



ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA XÂY DỰNG CẦU ĐƯỜNG

Giáo án môn học

THIẾT KẾ

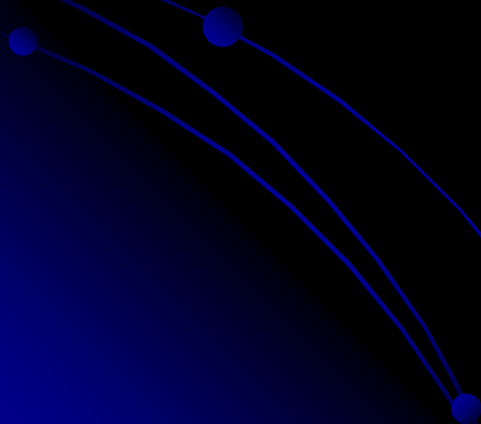
CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP

Biên soạn: GVC.ThS Lê Văn Lạc

Nguyễn Duy Thảo

CHƯƠNG 1:

ĐỊNH NGHĨA VỀ CÁC CÔNG TRÌNH NHÂN TẠO TRÊN ĐƯỜNG (ĐƯỜNG Ô TÔ và ĐƯỜNG SẮT)

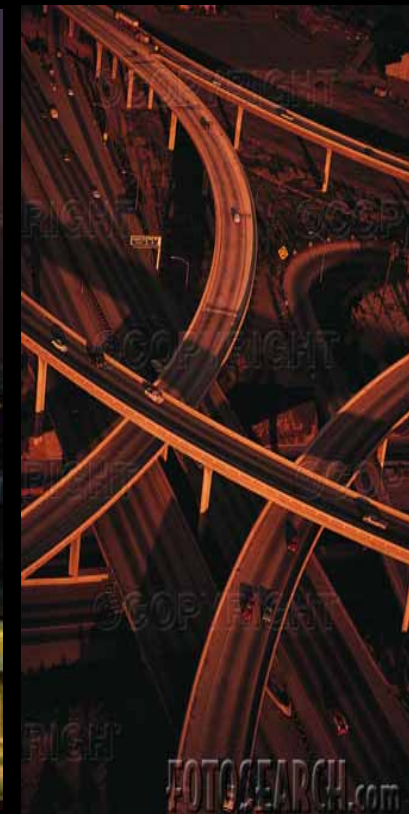
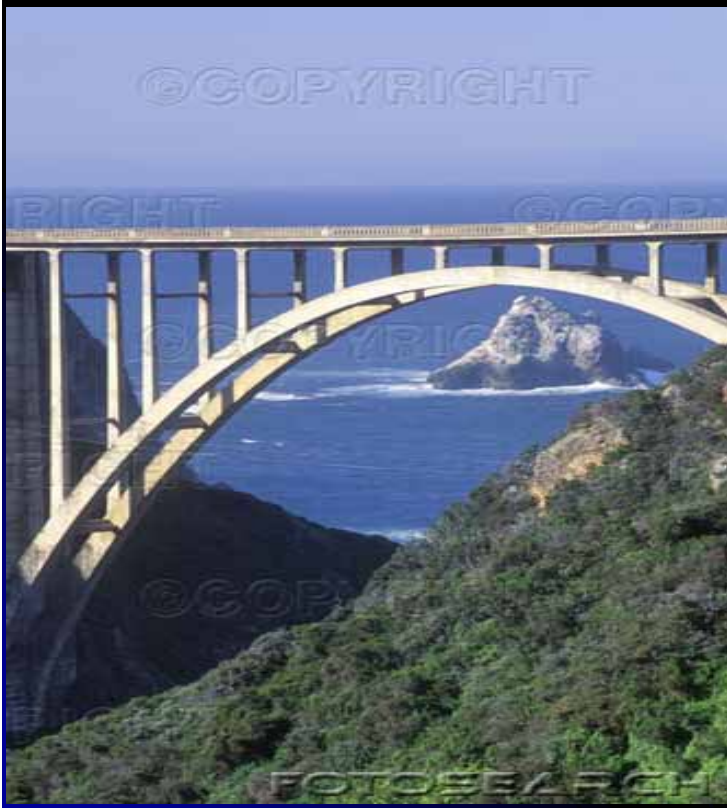


1. KHÁI NIỆM VỀ CẦU CỐNG VÀ TẦM QUAN TRỌNG CÁC CÔNG TRÌNH TRÊN ĐƯỜNG

1.1. Định nghĩa:

+ Cầu là công trình nhân tạo để cho đường giao thông vượt qua các chướng ngại vật như:

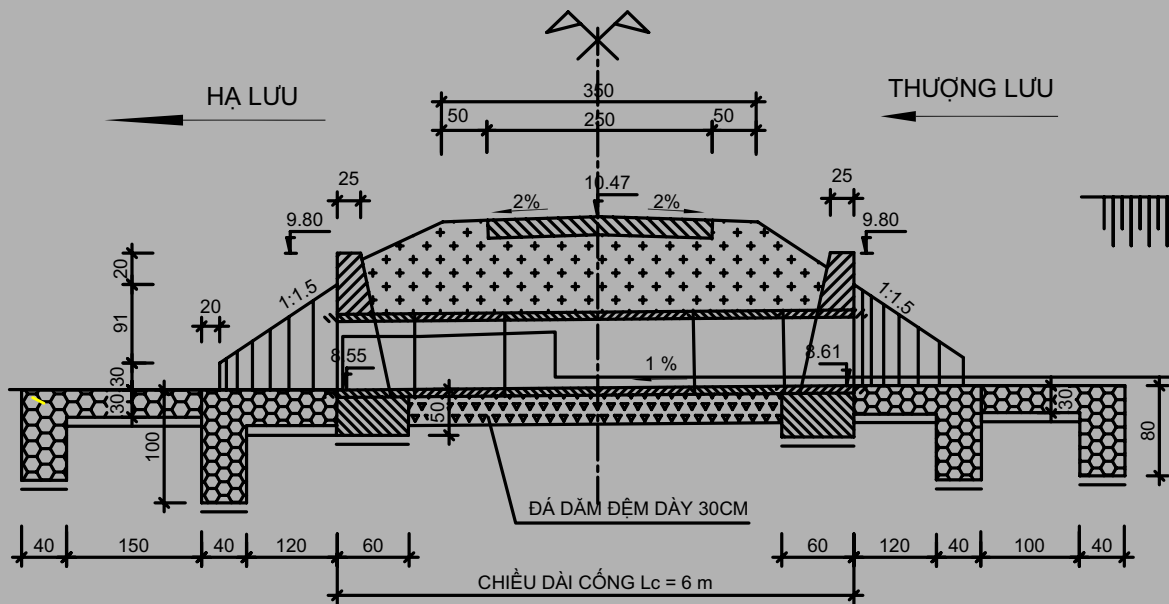
- Sông suối, khe núi, vực sâu.
- Vượt qua đường phố, khu dân cư... (cầu cạn, cầu vượt)



*Cống là gì ?

CẮT DỌC CỐNG TẠI KM0 + 33.62

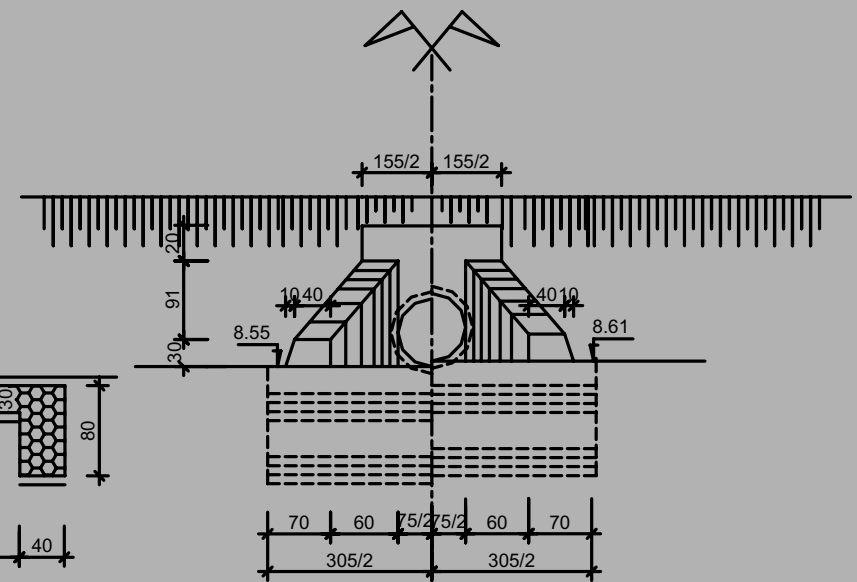
TL 1/100



CHÍNH DIỆN CỐNG TL 1/100

HẠ LƯU

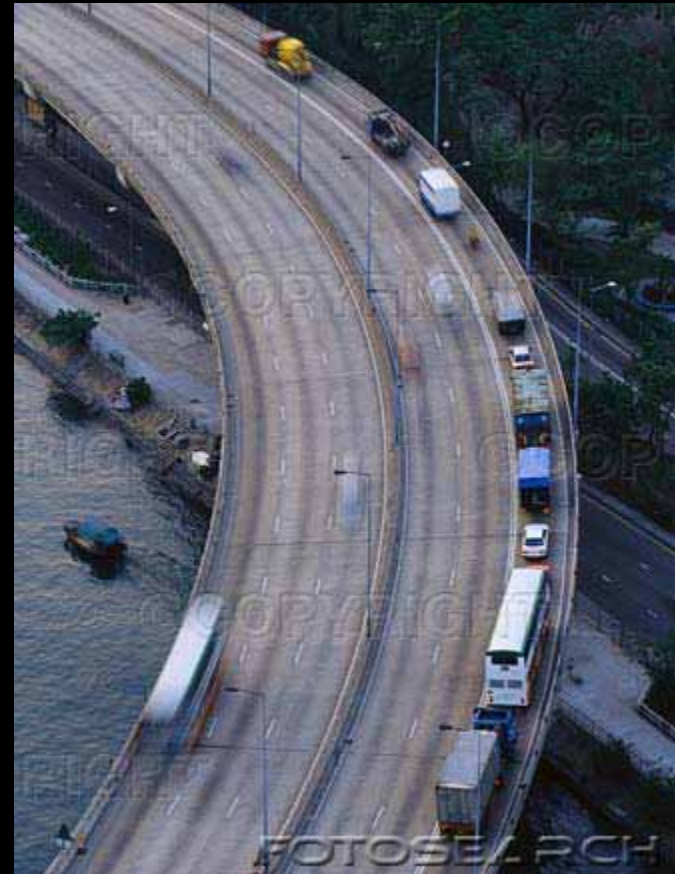
THƯỢNG LƯU



+ Cống là công trình nhân tạo đặt dưới nền đường, cho dòng nước không lớn chảy qua, xe chạy qua cống không có cảm giác bị thay đổi đột ngột.

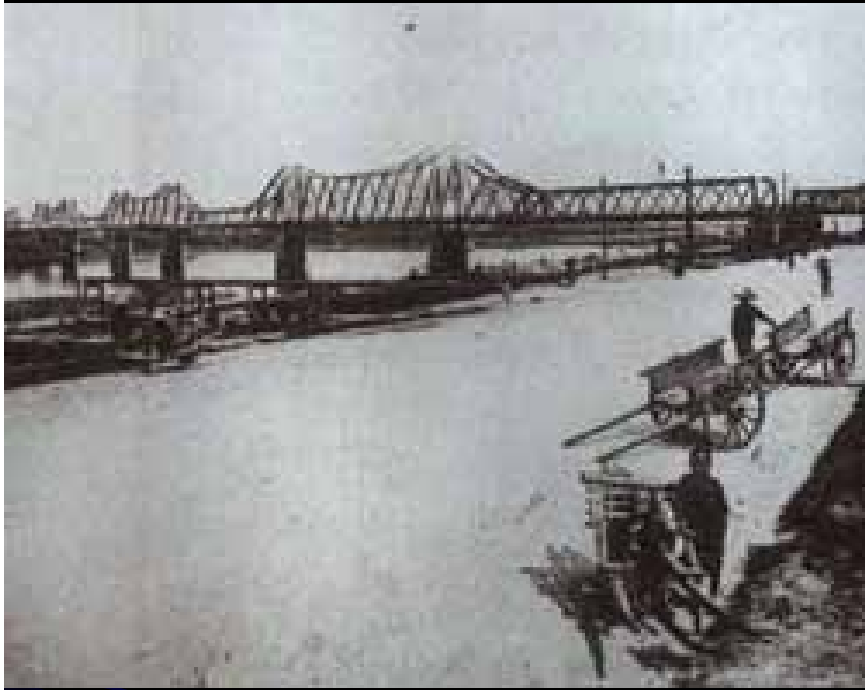
1.2. Tầm quan trọng của các công trình nhân tạo trên đường:

+Giao thông là điều kiện tất yếu cho sự trao đổi hàng hóa, giao lưu văn hóa giữa các vùng.



+Giao thông thuận lợi là tiền đề cho sự phát triển

+Đảm bảo an ninh quốc phòng toàn dân.



Cầu Long biên dài 2291m xây dựng năm 1902. Kinh phí 6.2 triệu Franc. Được báo chí nước ngoài mô tả

“ Cầu to đẹp và tráng lệ như một con rồng xanh bỗng bành trên mặt nước”

+Đảm bảo an ninh quốc phòng toàn dân.



+Đặc biệt đối với địa hình ở nước ta với một mạng lưới sông ngòi và kênh mương dày đặc thì vai trò của các công trình cầu cống trong mạng lưới giao thông càng được nâng cao.

1.3. Các môn học có liên quan:

- Các môn học chủ yếu liên quan đến môn học thiết kế cầu:

- + Cơ học kết cấu.
- + Sức bền vật liệu.
- + Kết cấu bê tông
- + Kết cấu thép, gỗ.
- + Cơ học đất, nền móng.
- + Địa chất công trình.
- + Thủy văn, thủy lực.
- + Vật liệu xây dựng
- + Phương pháp tính toán.

2. CÁC BỘ PHẬN VÀ KÍCH THƯỚC CƠ BẢN CỦA CÔNG TRÌNH CẦU



2.1. Kết cấu nhịp:

- Kết cấu nhịp bao gồm :
 - + Dầm cầu, bản mặt cầu,
 - + lan can tay vịn,
 - + Lề bộ hành

- Kết cấu nhịp có nhiệm vụ:
 - + Vượt chướng ngại vật.
 - + Kê đỡ mặt cầu



2.2. Trụ cầu: (ở giữa)

2.3. Mố cầu: (ở phía hai bờ)

Mố cầu cũng có nhiệm vụ như trụ, ngoài ra nó còn có tác dụng chắn đất đầu cầu, chịu áp lực của đất và là vị trí chuyển tiếp từ nền đường

2.4. Mô đất hình nón:

Mô đất hình nón có tác dụng gia cố, chống xói lở mố.

2.5. Gối cầu:

Gối cầu được bố trí trên đỉnh mố, trụ cầu và thường đặt trên các đá tảng bằng BTCT.



2.6. Các kích thước cơ bản:

+ Mức nước:

- MNCN

- MNTN

- MNTT

-MNTK

-MNTC

+Chiều dài:

-Chiều dài toàn cầu L : k/c tính từ hai đầu mố

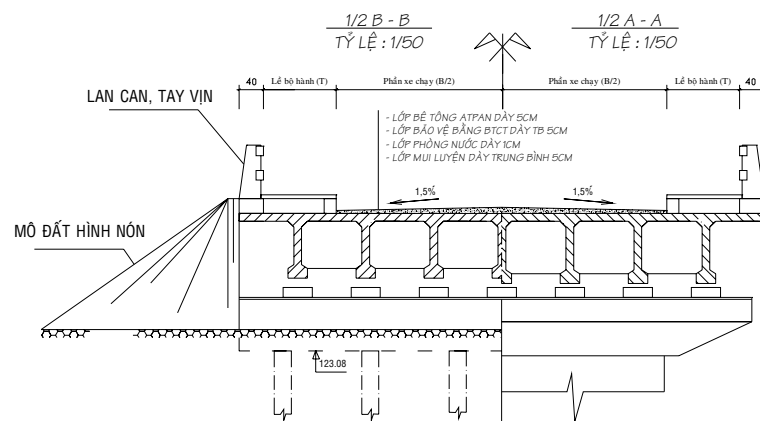
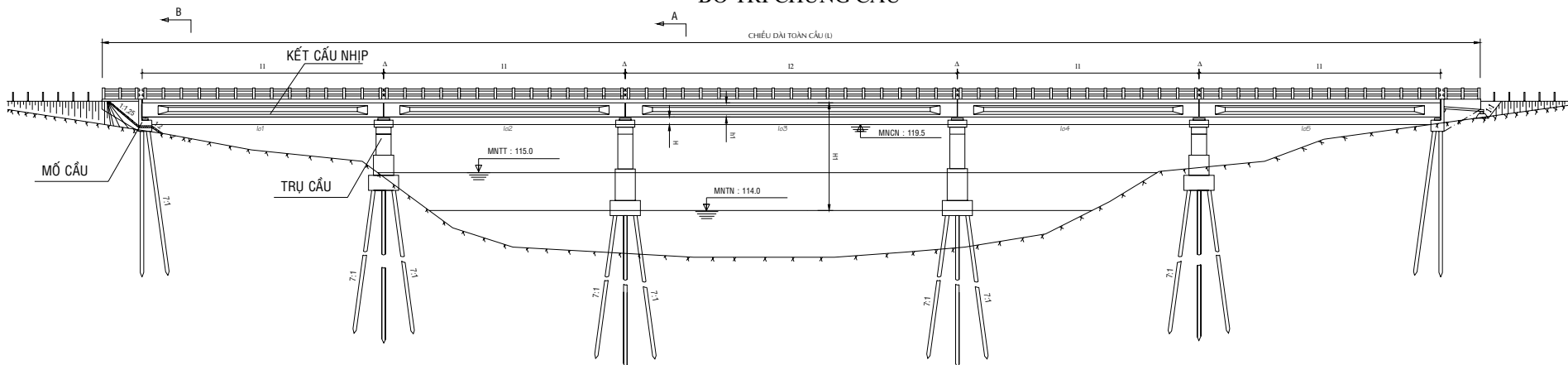
-Nhịp tĩnh không l_0 : khoảng cách giữa hai trụ (hoặc giữa mố và trụ) tại MNCN.

- Chiều dài toàn nhịp: l (chiều dài cấu tạo dầm)

- Khẩu độ cầu $L_0 = \Sigma l_0$: là bề rộng mặt thoáng gầm cầu tại MNCN

BỐ TRÍ CHUNG CẦU

CHIỀU DÀI TOÀN CẦU (M)



+ Chiều cao:

- Chiều cao gầm cầu H: là khoảng cách từ đáy kết cấu nhịp tới MNCN hay MNTT
- Chiều cao cầu H1: là khoảng cách từ mặt đường xe chạy đến MNTN.
- Chiều cao kiến trúc h1: là khoảng cách từ mặt đường xe chạy đến đáy KCN.

+ Chiều rộng:

Phải đảm bảo đủ rộng để xe cộ (lưu lượng xe), tàu và người đi bộ đi qua.

B: bề rộng phần xe chạy

T: bề rộng phần người đi

3. PHÂN LOẠI & CÁC HỆ THỐNG CẦU BTCT

3.1. Phân loại:

Có nhiều cách phân loại tùy theo những tiêu chuẩn và căn cứ khác nhau. Sau đây là một số phân loại thông dụng:

3.1.1. Dựa vào chướng ngại vật mà cầu vượt qua:

* Cầu vượt suối, sông, biển..



Cầu vượt qua khe, vực
sâu, thung lũng..



Cầu vượt qua công trình, khu dân cư, đường giao thông..

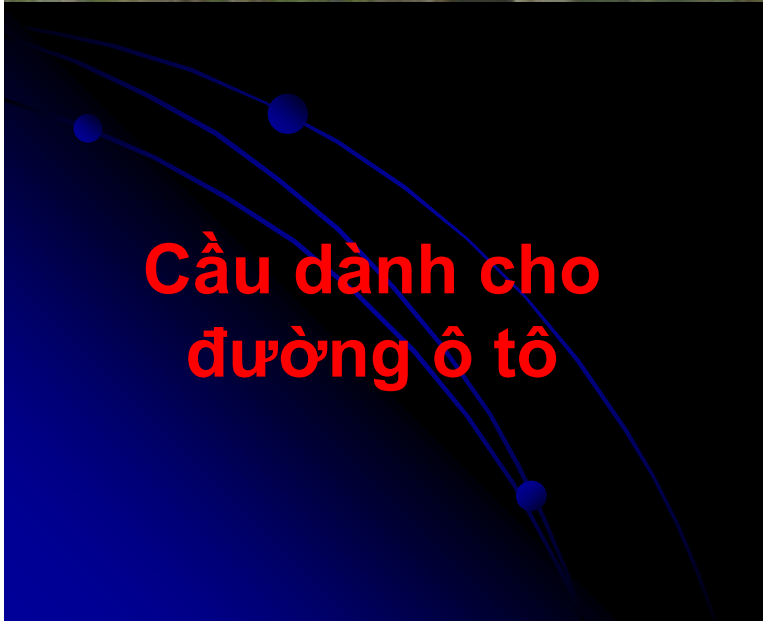


3.1.2. Dựa vào mục đích sử dụng: * Cầu dành cho người đi bộ





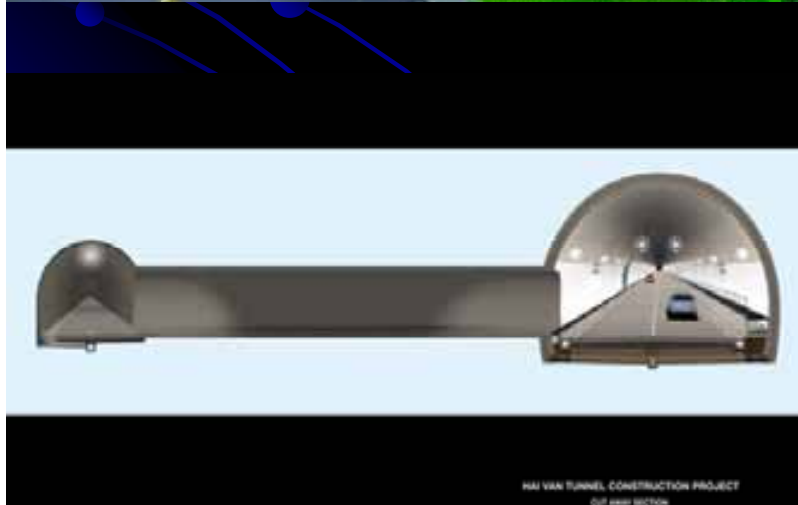
**Cầu dành cho
đường sắt**



**Cầu dành cho
đường ô tô**

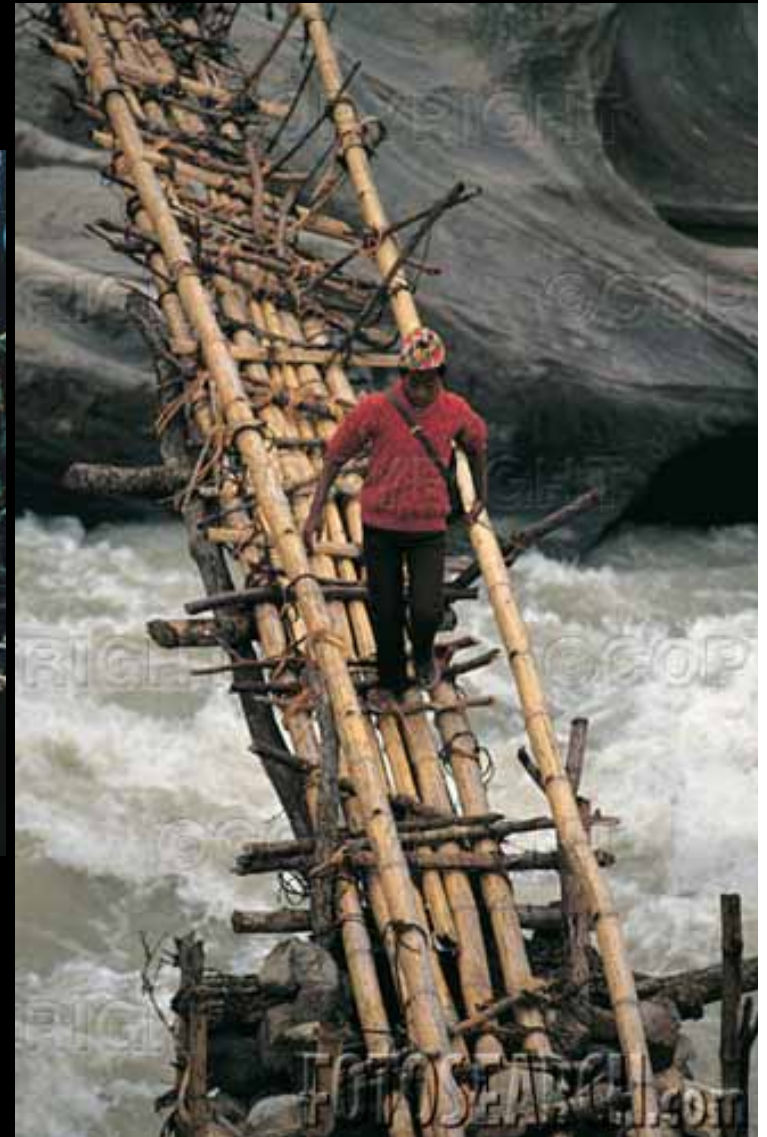


Cầu xuyên qua núi, qua biển.. → Hầm



3.1.3. Dựa vào vật liệu xây dựng:

* Cầu gỗ, tre...



* Cầu gỗ tại Đức



* Cầu đá:



Cầu kim loại (gang,thép..):



Cầu bê tông, bê tông cốt thép..



3.1.4. Dựa vào sơ đồ làm việc:

3.1.5. Dựa vào hình dạng MCN của kết cấu chịu lực chính:

- Kết cấu nhịp bản
- Kết cấu nhịp có sườn
- Kết cấu nhịp mặt cắt hình hộp

3.1.6. Dựa vào phương pháp thi công:

- Cầu lắp ghép.
- Cầu đổ tại chỗ (toàn khối).
- Cầu bán lắp ghép.

3.2. Các hệ thống cầu bê tông cốt thép:

3.2.1. Cầu dầm:

- + Cầu dầm đơn giản
- + Cầu dầm mút thừa
- + Cầu dầm liên tục.

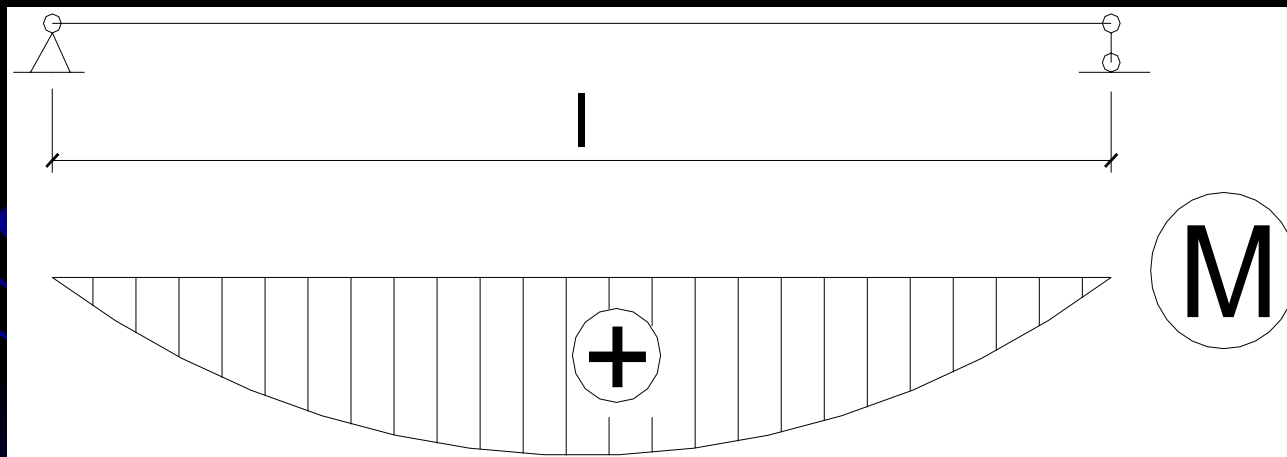


3.2.1.1 Cầu dầm đơn giản:

+ **Biểu đồ mô men chỉ có một dấu (dương)**

+ **Chiều dài nhịp ≤ 40 m (đặc biệt thì $\leq 60-70$ m).**

Tại các gối chỉ tồn tại phản lực thẳng đứng.



