Tường đỉnh:**

- Chiều dày: Trên: $\geq 60cm$
 Dưới: $b_1 = (0.5 \div 0.6) h_1$
- Chiều cao: $h_1 = h_d + h_{g\ddot{o}i} + h_{\text{đá kê}}$
 $h_{\text{đá kê}} = 20cm$

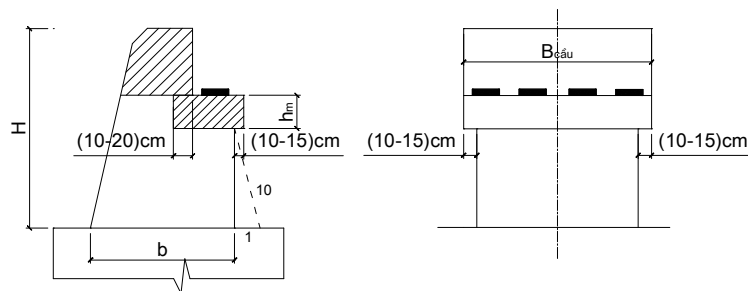
Chiều dài (ngang cầu) = $B_{\text{cầu}}$



Hình 1.30. Cấu tạo tường đỉnh

□ **Mũ mố:** BTCT

$h_{\text{mũ}} \geq 40cm$



Hình 1.31. Mặt cắt dọc, ngang mố

□ **Tường thân:**

+ Chiều dày tại mặt cắt đỉnh móng: $b = (0.35 \div 0.4)H$. Với mô có chiều cao đất đắp $H > 8m$ tường trước có thể nghiêng 10:1.

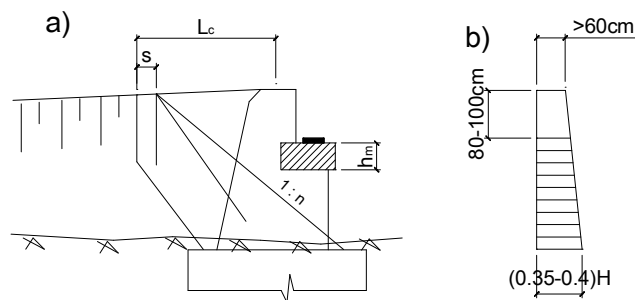
+ Chiều dài (ngang cầu) = $[B_{\text{cầu}} - 2(10 \div 15)cm]$.

□ **Tường cánh:**

- Theo phương dọc cầu:

+ Xác định chiều dài tường cánh căn cứ vào: Độ dốc taluy nón mô 1:n

Độ ngập sâu của tường cánh mô vào nền
đường (s)



Hình 1.32. Tường cánh dọc cầu

Theo Quy trình: $H \leq 6m$ độ dốc 1:1 (cầu ô tô) ; 1:1.25 (cầu đường sắt)

$H > (6 \div 12)m$ độ dốc 1:1.25 (cầu ô tô) ; 1:1.5 (cầu đường sắt)

(s) $H \leq 6m \rightarrow s = 0.65m$

$H > 6m \rightarrow s = (0.75 \div 1)m$

Có thể xác định chiều dài tường cánh theo công thức sau:

$$L_c = n H + s$$

+ Đoạn thẳng tường cánh: Tùy người thiết kế. Có thể lấy $= h_1$ hoặc $= (80 \div 100)cm$.

+ Đoạn xiên: (6:1) – (4:1)

- Theo phương ngang cầu:

Kích thước tường cánh như hình 1.31b

□ **Bệ móng:** Giống trụ

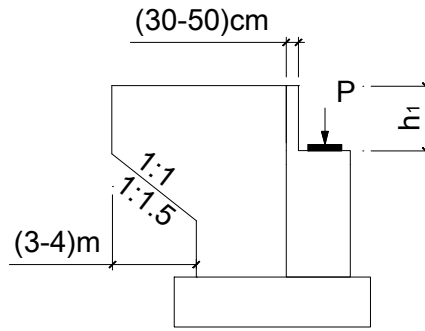
b) Cầu tạo mô U BTCT

Các kích thước được xác định tương tự như trên.

Tường mỏng hơn do có bố trí cốt thép: Tường đỉnh: $b_1 = (30 \div 50)cm$

Tường cánh: $b_c = (40 \div 50)cm$

Tường cánh có độ hẫng lớn: (1:1) ÷ (1:1.5)



Hình 1.33. Cấu tạo móng U BTCT

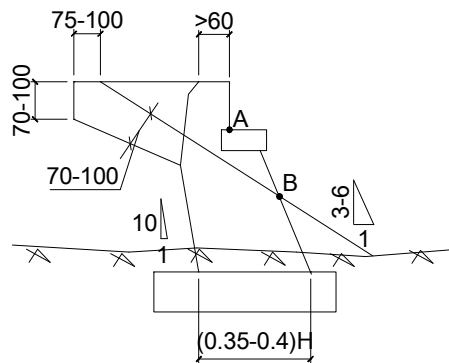
2. Cấu tạo móng vùi

a) Móng vùi bê tông, đá xây

Sử dụng khi chiều cao đất đắp $H = (5 \div 20)m$

Gọi A là giao điểm tường trước và mũ móng. QT 79 quy định: Taluy nón móng phải cách A 1 khoảng $\geq 30cm$

B là giao điểm tường trước và nón móng: B phải cao hơn MNCN $\geq 25cm$



Hình 1.34. Cấu tạo móng vùi bê tông, đá xây

b) Móng vùi BTCT

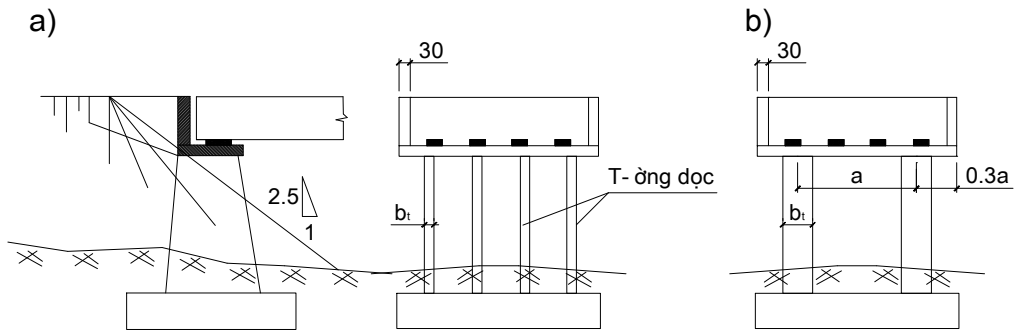
Móng vùi BTCT thường có 2 loại: Móng vùi tường dọc

Móng vùi tường ngang

+ Tường đỉnh, tường cánh dày 30cm.

+ Tường thân: . Nhiều tường: $b_t = (35 \div 40)cm$

. 2 tường: $b_t = (70 \div 100)cm$.



Hình 1.35. Cầu tạo mố vùi BTCT

a) Nhiều tường dọc

b) Hai tường dọc

Đ4. KHÁI NIỆM TÍNH TOÁN MỐ, TRỤ CẦU , THEO 22TCN 18-79 (3 TIẾT)

1. Khái niệm chung

Khi thiết kế mố trụ cầu trước hết chọn chọn loại mố trụ cầu, sơ bộ xác định kích thước các tiết diện. Sau đó tiến hành theo các trình tự sau:

- Chọn sơ đồ tính toán.
- Xác định các loại tải trọng đối với tiết diện cần tính toán của các bộ phận mố trụ.
- Lập các tổ hợp tải trọng nhằm xác định các trị số nội lực bất lợi rất có khả năng xuất hiện trong quá trình xây dựng và khai thác công trình.
- Kiểm tra lại các tiết diện theo các trạng thái giới hạn.

2. Các tải trọng tác dụng lên mố trụ cầu

a) Trọng lượng bản thân

Xác định theo kích thước hình bao của các bản vẽ kỹ thuật. Khi tính toán nên chia mố trụ thành các khối hình học đơn giản để tính thể tích, trọng lượng và cánh tay đòn từ trọng tâm của các khối này đến 1 trục nào đó cần tính mômen.

Công thức tính toán:

$$Q = \gamma V$$

Trong đó: γ - trọng lượng riêng của vật liệu

V - thể tích mố trụ

Khi bộ phận mố trụ nằm dưới nước khi tính ổn định phải xét đến tác dụng của áp lực thủy tĩnh. Khi đó trọng lượng riêng là:

$$\gamma' = \gamma - 1 \text{ (T/m}^3\text{)}$$

b) Phản lực gối dưới tác dụng của trọng lượng bản thân kết cấu nhịp

Xác định dựa vào thiết kế cụ thể. Ví dụ nhịp dầm giản đơn:

$$R_t = g L / 2$$

Trong đó: g – trọng lượng bản thân kết cấu nhịp trên 1 đơn vị chiều dài nhịp.
 L – chiều dài nhịp tính toán.

c) Trọng lượng đất đắp

Trọng lượng của đất đắp trên các bệ móng và các thành nghiêng của trụ mố:

$$P_d = \gamma_d H \quad (\text{T/m}^2)$$

Trong đó: γ_d - trọng lượng riêng của đất, $\gamma_d = 1.8 \text{ T/m}^3$.
 H - chiều cao đất đắp.

d) áp lực ngang của đất

Rất quan trọng khi tính mố. Đối với trụ thì tùy loại, có thể tính hoặc không tính tùy theo mức độ ảnh hưởng.

Theo QT 79 áp lực đẩy ngang tính theo công thức:

$$e_p = \mu \gamma_{tc} H$$

Trong đó: H – chiều cao tầng đất tính toán.

$$\mu = \text{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - \text{hệ số áp lực ngang của đất.}$$

φ, γ_{tc} – góc ma sát trong, dung trọng thể tích của đất.