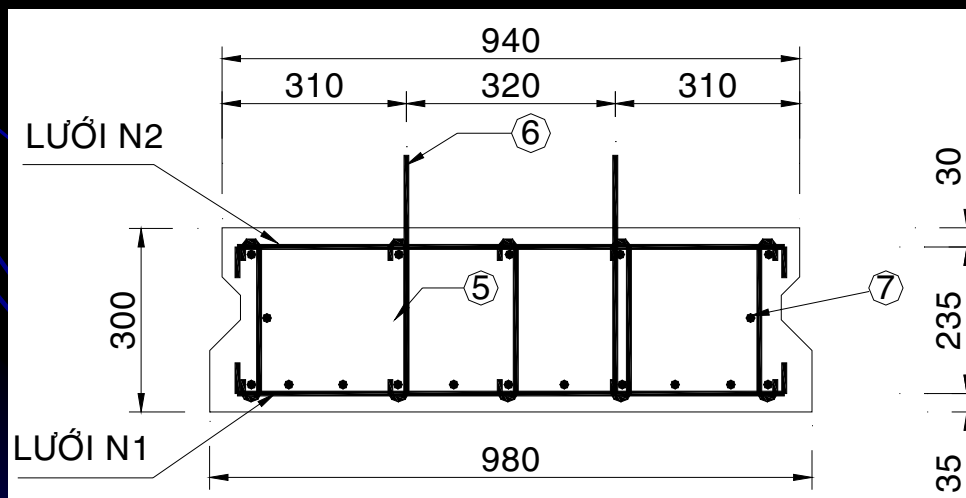
+ Tiết diện mặt cắt ngang gồm có các dạng sau:

*Dạng Bản: Dùng cho nhịp ngắn:

- $L_{nhịp} \leq 9m$: BTCT thường



- $L_{nhịp} \leq 18m$: BTCT ứng suất trước





**TD Bản
hình chữ
nhật (lắp
ghép)**

**Cầu bản UST lắp ghép
(Đường Hồ Chí Minh)**

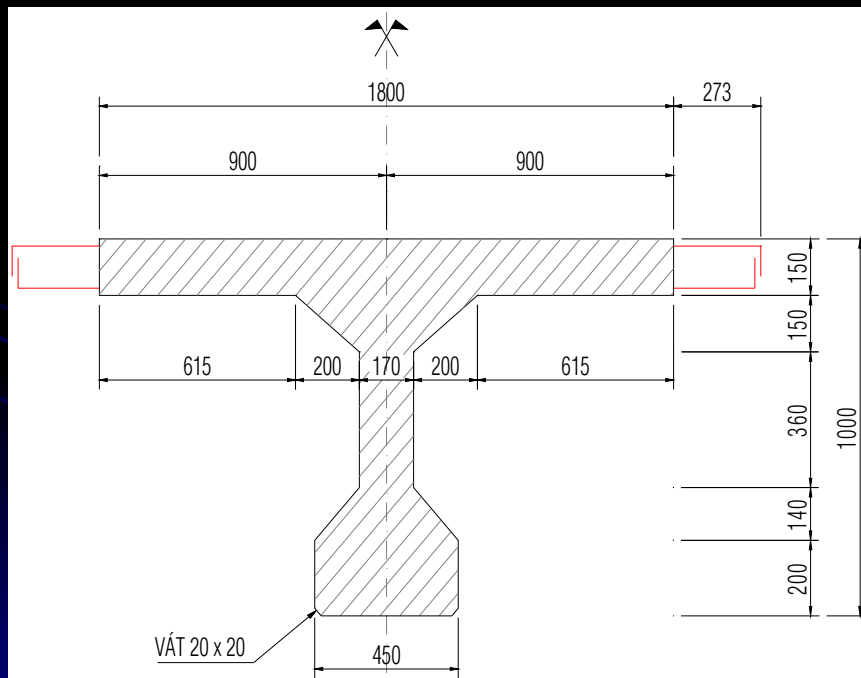


* **Dạng Dầm: Dùng cho nhịp dài**

. Bê tông cốt thép thường:

Đường ô tô $l = 10 - 22\text{m}$

Đường sắt $l = 8 - 16\text{m}$

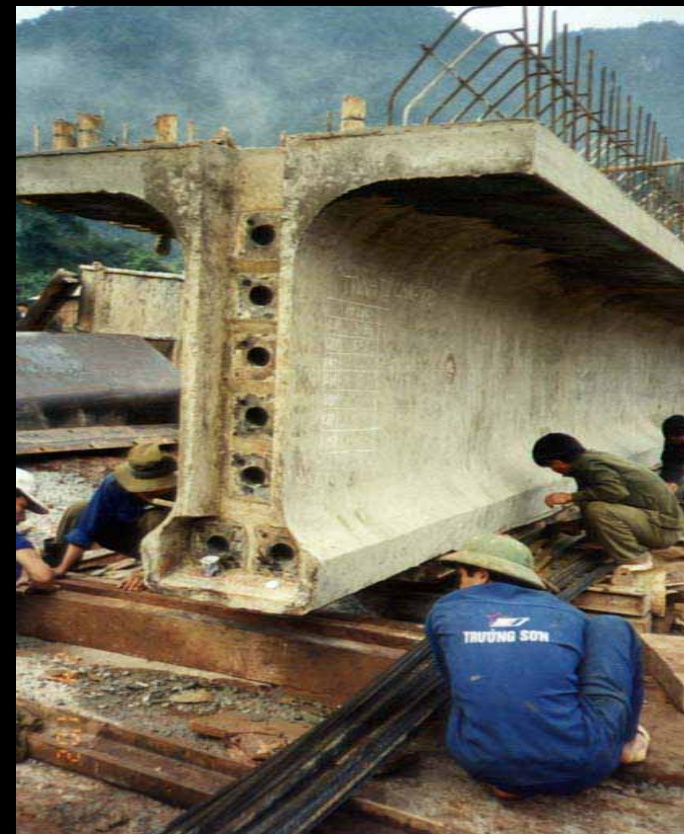
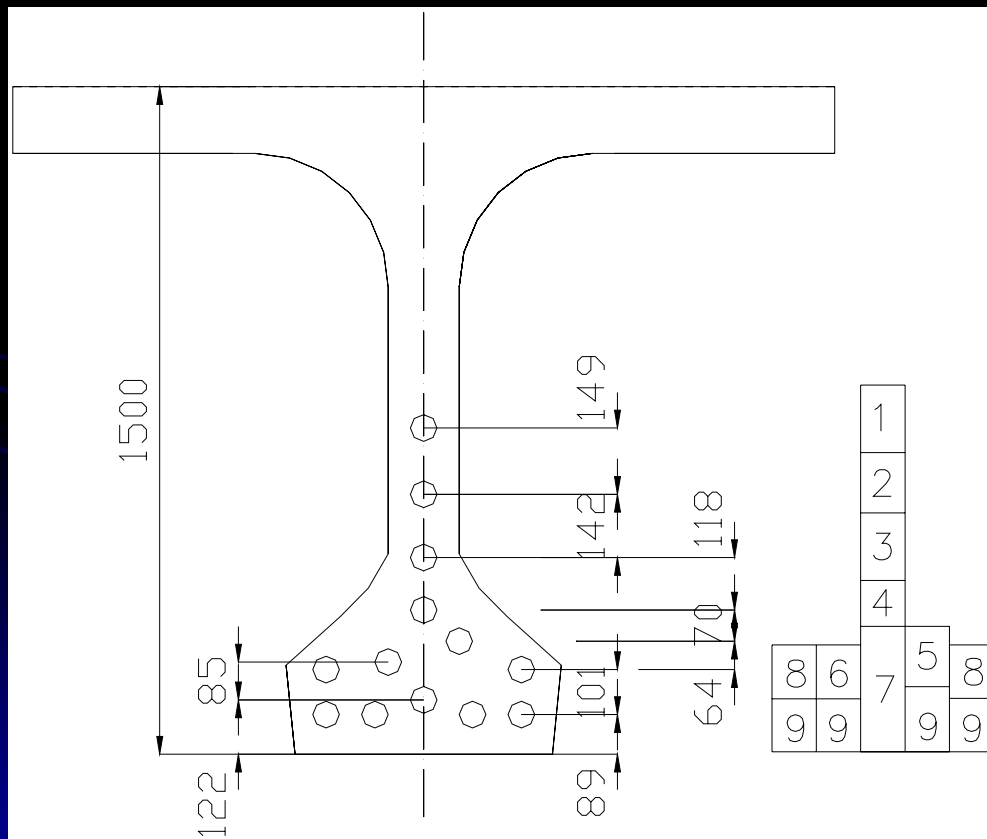


. Bê tông cốt thép ứng suất trước:

Đường ô tô $l = 15-40\text{m}$

Đường sắt $l = 16-33\text{m}$

Dầm chữ T căng sau



*** Ưu điểm cầu dầm đơn giản:**

- Tính toán thiết kế đơn giản,

- Bố trí cốt thép dễ dàng.

- Sơ đồ kết cấu tĩnh định → không ảnh hưởng bởi các yếu tố lún → áp dụng cho địa chất và móng bất kỳ.

- Thi công dễ tiêu chuẩn hoá, cơ giới hóa sản xuất dễ thi công hơn so với các loại cầu khác, dễ lắp ghép và cầu lắp thuận lợi.

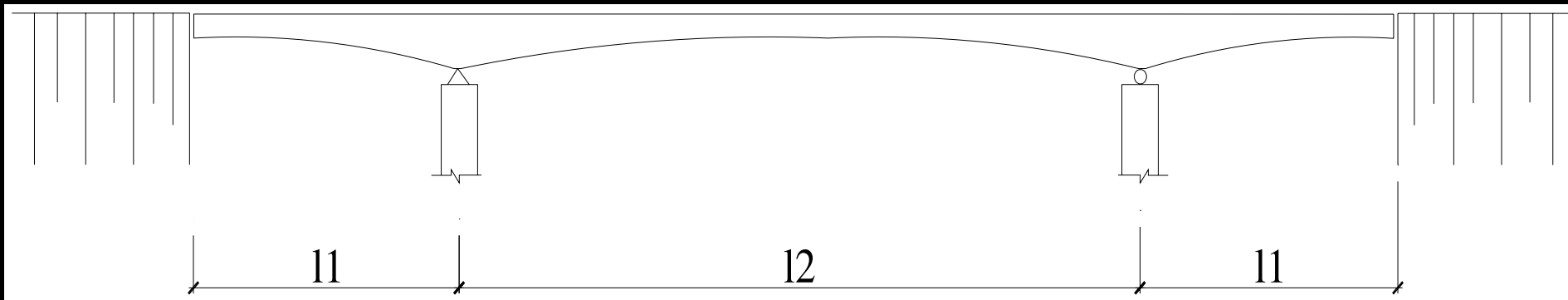
*** Nhược điểm cầu dầm đơn giản :**

- Tốn vật liệu (so với sơ đồ khác) .

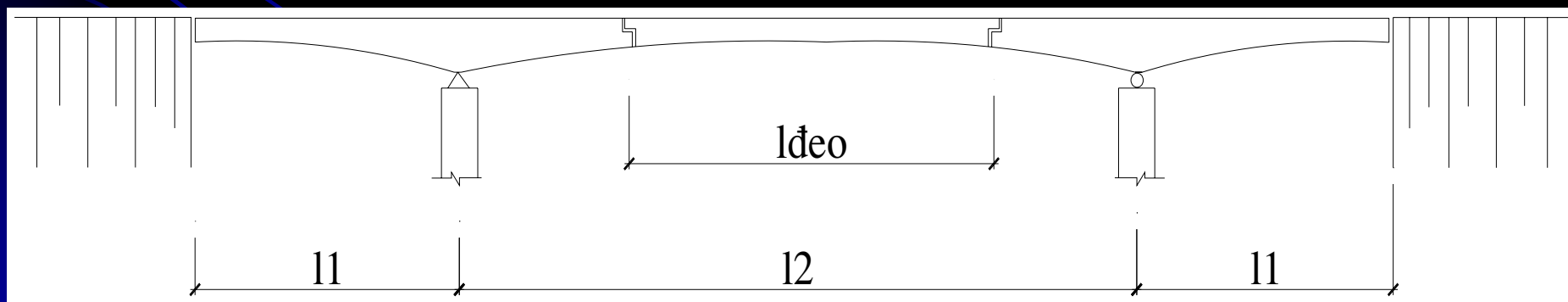
- Không vượt được nhịp lớn .

3.2.1.2. Cầu dầm mút thừa:

* Cầu mút thừa một nhịp:



* Cầu mút thừa có dầm đeo:



*** Ưu điểm cầu dầm mút thừa:**

Giá trị M tại giữa nhịp giảm đi do có mô men gối
→ vượt nhịp lớn hơn so với dầm đơn giản.

Với BTCT thường l_2 có thể đạt đến 50-60m

Với BTCT UST l_2 có thể đạt đến 150m.

Trong cầu mút thừa có dầm đeo có thể điều chỉnh nội lực nhờ thay đổi vị trí của khớp, hoặc thay đổi đối trọng ở mút thừa.

Do biểu đồ làm việc chịu lực hợp lý . Trụ có một hàng gối ở giữa → trụ chịu nén đúng tâm.

*** Nhược điểm dầm mút thừa:**

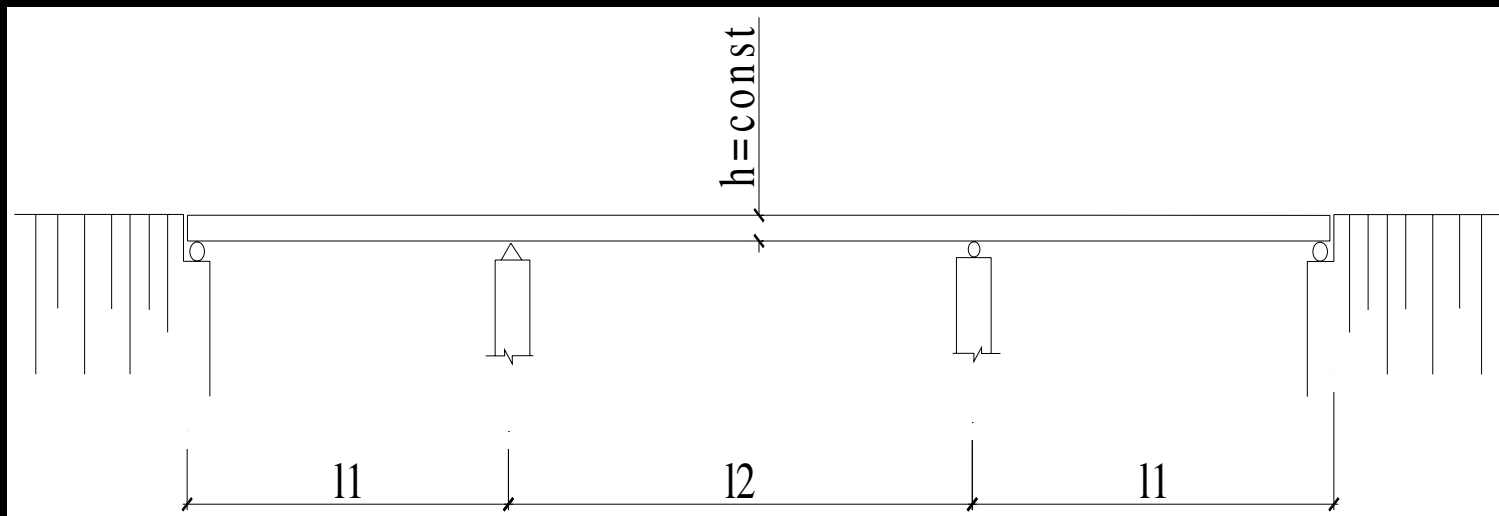
- Lực xung kích lớn (xe chạy không êm thuận)

→ cấu tạo khớp rất phức tạp.

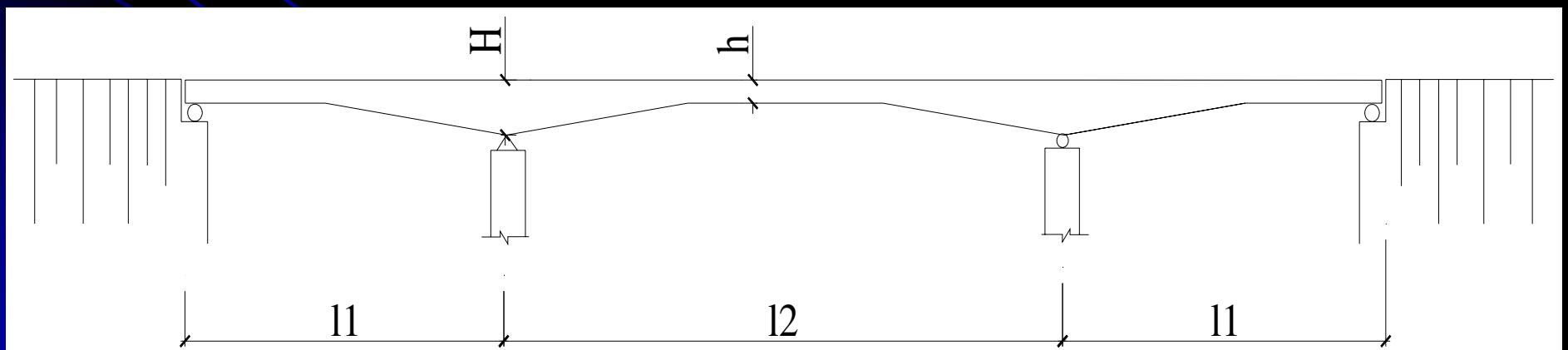
- Bố trí cốt thép, cấu tạo ván khuôn khó khăn.

3.2.1.3. Cầu dầm liên tục:

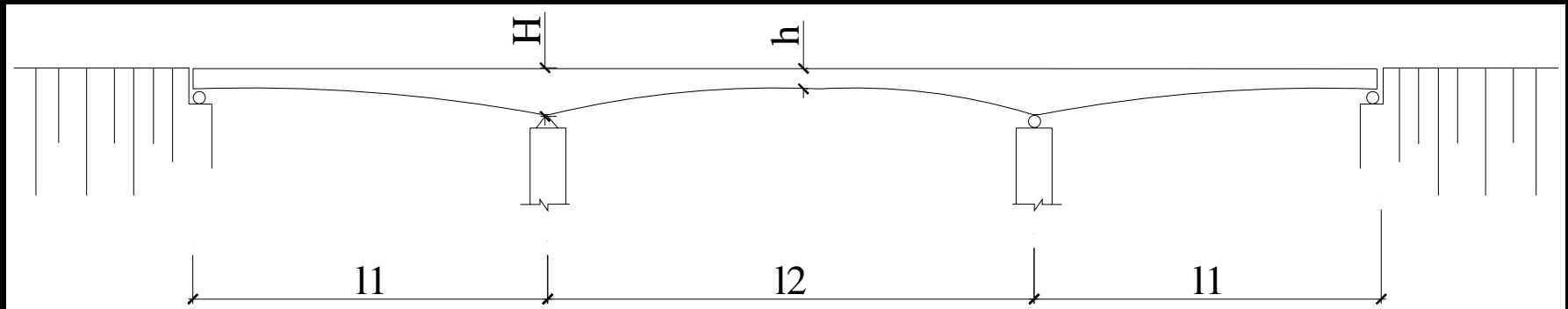
+ Dạng có chiều cao dầm không thay đổi:



+ Dạng có chiều cao dầm thay đổi theo đường gấp khúc:



+ Dạng có chiều cao dầm thay đổi theo đường cong:



Cầu sông
Gianh theo sơ
đồ cầu dầm
liên tục nhiều
nhịp biên
cong

*** Ưu điểm cầu dầm liên tục:**

-Chịu lực hợp lý hơn → tiết kiệm vật liệu hơn so với dầm đơn giản.

-Khả năng vượt nhịp của dầm liên tục lớn hơn nhiều so với dầm đơn giản.

. Với BTCT thường $l = 30-60m$

. Với BTCT UST $l = 60-300m$

-Đối với các gối di động chỉ tồn tại một thành phần phản lực thẳng đứng → trụ chịu nén đúng tâm.

-Đường đàn hồi liên tục → xe chạy êm thuận.

-Độ cứng tốt hơn → độ võng nhỏ hơn.

-Dáng kiến trúc, mỹ quan đẹp → ứng dụng phù hợp với các công trình cầu nhịp lớn, cầu trong đô thị

*** Nhược điểm Cầu dầm liên tục:**

-Sơ đồ kết cấu siêu tĩnh, do đó rất nhạy với các tác động của những yếu tố sau:

. Mố trụ bị lún, nghiêng lệch

. ảnh hưởng của biến thiên nhiệt độ, co ngót và từ biến của bê tông..

. Quá trình căng kéo cốt thép ứng suất trước.

-Biểu đồ mô men có hai dấu, do đó phải bố trí cốt thép về hai phía của dầm → phức tạp cho thi công.

-Tốn nhiều ván khuôn giàn giáo.

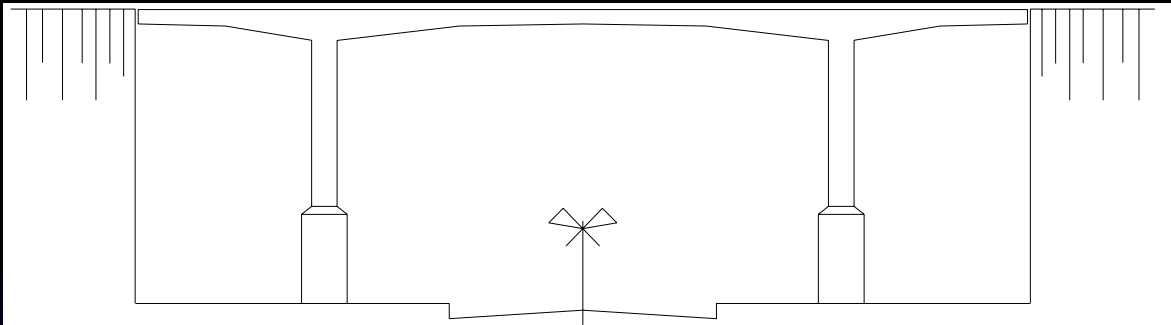
-Công tác thi công đòi hỏi trình độ kỹ thuật cao và máy móc hiện đại.

3.2.1.4. Cầu khung:

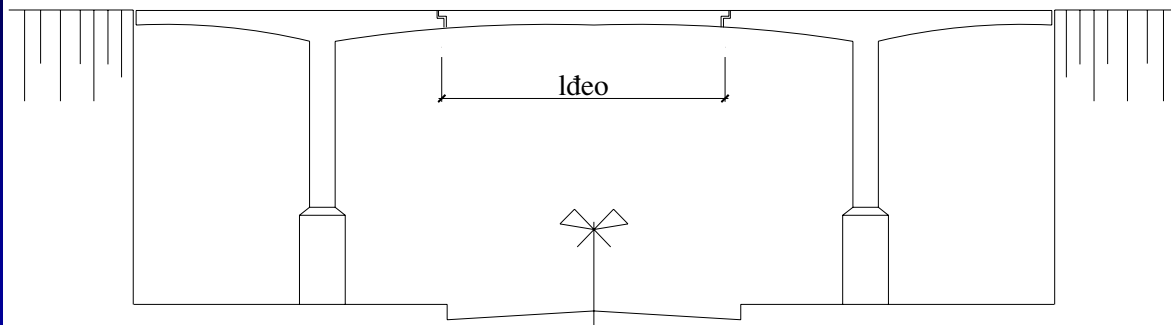
Cầu khung thường được làm:

Cầu vượt qua bãi cạn, nút giao thông,
Cầu tạo dáng bất kỳ cho phù hợp yêu cầu kiến trúc.

Cầu khung (vượt qua đường ô tô)

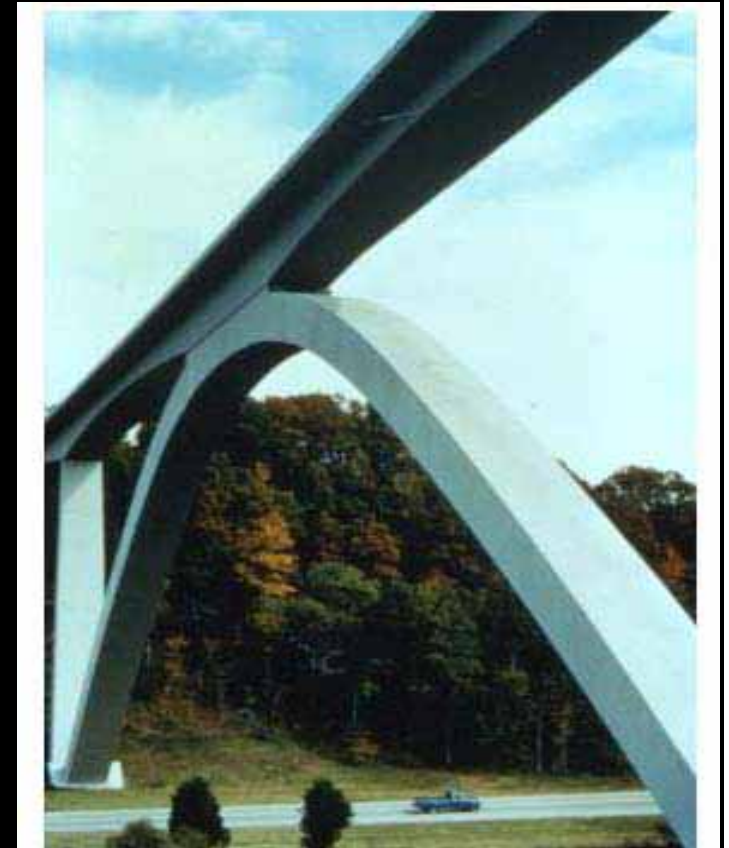


Cầu khung - Dầm



Cầu Waxian (China)

$L_{nhịp} = 420 \text{ m}$



** Ưu điểm:*

- Trụ và kết cấu nhịp cùng tham gia chịu lực.
- Mô men tại các vị trí trong kết cấu nhịp nhìn chung là nhỏ → tiết kiệm vật liệu.
- Khả năng vượt nhịp khá lớn $L \geq 40\text{m}$

** Nhược điểm:*

- Cấu tạo thi công phức tạp.
- Dễ phát sinh ứng suất phụ trong hệ siêu tĩnh.

3.2.1.5. Cầu vòm:

+ Phân loại theo sơ đồ:

- . Vòm 3 khớp
- . Vòm 2 khớp
- . Vòm không khớp
- . Vòm 1 nhịp hoặc vòm nhiều nhịp.

+ Phân loại theo cao độ mặt đường xe chạy:

- . Cầu vòm có đường xe chạy dưới

Phương án 2
Cầu Cai Yuanba
(China)
 $L_{nhịp} = 420 \text{ m}$



. Cầu vòm có đường xe chạy trên



**Cầu Ponte da
Amizade
(Brazil)
Lnhip = 290 m**

. Cầu vòm có đường xe chạy giữa (kết hợp hai dạng trên)

**Phương án 1 (P/án chọn)
Cầu CaiYuanba (China)
Lnhip = 420 m**



*** Ưu điểm:**

- Hình thức đẹp → tạo vẻ mỹ quan kiến trúc.
- **Tận dụng khả năng chịu nén của vật liệu (khi chọn trục vòm hợp lý)**
- **Vượt nhịp lớn $l = 90-100m$. Hiện nay đã đạt $500m$.**
- **Tận dụng được vật liệu địa phương**
→ giá thành xây lắp rẻ.

*** Nhược điểm:**

- **Có lực xô ngang H → chỉ phù hợp với địa chất tốt.**
- **Mũi tên vồng f lớn → chiều cao kiến trúc hkt lớn.**
- **Thi công phức tạp, đòi hỏi độ chính xác cao**
- **Khó tiêu chuẩn hoá → ít dùng.**

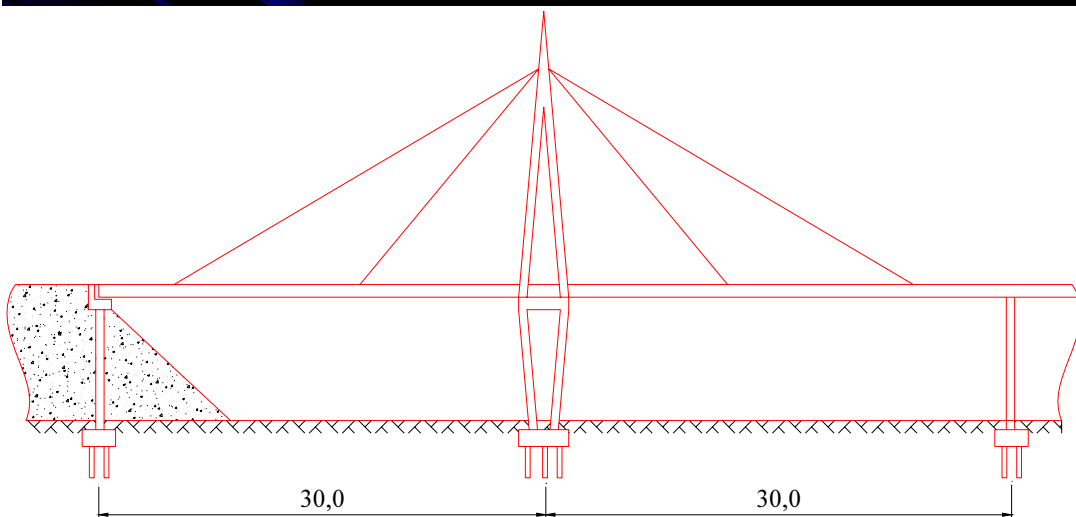
3.2.1.6. Hệ liên hợp - hệ treo (cầu treo):

. Cầu treo dạng Parabol:

Cầu Golden Gate (Mỹ)
Nhịp chính $L = 1280\text{m}$



. Cầu treo dây văng đồng quy dầm cứng (hình quạt)





**. Cầu treo dây văng
Rotterdam – Hà Lan**

- Nhịp chính bố trí hai mặt phẳng dây dạng nhà quạt
- Nhịp biên ngắn hơn bố trí hai dây neo



. Cầu treo dây văng song song:

Cầu Rama hai nhịp dây văng

- Nhịp chính 300m bố trí hai mặt phẳng dây dạng nhai quạt
- Nhịp biên ngắn hơn bố trí một mặt phẳng dây song song



Đặc điểm làm việc của cầu treo-cầu dây:

Các dạng cầu treo thực chất là hệ liên hợp trong đó

+Các dây văng chịu kéo

+Dầm cứng chịu uốn và nén

- Khả năng vượt nhịp rất lớn:

Kỷ lục về vượt nhịp của cầu dây văng được thống kê

. Cầu ST Nazaire - 1975 (Pháp) $l = 404\text{m}$

. Cầu Skarnsundet - 1991 (Na Uy) $l = 502\text{m}$

. Cầu Thượng Hải - 1993 (Trung Quốc) $l = 602\text{m}$

. Cầu Normandie - 1995 (Pháp) $l = 856\text{ m}$

. Cầu Tatara - 1999 (Nhật) $l = 890\text{m}$

. Cầu treo qua vịnh Messina (Italia) $l = 3300\text{m}$

*** Ưu điểm:**

- Khả năng vượt nhịp rất lớn.
- **Kết cấu thanh mảnh, tạo mỹ quan kiến trúc rất đẹp**
- Sử dụng vật liệu chịu kéo có cường độ rất cao, và chịu lực rất lớn → tiết kiệm vật liệu xây dựng cầu
- **Trong quá trình thi công ít ảnh hưởng đến điều kiện thông thương dưới cầu.**
- Sử dụng phương pháp lắp ghép rất thuận lợi



*** Nhược điểm:**

-Ổn định theo phương ngang cầu kém, rất nhạy cảm với các tác tác động của gió bão và các lực tác dụng có tính chất chu kỳ.

-Hệ thống dây cáp dễ chịu ảnh hưởng của môi trường nước mặn, độ ẩm lớn, có nồng độ hóa chất cao

**Sự cố sập Cầu Tacoma
- Mỹ - Năm 1940**

Tạo động lực nghiên cứu & phát triển kết cấu cầu dây



4.SƠ LƯỢC LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CÔNG TRÌNH CẦU

4.1.Lịch sử phát triển công trình cầu:

Lịch sử phát triển của nó luôn gắn liền với sự phát triển của xã hội con người.

+ Cầu gỗ, đá được xây dựng từ thế kỷ 18 trở về trước nhìn chung thì loại cầu này vượt nhịp nhỏ và chịu tải trọng nhỏ.

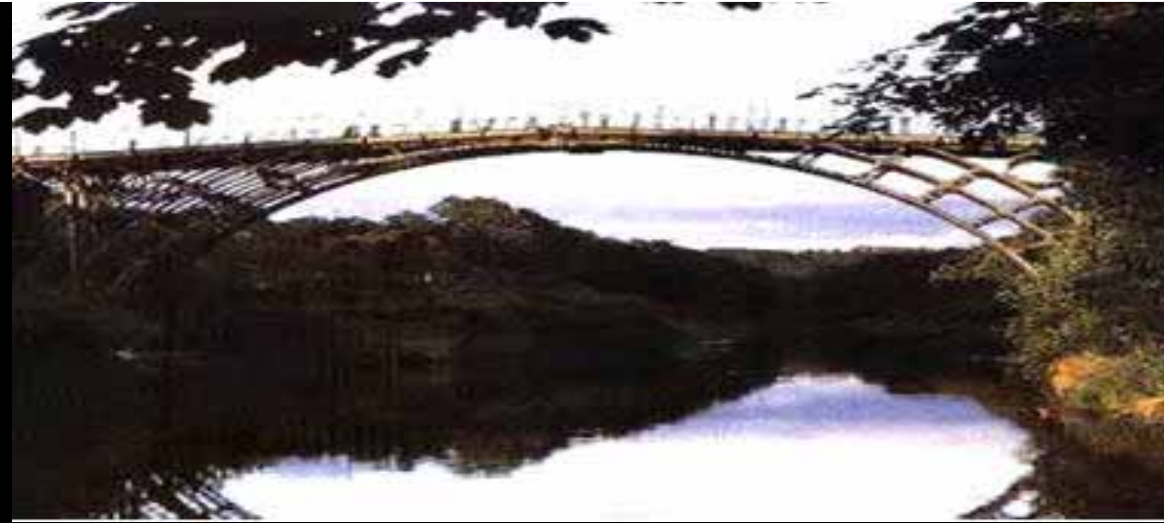


Cầu Gard bằng đá ở Avion (France)
được xây dựng năm 13 TCN



Cầu An Tê bằng đá (China) được
xây dựng năm 605

**+ Đến cuối thế kỷ 18
đã xuất hiện cầu
kim loại.**



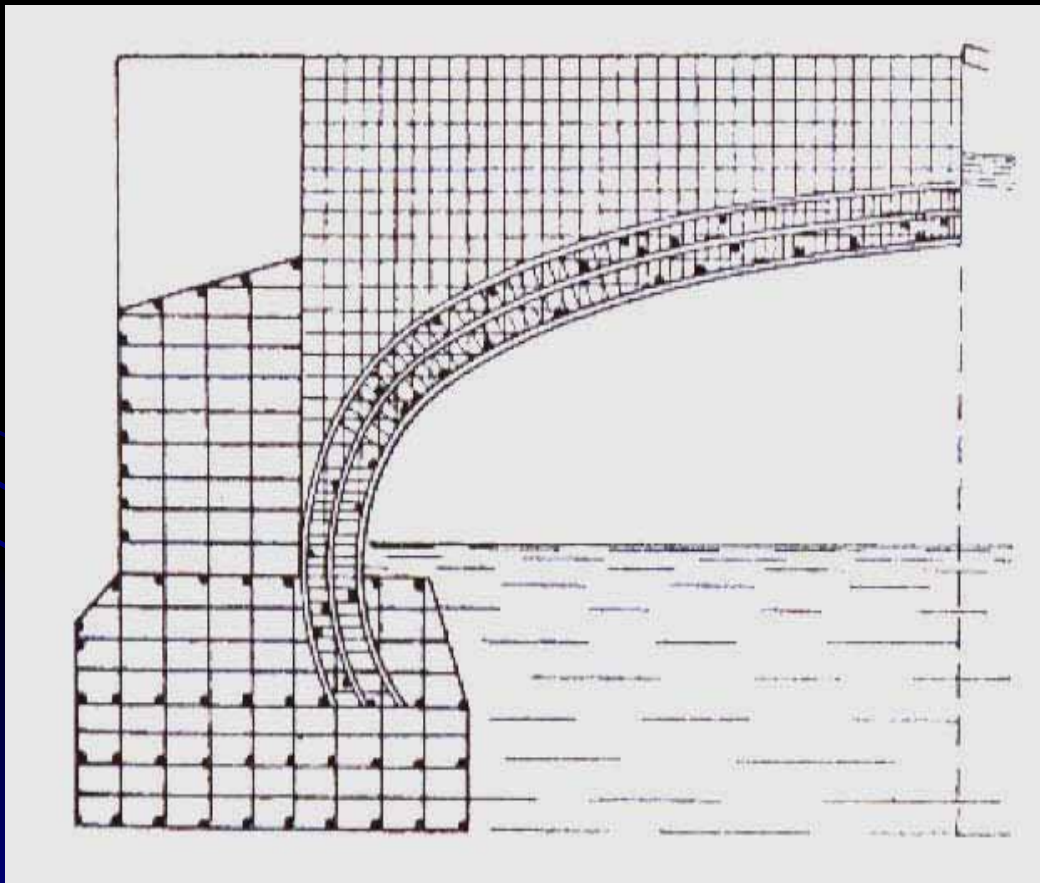
**Cầu vòm kim loại (gang) ở Anh đầu tiên
từ năm 1776-1779**



**+ Khi có vật liệu thép
được chế tạo xuất hiện
cầu giàn thép**

**. Cầu Firth of Forth ở Scotland xây dựng năm
1890 nhịp 521m,**

-Vào những năm 50 của thế kỷ 19 ra đời vật liệu BTCT do Monier tìm ra. Năm 1875 Monier làm cầu BTCT đầu tiên là cầu vòm dài 16m rộng 4m dành cho người đi bộ



**Cầu BTCT đầu tiên do Monier (France) thiết kế (1875-1877)
Cầu vòm bán Lnhịp =16m rộng 4m, dùng cho người đi bộ**

Nửa sau thế kỷ 19 là giai đoạn phát triển nhanh nhất các Khoa học kỹ thuật: Lý thuyết CHKC, SBVL đã thúc đẩy ngành cầu phát triển.