Khi đáy móng đặt cách mặt đất tự nhiên $\leq 3\text{m}$ coi áp lực đẩy ngang của đất phân bố theo quy luật đường thẳng \rightarrow Hợp lực đẩy ngang tính theo công thức:

$$E = \frac{1}{2} e_p H B$$

Trong đó: e_p và H - áp lực nằm ngang của đất và chiều cao tầng đất.

B - chiều rộng tính đối của mố

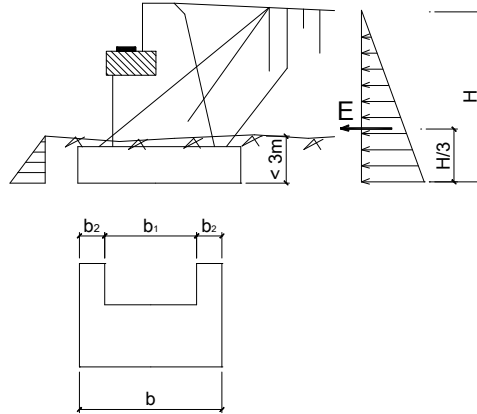
B xác định như sau:

$$b_1 \leq 2b_2 \rightarrow B = b.$$

$$b_1 > 2b_2 \rightarrow B = 2 \sum b_2.$$

Với mố cọc (cột) nếu chiều rộng tổng cộng các cọc (cột) $< 1/2$ chiều rộng mố trụ thì $B = 2 \sum b$ (b – chiều rộng cọc hoặc cột)

Với mố cọc (cột) nếu chiều rộng tổng cộng các cọc (cột) $\geq 1/2$ chiều rộng mố trụ thì B lấy bằng khoảng cách mép ngoài của cọc (cột).



Hình 1.36. áp lực ngang lên mố

Cánh tay đòn của hợp lực cách đáy móng 1 khoảng:

$$e = H / 3$$

e) Phản lực gối do hoạt tải thẳng đứng gây ra

Xác định phản lực này bằng cách xếp tải trực tiếp hoặc dùng tải trọng tương đương xếp xe lên đường ảnh hưởng phản lực gối.

Đối với tải trọng ô tô và người đi bộ xác định phản lực gối theo công thức sau:

$$R = k_o \eta_o \beta (1+\mu) \Omega + p_n \eta_n \Omega$$

Trong đó: k_o - tải trọng tương đương của 1 làn xe ô tô tiêu chuẩn

η_o - hệ số phân bố ngang của ô tô xuống các gối cầu

β - hệ số làn xe

$1+\mu$ - hệ số xung kích

p_n - trọng lượng người đi trên $1m^2$ lề đường

η_n - hệ số phân bố ngang của người

Ω - diện tích đường ảnh hưởng phản lực gối

f) áp lực ngang của đất do hoạt tải thẳng đứng trên lăng thể trượt

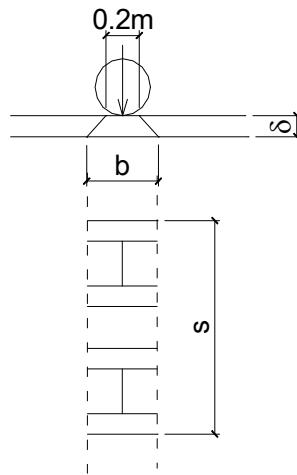
Mố không có bản quá độ:

Khi tính toán áp lực ngang do hoạt tải tác dụng lên mố, trọng lượng của 1 trục bánh xe ô tô được coi như phân bố đều trên 1 diện tích ($s \times b$) và được thay thế bằng trọng lượng của cột đất tương đương có chiều cao h_o .

$$h_o = \frac{\sum P}{sb \cdot \gamma}$$

Trong đó: γ - trọng lượng riêng của đất

$\sum P$ - tổng tải trọng trên diện tích ($s \times b$)



Hình 1.37. Sơ đồ tác dụng 1 trục bánh xe ô tô (2lần xe)

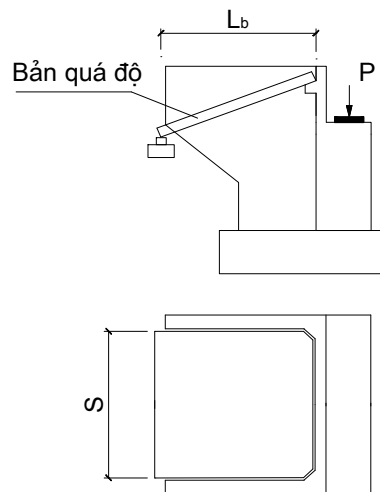
Mố có bản quá độ:

Lúc này hoạt tải sẽ phân bố qua bản quá độ xuống nền đất. Trong công thức tính h_0 :

s – kích thước bản theo chiều ngang

$$b = l_b / 2$$

ΣP – tổng hoạt tải lên bản



Hình 1.38. Mố có bản quá độ

Tính áp lực đất

+ Xác định chiều dài lăng thể trượt giả định: $l_0 = H \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$

+ Từ l_0 tiến hành xếp bánh xe

+ Tìm được sơ đồ tính \rightarrow tra bảng (sách Mố trụ Cầu) tính được áp lực đất do hoạt tải gây ra.

g) Lực lức ngang

Coi như phân bố đều, tác dụng theo phương ngang cầu đặt ở đỉnh mặt đường xe chạy.

$$S = 0.2 \text{ T/m}$$

- Đoàn xe H10, H13.

$S = 0.4 T/m$ - Đoàn xe H30.

h) Lực ly tâm (Xem lại phần tải trọng)

i) Lực hãm

Đối với cầu đường ô tô và cầu thành phố với một làn xe theo một hướng thì lấy dưới dạng lực tập trung, đặt ở cao độ đỉnh mặt đường xe chạy bằng $0.3p$, $0.6P$, $0.9P$ khi chiều dài đặt tải tương ứng từ 25m trở xuống, từ trên 25m đến 50m và lớn hơn 50m, trong đó P là trọng lượng chiếc ô tô nặng trong đoàn xe. Khi có nhiều làn xe theo một hướng thì lực hãm tính với tất cả các làn.

j) Lực gió (Xem lại phần tải trọng)

k) Lực va tàu bè (Xem lại phần tải trọng)

3. Các tổ hợp tải trọng

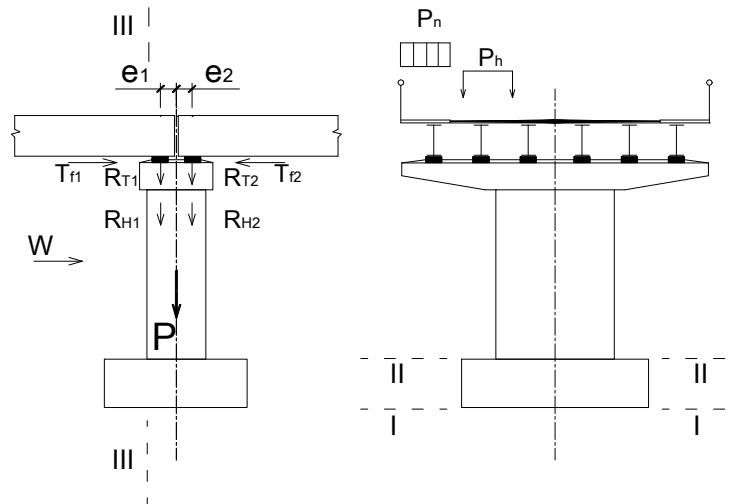
a) Các tổ hợp chính: bao gồm các tải trọng thường xuyên tác dụng lên cầu như tĩnh tải, hoạt tải, lực ly tâm.

b) Các tổ hợp phụ: bao gồm các tải trọng thuộc tổ hợp tải chính và một số tải trọng còn lại trừ đi tải trọng động đất và tải trọng do thi công. Khi tính xét theo cả phương dọc cầu và ngang cầu.

c) Tổ hợp đặc biệt: bao gồm lực động đất hoặc tải trọng trong thi công cùng xảy ra với các loại tải trọng khác.

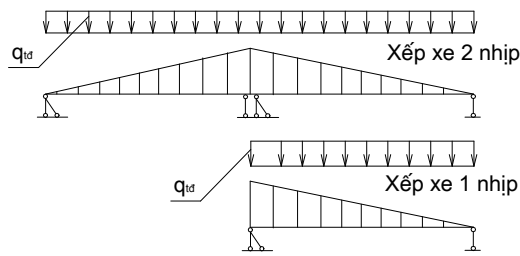
4. Tính trụ cầu

- Xác định kích thước trụ.
- Chọn sơ đồ tính:



Hình 1.39. Sơ đồ tính trụ

- Xác định các tải trọng tác dụng lên trụ



Hình 1.40. Sơ đồ tính phản lực gối do hoạt tải trên kết cấu nhịp

- Tổ hợp tải trọng tác dụng lên mặt cắt đáy móng:
 - + Tổ hợp tải trọng chính
 - + Tổ hợp tải trọng phụ:
 - . Dọc cầu: gồm tải trọng hãm xe 1 nhịp, hoạt tải tác dụng lên 1 nhịp, tĩnh tải.
 - . Ngang cầu:
 - gió ngang có xe
 - trên cầu không xe
 - lắc ngang
- Tính duyệt mặt cắt:
 - + *Duyệt cường độ*: dùng với tổ hợp tải trọng bất lợi nhất

- Đối với cầu kiện chịu nén đúng tâm:

$$\frac{N}{\varphi \cdot F} \leq R_n$$

- Đối với cầu kiện chịu nén lệch tâm:

$$\frac{N}{\varphi \cdot F} \left(1 + \frac{2e_o}{h} \right) \leq R_n$$

Trong đó:

M – tổng mômen tính toán

N – lực dọc trục tính toán

$e_o = \frac{M}{N}$ - độ lệch tâm của lực pháp tuyến N so với trọng tâm mặt cắt

h – chiều cao của mặt cắt

φ - Hệ số triết giảm khả năng chịu lực khi nén.