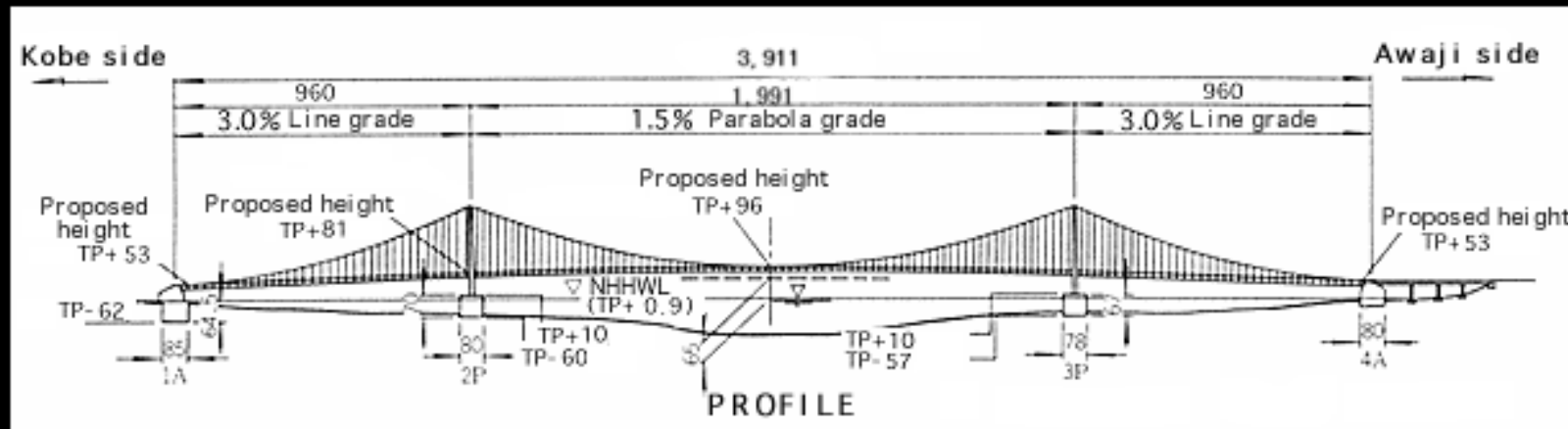
-Khoảng vào năm 1860 phát minh ra móng giếng chìm
→ giải quyết vấn đề xây dựng trụ ở vùng nước sâu

→ Tóm lại trong thế kỷ 19 đã có những tiến bộ rõ rệt về lý luận, cấu tạo về vật liệu cũng như phương pháp xây dựng cầu. Tạo điều kiện cho sự phát triển vượt bậc về kỹ thuật làm cầu ở thế kỷ 20.

Cầu Golden Gate được xây dựng năm 1937 bắc qua vịnh San Francisco , bang California Hoa Kỳ

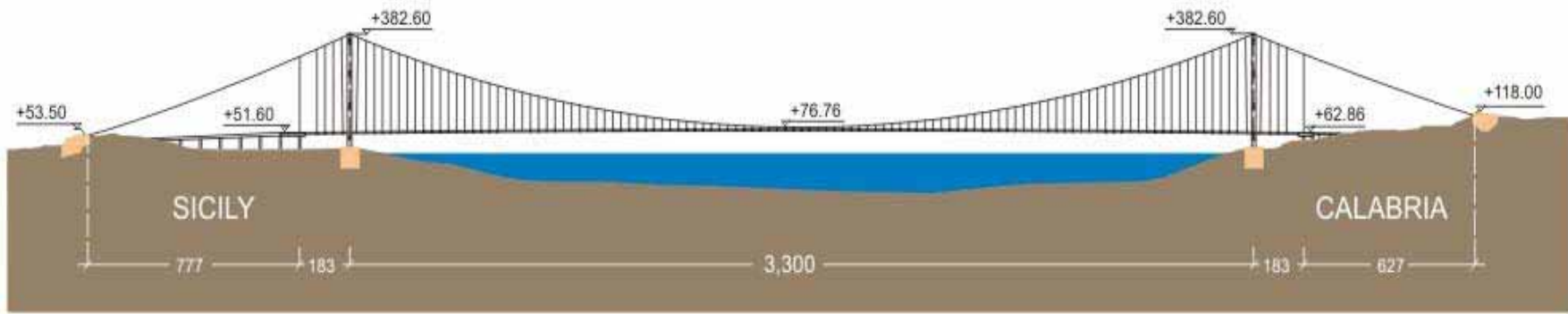


**Cầu AKASHI-KAKYO (NHẬT BẢN) có nhịp chính L=1991m
Kỷ lục lớn nhất thế giới hiện nay, được hoàn thành năm 1998**



THE BRIDGE OVER THE STRAIT OF MESSINA

LONGITUDINAL SECTION

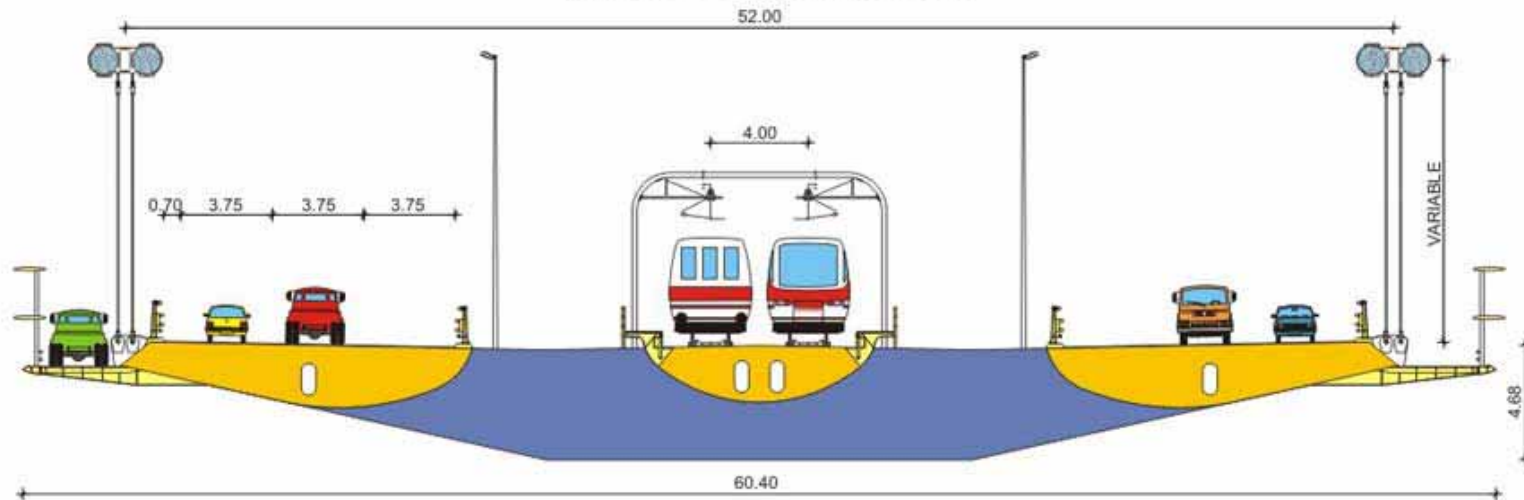


GENERAL DATA

Length of the main span:	3,300 m
Length of side spans:	183 x 2 m
Height of towers:	382.60 m
Total width of the suspended deck:	60 m
Total cable length between anchorages:	5,300 m
Vertical clearance for navigation:	65 m in the central 600 m channel (min. 50 m elsewhere)

THE BRIDGE OVER THE STRAIT OF MESSINA

DECK CROSS SECTION



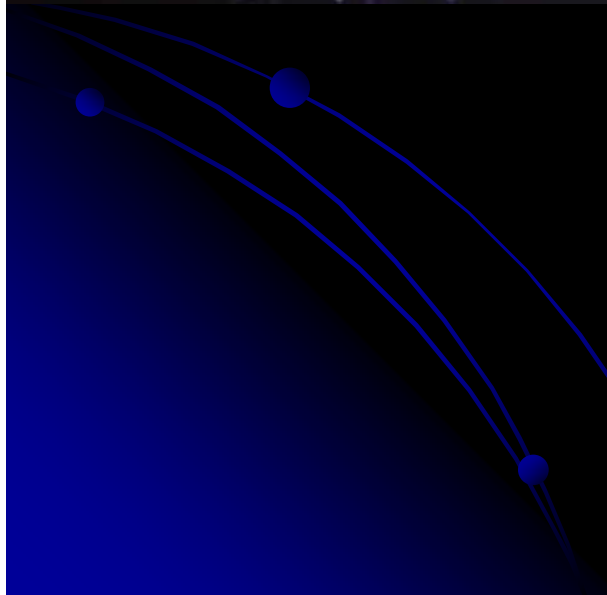
DECK

Length of the suspended deck:	3,666 m
Total width:	60 m
Total weight of steelwork:	66,500 t
Road sections:	2 running lanes + 1 emergency lane (each direction)
Railway sections:	2 tracks
Service sections:	2 independent lanes for service vehicles and pedestrians
Maximum theoretical traffic capacity:	6,000 vehicles/h; 200 trains/day

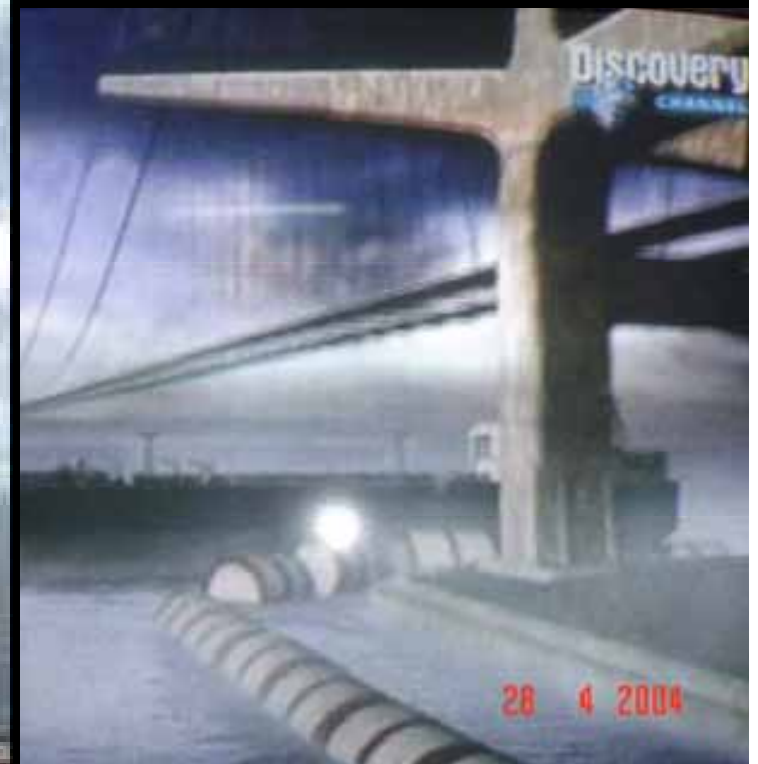
*Dự án Cầu Gibraltar



*Dự án Cầu Gibraltar



*Dự án Cầu Gibraltar



Lịch sử phát triển cầu ở Việt Nam

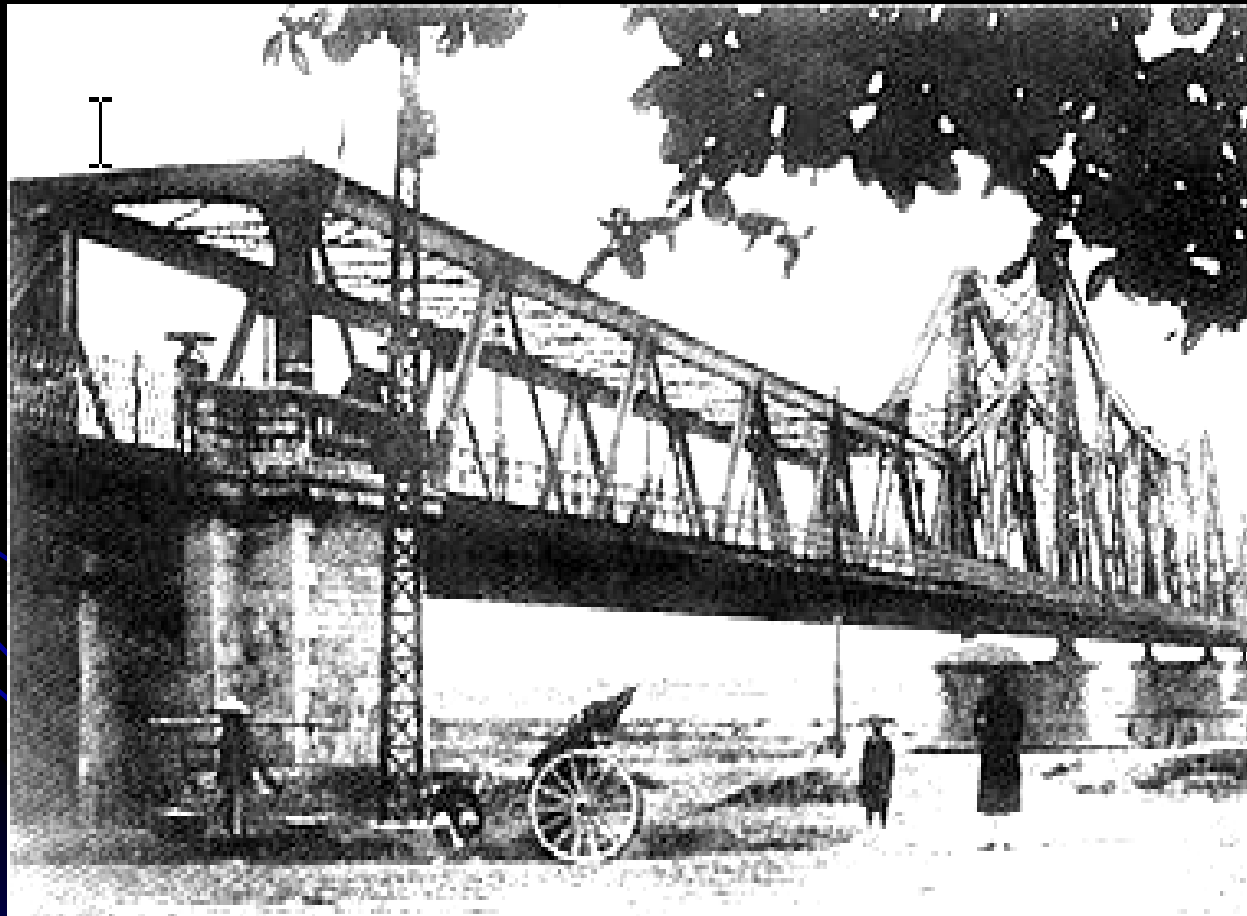
-Thời phong kiến: Cầu gỗ, đá, gạch... Dạng dầm đơn giản, vòm bán nguyệt bắc qua sông suối nhỏ.



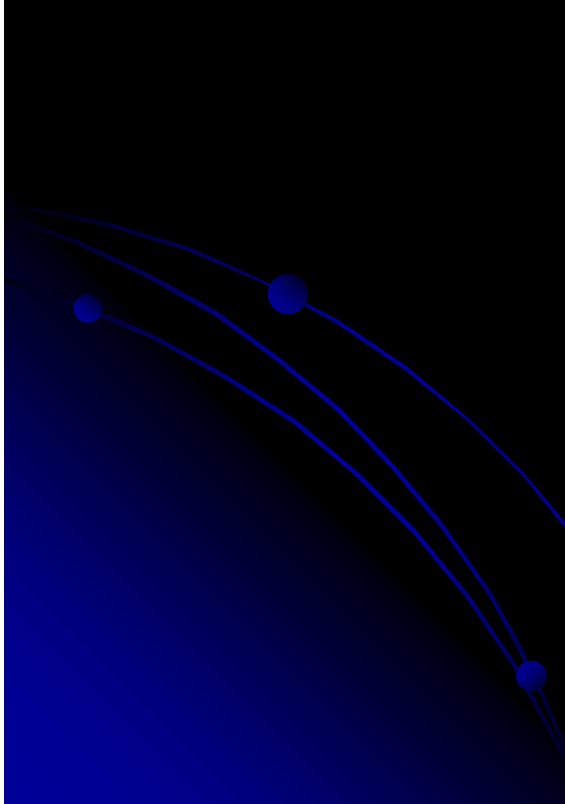
Chùa Cầu Hội An xây dựng vào thế kỷ 17, trụ bằng đá và mặt cầu bằng gỗ

-Thời Pháp thuộc (kháng chiến chống Pháp). Hình thành hệ thống đường bộ, đường sắt trong cả nước:

**Cầu dầm thép, giàn thép như cầu Long Biên nhịp 130m
Cầu Hàm Rồng nhịp 160m.**



Cầu Long biên (Hà Nội) làm bằng thép được xây dựng vào năm 1902



- Thời kỳ năm 1945 đến nay:

Cầu Thăng Long nhịp liên tục 112m có 2 tầng hoàn thành 1986

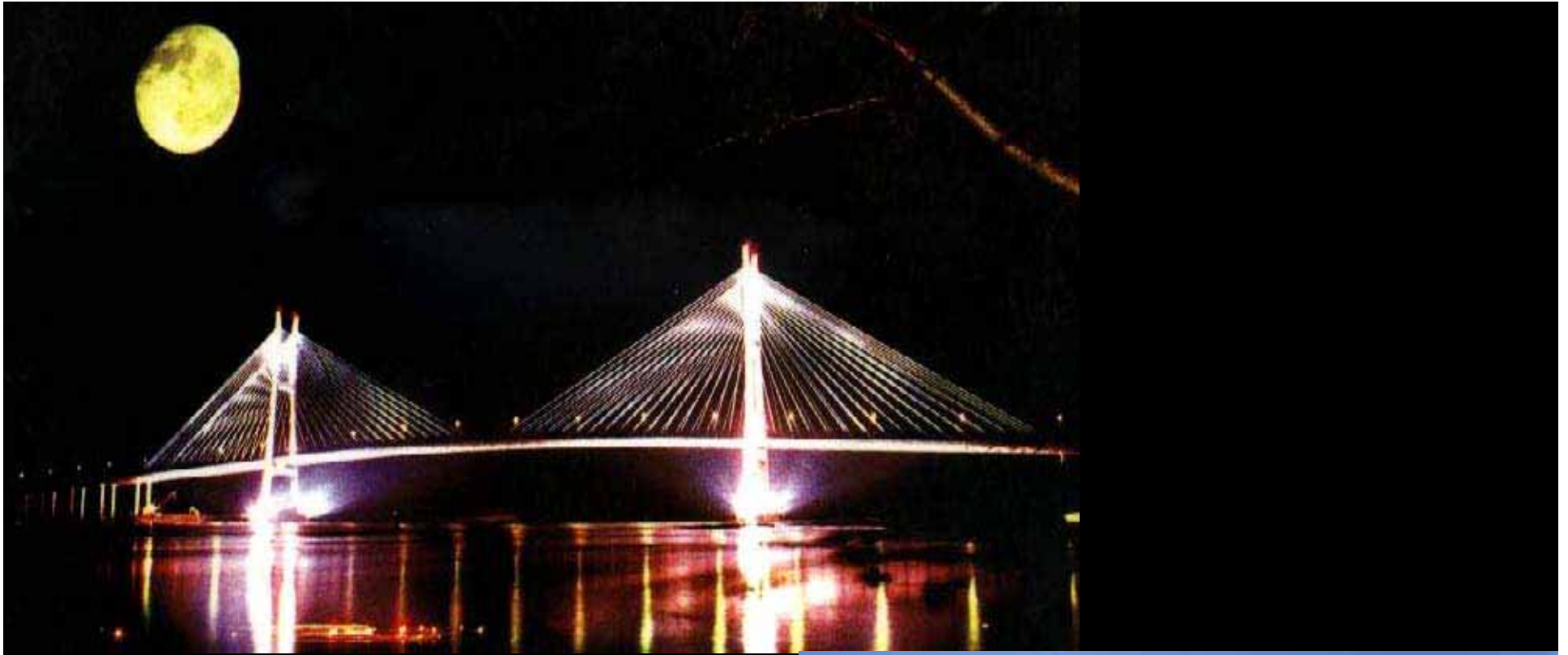




Một số hình ảnh trong quá trình thi công Cầu Sông Hàn-Đà Nẵng

Cầu treo dây văng Mỹ Thuận thông xe 21-5-2000 có các thông số kỹ thuật và quy mô như sau:

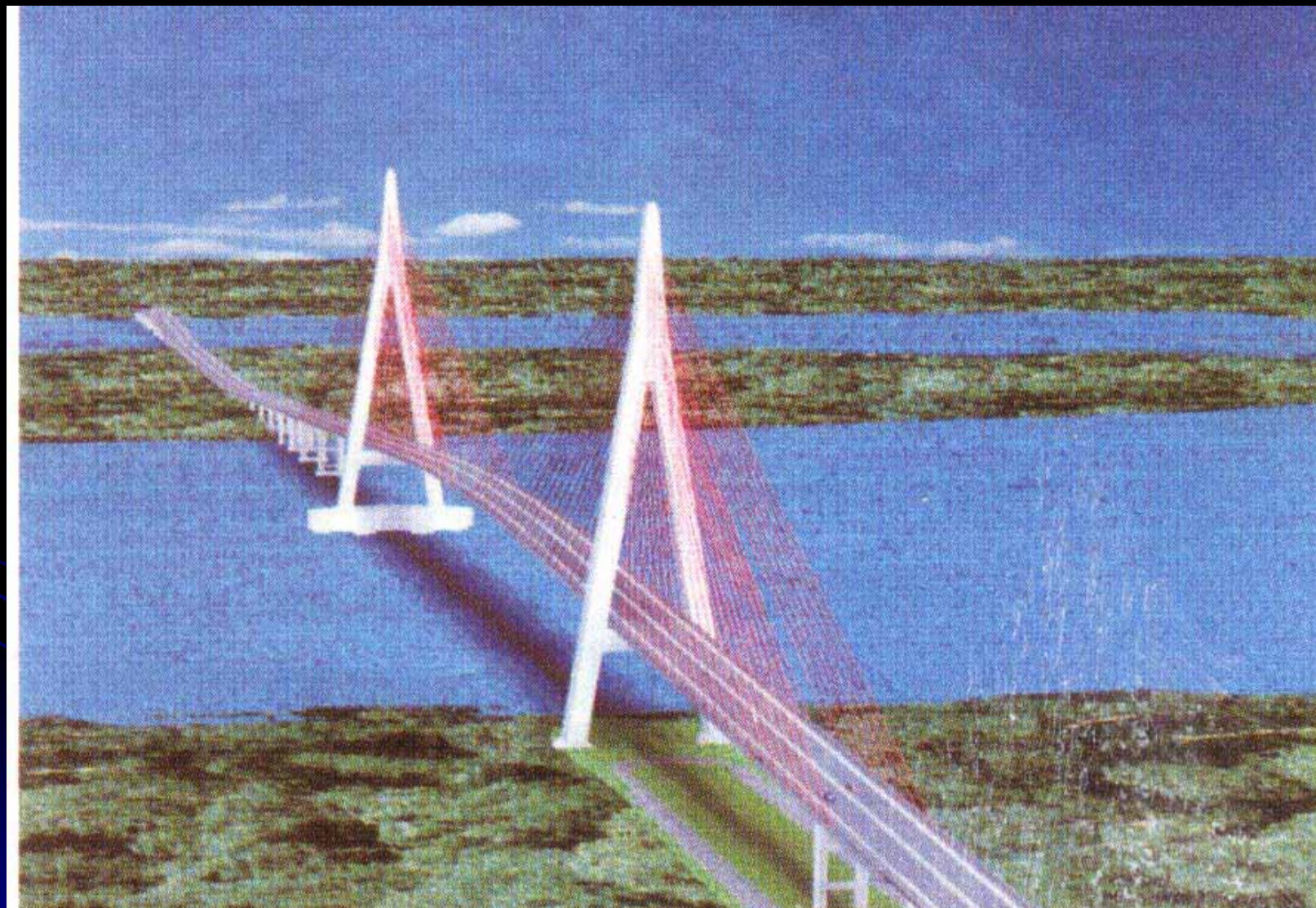
- . Tổng chiều dài 1535m, rộng 24m.
(nhịp chính 150 + 350 + 150 m)**
- . Chiều cao tháp trụ 120m.**
- . Tổng số dây cáp treo 128.**
- . Chiều dài cáp 600m;**
- . Tổng trọng lượng cáp 750 tấn (treo)**
- . Độ cao thông thuyền 37,5m.**
- . Tổng chi phí đầu tư 90 triệu USD úc**



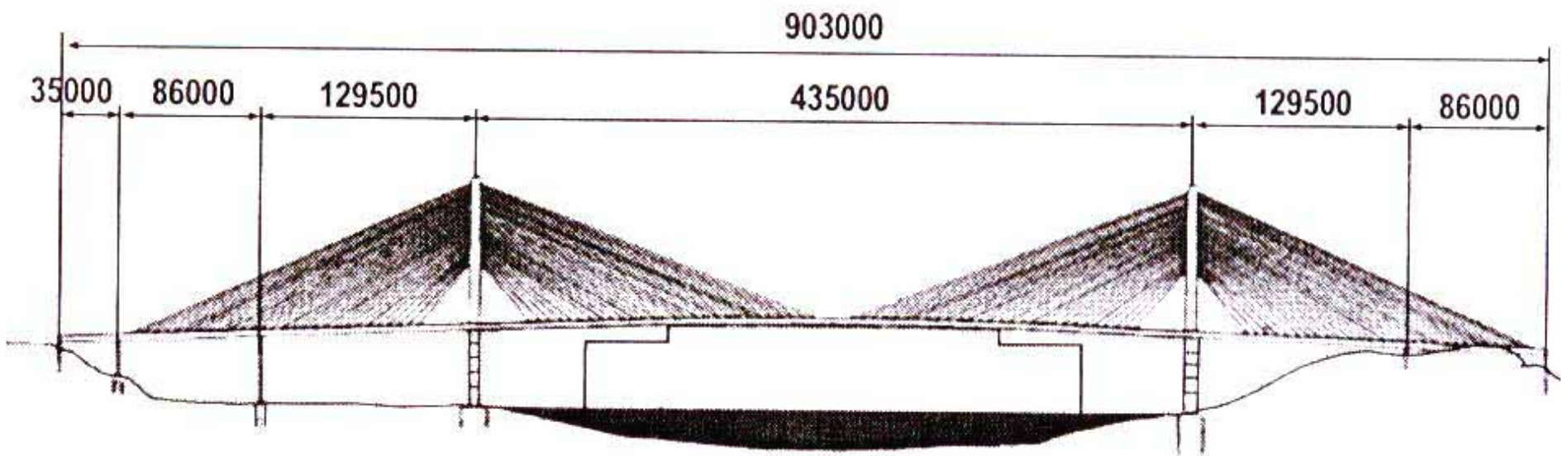
**Thi công Tháp
Cầu Mỹ Thuận**



Khởi công Cầu Cần Thơ nhịp chính L= 500m đầu năm 2004

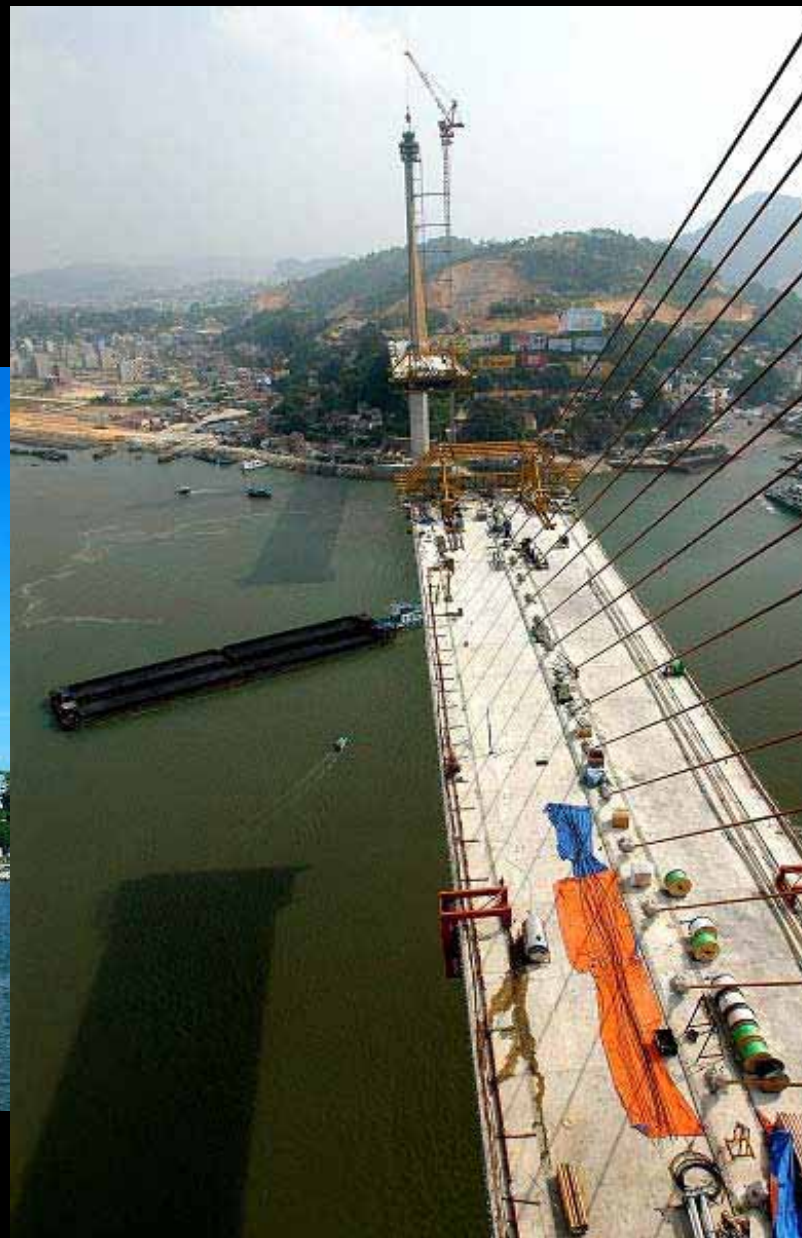


Cầu Bãi Cháy Cầu – Quảng Ninh. Cầu một mặt phẳng dây Sơ đồ nhịp 215.5+435+215.5



Cầu Bãi Cháy – Cầu CDV một mặt phẳng dây lớn nhất thế giới
hoàn thành năm 2006

Cầu Bãi Cháy trong quá trình thi công



**Cầu Bãi Cháy trong
Ngày thông xe đầu tiên
vượt sông Lục Ngạn**



**Cầu Bãi Cháy – Kết cấu siêu
mảnh, phù hợp với cảnh quan,
tạo điểm nhấn về kiến trúc cho
khu du lịch Tuần Châu –
Quảng Ninh**



Cầu Thuận Phước – Đà Nẵng

Cầu dây võng hiện đại đầu tiên của Việt nam

Sơ đồ nhịp chính 124.36 + 405 + 124.36m

THAM GIA TƯ VẤN
CÔNG NGHỆ THI CÔNG
CẦU THUẬN PHƯỚC
T.P. ĐÀ NẴNG.