Công thức tính duyệt nên xem kỹ hơn trong môn Kết cấu công trình đã học.

Kết cấu chịu uốn (mặt cắt III-III):

$$M \leq R_u F_t (h_o - a)$$

+ *Duyệt ổn định chống lật*:

$$\frac{M_L}{M_{gh}} = \frac{\sum P_i e_i + \sum T_i h_i}{y \cdot \sum P_i} = \frac{e_o}{y} \leq m$$

Trong đó:

M_L, M_{gh} – mômen lật tính toán, giới hạn.

T_i – các lực ngang

e_i – cánh tay đòn của P_i

h_i – cánh tay đòn của T_i

y – khoảng cách từ trọng tâm tiết diện đến trục kiểm toán lật

m – hệ số điều kiện làm việc, $m = 0.8$.

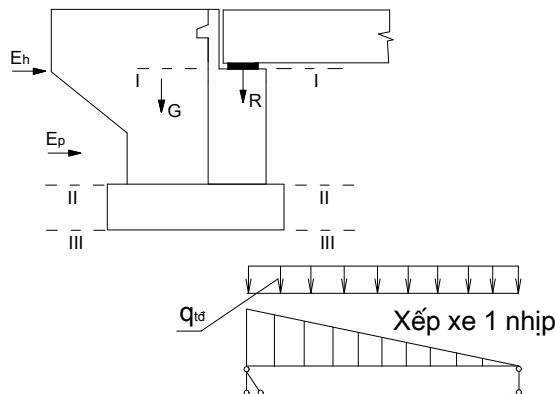
+ *Duyệt ổn định chống trượt:*

$$\frac{T_{tr}}{T_{gh}} \leq m \Leftrightarrow \frac{\sum T_i}{\psi \sum P_i} \leq m$$

ψ - hệ số ma sát.

5. Tính mố cầu

- Xác định kích thước trụ
- Sơ đồ tính



Hình 1.41. Sơ đồ tính mố

- Tính các tải trọng
- Lập các tổ hợp tải trọng
- Kiểm toán các mặt cắt: Kiểm toán như phần trụ cầu
- Tính các bộ phận mố:
 - + Tường thân:
 - Xác định các tổ hợp
 - Duyệt cường độ theo nén lệch tâm \rightarrow diện tích cốt thép F_t
 - + Tường cánh: Coi tường cánh chỉ ngàm vào thân trụ $\rightarrow F_t$
 - + Tường đỉnh: Xét với điều kiện chịu uốn $\rightarrow F_t$

Chương II:

GỐI CẦU DẦM

Đ1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ GỐI CẦU (0.5 TIẾT)

Gối cầu làm nhiệm vụ truyền áp lực tập trung từ kết cấu nhịp xuống mô trụ và đảm bảo cho đầu kết cấu nhịp có thể quay hoặc di động tự do dưới tác dụng của hoạt tải và nhiệt độ thay đổi.

Căn cứ vào tính chất làm việc, có 2 loại gối cầu:

- Gối cố định: là gối chỉ cho phép đầu kết cấu nhịp có chuyển vị xoay và truyền áp lực qua 1 điểm nhất định.
- Gối di động: là gối cho phép đầu kết cấu nhịp vừa có thể chuyển vị xoay, vừa có thể chuyển vị theo phương dọc hoặc theo cả phương ngang.

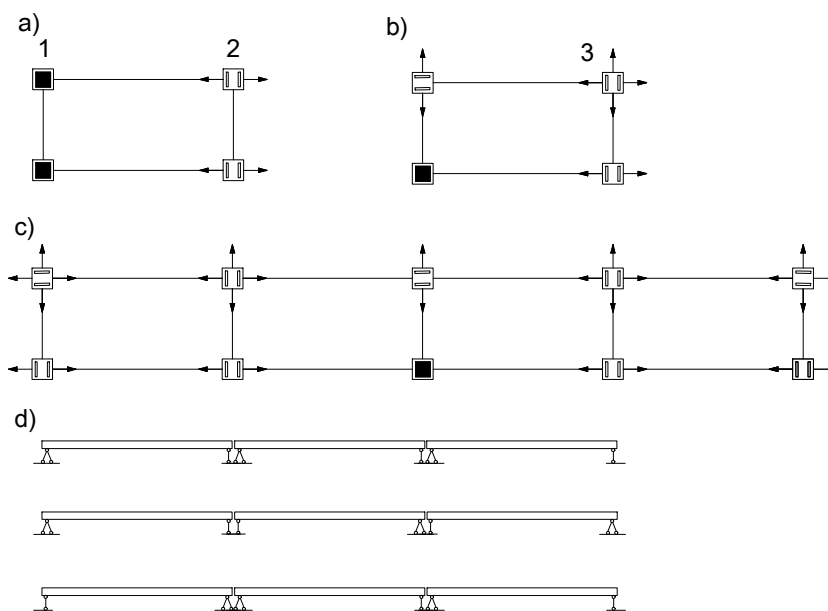
Bố trí gối:

- Trong cầu dầm, dàn giản đơn để đảm bảo truyền phản lực gối và chuyển vị tự do của đầu kết cấu nhịp do tải trọng và nhiệt độ cần bố trí gối như hình 2.1 a,b.

Trong các cầu có chiều rộng không lớn lắm $B \leq 12-15m$, biến dạng nhiệt độ thay đổi theo phương ngang cầu tương đối nhỏ, có thể đặt gối có 1 đầu di động theo phương dọc (Hình 2.2a). Cầu có $B > 15m$ một đầu kết cấu nhịp bố trí gối di động theo 2 phương (Hình 2.1b).

- Trong cầu dầm liên tục thông thường đặt gối cố định trên các trụ giữa nhịp để đảm bảo chuyển vị theo phương dọc cầu không quá lớn (Hình 2.1c).

- Các cầu giản đơn nhiều nhịp: Với cầu giản đơn nhiều nhịp có nhiều cách bố trí gối cầu. Thông thường trên 1 trụ thường bố trí 1 gối cố định và 1 gối di động để đảm bảo khe co giãn không quá lớn. Tuy nhiên, nếu trụ yếu và địa chất tại nơi đặt trụ yếu có thể đặt 2 gối di động (Hình 2.1.d).



Hình.2.1. Bố trí gối cầu

1. Gối cố định; 2. Gối di động theo 1 phương; 3. Gối di động theo 2 phương

Đ2. CẤU TẠO CÁC LOẠI GỐI CẦU (1 TIẾT)

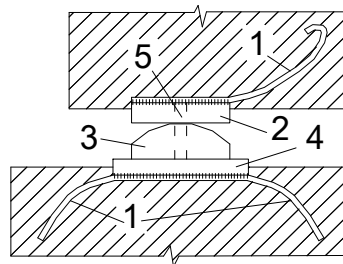
Cấu tạo gối cầu phụ thuộc vào trị số áp lực truyền lên gối, đối với gối di động còn phụ thuộc vào độ chuyển dịch của đầu kết cấu nhịp. Chiều dài nhịp càng lớn, cấu tạo gối cầu càng phải hoàn chỉnh để đảm bảo chuyển vị và xoay tự do của đầu kết cấu nhịp.

1. Cấu tạo gối cầu dầm BTCT

a) Gối tiếp tuyến

- *áp dụng*: Dùng cho cầu bản, dầm có sườn có $L=(12\div 20)m$.
- *Cấu tạo*: Gồm 2 bản thép có chiều dày $(30\div 50)mm$ gọi là thớt gối. Thớt trên là 1 tấm thép phẳng được hàn vào các thanh thép neo chôn sẵn trong dầm BTCT. Thớt dưới có mặt tiếp xúc hình trụ được liên kết với thanh thép chôn sẵn trong đá kê gối. Cấu tạo gối cố định và gối di động chỉ khác nhau ở chỗ: Gối cố định có chốt hoặc vấu để ngăn cản chuyển vị của thớt trên đối với thớt dưới. Gối di động có đặt bản nẹp ở sườn bên để ngăn không cho thớt trên chuyển vị theo phương ngang so với thớt dưới.

Gối có thể chịu được phản lực gối đến 300T



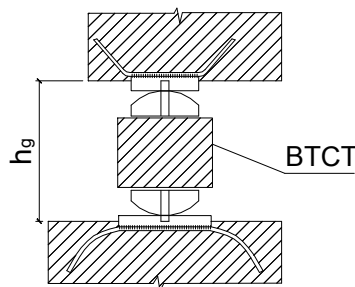
Hình.2.2. Gối tiếp tuyến

1. Thép neo; 2. Thớt trên; 3. Thớt dưới; 4. Thép bản; 5. Chốt thép (gối cố định)

b) Gối con lăn BTCT

- *áp dụng*: Dùng cho nhịp $L \geq 20m$.
- *Cấu tạo*: Gồm 2 tấm thép bề mặt hình trụ, ở giữa là khối BTCT có $M300\div 400$, chiều cao gối khoảng $(60\div 70)cm$.

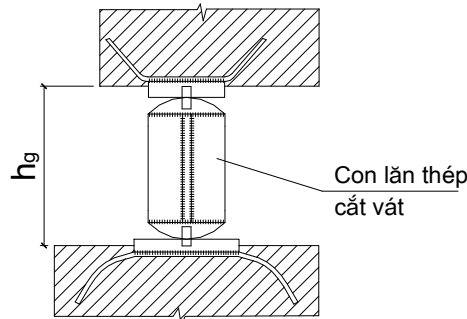
Gối có thể chịu được phản lực đến 80T



Hình 2.3. Gối con lăn BTCT

c) Gối con lăn thép cắt vát

- áp dụng: Dùng cho nhịp $L = (30 \div 33)m$.
- Cấu tạo: Giống như gối con lăn BTCT nhưng khối BTCT được thay bằng con lăn thép cắt vát góc.