CHƯƠNG 2:

**NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN TRONG
THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG CẦU.**



2.1.CÁC BƯỚC TIẾN HÀNH KHI THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH CẦU

1. LẬP DỰ ÁN: (LẬP LUẬN CHỨNG KINH TẾ KỸ THUẬT)

- KHẢO SÁT, ĐIỀU TRA SƠ BỘ
- NÊN RÕ SỰ CẦU THIẾT CỦA VIỆC ĐẦU TƯ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH.
- HIỆU QUẢ KINH TẾ ĐẠT ĐƯỢC CỦA VIỆC XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH.
- ĐỀ XUẤT MỘT PHƯƠNG ÁN VƯỢT SÔNG.
- TÍNH GIÁ THÀNH KHAI TÓAN (DỰ TOÁN TỔNG QUÁT) CỦA CÔNG TRÌNH
→ SO SÁNH CHỌN PHƯƠNG ÁN TỐI ƯU.
- KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ CÁC CẤP CÓ THẨM QUYỀN PHÊ DUYỆT.

2. THIẾT KẾ KỸ THUẬT:

- KHẢO SÁT ĐỊA HÌNH XUNG QUANH CẦU
- KHẢO SÁT ĐẠI CHẤT:
- THIẾT KẾ VÀ TÍNH TOÁN TẤT CẢ CÁC BỘ PHẬN CỦA CÔNG TRÌNH CẦU
- LẬP DỰ TOÁN THIẾT KẾ.

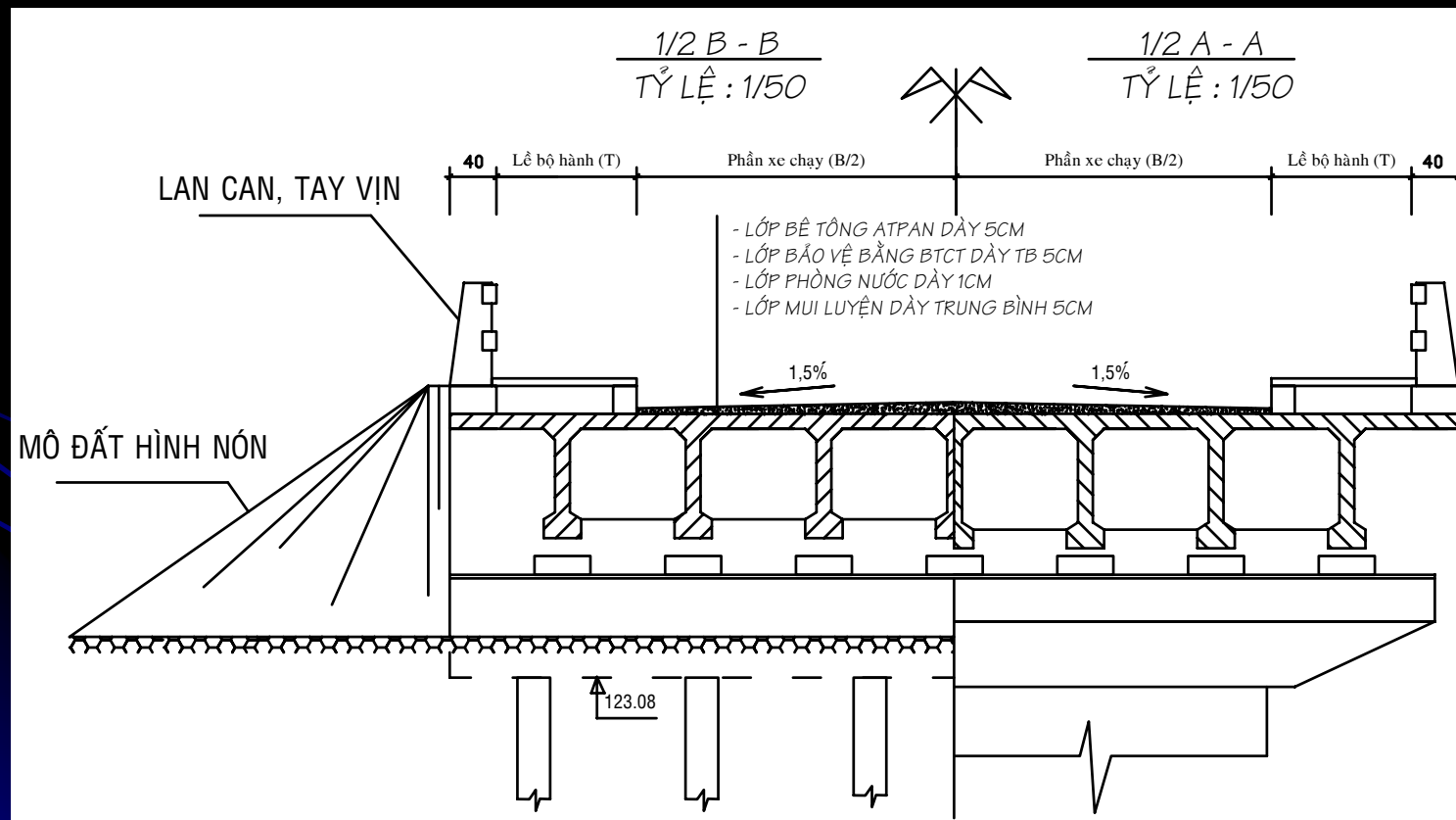
3. THIẾT KẾ THI CÔNG:

- THIẾT KẾ KỸ THUẬT THI CÔNG.
- TỔ CHỨC THI CÔNG.

2.2. CÁC QUY ĐỊNH VÀ TIÊU CHUẨN DÙNG ĐỂ THIẾT KẾ CẦU

I. Khổ cầu:

- Là phần tĩnh không đảm bảo Xe cộ và người đi bộ qua lại an toàn.



II. Khổ gầm cầu:

1. Khổ cầu qua sông:

- Để đảm bảo cho tàu bè qua lại dưới sông được thuận lợi, người ta
- quy định mặt cắt ngang khoảng không dưới cầu gọi là khổ gầm cầu.
- Khổ gầm cầu phụ thuộc vào từng cấp sông, được lập thành bảng tra

Cấp sông	Độ sâu đảm bảo thông thuyền (m)	B Nhịp xuôi	B Nhịp ngược	H (m)	h (m)
I	>2	≥ 140	≥ 120	≥ 13.5	≥ 5
II	1.6-2.6	140	100	12.5(10)	4
III	1.1-2.0	120	80	10	.5
IV	0.8-1.4	80	60	10(7)	2.5
V	0.6-1.1	60	40	7	2.0
VI	0.45-0.8	40(30)	20	3.5	1.5
VII	<0.6	20(10)	10(9)	3.5(1.5)	1.0

Ghi chú: Trong mọi trường hợp đáy kết cấu nhịp cách MNCN $\geq 0.5m$

2. Khổ cầu qua đường:

-Đối với cầu vượt qua đường ô tô cấp I, II, III thì :

+ $H = 5\text{m}$.

+ $B =$ chiều rộng đường bị vượt.

-Đối với cầu vượt qua đường địa phương:

+ $B = 6\text{m}$

+ $H = 4,5\text{m}$

-Đối với cầu vượt qua đường thô sơ khác:

+ $B = 4\text{m}$

+ $H = 2,5\text{m}$.

III. Tải trọng và các hệ số tính toán:

1. Tải trọng cố định:

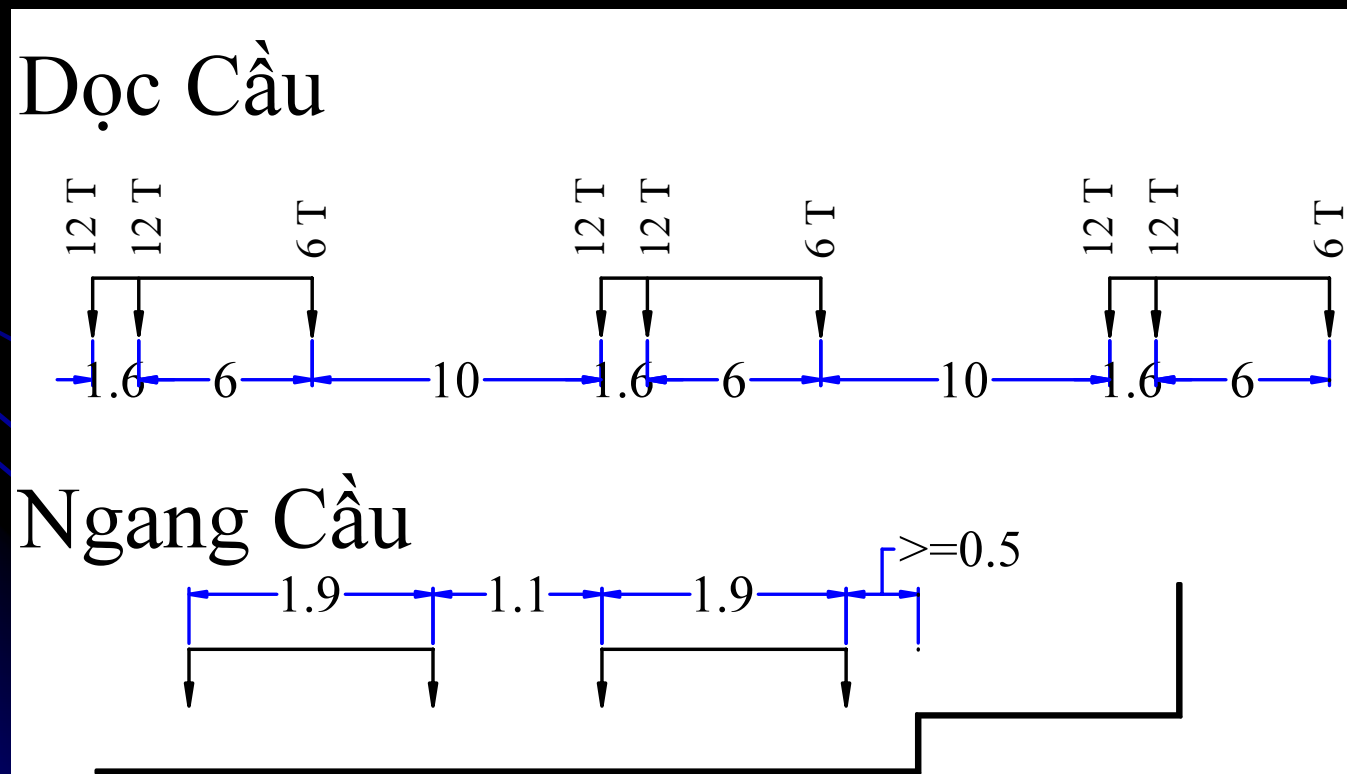
+Tĩnh tải bản thân : g_1

+Tĩnh tải các lớp mặt cầu, lan can tay vịn : g_2

2. Tải trọng di động: (Hoạt tải)

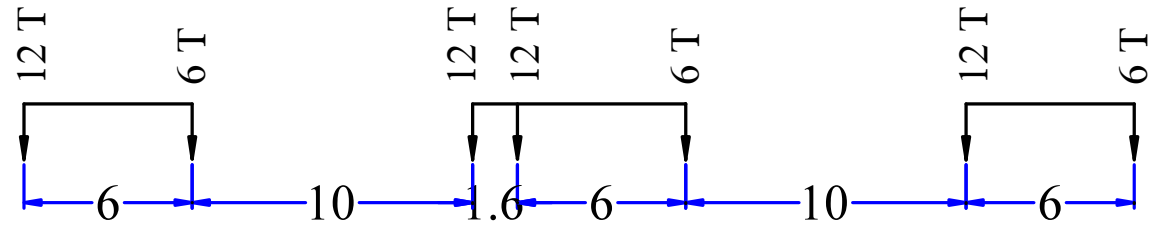
2.1. Hoạt tải ô tô:

*Đoàn xe H30:

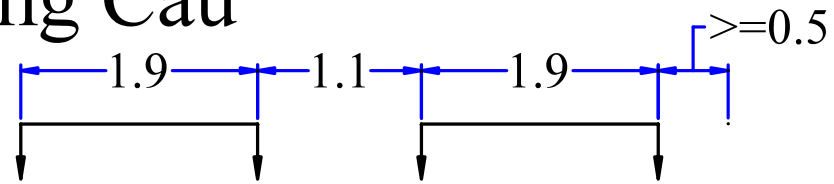


***Đoàn xe H18:**

Dọc Cầu

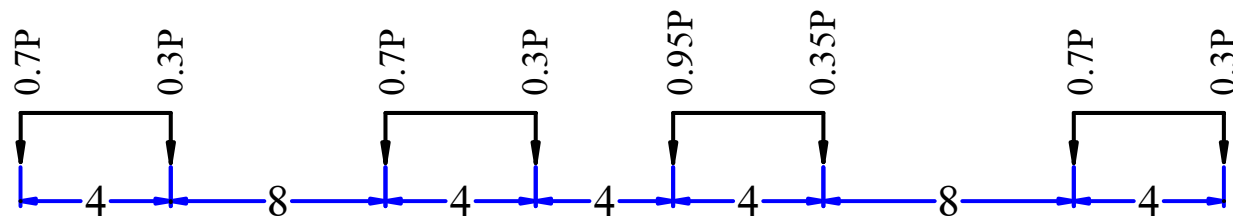


Ngang Cầu

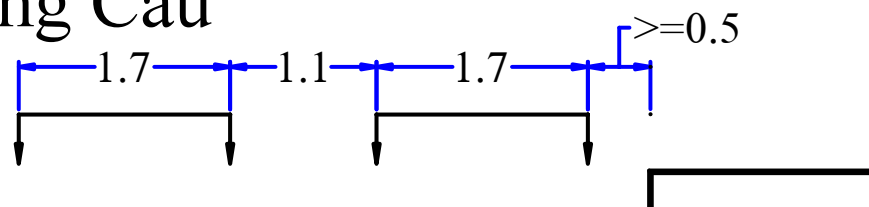


***Đoàn xe H13; H10:**

Dọc Cầu



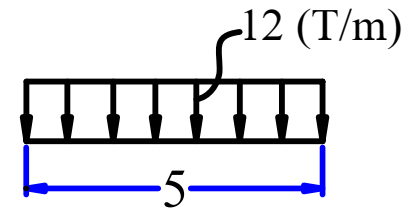
Ngang Cầu



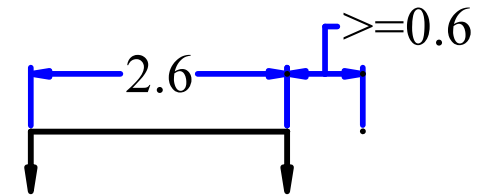
**2.2. Hoạt tải xe xích;
xe đặc biệt:**

***Xe xích XB60:**

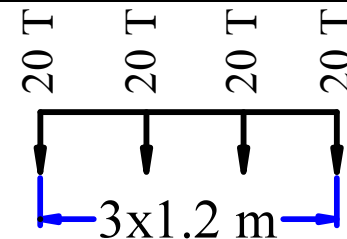
Dọc Cầu



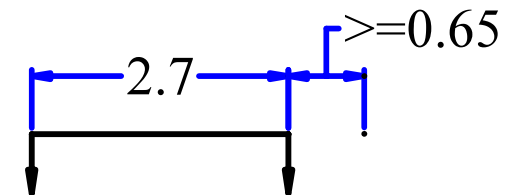
Ngang Cầu



Dọc Cầu



Ngang Cầu



***Xe đặc biệt HK80:**

2.3. Hoạt tải theo 22TCN272-05:

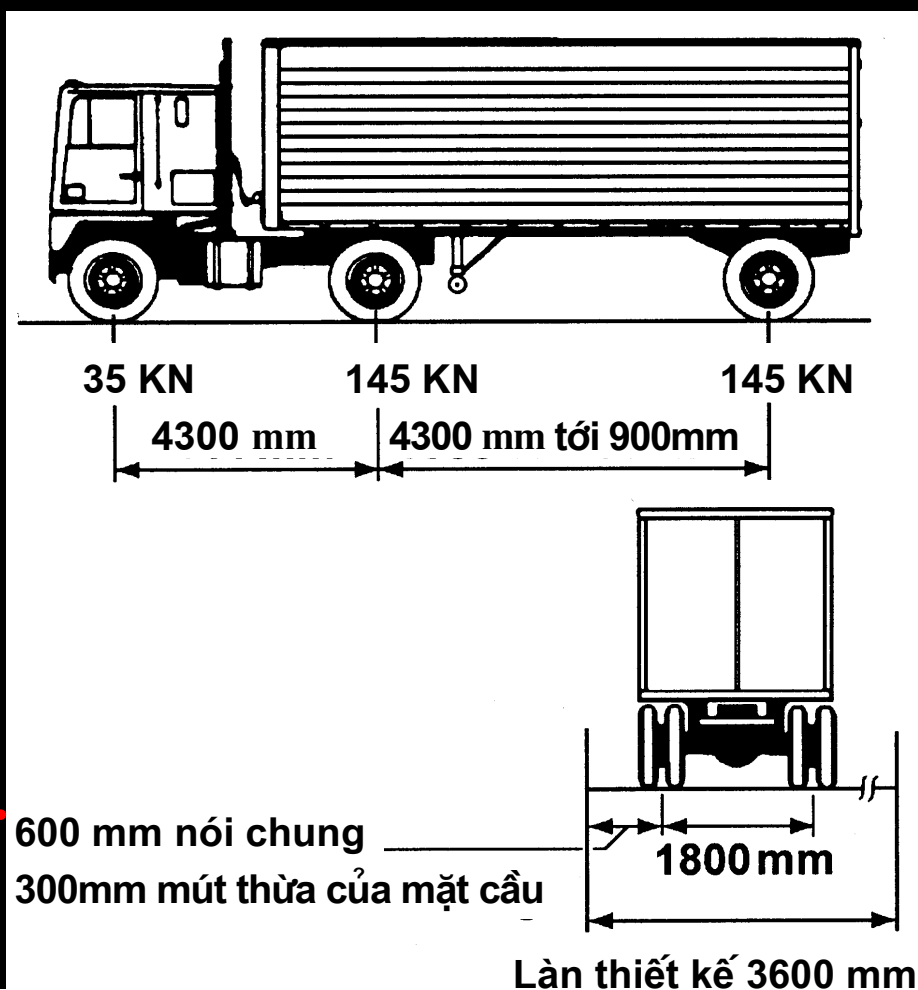
Hoạt tải xe ô tô trên mặt cầu hay kết cấu phụ trợ được đặt tên là HL-93 sẽ gồm một tổ hợp của:

+Xe tải thiết kế hoặc xe 2 trục thiết kế, và Tải trọng làn thiết kế

2.3.1 Xe tải thiết kế:

+ Cự ly giữa 2 trục 145.000N phải thay đổi giữa 4300 và 9000mm để gây ra ứng lực lớn nhất.

+ Đối với các cầu trên các tuyến đường cấp IV và thấp hơn, Chủ đầu tư có thể xác định tải trọng trục cho trong Hình bên và nhân với hệ số 0,50 hoặc 0,65.



2.3.2 Xe hai trục:

- + Xe đặc biệt gồm hai trục 110KN
- + Cự ly giữa 2 trục cách nhau 1200mm
- + Đối với các cầu trên các tuyến đường cấp IV và thấp hơn, Chủ đầu tư có thể xác định tải trọng trục cho xe hai trục bằng cách nhân với hệ số 0,50 hoặc 0,65.

2.3.3 Tải trọng làn:

- + Tải trọng làn gồm tải trọng phân bố đều 9.3 N/mm xếp theo phương dọc cầu. Theo phương ngang cầu, tải trọng này được phân bố theo chiều rộng 3000mm. Tải trọng làn phải xô dịch theo phương ngang để gây hiệu ứng lớn nhất.
- + Tải trọng làn không tính hệ số xung kích IM

2.4. Hoạt tải đoàn người:

Cường độ đoàn người $q_n = 300 ; 400 \text{ (kg/m}^2\text{)}$

+Theo 22TCN272-05:

- Tải trọng người trên Cầu ô tô

$$q_n = 3 \times 10^{-3} \text{ Mpa} = 305.8 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

- Đối với Cầu chỉ dành cho người đi bộ hoặc xe đạp:

$$q_n = 4.1 \times 10^{-3} \text{ Mpa} = 417.9 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

- Không tính hệ số xung kích IM đối với tải trọng đoàn người

3. Lực ly tâm:

Chỉ tính khi cầu nằm trên đường cong.

3.1. Cầu ô tô:

- Lực ly tâm xem như phân bố đều nằm ngang đặt tại cao độ mặt đường công thức xác định như sau:

$$C = \frac{15}{100 + R} * \frac{\Sigma P}{l} \begin{cases} \geq 0.15 \frac{P}{l} \text{ khi } R < 250\text{m} \\ \geq 40 \frac{P}{l.R} \text{ khi } 250\text{m} < R < 600\text{m} \end{cases}$$

Trong đó:

P : Trọng lượng ô tô nặng nhất trong đoàn xe.

ΣP : Trọng lượng toàn bộ các xe trong đoàn xe..

l : Chiều dài đah

- Khi $R > 600\text{m}$ thì bỏ qua ảnh hưởng của lực ly tâm.
- Khi cầu có nhiều làn xe thì lực ly tâm phải tính cho toàn bộ hoạt tải có xét đến hệ số làn xe.

4. Lực gió (W):

Gió thổi vào một diện tích chắn gió F sẽ làm phát sinh lực gió. Lực gió phụ thuộc vào tốc độ gió của từng vùng khác nhau. Cường độ gió w và lực gió W xác định như sau:

$$w = \frac{\gamma.V^2}{2.g} = \frac{V^2}{16} \quad \Rightarrow \quad W = K.w.F$$

Trong đó:

$\gamma = 1.23 \text{ kg/m}^3$: Tỷ trọng của không khí.

V: vận tốc của gió.

g: gia tốc trọng trường.

K: Hệ số phụ thuộc vào hình dạng của kết cấu.

+ Giàn rỗng kiểu dầm: **2 giàn (K= 0.4)**

3 giàn (K= 0.5)

+ KCN kiểu đặc, trụ đặt, gỗ, mặt cầu xe chạy : **K= 1**

+ Lan can, tay vịn: **K= 0.3-0.8**

Trong trường hợp không có số liệu quan trắc thực tế, cường độ gió có thể lấy gần đúng theo quy trình như sau:

Các trường hợp	Quy trình đường sắt	Quy trình Liên Xô		Ghi chú
		Đường sắt	Đường ô tô	
Không có xe	225	180 (VN:180)	180 (VN:180)	(kg/m ²)
Có xe	125	100 (VN:100)	50 (VN: 50)	(kg/m ²)

5. Lực hãm: (lực khởi động)

5.1 Cầu ô tô:

Lực hãm là lực tập trung nằm ngang hướng dọc cầu tại cao độ mặt đường xe chạy và phụ thuộc vào λ .

- . Lực hãm $T = 0.3P$ khi $\lambda < 25m$.
- . Lực hãm $T = 0.6P$ khi $25m \leq \lambda \leq 50m$
- . Lực hãm $T = 0.9P$ khi $\lambda > 50m$

Trong đó:

P: Trọng lượng xe nặng nhất trong đoàn xe.

Cầu có nhiều làn thì tính cho tất cả các làn và hệ số làn.

Gói cố định truyền 100% lực hãm xuống mố trụ cầu

Gói di động tiếp tuyến truyền 50% lực hãm xuống mố trụ cầu

Gói di động con lăn truyền 25% lực hãm xuống mố trụ cầu

6. Lực lắc ngang: T_{Ln}

Lực lắc ngang ô tô coi như lực phân bố đều, nằm ngang tác dụng theo phương ngang cầu, đặt ở cao độ mặt đường xe chạy, cường độ không phụ thuộc vào số làn xe.

- Với H10-H13:

$$T_{Ln} = 0.2 T/m$$

- Với H30 :

$$T_{Ln} = 0.4T/m.$$

- Với HK80 xem như lực tập trung:

$$T_{Ln} = 5 T$$

- Với HT60 Xem như lực tập trung:

$$T_{Ln} = 4T$$

7. Lực va chạm tàu bè:

- Tải trọng này đặt vào giữa chiều rộng hay dài của mố trụ ở cao độ MNTT tính toán, phụ thuộc vào tải trọng toàn phần của tàu, xác định như sau:

Tải trọng toàn phần của tàu(T)	Tải trọng tính toán (T)			
	Dọc theo tim cầu		Ngang cầu	
	Có thông thuyền	Không thông thuyền	Thượng lưu	Hạ lưu(không có nước)
12000	100	50	125	100
8000	70	40	90	70
4000	65	35	80	65
2000	55	30	70	55
500	25	15	30	25
250	15	10	20	15
100	10	5	15	10

Chú ý: với mố trụ có bố trí hệ thống chống va thì không xét tải trọng này

8. Lực ma sát gối cầu:

- Khi KCN chuyển vị dưới tác dụng của nhiệt độ, cũng như của hoạt tải. Trong gối cầu sẽ xuất hiện lực ma sát. Đó là lực nằm ngang, hướng dọc cầu, truyền cho cả hai gối di động và cố định có trị số là:

$$T = f \cdot N$$

Trong đó:

N: phản lực gối do tĩnh và hoạt tải (không xét $1+\mu$)

f: hệ số ma sát trong gối di động.

f = 0.25 khi ma sát là ma sát lăn (gối con lăn...)

f = 0.5 khi ma sát là ma sát trượt (gối tiếp tuyến...)

* **Chú ý:** Lực ma sát chỉ tính khi mố trụ đặt trên nền đá và các bộ phận của mố trụ liên kết trực tiếp với gối cầu.

- Lực ma sát coi như tác dụng tại trung tâm của khớp gối cố định cũng như đỉnh của khớp gối dưới trong gối di động.

- Lực ma sát và lực hãm không được tính đồng thời với nhau trong cùng một tổ hợp khi tính gối cầu, thường dùng trị số lớn hơn trong hai loại trên để tính toán.

9. Tổ hợp tải trọng:

Trong tính toán ta phải chọn tổ hợp tải trọng ở trạng thái bất lợi nhất có khả năng xảy ra đối với công trình.

- Người ta đã phân ra làm 3 tổ hợp:

+ **Tổ hợp tải trọng chính:** đối với bộ phận chịu lực chủ yếu của cầu thì THC bao gồm:

Trọng lượng bản thân

Hoạt tải đoàn xe, người

Lực xung kích, lực ly tâm, áp lực đất...

+ **Tổ hợp tải trọng phụ:** là tổ hợp có xét thêm:

Lực hãm xe, lực lắc ngang, gió,

Lực do thay đổi nhiệt độ, co ngót từ biến.

+ **Tổ hợp đặc biệt:** là tổ hợp có xét đến các lực

Lực động đất, lực va

Lực do thi công

10. Các hệ số tính toán:

10.1. Hệ số vượt tải (hệ số siêu tải): n_t

STT	Loại tải trọng	Hệ số
1	Trọng lượng ban thân (trừ cầu gỗ)	1.1;0.9
2	Tọng lượng mặt cầu đường sắt có đá balát	1.3;0.9
3	Trọng lượng lớp mặt cầu ô tô ở phần xe chạy và bộ hành	1.5;0.9
4	Trọng lượng kết cấu gỗ	1.2;0.9
5	áp lực đất lên móng trụ	1.2;0.9
6	tác dụng của co ngót	1.0
7	Nghiên lún móng trụ	1.5;0.5
8	Tai trọng gió: chính, phụ, đặc biệt	1.5;1.2;1
9	Lực va: TH phụ, đặc biệt	1.1;0.8
10	động đất (TH đặc biệt)	1.0
11	Lực thi công	1.3
12	Tai trọng đường sắt $0 < \lambda < 50m$	$1.3 - 0.003\lambda$
13	Tai trọng ô tô	1.4
14	Xe đặc biệt	1.1

10.2. Hệ số xung kích ($1+\mu$):

+ đối với cầu bê tông trên đường ô tô ở dạng hệ dầm hoặc khung hệ số xung kích được lấy như sau:

$$\lambda \leq 5m \rightarrow 1 + \mu = 1.3$$

$$\lambda \geq 45m \rightarrow 1 + \mu = 1.0$$

$$5 < \lambda < 45m \rightarrow 1 + \mu = 1.3 \div 1.0$$

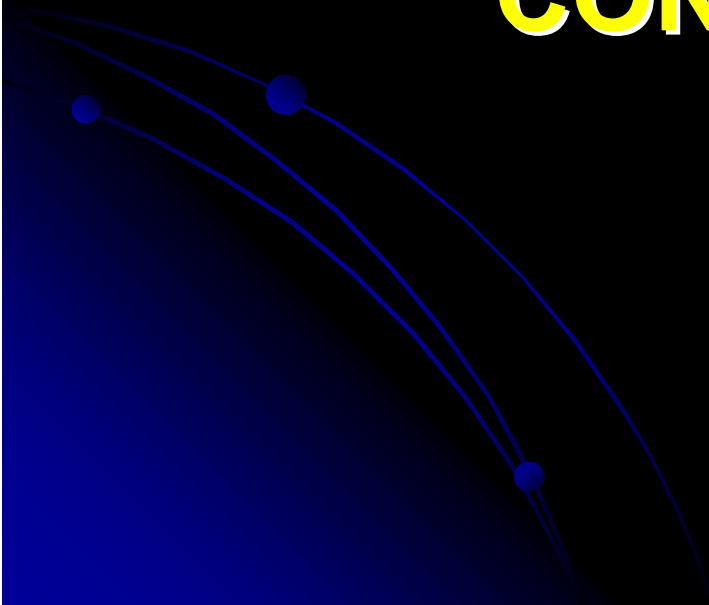
10.3. Hệ số làn xe (β_0):

β_0 : Hệ số làn xe, khi $\lambda > 25m$ hệ số làn xe phụ thuộc số làn xe m và lấy theo bảng sau:

Số làn xe m	2	3	≥ 4
β_0	0.9	0.8	0.7

CHƯƠNG 3:

NGUYÊN LÝ CẤU TẠO CHUNG CÔNG TRÌNH CẦU



3.1.SƠ ĐỒ TỔNG QUÁT & CÁC BỘ PHẬN CHUNG CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP



Các bộ phận chính bao gồm :

- + Kết cấu thượng bộ
- + Kết cấu hạ bộ

+ Ngoài ra còn có mô đất hình nón và các công trình điều chỉnh dòng nước như kè, gia cố lòng sông..



+ Kết cấu thượng bộ:

*Dầm chủ, dầm ngang (nếu có)

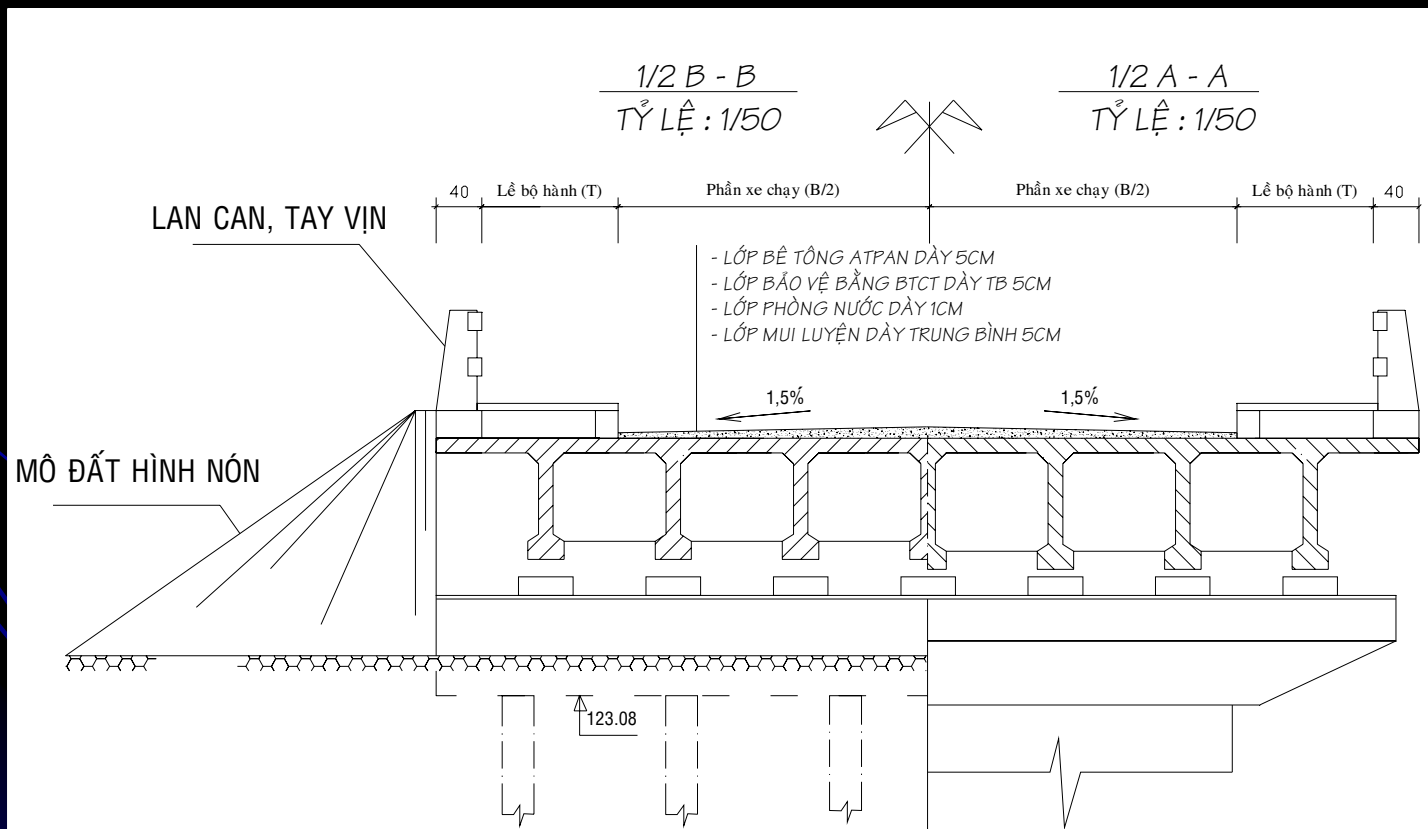
*Bản mặt cầu

*Các lớp mặt cầu...

+ Kết cấu hạ bộ

*Mố , trụ cầu

*Móng mố, trụ cầu



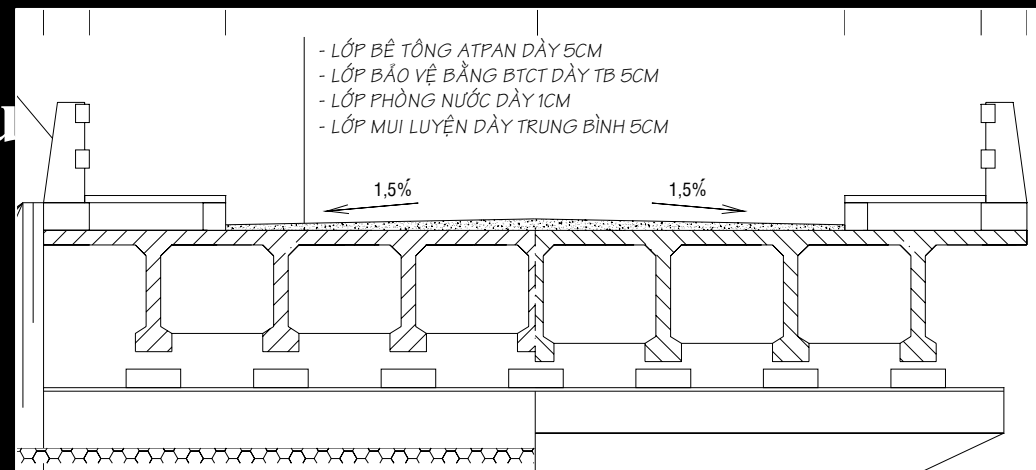
3.2.CẤU TẠO CÁC LỚP MẶT CẦU ĐƯỜNG Ô TÔ

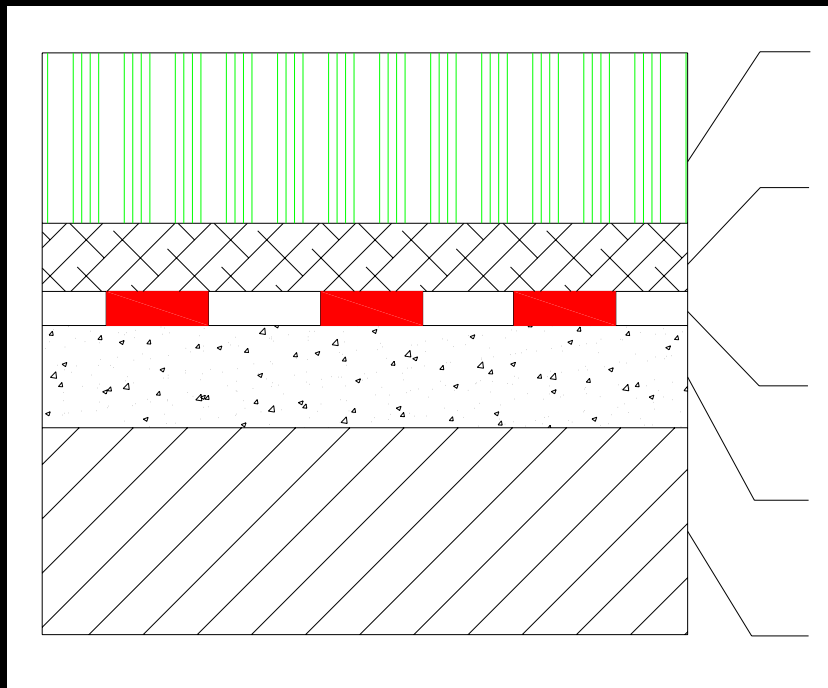
I. Tác dụng của CLMC:

- Trực tiếp chịu tải trọng bánh xe ...
- Chịu tác động trực tiếp của các yếu tố như: gió mưa..
- Chống mài mòn cho dầm bê tông.

II. Yêu cầu cấu tạo đối với các lớp mặt cầu:

- Bằng phẳng, đủ độ nhám, chống hao mòn
- Có độ đàn hồi nhất định.
- Đảm bảo chống thấm và thoát nước tốt
- bố trí độ dốc ngang,
- lớp chống thấm
- ống thoát nước trên cầu





Lớp phủ

Lớp bảo vệ

Lớp phòng nước

Lớp đệm

Bản mặt cầu

III. Cấu tạo các lớp mặt cầu:

1. Lớp đệm:

Có tác dụng tạo phẳng và độ dốc ngang cầu

Dùng vật liệu là hỗn hợp vữa xi măng, tạo độ dốc ngang

$$i = 1-2\%$$

Bề dày của lớp đệm phụ thuộc vào độ dốc ngang và bề rộng của cầu.

- Trường hợp bản mặt cầu đã có độ dốc ngang, ta rải đều lớp đệm dày 1-1,5cm.

2. Lớp phòng nước:

Chống thấm nước từ trên mặt cầu xuống kết cấu bên dưới có bề dày thường là **01cm**.

3. Lớp bảo vệ:

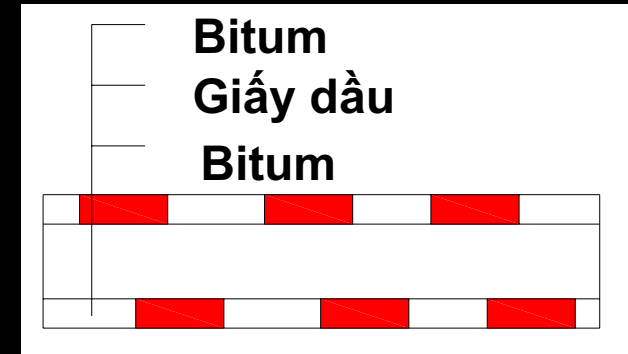
Bảo vệ lớp phòng nước (thường dùng khi lớp trên là BTN)

- Cấu tạo lớp bảo vệ:

Dùng lưới thép dạng ô vuông 5x5 cm hoặc 10x10 cm.
Bê tông M200 hoặc cao hơn, có chiều dày từ 3-5 cm.

4. Lớp phủ: là lớp trên cùng thường được dùng trong hai loại sau đây:

- Bê tông nhựa dày 5-7 cm (1 lớp), nếu 2 lớp thì lớp dưới 4-4.5 cm lớp trên 2-2.5 cm.
- Bê tông xi măng: dày 6-8 cm, M300, lúc này lớp phủ đặt trực tiếp lên lớp phòng nước (bỏ lớp bảo vệ).



3.3. THOÁT NƯỚC TRÊN CẦU

- Trong quá trình khai thác và sử dụng, dưới tác dụng của:

+ Tải trọng và Các yếu khác ... xuất hiện vết nứt trong kết cấu. → Nước mưa sẽ thấm qua vết nứt gây han gỉ cốt thép → giảm tuổi thọ công trình.

→ Thoát nước tốt trên cầu là tăng cường bảo vệ cho KCN

*** GIẢI PHÁP ĐỂ TĂNG CƯỜNG THOÁT NƯỚC TRÊN CẦU:**

+ TẠO ĐỘ DỐC NGANG CẦU VÀ DỌC CẦU

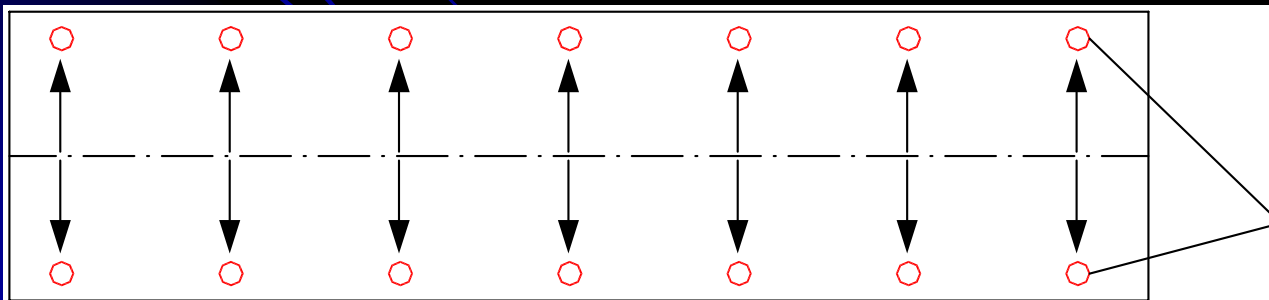
Loại cầu	kết cấu các lớp mặt cầu	id ‰		in ‰	
		trung bình	Lớn nhất	trung bình	Lớn nhất
Cầu nhỏ	BTN và BTXM	10-20	Theo T/c của đường	15-20	15-20
trung bình	Mặt đường đá dăm	10-20		20	15-20
Cầu lớn	BTN và BTXM	10-20	30	15-20	15-20

+ Cách tính toán bố trí thoát nước trên cầu:

- Để đảm bảo thoát nước: 1m^2 mặt cầu có $\geq 1\text{cm}^2$ ống thoát nước. Ngoài ra còn phải căn cứ vào chế độ mưa của từng vùng. Ở nước ta thường lấy $2\text{cm}^2/1\text{m}^2$.
- Khoảng cách giữa các ống thoát nước $L_{\text{ống}} < 15\text{m}$.
- Cầu có id $< 2\%$ thì $L_{\text{ống}} < 6 - 8\text{m}$.
- Cầu có id $\geq 2\%$; $L_{\text{cầu}} \leq 50\text{m}$ thì có thể không cần bố trí ống
- Cầu có id $\geq 2\%$; $L_{\text{cầu}} > 50\text{m}$ thì $L_{\text{ống}} = 10 - 15\text{m}$

+ Cấu tạo và cách bố trí:

- Ống thoát nước có thể làm bằng gang, chất dẻo (nhựa PVC), hoặc bê tông. Đường kính trong nhỏ nhất 15cm, đầu thò ra ít nhất 10cm.
- Ống thoát nước nên bố trí đối xứng.



Ống thoát nước

3.4.KHE BIẾN DẠNG TRÊN CẦU

* Tác dụng và các yêu cầu kỹ thuật của khe biến dạng:

+Bảo đảm sự biến dạng tự do cho KCN do:

-Hoạt tải và sự thay đổi nhiệt độ gây ra.

+Tạo bằng phẳng cho mặt cầu, xe chạy êm thuận, giảm xung kích và tránh thoát nước xuống mố trụ cầu.

+Khi chỉ có hai gối cố định trên trụ cầu → cấu tạo khe nổi nhỏ và đơn giản (chỉ có góc xoay).

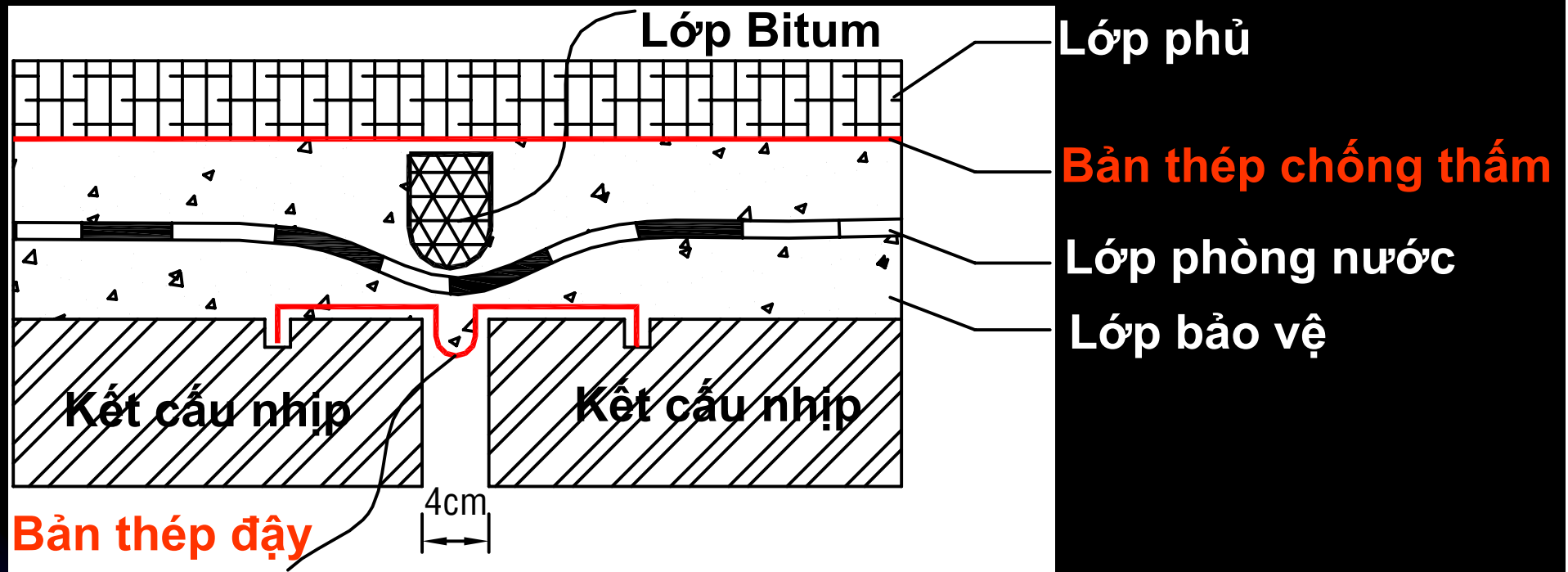
+Trường hợp có gối di động thì phức tạp hơn vì có cả chuyển vị thẳng do ô tô và sự thay đổi nhiệt độ gây ra.

+Khe biến dạng thường được bố trí tại tiếp giáp giữa:

-Mố và nhịp

-Nhịp và nhịp

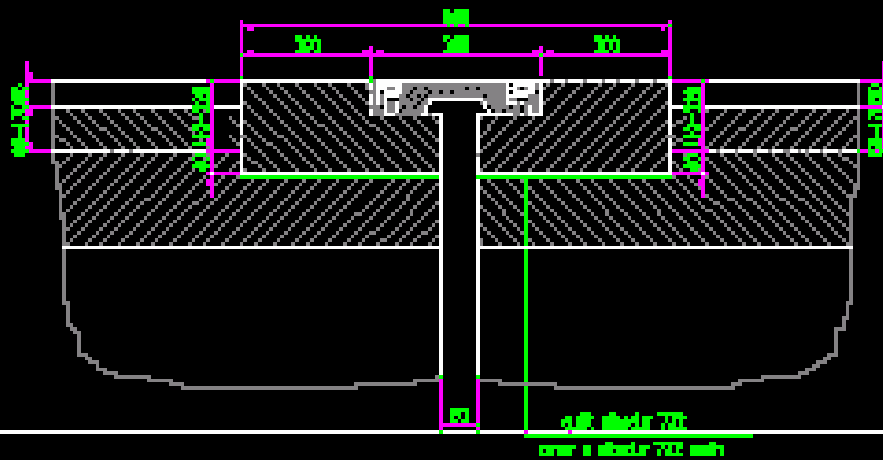
* Cấu tạo khe biến dạng dùng bản thép:



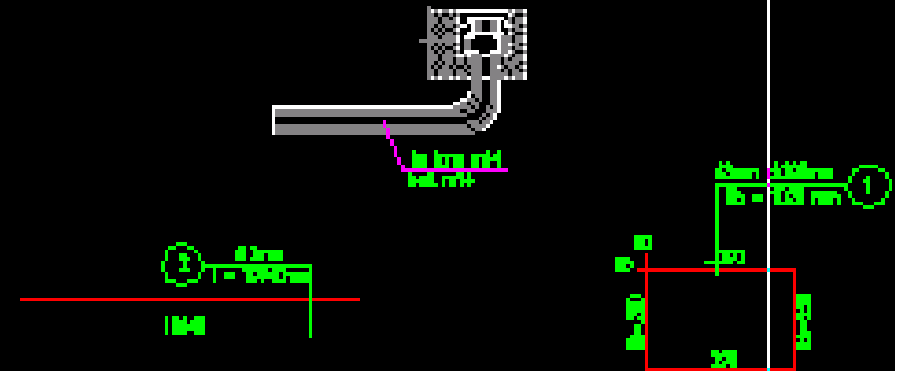
- Loại này có cấu tạo liên tục qua khe biến dạng
- Bản thép chống thấm ngăn nước không thấm xuống dưới khi có vết nứt trên bề mặt lớp phủ.
- Thường được áp dụng khi $L_{nhịp} \leq 15m$

* Cấu tạo khe biến dạng dùng tấm cao su:

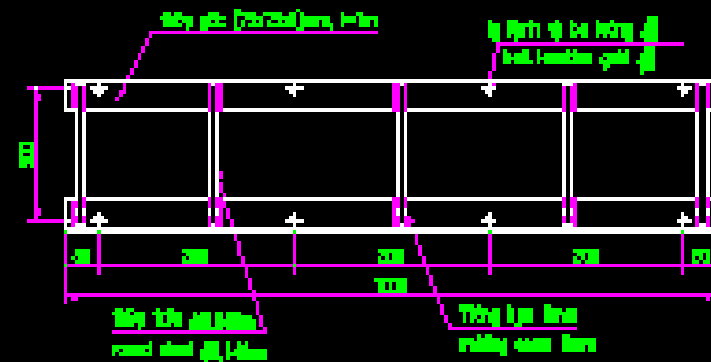
KHE CO DẪN TẠI TRỤ
EXPANSION JOINT AT THE PIER



CHI TIẾT BULONG CHÔN SẴN (1/5)
DETAILS OF BURIED BOLT (1/5)



KHUÔN ĐỊNH VỊ BULONG (1/10)
BOLT LOCATION FORM (1/10)



Khe co giãn bằng tấm cao su hiện nay đang áp dụng phổ biến do một số ưu điểm sau:

-Khả năng chịu lực tốt.

-Độ đàn hồi tốt → xe chạy êm thuận

-Dễ thay thế khi bị hư hỏng

-Áp dụng cho cầu có chiều dài nhịp lớn ($L < 100\text{m}$)

3.5.LIÊN KẾT CẦU VÀ NỀN ĐƯỜNG ĐẦU CẦU

+ Nền đường đầu cầu tiếp giáp với cầu có độ cứng khác độ cứng của cầu:

→ gây xung kích khi xe chạy vào cầu

→ phá hoại nền đường và KCN (cục bộ tại vị trí tiếp giáp).

→ Do vậy phải chuyển tiếp độ cứng từ nền đường vào cầu bằng cách:

+ Lớp phủ trên cầu và nền đường giống nhau

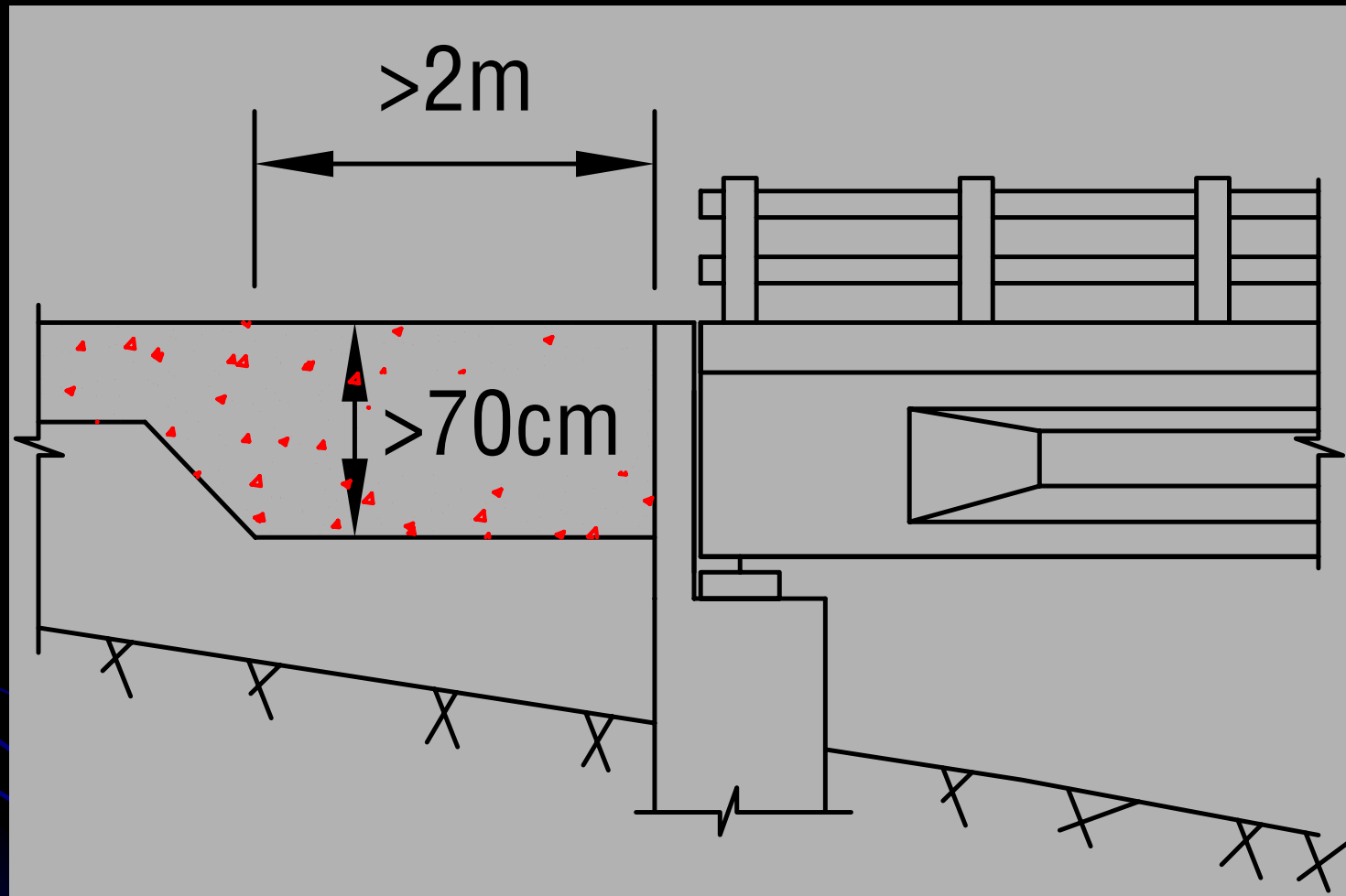
+ Dùng các biện pháp chống lún cho mô đất.

+ Thay đổi dần độ cứng từ nền đường vào cầu:

-Bản giảm tải

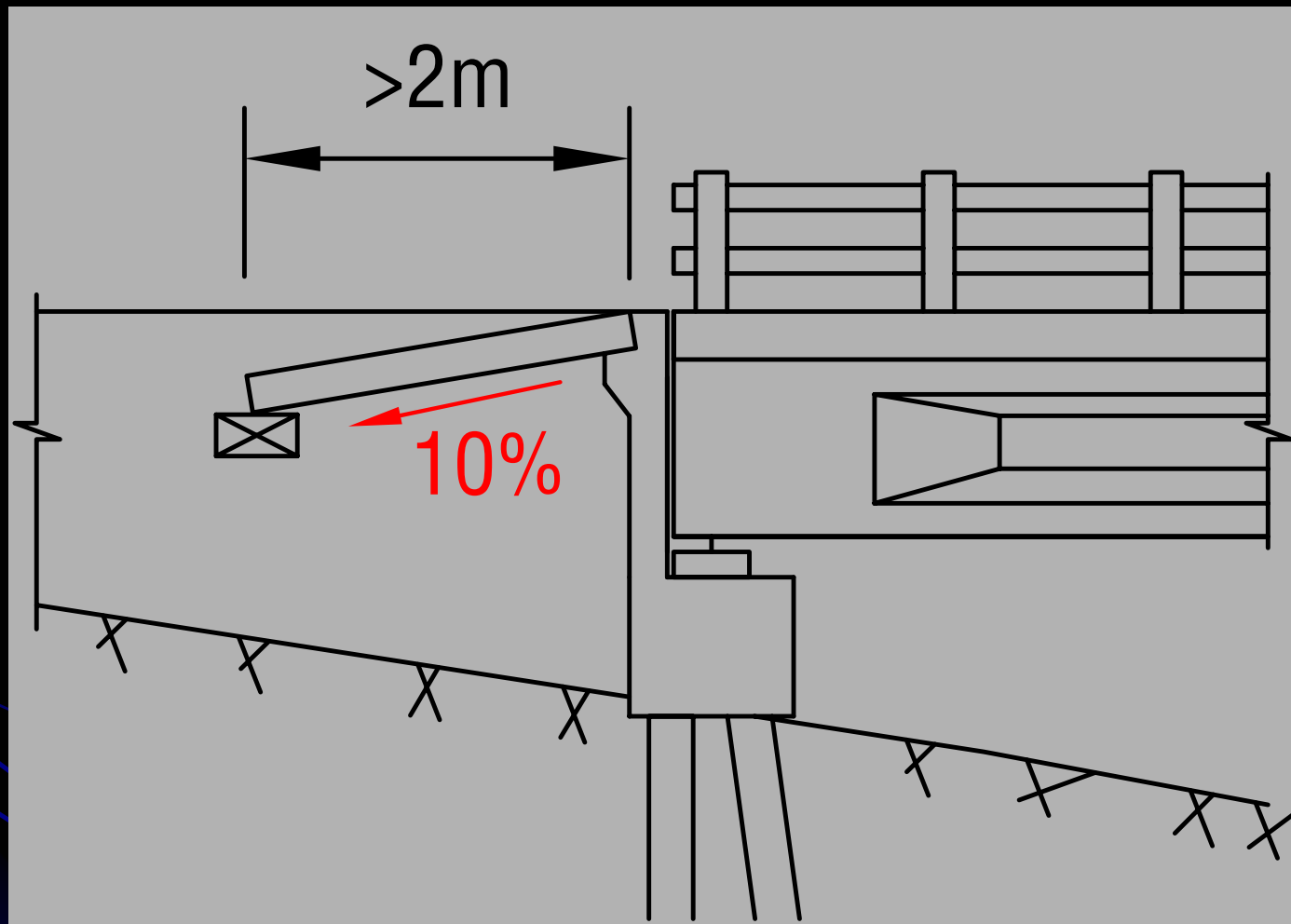
-Cấp Phối Đá Dăm giảm tải.

*Dùng cấp phối đá dăm giảm tải:



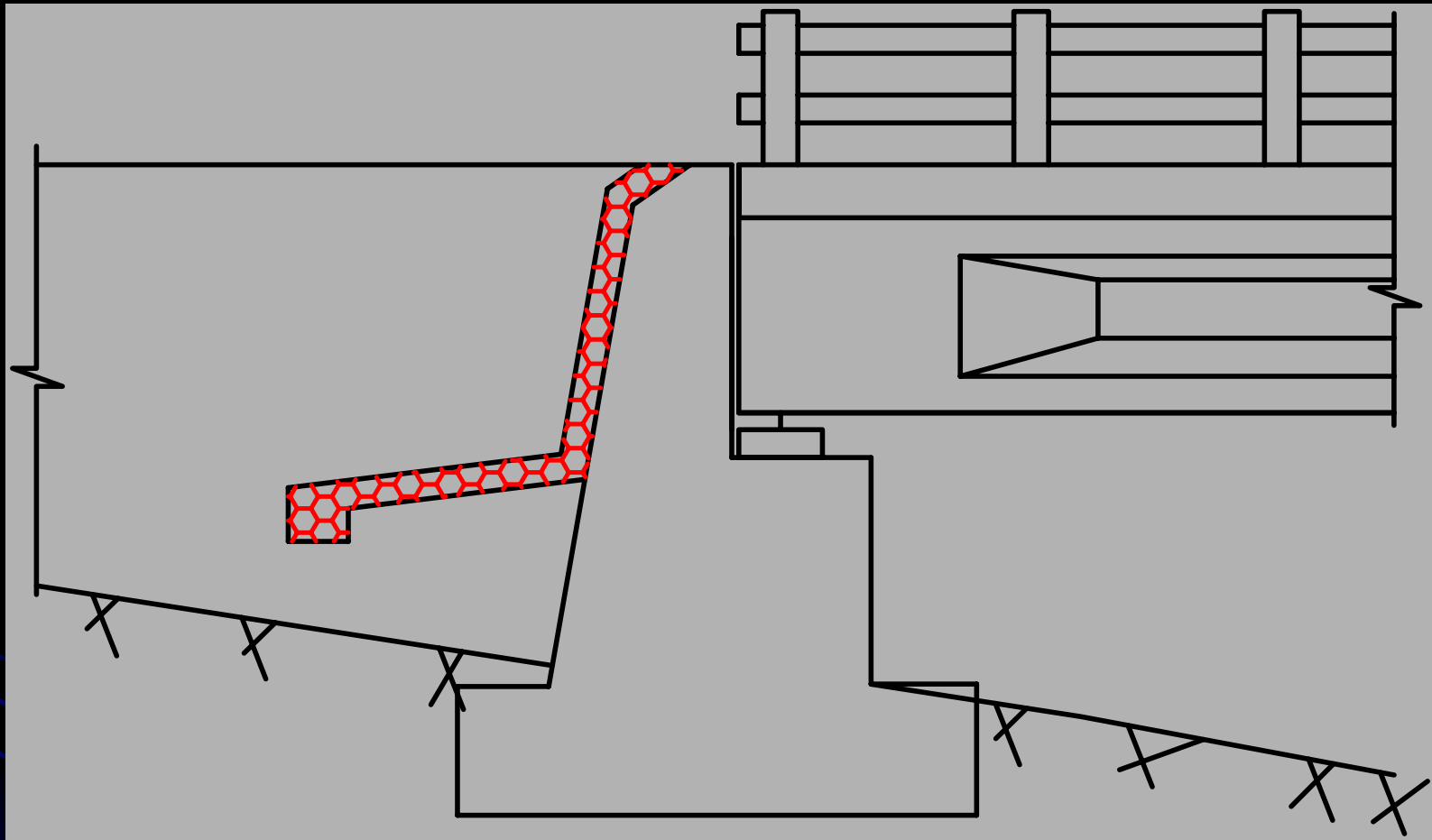
Biện pháp này thường chỉ áp dụng đối với các loại Cầu nhỏ

*Dùng bản giảm tải (Bản quá độ):



Biện pháp này thường áp dụng đối với các loại cầu sử dụng mố nhẹ: như mố chân dê, mố lắp ghép..

*Dùng lớp cấp phối đá dăm hoặc cuội sỏi:



Biện pháp này thường áp dụng đối với các loại cầu sử dụng móng nặng: như móng chữ U

3.6.LỀ BỘ HÀNH VÀ LAN CAN

6.1.Lề bộ hành:

- +Là phần dành cho người đi bộ qua lại trên cầu. Do vậy để an toàn thông thường được làm cao hơn mặt đường 20-40cm.
- +Ngoài ra có thể lợi dụng phần đường người đi bộ để bố trí ống dẫn điện, nước, thông tin...