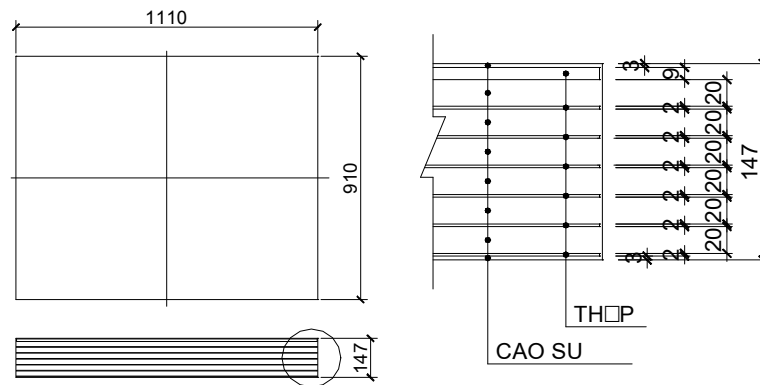


Hình 2.4. Gối con lăn thép cắt vát

d) Gối cao su phẳng

- áp dụng: Dùng cho nhịp $L = (30 \div 33)m$.
- Cấu tạo: Có các bản thép dày 5mm nằm giữa các lớp cao su. Các bản thép có tác dụng như các cốt thép ngăn cản và tăng độ cứng của gối khi chịu phản lực thẳng đứng. Nhờ tính chất đàn hồi của cao su, tiết diện đầu dầm có thể chuyển vị xoay và chuyển vị trượt. Gối có dạng hình tròn hoặc hình chữ nhật.

Hiện nay loại gối cao su phẳng chữ nhật được sử dụng trong dự án cải tạo nâng cấp các cầu trên Quốc lộ 1. Gối có thể chịu tải trọng đến 200T.



Hình 2.5. Gối cao su phẳng dùng trong Cầu Non Nước (Hãng OVM)

e) Gối bản thép phẳng

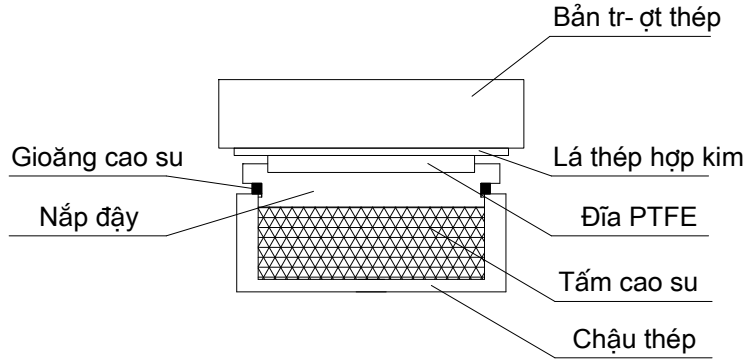
- áp dụng: Dùng cho cầu bản hay cầu dầm có sườn $L \leq 12m$.
- Cấu tạo: Gối cố định là bản thép phẳng từ $(10 \div 20)mm$ cố định bằng chốt thép $\phi 25$. Gối di động gồm 2 bản thép, giữa đệm bằng Amiăng hay 1 lớp than chì để chống rỉ và giảm ma sát đảm bảo cho chúng có thể trượt lên nhau. Bản trên hàn vào cốt thép chôn trong dầm, bản dưới hàn vào cốt thép chôn trong mố, trụ.

f) Gối cao su hình chụm

- áp dụng: Dùng cho nhịp $L = (40 \div 130)m$.

- Cấu tạo: Gồm 1 tấm cao su hình tròn (1) đặt trong 1 bộ phận bằng thép hình chậu (2). Trong gối di động chuyển vị trượt của gối do tấm teflon PTFE (polytetra fluoroethylene). Tấm trượt teflon PTFE được đặt trong khắc lõm của bản thép. Trên mặt tấm trượt PTFE là 1 lá thép hợp kim có chiều dày 1mm. Tấm PTFE có chiều dày từ (4÷8)mm. Để gối di động được theo 1 phương người ta đặt thêm 1 bản nẹp đỡ hướng. Gối cố định có nắp đậy ở dưới.

Chịu được phản lực gối (100÷2600)T



Hình 2.6. Gối cao su hình chậu

2. Gối của cầu thép

a) Gối cầu nhỏ, chung

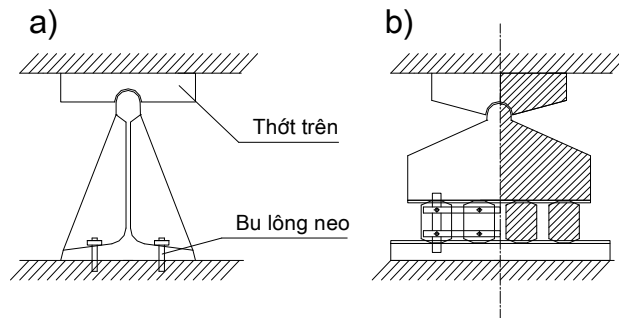
Dùng các gối tiếp tuyến, gối con lăn thép vát góc dùng cho gối di động

b) Cầu nhịp trung và lớn

- áp dụng: Dùng cho nhịp $L \geq 50m$.