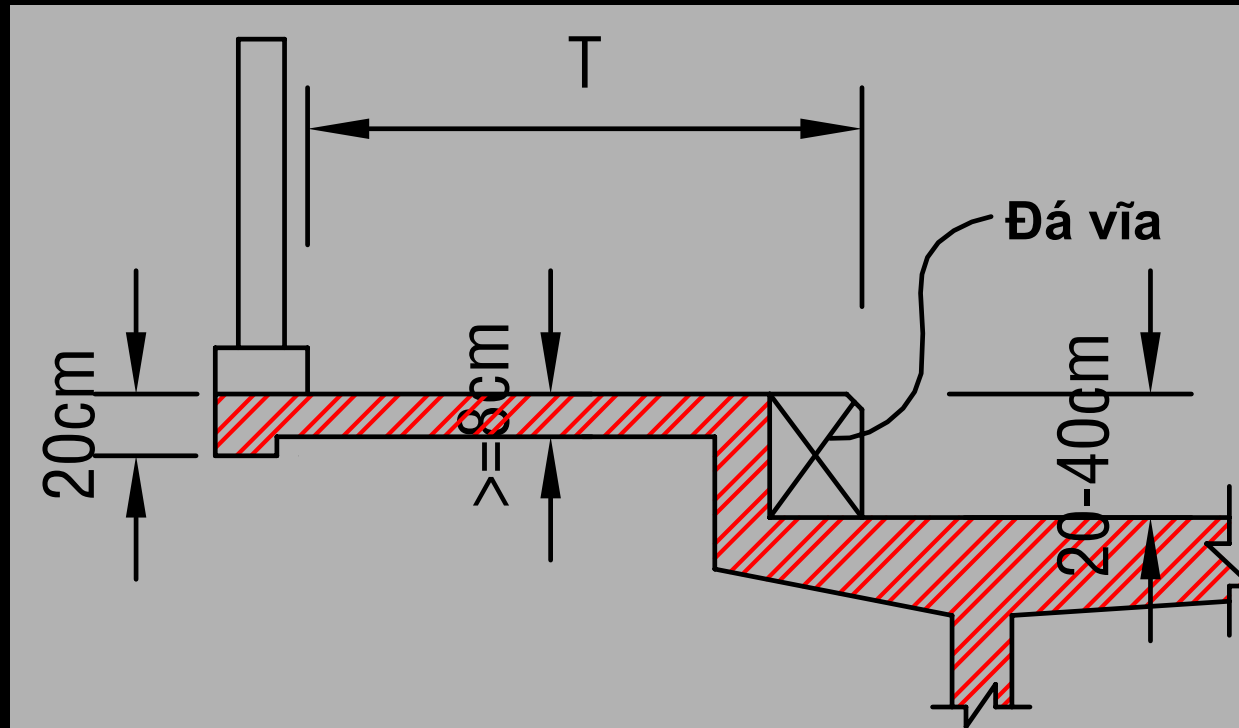
* Yêu cầu cấu tạo:

- Bề rộng của lề bộ hành (T) phải đủ rộng và phụ thuộc vào lưu lượng người đi bộ. Bề rộng T bộ số 25cm và ≥ 75 cm
- Phải bằng phẳng, thoát nước tốt
- An toàn và bền vững.

• Một số dạng cấu tạo :

- Có thể lắp ghép hoặc toàn khối
- Sơ đồ làm việc dạng dầm hoặc công-xon

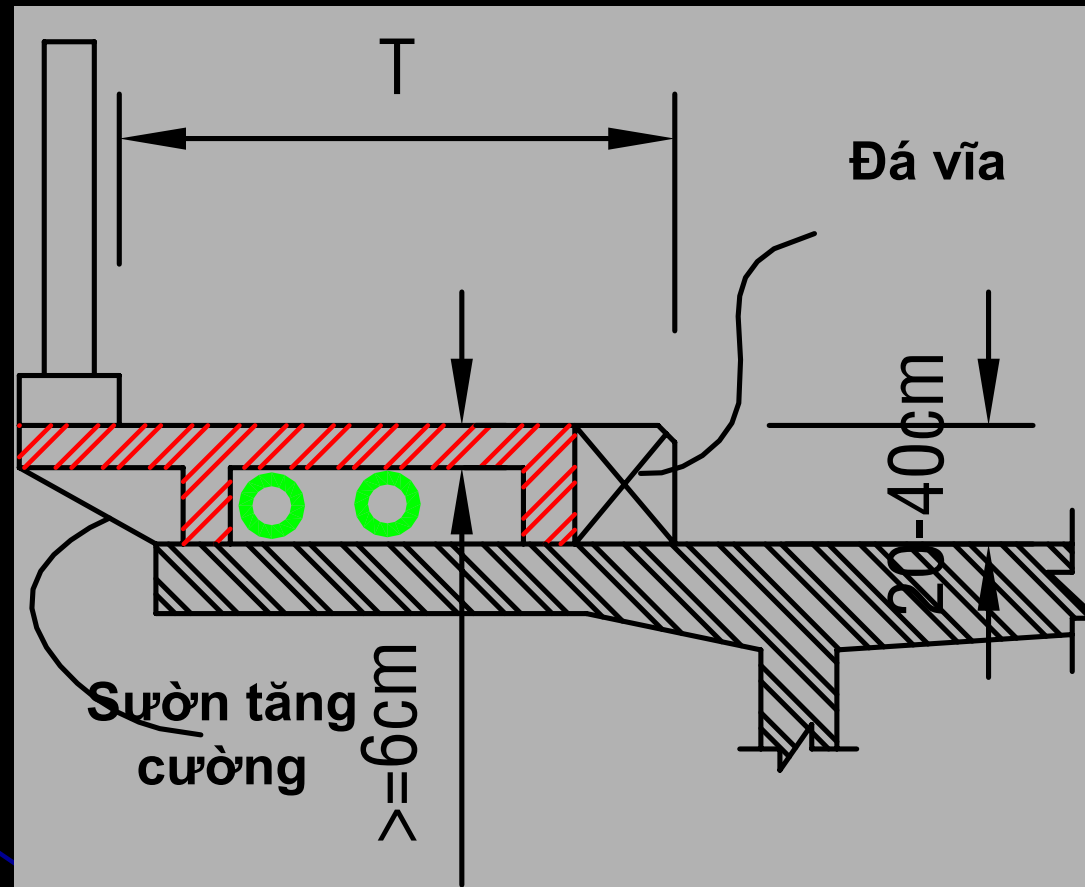
*Lề bộ hành dạng toàn khối:



+Loại này thường áp dụng cho cầu đổ tại chỗ. Cấu tạo toàn khối nên làm tăng độ cứng tổng thể của kết cấu. Tuy nhiên thi công phức tạp và tốn nhiều ván khuôn và đà giáo.

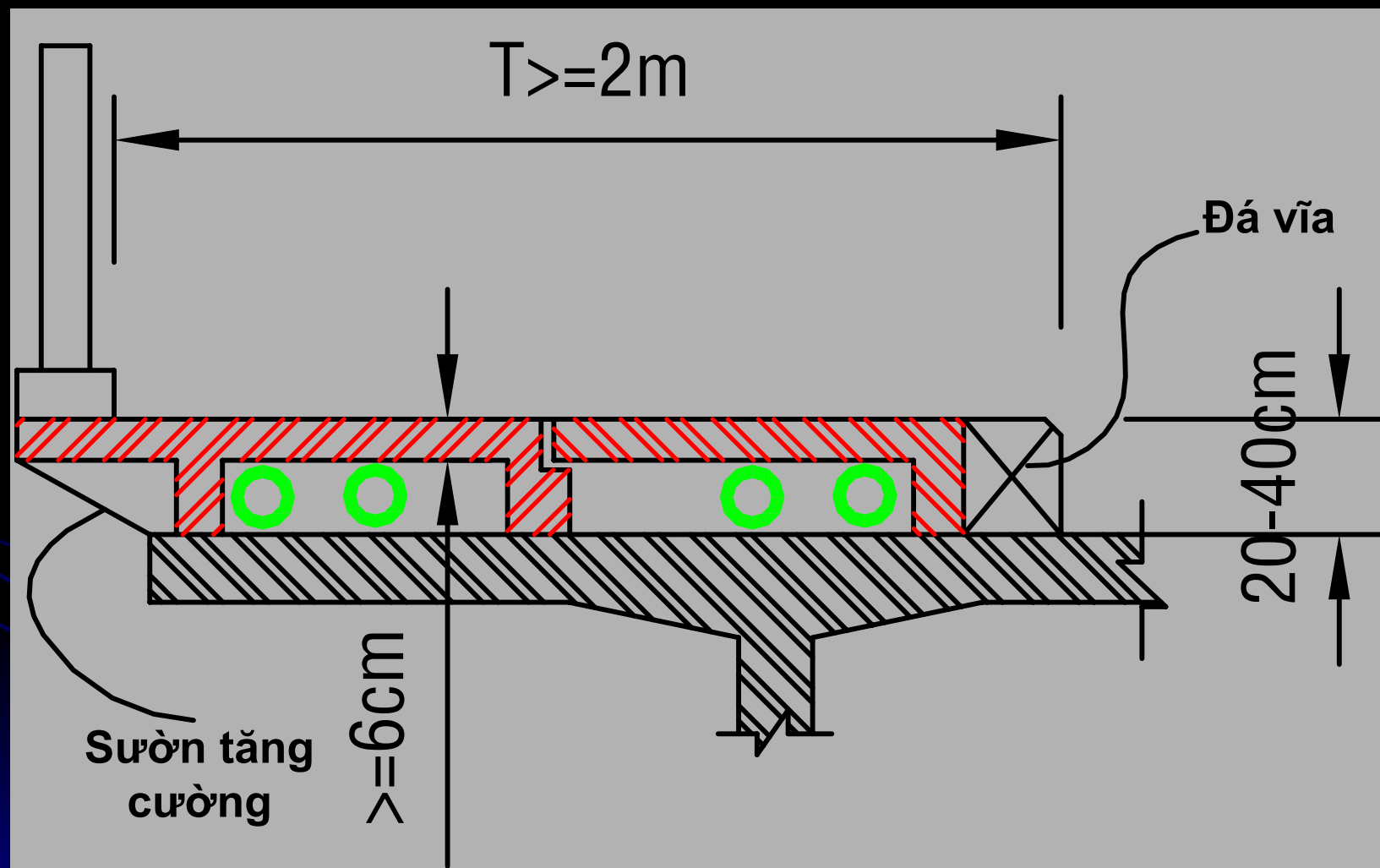
+Để an toàn đá vữa thường làm bằng bê tông Mác thấp.

*Lề bộ hành dạng lắp ghép (ghế bộ hành):



+Loại này thường áp dụng cho cầu lắp ghép. Sườn tăng cường được bố trí ngay tại cột lan can để tăng cường độ cứng cho ghế bộ hành.

***Lề bộ hành dạng lắp ghép khi $T \geq 2m$:**



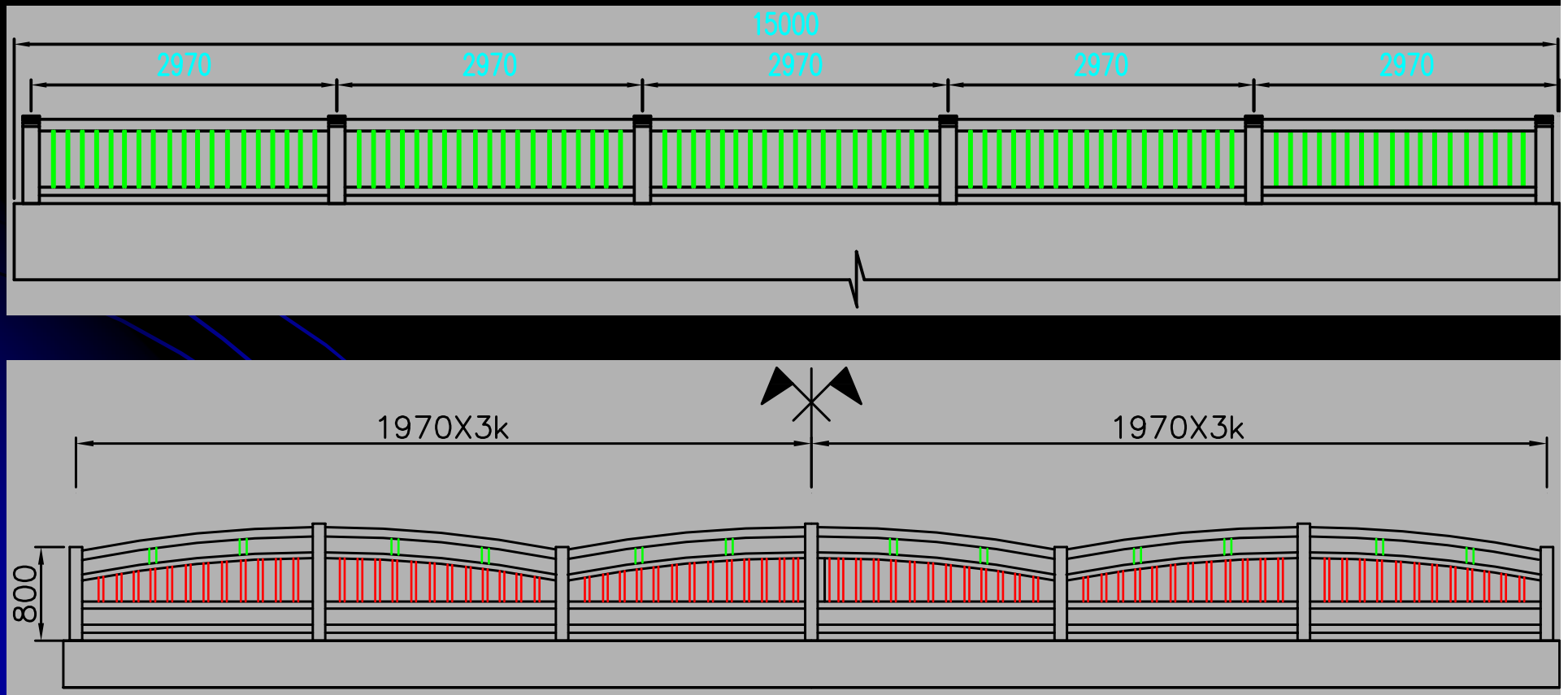
6.2.Lan can – tay vịn:

- Lan can để đảm bảo an toàn cho người đi bộ qua lại trên cầu và trang trí cho cầu.

+ Yêu cầu cấu tạo:

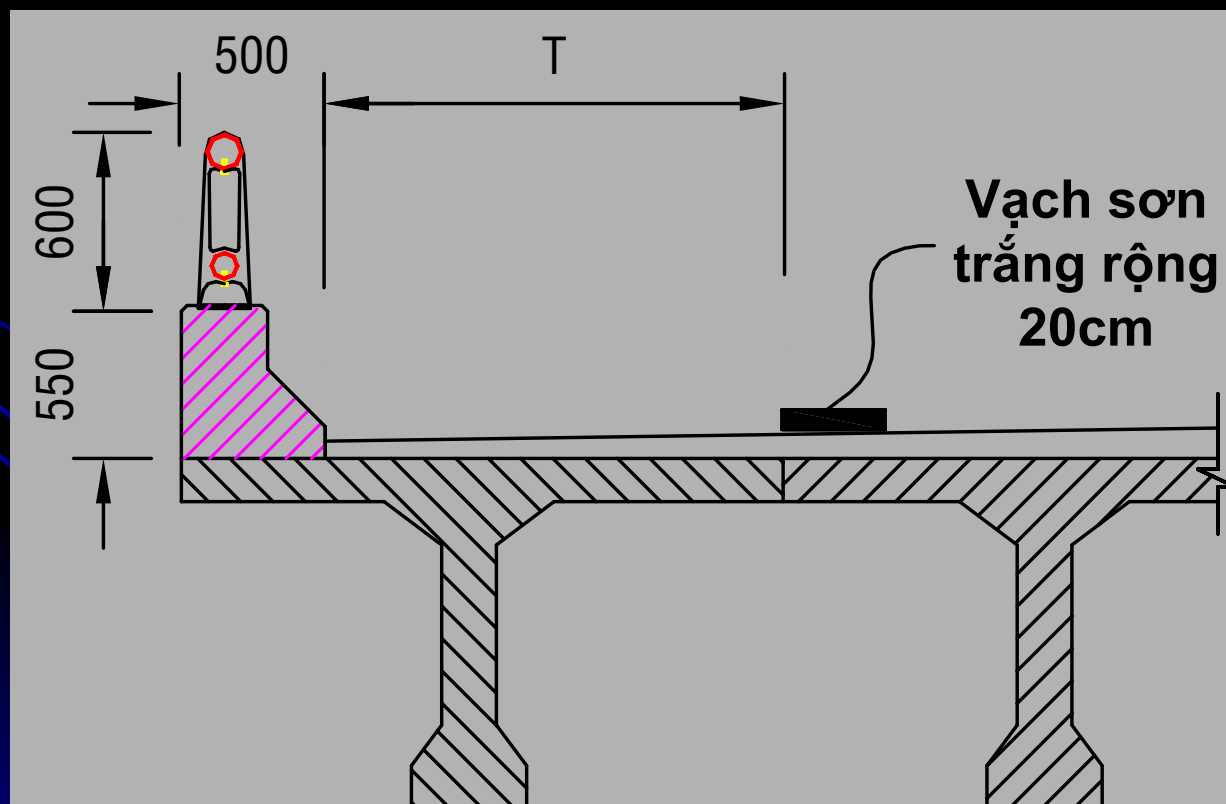
-Đẹp, bền chắc, dễ thi công chế tạo

-Có thể làm bằng gang đúc, thép, Inox, bê tông... có kích thước sau: 16x16; 18x18; 20x20...



Tuy nhiên hiện nay do sự phát triển nhanh chóng của các phương tiện giao thông và nhằm khai thác triệt để khả năng lưu thông trên cầu, đường đi được cấu tạo đồng mức với phần xe chạy và được phân cách bằng vạch sơn trắng rộng 20cm.

Lúc này lan can và tay vịn cũng sẽ được cấu tạo đặc biệt để chống lại lực va của xe cộ khi có sự cố trên cầu

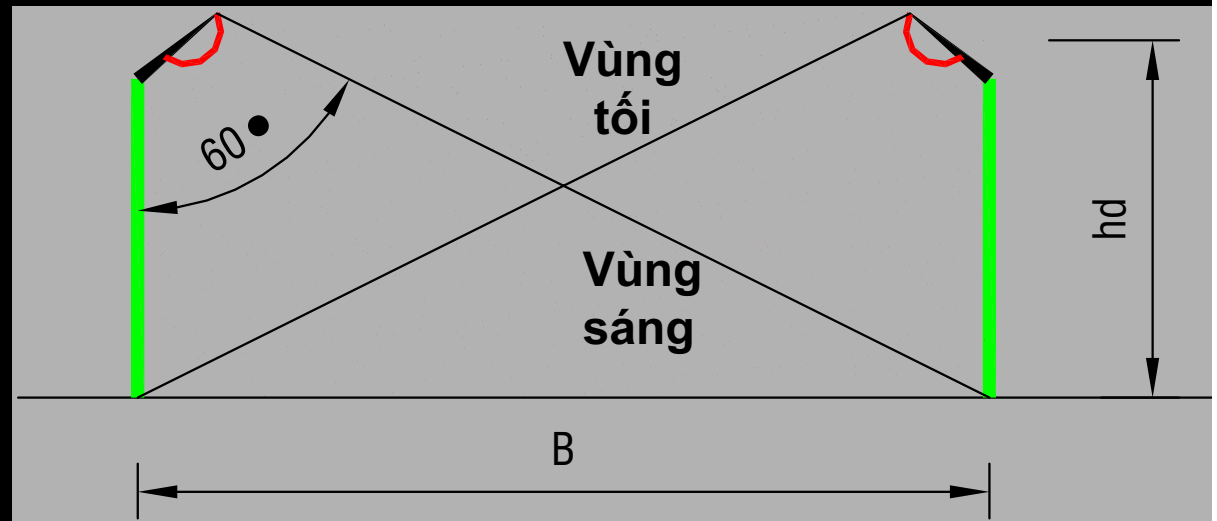


3.7. HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG TRÊN CẦU

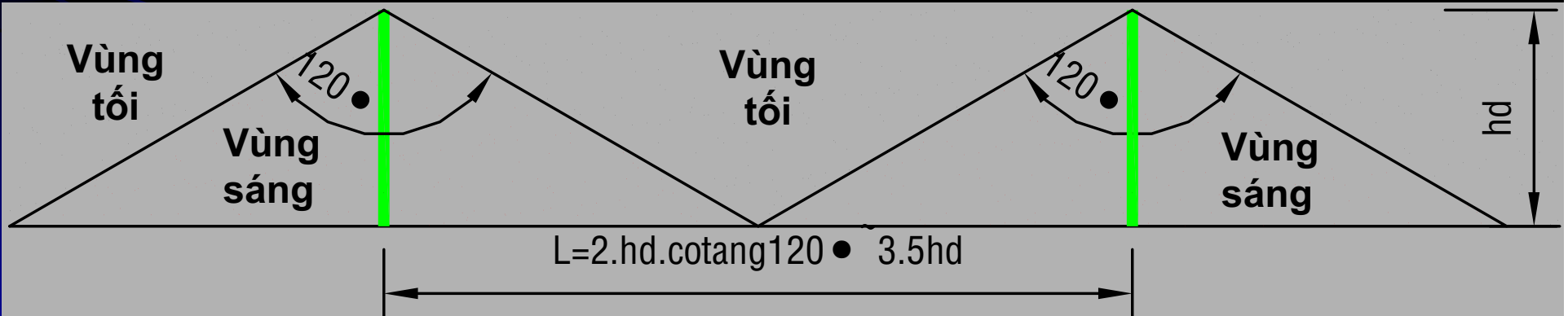
*Bố trí chiếu sáng theo phương ngang cầu

$$hd > B \cdot \cotang 60^\circ$$

$$hd > 0.6B$$



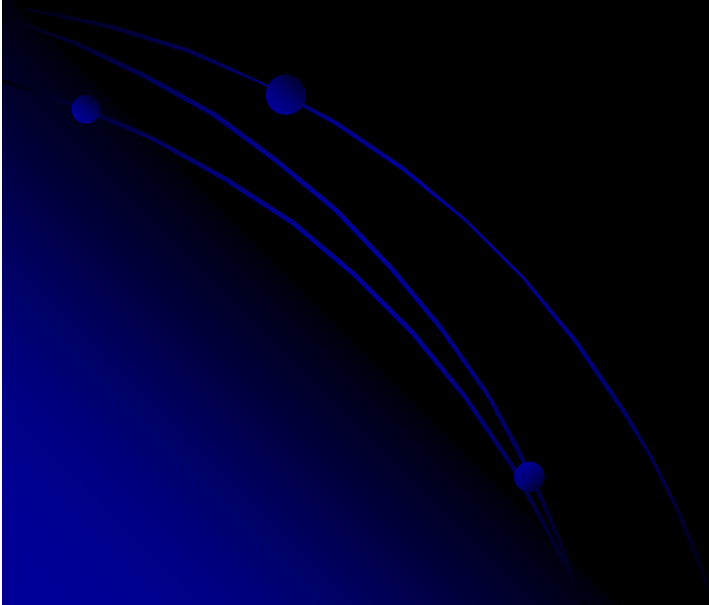
*Bố trí chiếu sáng theo phương dọc cầu



Chú ý: Đảm bảo độ sáng của đèn theo quy định

CHƯƠNG 4:

CẦU BÀN BÊ TÔNG CỐT THÉP



4.1. ĐẶC ĐIỂM VÀ PHÂN LOẠI

1.1. Đặc điểm:

- Là cầu nhịp nhỏ có tiết diện ngang là một tấm hình chữ nhật hoặc gần như hình chữ nhật (dạng đặc hoặc rỗng).

+ Ưu điểm:

- Cấu tạo đơn giản, dễ thi công.
- Chiều cao kiến trúc nhỏ, tiết kiệm đất đắp đầu cầu.

+ Nhược điểm:

- Khả năng vượt nhịp kém

1.2. Phạm vi sử dụng:

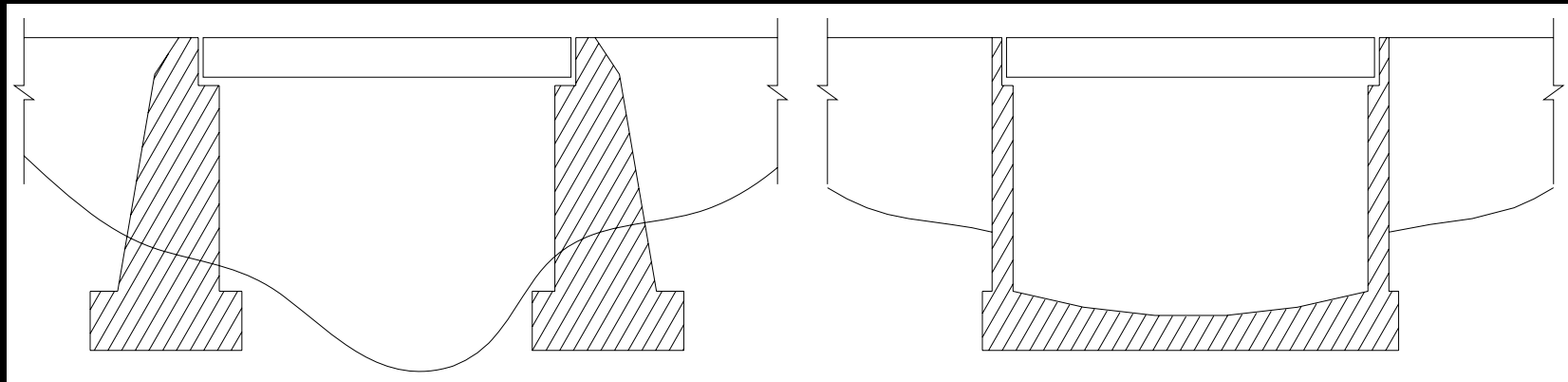
- Thường áp dụng khi chiều dài nhịp $l = 2-9\text{m}$: áp dụng cầu bản BTCT.
- $l = 10-24\text{m}$: áp dụng cầu bản BTCTU'ST



Cầu Bản BTCTU'ST (Đường Hồ chí Minh)

4.2. CÁC SƠ ĐỒ CẦU BẢN

2.1. Loại mố nặng:



Loại Mố rời

Loại Mố liền

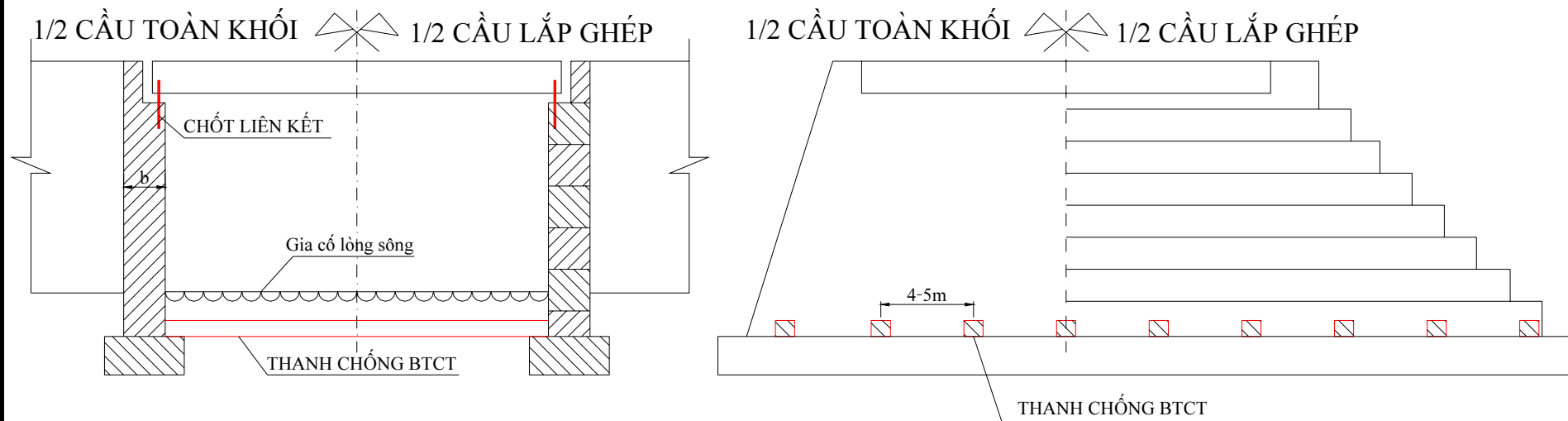
+ Ưu điểm: (so với mố rời)

- ổn định chống lật, trượt tốt hơn so với mố rời.
- Khối lượng, kích thước nhỏ (tiết kiệm vật liệu).
- Thoát nước tốt (dòng sông có dạng máng).

+ Nhược điểm: (so với mố rời)

- Chịu lực phức tạp, cốt thép nhiều và bố trí khó khăn.

2.2. Loại mố nhẹ: (rất phổ biến)



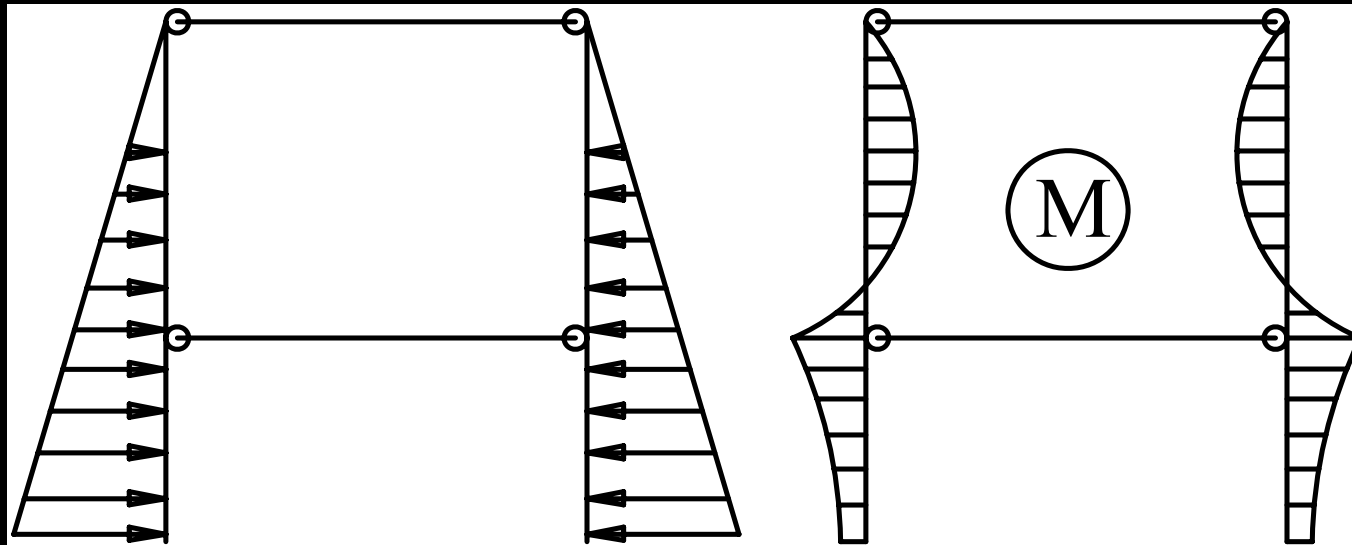
Mố chịu tải trọng ngang do áp lực đất và làm việc như một dầm kê trên hai gối.

+Gối trên là KCN

+Gối dưới là thanh chống.

- Mố có thể toàn khối hoặc lắp ghép.

• Sơ đồ tính của hệ:



-Hệ làm việc như khung 4 khớp. Đây là hệ biến hình, nó ổn định được nhờ đất đắp ở hai móng cân bằng.

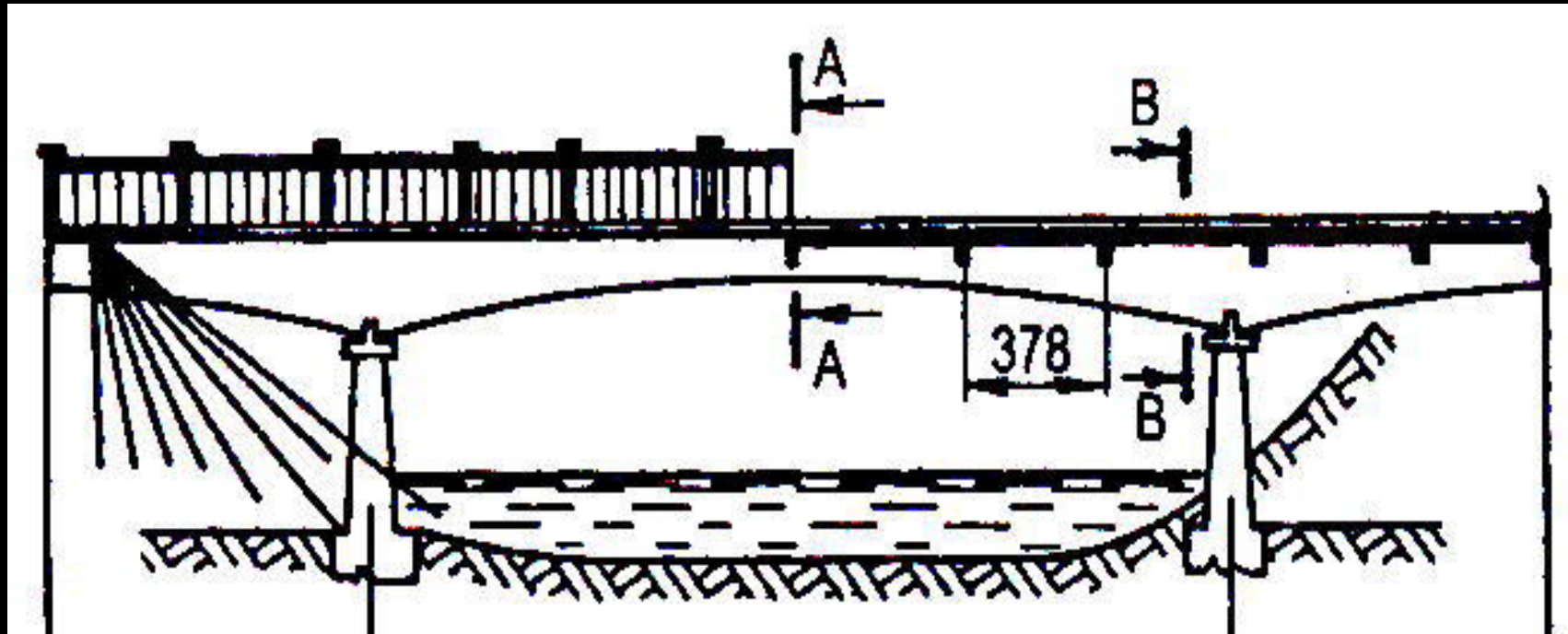
Để khử mô men M (do áp lực đất gây ra) ta đặt chốt lệch tâm .