- Cấu tạo: (hình vẽ)

Số con lăn không nên quá 4.



Hình 2.7. Gối cầu thép nhịp lớn

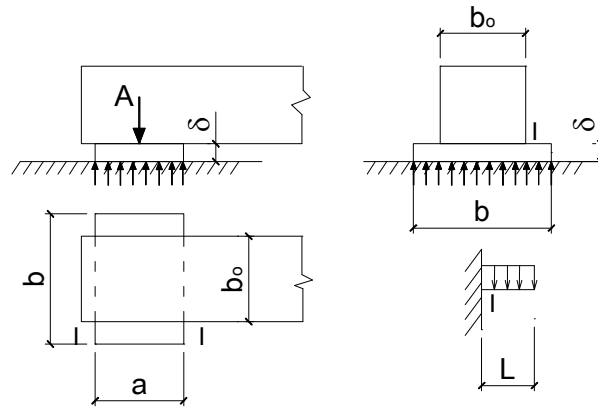
a) Gối cố định

b) Gối di động

Đ3. NỘI DUNG TÍNH GỐI BẰNG VÀ GỐI TIẾP TUYẾN (0.5 TIẾT)

1. Tính gối bản thép phẳng

- **Nội dung tính:** Xác định kích thước a, b và chiều dày δ của thép gối



Hình 2.8. Sơ đồ tính gối bản thép phẳng

- A là áp lực tác dụng lên gối đang xét do tải trọng tính toán
- Diện tích F của bản thép phải thoả mãn điều kiện

$$F = a b \geq \frac{A}{R_b}$$

R_b là cường độ chịu nén cục bộ của bê tông bệ kê gối (Thường dùng M250)

Tỷ số $\frac{a}{b}$ thường chọn từ 1÷1.5 → Từ đó xác định được a, b

Để tính chiều dày δ , coi ứng suất dưới đáy thớt dưới phân bố đều:

$$\sigma = \frac{A}{ab}$$

Thớt dưới coi như ngàm ở tiết diện I-I làm việc như congson dưới tác dụng của tải trọng phân bố đều q theo chiều rộng a:

$$q = \frac{A}{b}$$

Chiều dài congson là: $L = \frac{b-b_0}{2}$

Tiết diện tính toán là tiết diện chữ nhật ($a \times \delta$) do đó ta có sơ đồ tính như hình 2.8.

Từ đó ta có:

$$M_{I-I} = \frac{A}{8b} (b-b_0)^2$$

$$W_{I-I} = \frac{a\delta^2}{6}$$

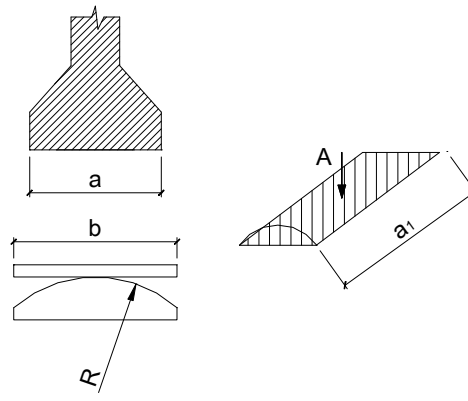
Bản thép phải thoả mãn: $\sigma = \frac{M}{W} \leq R_u^t$

$$\rightarrow \delta \geq \frac{b-b_0}{2} \sqrt{\frac{3A}{abR_u^t}}$$

2. Tính gối tiếp tuyến

Gối cầu được tính với phản lực gối A do tải trọng tính toán (có tính đến $n, 1+\mu$)

Chọn kích thước gối:



Hình 2.9. Kích thước gối

+ Theo phương ngang cầu (a) gần bằng chiều rộng bầu dầm hoặc cánh dưới dầm I

+ Theo phương dọc cầu (b): $b = \frac{A}{aR_{em}} \geq (18 \div 20) \text{cm}$

Bán kính con lăn được xác định theo điều kiện nén (quy ước) theo tiết diện đi qua đường kính con lăn.

$$A = R_c \cdot 2 R a_1$$

Trong đó: R_c – cường độ tính toán chịu cắt của thép làm gối, $R_c = 0.04 R_o$

R_o – cường độ chịu lực dọc trục của thép làm con lăn, $R_o = 200 \text{kG/cm}^2$.

R – bán kính con lăn

a_1 – chiều dài đường tiếp xúc

($2 R a_1$ là diện tích quy ước)

Kiểm toán thót gối thép theo điều kiện chịu uốn: Coi phản lực A phân bố đều trên diện tích, mômen tại tim thót gối (coi như tại ngàm của congson).

$$M = \frac{A}{b} \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{b}{4} = \frac{Ab}{8}$$

Chọn trước chiều dày thót gối, $\delta = (30 \div 50) \text{mm}$.

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_u$$

Trong đó: $W = \frac{a\delta^2}{6}$