+Chú ý:

Đất đắp sau móng phải được đầm kỹ cho kết cấu ổn định

Khi thi công phải đắp đất đều và đối xứng hai bên móng để cân bằng áp lực đất. chú ý phải lấp bản nhíp rồi mới được lấp đất.

2.3. Cầu bản mút thừa:



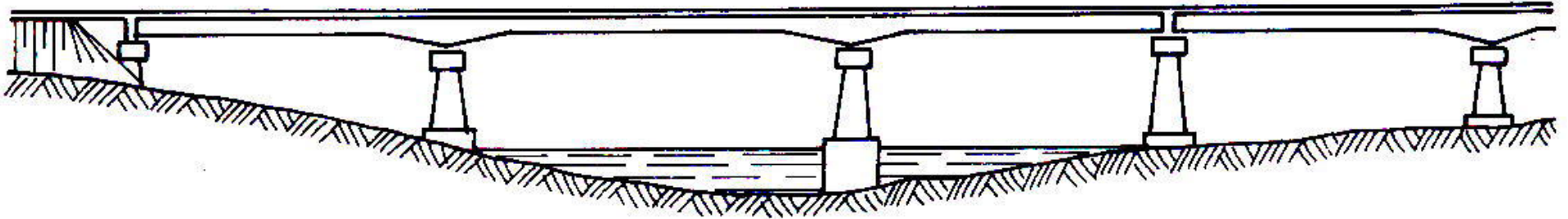
* Ưu điểm:

- Tiết kiệm vật liệu hơn so với cầu bản đơn giản
- Loại này có thể kê đầu dầm trực tiếp lên đất, không phải xây mố (tránh được áp lực đất lên mố).

* Nhược điểm:

- Lực xung kích ở đầu công-xon lớn (phá hoại KCAĐ).

2.4. Cầu bản liên tục:



* Ưu điểm:

- Tiết kiệm vật liệu hơn so với cầu bản đơn giản
- Khắc phục được nhược điểm của cầu bản mút thừa

* Nhược điểm:

- Thi công khó định hình hóa kết cấu
- Khả năng vượt nhịp bị hạn chế. ($L < 50-60m$)

4.3. CẤU TẠO MẶT CẮT NGANG CẦU BẢN

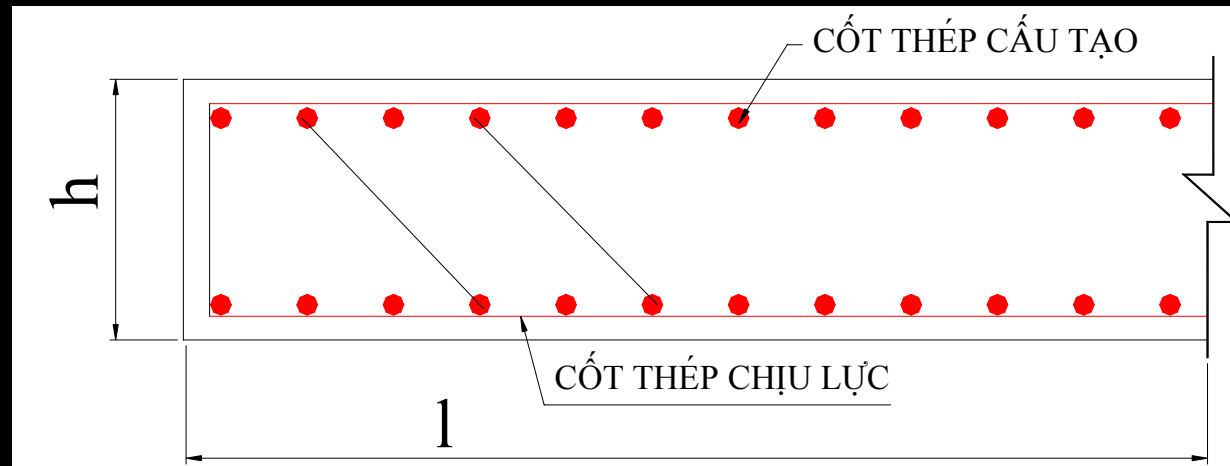
3.1. Cầu bản toàn khối: có 2 loại:



+TD dạng chữ nhật áp dụng khi khổ cầu nhỏ

+TD dạng mũi luyên áp dụng khi khổ cầu rộng

* Một số yêu cầu về cấu tạo:



-Cốt thép chịu lực không nhỏ hơn $\phi 10$, thường $\phi 14 - \phi 16$ (có thể $\phi 20$).

-Số thanh chịu lực /1m rộng bản: 5-14/thanh.

-Số thanh uốn không cần tính: 1 thanh thẳng thì có 1 thanh uốn lên, góc uốn từ $30^\circ - 45^\circ$

- Cốt cấu tạo $\phi 8 - \phi 10$; đặt cách khoảng 20-25cm.

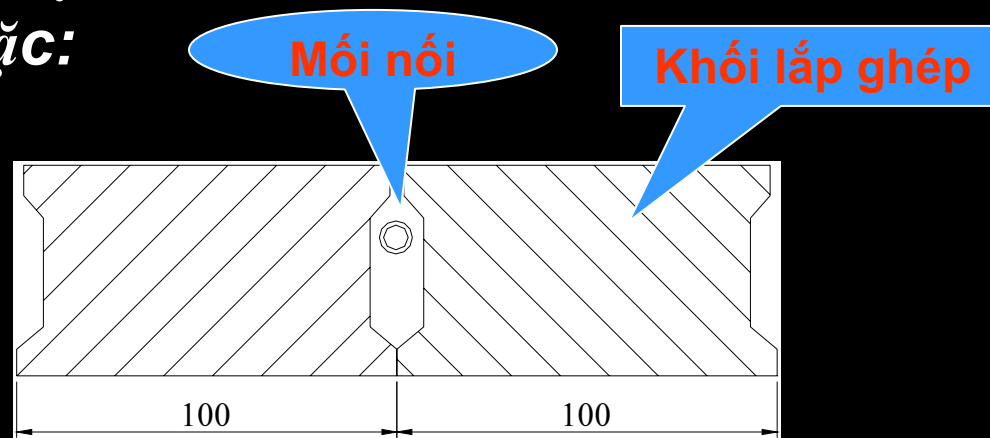
3.2. Cầu bản lắp ghép:

3.2.1. Ưu và nhược điểm:

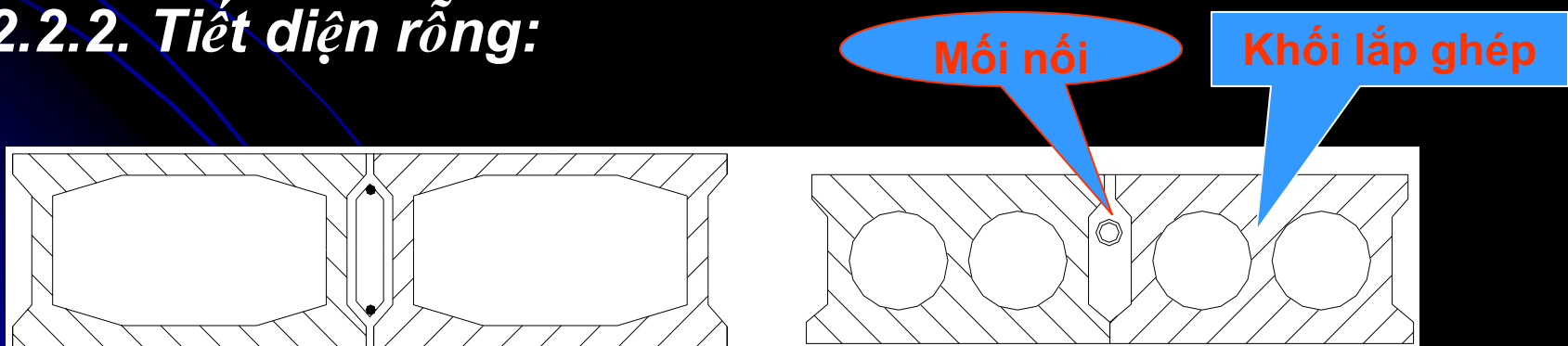
- + Ưu điểm: dễ công xưởng hóa; thi công cầu lắp nhanh.
- + Nhược điểm: Tính toàn khối kém, mối nối phức tạp.

3.2.2. Các loại tiết diện:

3.2.2.1. Tiết diện đặc:



3.2.2.2. Tiết diện rỗng:

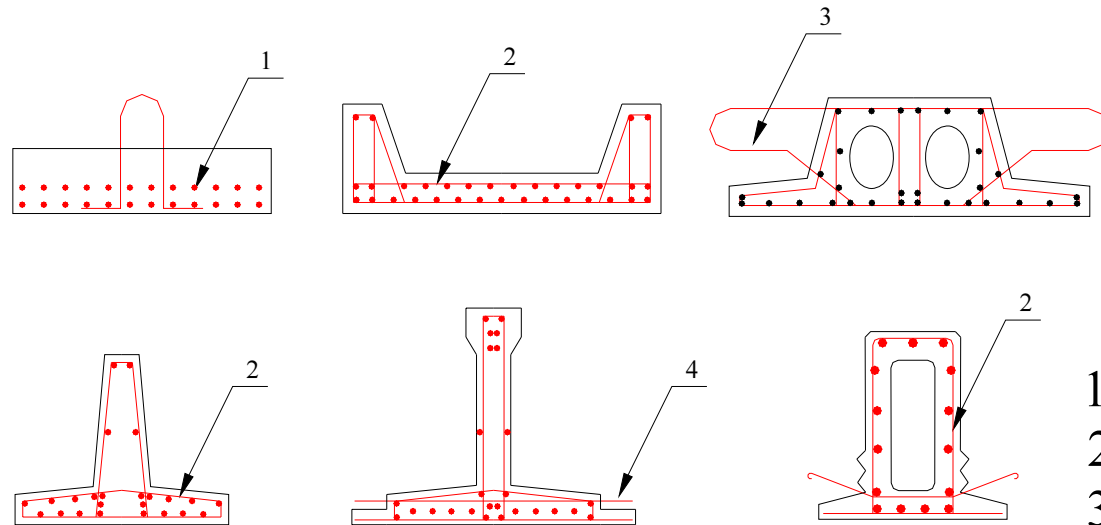


3.2. Cầu bản bán lắp ghép:

Cầu bản bán lắp ghép gồm hai phần:

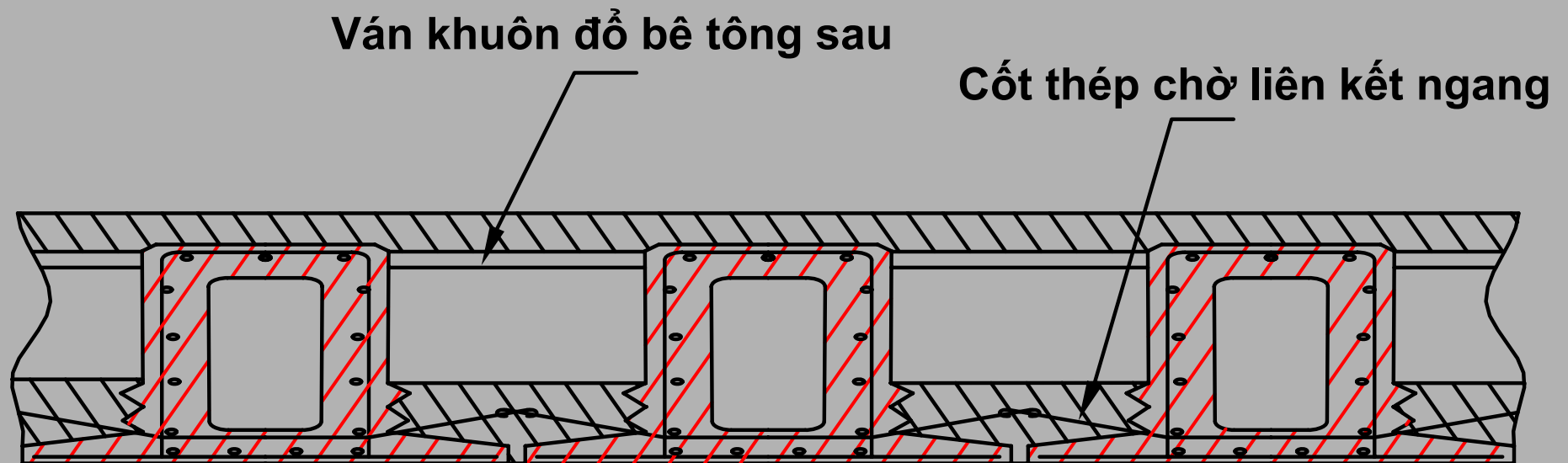
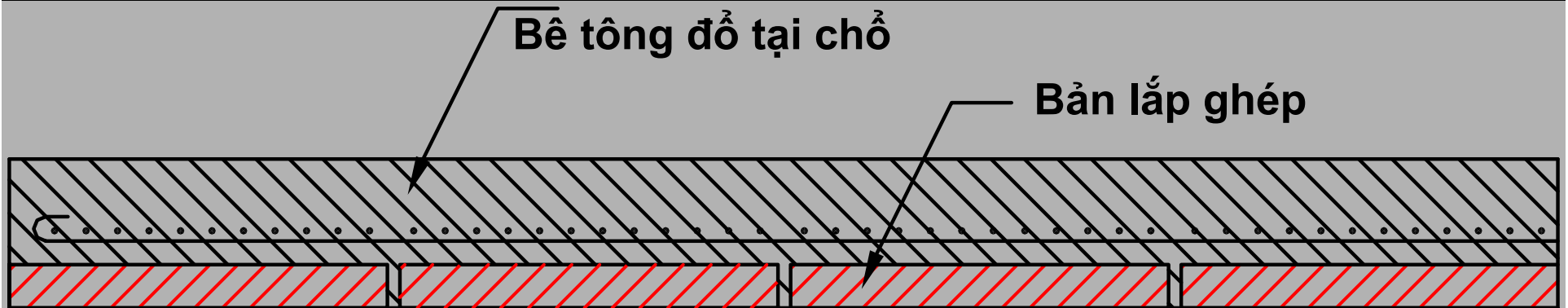
- + Cấu kiện đúc sẵn: thường bố trí phía dưới có tiết diện HCN hoặc chữ T ngược... bằng BTCT hoặc BTCT U'ST.
 - + Phần đổ tại chỗ: bằng BTCT thường ở bên trên có mục đích liên kết các khối lại với nhau để cùng chịu tải trọng giai đoạn II (hoạt tải, tải trọng đ2...).
- (Tiết diện hình thành theo hai giai đoạn)

* CÁC DẠNG MẶT CẮT NGANG PHẦN ĐÚC SẴN

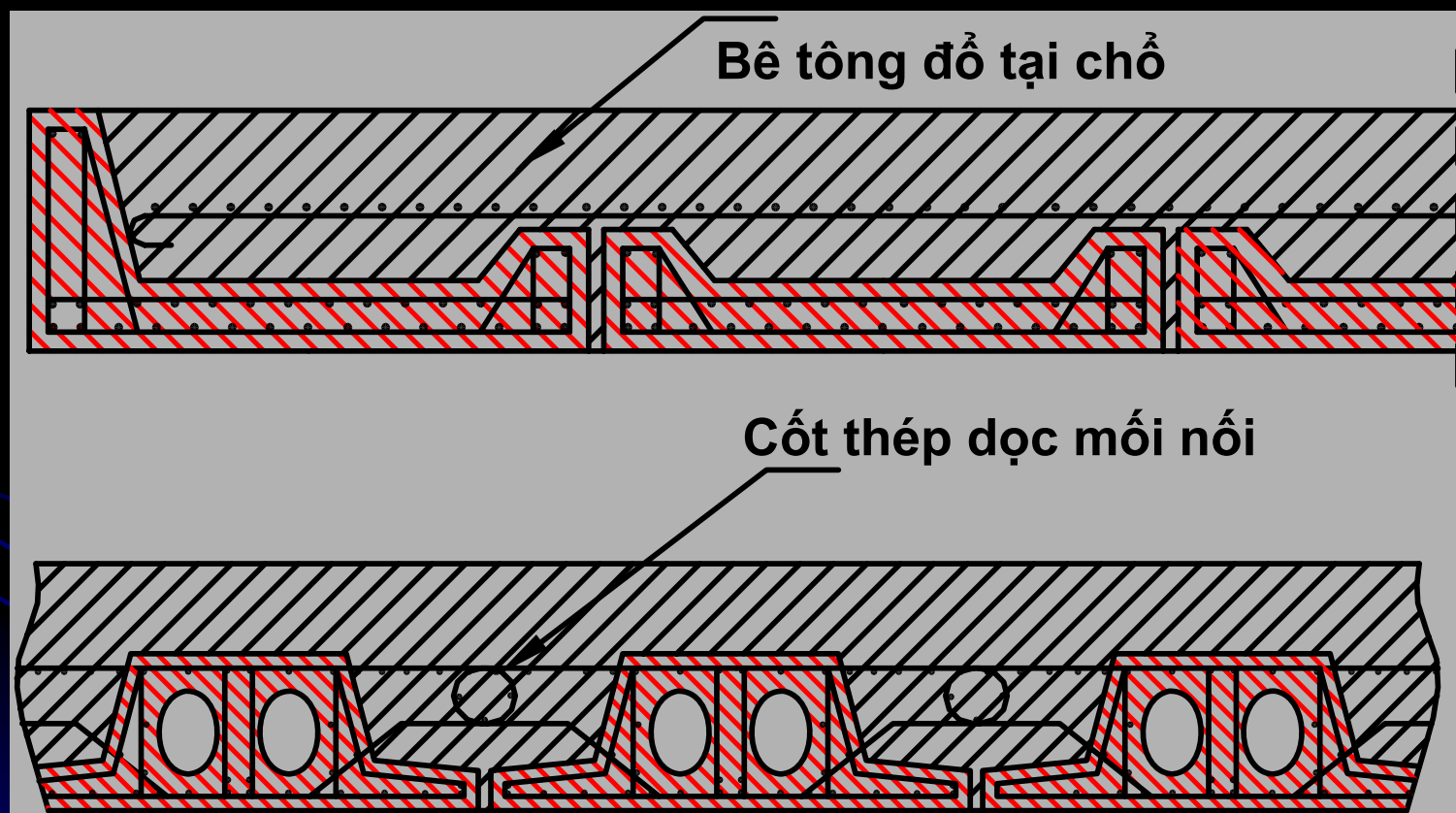


1. Cốt thép cường độ cao
2. Cốt thép thường
3. Cốt thép chèn liên kết ngang

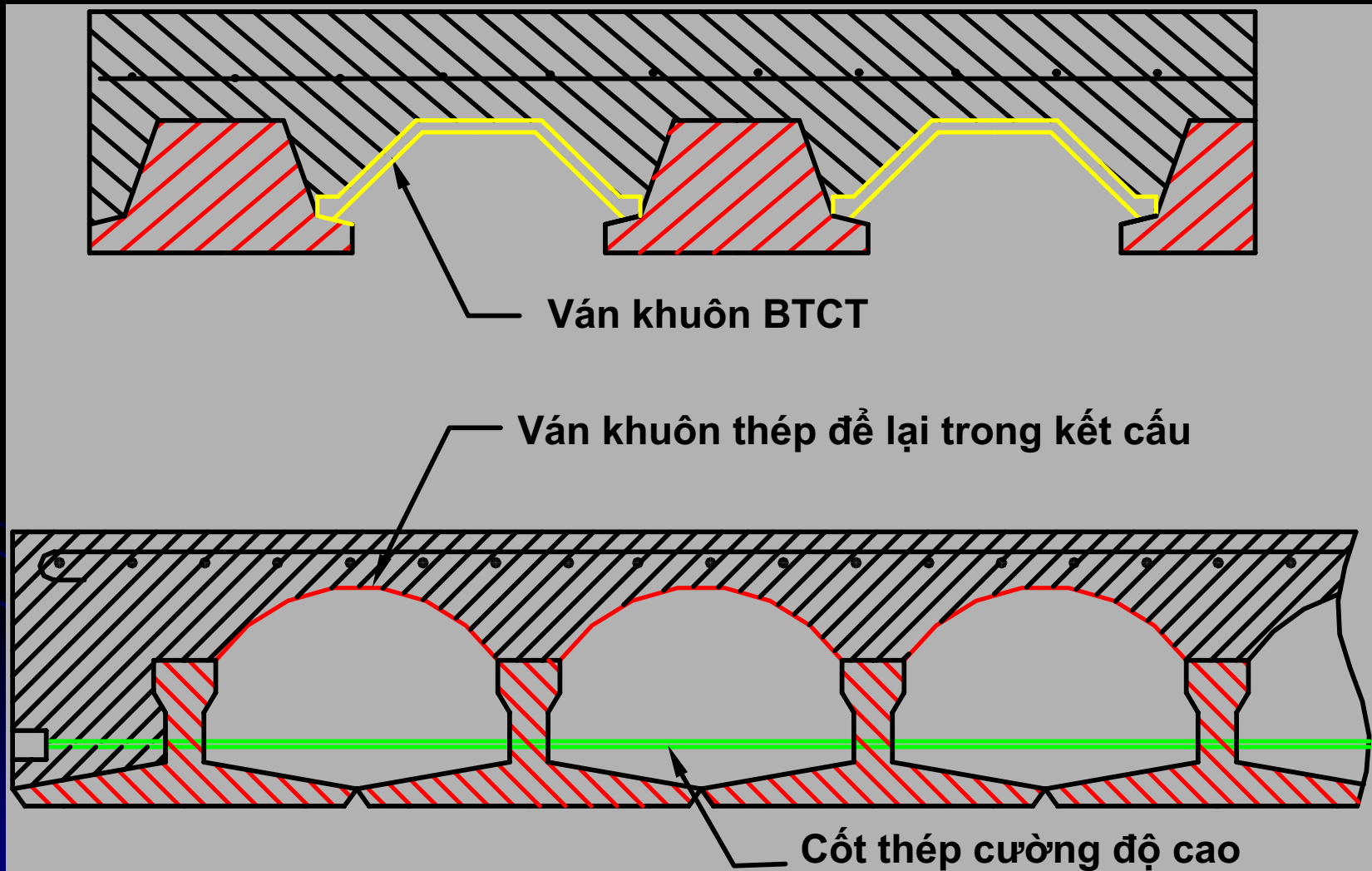
*Một số dạng cầu bản bản lắp ghép



* Một số dạng cầu bản bản lắp ghép



* Một số dạng cầu bản bản lắp ghép



3.3. Cầu bản ứng suất trước:

Thường áp dụng cho $L \leq 24m$

-Dùng cốt thép sợi rời $\phi 3-5$, hoặc dạng tào 7 sợi, đường kính tào $\phi 12.7-15.2mm$

-Bê tông Mac 400-500

-Thi công có thể toàn khối hoặc lắp ghép

-Kích thước khối lắp ghép tùy thuộc vào phương tiện lao lắp, thông thường bề rộng khối lắp ghép từ 90-105cm.

-Neo có thể hình khuyên, hình nón hoặc neo OVM.

Ưu điểm:

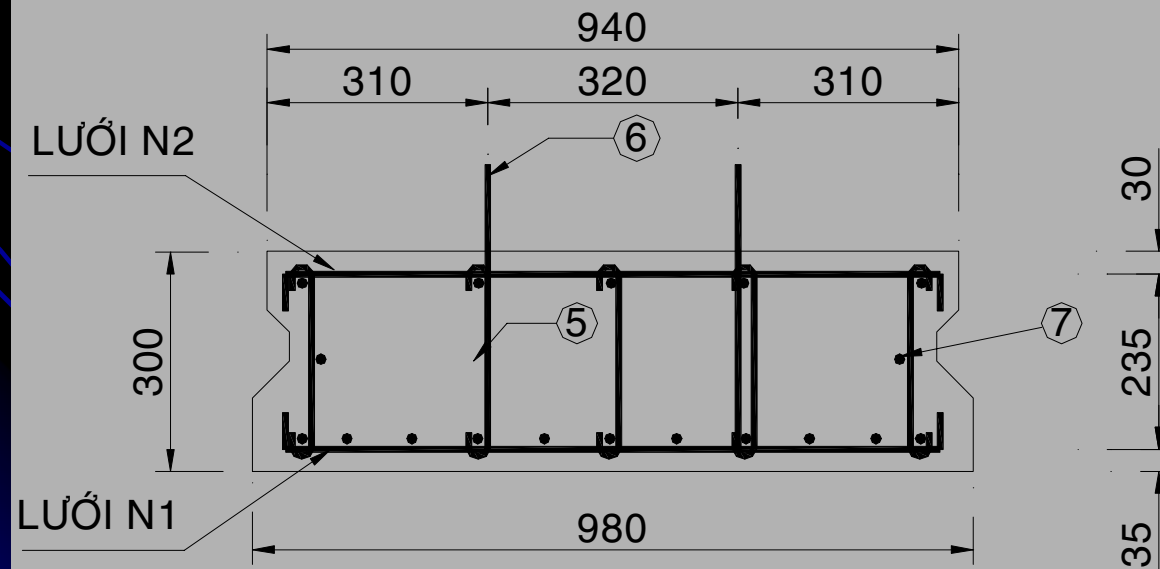
-So với dạng BTCT thường loại cầu bản BTCTƯST tiết kiệm vật liệu hơn rất nhiều:

+Bê tông giảm được 20-30%

+Cốt thép thường giảm 2-3 lần.

-Trọng lượng bản thân giảm nhiều, thi công cầu lắp dễ hơn.

1/2 MẶT CẮT II-II - 1/20





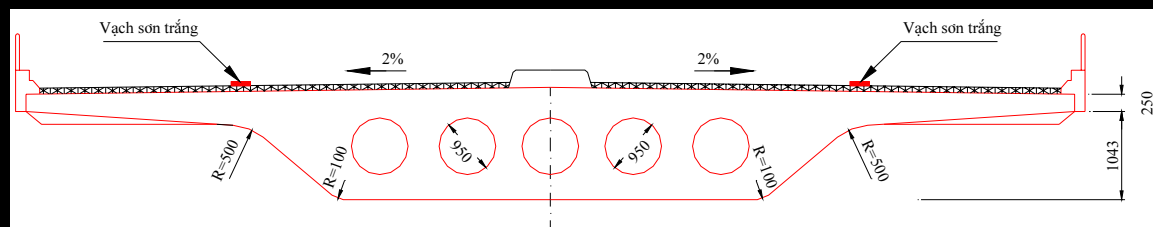
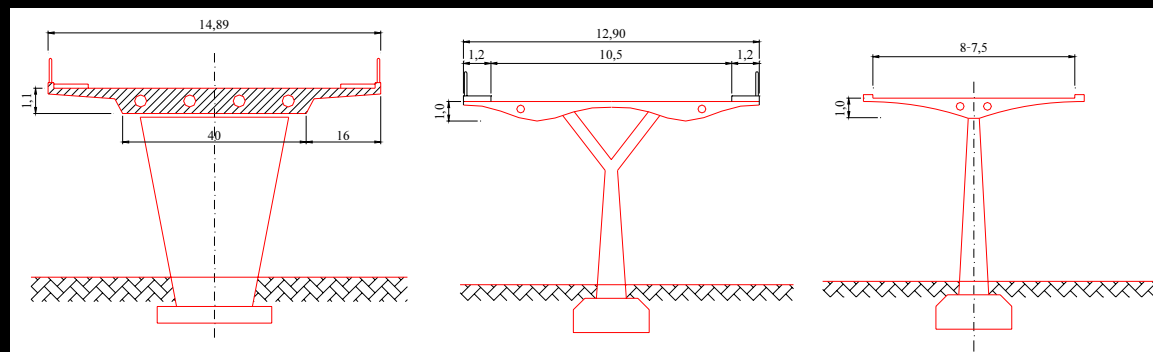
Cầu bản UST lắp ghép trên đường Hồ Chí Minh

*** Một số kích thước cơ bản của khối dầm bản lắp ghép:**

Nhịp (m)	l_{tt} (m)	K/c tim trụ (m)	chiều dày bản (m)	Khối lượng vật liệu cho 1 bản			Trọng lượng lắp ráp (T)
				CTU'ST (m)	CTthường (kg)	Bê tông (m ³)	
6	5.6	6.05	0.3	83/69	130	1.24	3.1
9	8.6	9.05	0.45	117/110	189	2.23	5.6
12	11.4	12.05	0.6	180/158	283	3.4	8.5
15	14.4	15.05	0.6	301/285	345	4.25	10.7
18	17.4	18.05	0.75	410/396	465	5.71	14.3

***Chú ý:** Tủ số: dùng tao 7 sợi
Mẫu số: dùng cốt thép rời.

**Cầu bản UST áp dụng
phù hợp cho cầu
vượt trong đường đô
thị (do chiều cao kiến
trúc nhỏ)**

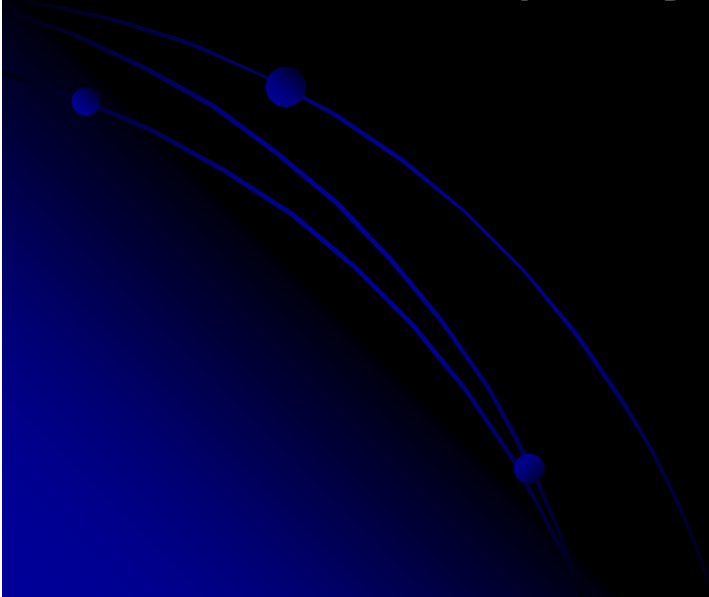


KẾT CẤU NHỊP CẦU BẢN CÓ KHOÉT LỖ (CẦU VƯỢT NGÃ TƯ VỌNG)



CHƯƠNG 5

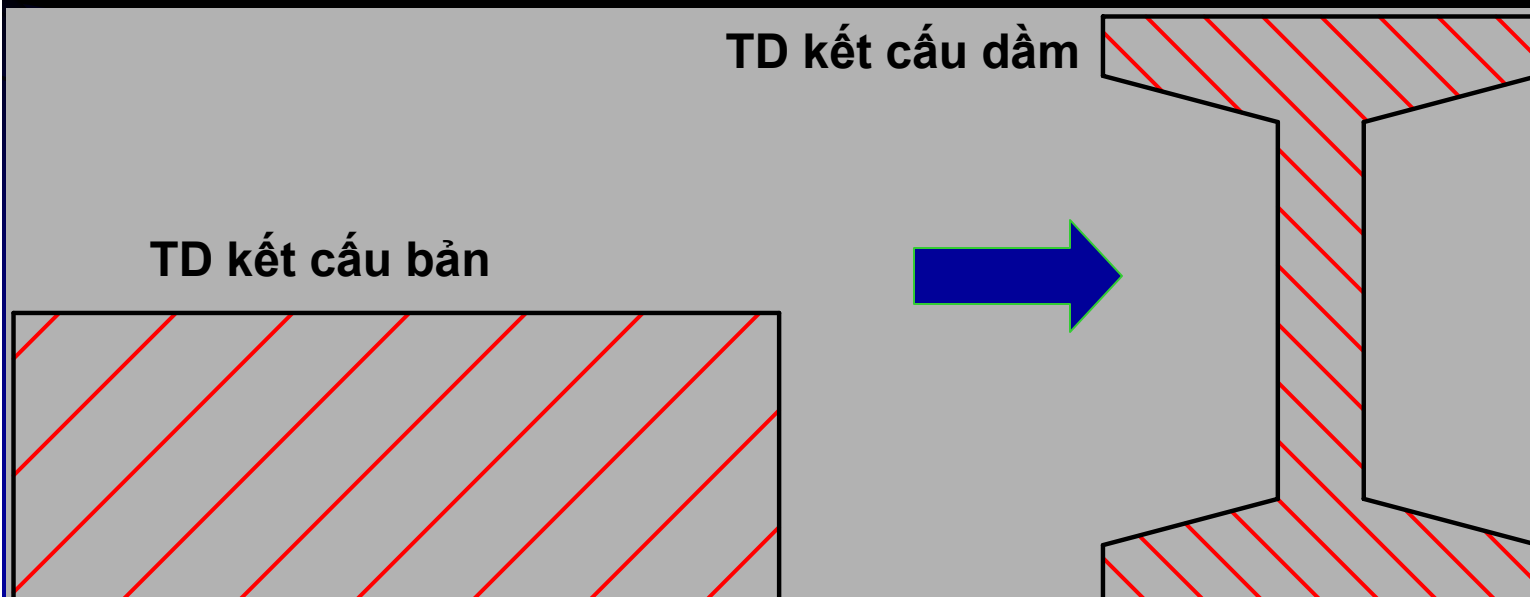
CẦU DÂY ĐƠN GIẢN BÊ TÔNG CỐT THÉP THƯỜNG.



5.1. KHÁI NIỆM CHUNG

1.1. Nguyên lý làm việc:

Khi chiều dài nhịp L tăng lên
→ sử dụng cầu bản không
hợp lý nữa, do không phát huy
hết khả năng làm việc của vật
liệu → tốn vật liệu → không
kinh tế → chuyển sang sử
dụng cầu dầm.



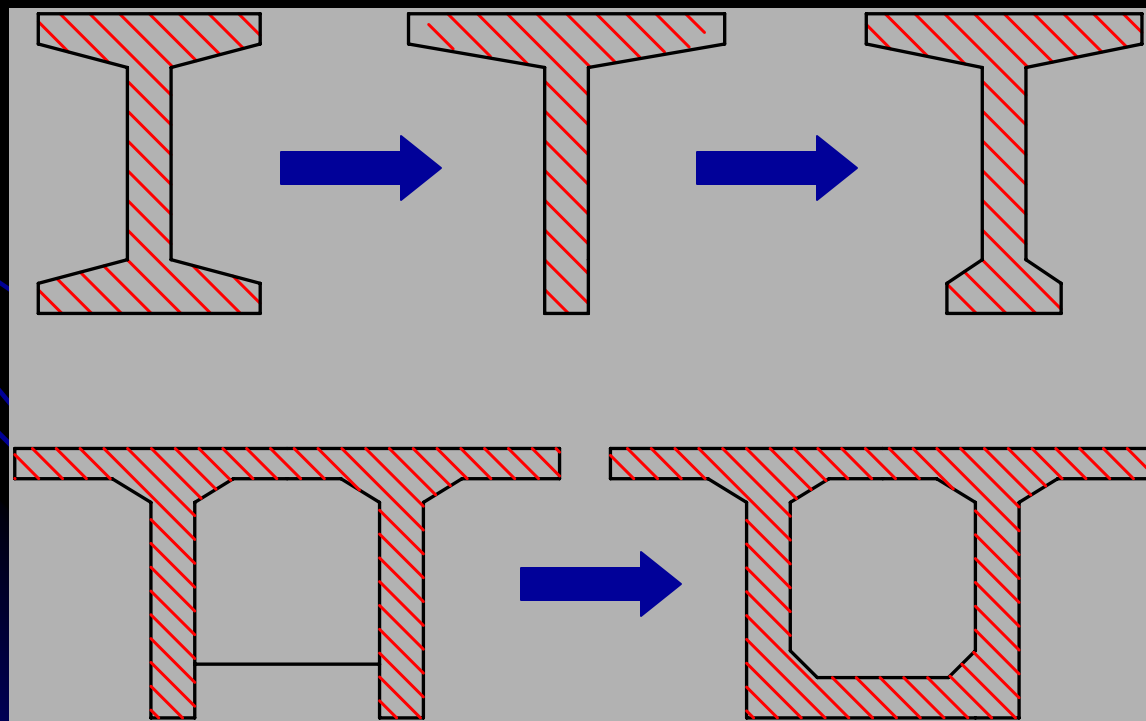
*Các dạng tiết diện của kết cấu dầm:

-Dưới tác dụng của tải trọng , sinh ra M

→ thớ dưới chịu kéo, thớ trên chịu nén.

-**Bỏ qua sự chịu kéo của bê tông**, xem như cốt thép chịu
Vì xem phần bê tông này không làm việc nên bỏ bớt để tiết kiệm vật liệu và giảm nhẹ trọng lượng

→ Tiết diện ngang có dạng như sau: I, T, π , \square ...



+ưu điểm:

- Cầu dầm tiết kiệm vật liệu hơn nhiều so với cầu bản.
- Trọng lượng bản thân/1m dài nhỏ hơn → khả năng vượt nhịp lớn hơn nhiều so với cầu bản.
- Về phương diện chịu lực, biến dạng cũng tốt hơn.
- Dễ tiêu chuẩn hóa cấu kiện, dễ định hình hóa kích thước → rất hiệu quả trong việc giải quyết vấn đề lắp ghép
- Thuận tiện cho chế tạo, vận chuyển, lao lắp ở công xưởng.

* **Nhược điểm:**

- Bố trí cốt thép tương đối dày và chặt → đổ bê tông khó, dễ bị rỗ bề mặt → giảm tuổi thọ của kết cấu.
- Vận chuyển lao lắp dễ bị mất ổn định.
- Chiều cao kiến trúc lớn.
- Tốn vật liệu hơn so với cầu dầm BTCTÚST

2. Phạm vi áp dụng:

- Cầu dầm đơn giản BTCT thường được sử dụng trong các cầu có nhiều nhịp:

L=7.5 - 20m : thường dùng BTCT thường

L=20 - 42m : thường dùng BTCTÚST.

5.2. CẦU DẦM ĐƠN GIẢN TOÀN KHỐI

I. Phạm vi sử dụng :

- Thường áp dụng với BTCT thường, nhịp $L \leq 22\text{m}$
- **Khi không có điều kiện lắp ghép mà có điều kiện làm giàn giáo, ván khuôn thuận lợi**

II. Ưu và nhược điểm của dầm toàn khối:

+ Ưu điểm:

- Có độ cứng tốt do chúng tạo thành một khối; truyền lực ngang tốt.
- **Kỹ thuật thi công không yêu cầu cao lắm.**
- Có thể sử dụng vật liệu địa phương.

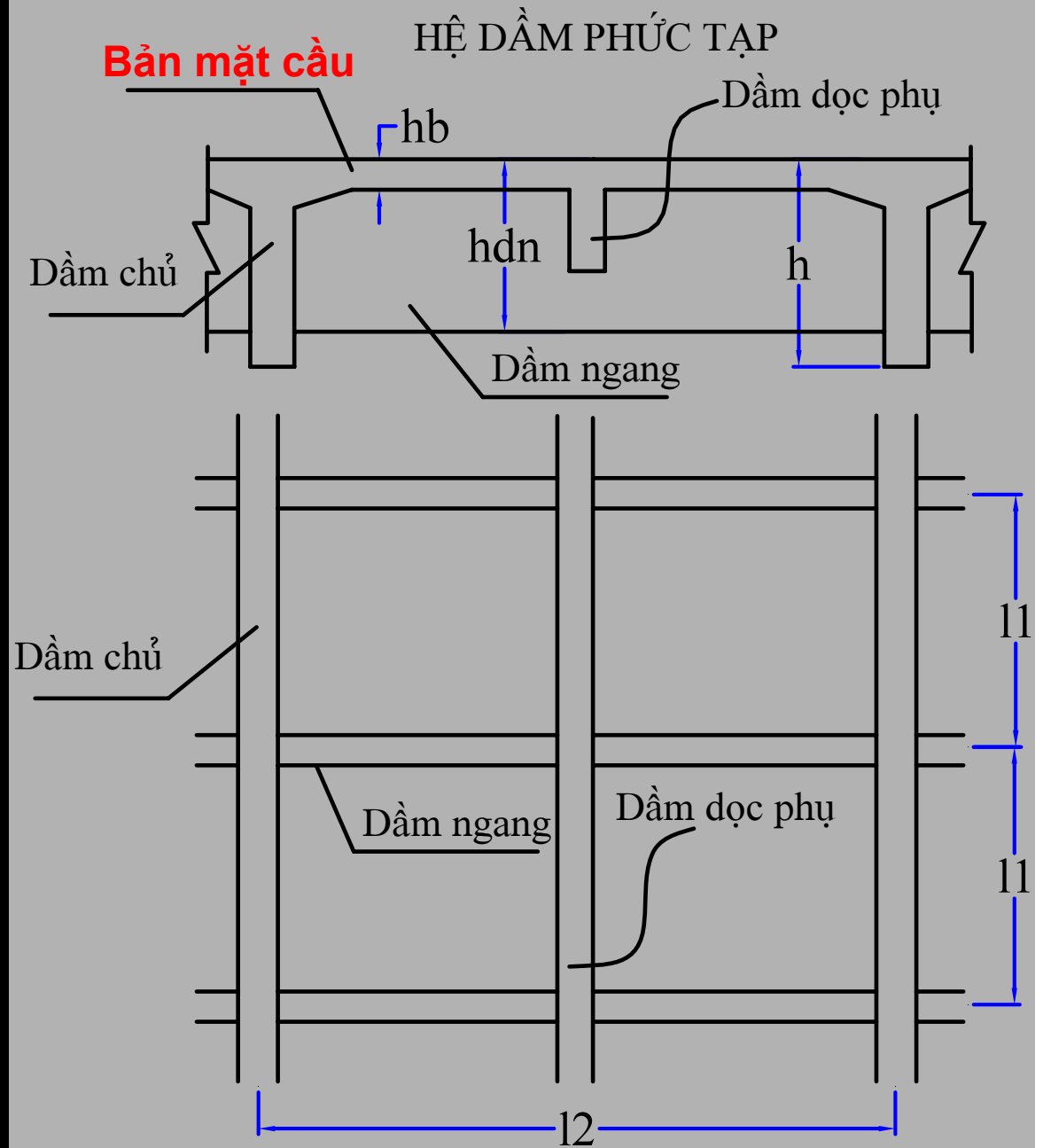
+ Nhược điểm:

- Thi công đòi hỏi giàn giáo, ván khuôn.
- **Thời gian thi công lâu → Tiến độ thi công chậm.**
- Phụ thuộc nhiều vào điều kiện tự nhiên môi trường.

II. Cấu tạo bản mặt cầu:

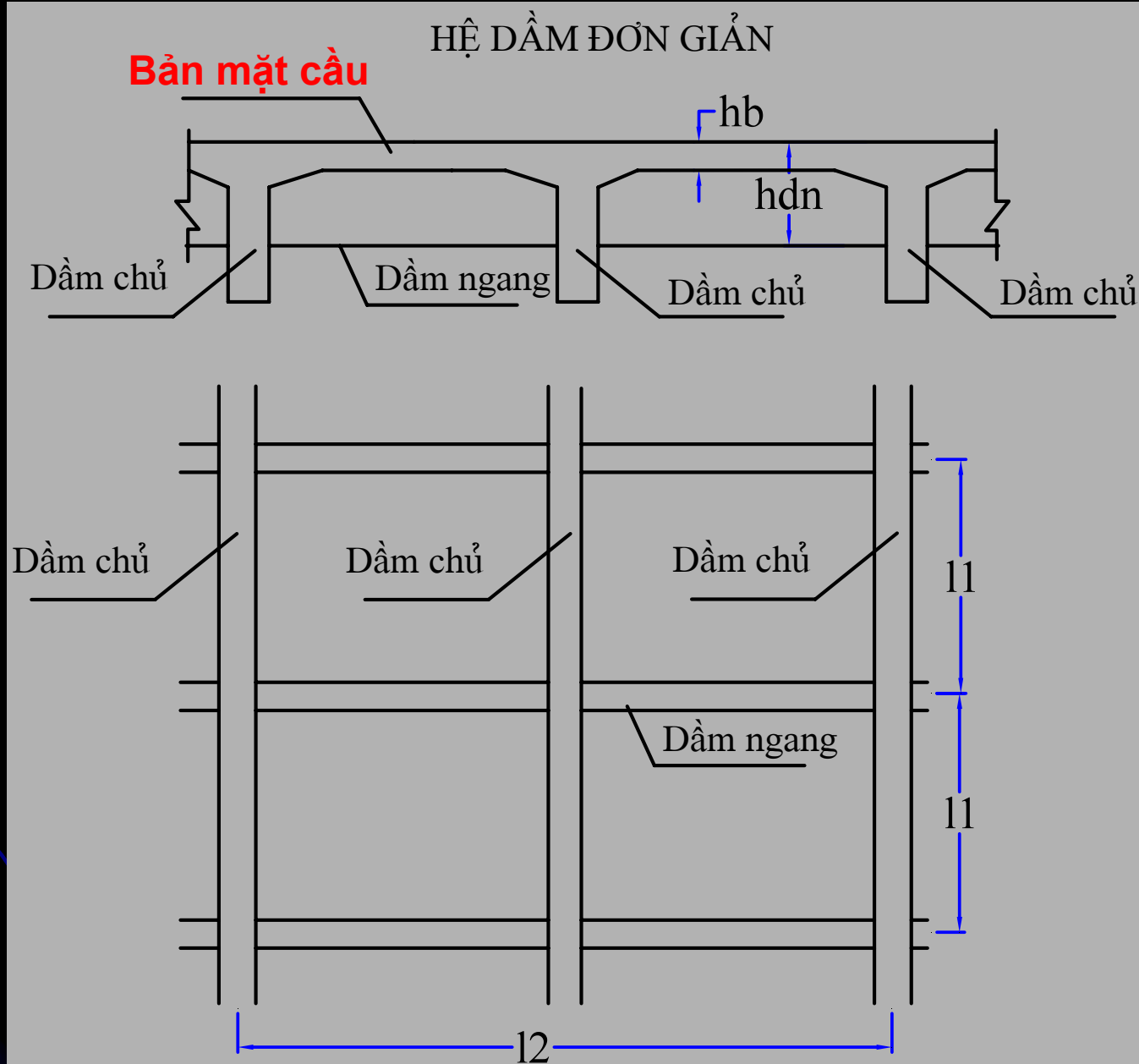
Hệ dầm phức tạp chỉ áp dụng khi:

+Khoảng cách giữa hai dầm chủ **5-6m**



Hệ dầm đơn giản chỉ áp dụng khi:

+Khoảng cách giữa hai dầm chủ **2-3m**



*** Các yêu cầu về cấu tạo của bản mặt cầu:**

$$hb \geq 10cm$$

$$hb \geq 1/25 lb: \text{ bản kê 2 cạnh}$$

$$hb \geq 1/30 lb: \text{ bản kê 4 cạnh}$$

- Chiều dày lớp bê tông bảo vệ $\geq 2cm$.
- Cốt thép chịu lực trong bản mặt cầu $\geq 10mm$
- Số lượng cốt thép /1m rộng của bản 5-14 thanh
- Cốt phân bố (cốt cấu tạo) được lấy từ 15-20% cốt thép chịu lực
- Khi bố trí cốt rời, uốn 30% cốt thép lên biên trên, vị trí uốn thường là $1/4l$, $1/6l$ so với sườn dầm, góc uốn thường lấy $30-45^\circ$.
- Khi bố trí lưới cốt thép hàn, không cần uốn xiên

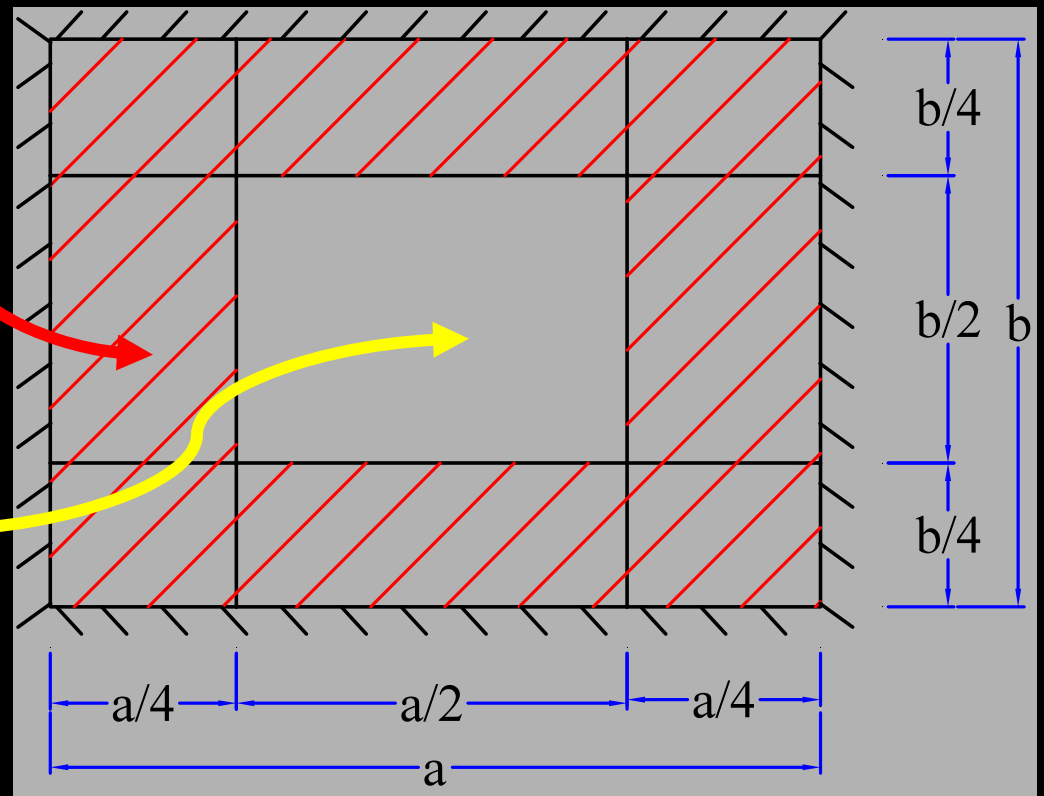
-Đối với bản kê 4 cạnh, thường chia làm 3 dải bố trí cốt thép:

+Hai dải ngoài mỗi dải lấy rộng $1/4$ cạnh ngắn.

+Trong các dải biên, cốt thép được bố trí **giảm 50%** so với lượng thép tính toán, nhưng k/c các cốt thép $\geq 20\text{cm}$ và $\geq 2hb$.

Khu vực cho phép giảm 50% lượng thép tính toán

Khu vực bố trí 100% thép tính toán



III. Dầm chủ:

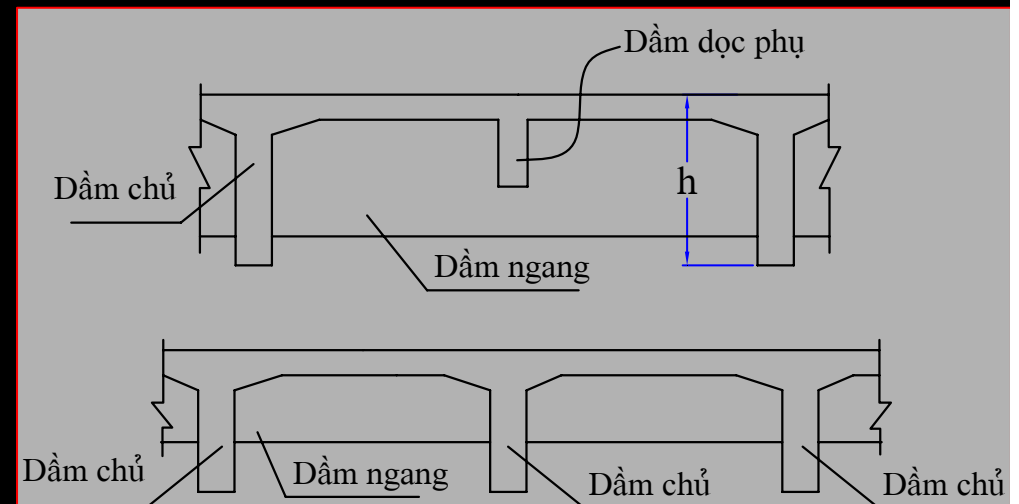
- Là bộ phận chịu lực chính của kết cấu, số lượng dầm chủ chọn phụ thuộc vào khổ cầu, thường là từ 2-6 dầm

- Nếu 2 dầm chủ cách nhau 5-6m → Bố trí dầm dọc phụ (dầm ngang tính toán)

- Nếu dầm chủ cách nhau 2-3m → chỉ có dầm ngang.

- Chiều cao dầm chủ:

- Bề rộng sườn dầm :



$$h = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{16} \right) l$$

$b \geq 8\text{cm}$: dầm lắp ghép
 $b \geq 12\text{cm}$: dầm toàn khối

Bề rộng sườn dầm còn xác định theo các điều kiện sau:

+Theo kinh nghiệm:

$$b = \left(\frac{1}{6} \div \frac{1}{7}\right)h$$

+Theo điều kiện chịu cắt:

$$\varphi = \frac{b}{h_0} = 0.12 \div 0.2$$

: Sườn cốt thép dạng khung

$$= 0.25 \div 0.5$$

: Sườn cốt thép dạng rời

+Theo điều kiện bố trí cốt thép

Bố trí dạng khung:

$$C_o \geq 2\Phi ; 5\text{cm}$$

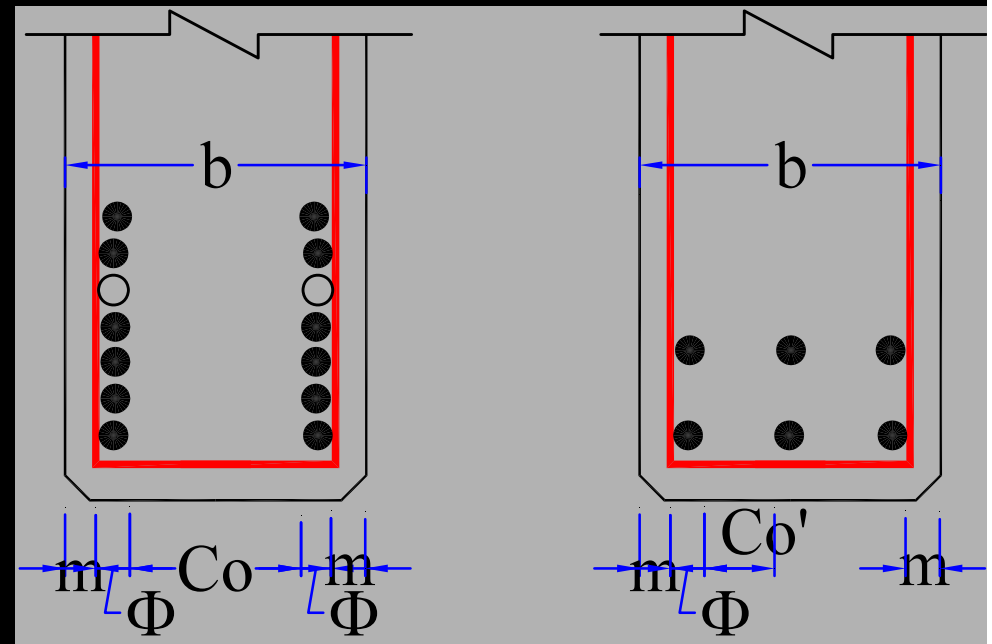
$$m = 3 - 5 \text{ cm}$$

$$b \geq 2(m + \Phi) + C_o$$

Bố trí dạng rời:

$$C_o' \geq \Phi ; 3\text{cm}$$

$$b \geq 2m + n\Phi + (n-1)C_o'$$



*** Một số quy định về cốt thép trong dầm chủ:**

- Đường kính thép lực $\Phi > 16$ (cầu nhỏ); $\Phi > 20$ (cầu trung)

- Với thép AI (CT3: tròn, trơn) 2 đầu uốn móc câu.

- Với thép AII (CT5: có gờ) uốn móc vuông.

- Cốt thép chịu lực dạng khung hàn:

. Chiều cao của chông cốt thép H dạng khung:

$H \leq 0.2h_{dc}$: khi $h_{dc} < 1m$

$H \leq 0.15h_{dc}$: khi $h_{dc} \geq 1m$

. Số lượng thanh cốt thép trong khung hàn ≥ 5
thì phải bố trí thanh đệm có $L \geq 6\Phi$

- Cốt thép chịu lực ở dạng rời thì:

Bố trí 2 dãy khi $h_{dc} \leq 1m$

Bố trí 3-4 dãy khi $h_{dc} > 1m$

- Để tận dụng có thể uốn cốt thép chịu kéo ở dưới lên để chịu cắt.

- Cốt đai $\Phi=8-10$, khoảng cách giữa các cốt đai được tính toán nhưng $\leq 50\text{cm}$ và càng gần gối thì càng bé lại.

- Cốt giá $\Phi=8-10$, có gờ.

- Các thanh thép chịu lực kéo nằm ở các góc của dầm phải được kéo đến hết dầm và bẻ thẳng lên. Số lượng cốt chủ kéo vào gối $\geq 20\%$ và ≥ 2 thanh.

- Mỗi nối giữa các thanh cốt thép, tốt nhất là mỗi nối hàn điện tiếp xúc bằng phương pháp nóng chảy.

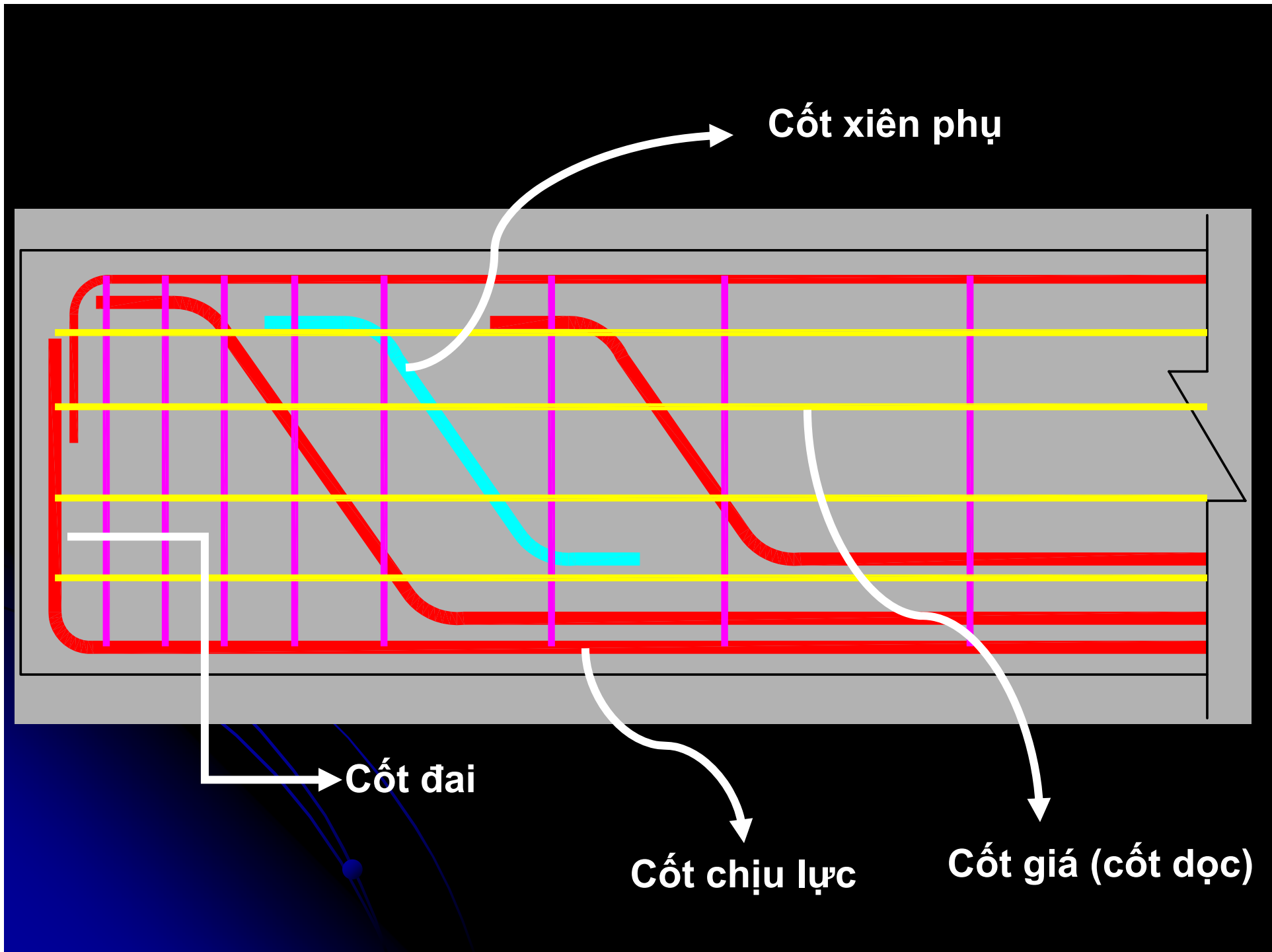
- Chiều dài đường hàn tại cốt xiên:

Lhàn $\geq 12\Phi$: hàn một bên; $\geq 6\Phi$: hàn hai bên

Chiều dày tối thiểu của đường hàn là 4mm.

- Trong phần đầu dầm, cốt thép được uốn với các góc 45° , 90° theo cung tròn và có bán kính uốn $\geq 3d$.

- Trong phạm vi gối tựa bố trí lưới cốt thép $\Phi=10-12$; kích thước mắt ô lưới: 10×10 , 10×15 , 15×15 .



IV. Dầm ngang:

-Dầm ngang có tác dụng:

+Tăng độ cứng theo phương ngang cầu của KCN

Nhưng thi công phức tạp. khó tiêu chuẩn hóa và sản

xuất → Xu hướng chung là ít sử dụng dầm ngang

(chỉ bố trí theo cấu tạo gồm 3 dầm ngang cho một nhịp -

-Chiều cao dầm ngang:

+ $h_{dn} \geq 2/3h_{dc}$.

-Bề dày dầm ngang:

+ $b = 20\text{cm}$: Đổ tại chỗ (có khi $b = 40\text{cm}$)

+ $b = 15\text{cm}$: Lắp ghép

- Khoảng cách giữa các dầm ngang: 4-6m (tính toán)

V. Dầm dọc phụ:

- Khi khoảng cách dầm chủ: $d \uparrow \rightarrow L_{\text{bản}} \uparrow \rightarrow h_b \uparrow$

- Để $\downarrow h_{\text{bản}} \rightarrow$ dùng dầm dọc phụ.

- Số lượng dầm dọc $\in d$; và được bố trí xen kẽ vào giữa các dầm chủ.

- Thường ít dầm chủ là kinh tế \rightarrow thi công đơn giản nhưng chiều cao kiến trúc lớn.

- Ít dầm chủ \rightarrow phải bố trí dầm dọc phụ để giảm kích thước cho bản \rightarrow Chiều cao dầm chủ tăng \rightarrow tăng độ cứng cho tiết diện.

- Chỉ bố trí dầm dọc phụ khi có dầm ngang tính toán

$$h_{\text{ddp}} = (0.3 - 0.5) h_{\text{dc}}$$

$$b_{\text{ddp}} = 15 - 20 \text{ cm}$$

3. DẦM BTCT ĐƠN GIẢN LẮP GHÉP & BÁN LẮP GHÉP

I. Ưu và nhược điểm của kết cấu lắp ghép (so với kết cấu toàn khối)

1. Ưu điểm:

- + Chế tạo, sản xuất dầm ở nhà máy → đảm bảo chất lượng bê tông tốt hơn so với đổ tại chỗ → khả năng cơ giới hóa cao, dễ sản xuất hàng loạt.**
- + Tiết kiệm vật liệu, thi công nhanh, ván khuôn được sử dụng nhiều lần, lắp ráp cầu có thể không cần giàn giáo → giá thành nhỏ hơn so với tại chỗ.**

2. Nhược điểm:

- Tính làm việc không gian kém hơn .**
- Thi công đòi hỏi thiết bị lao lắp phức tạp (khắc phục bằng CK bán lắp ghép)**

II. Các Yêu cầu chung khi phân khối lắp ghép:

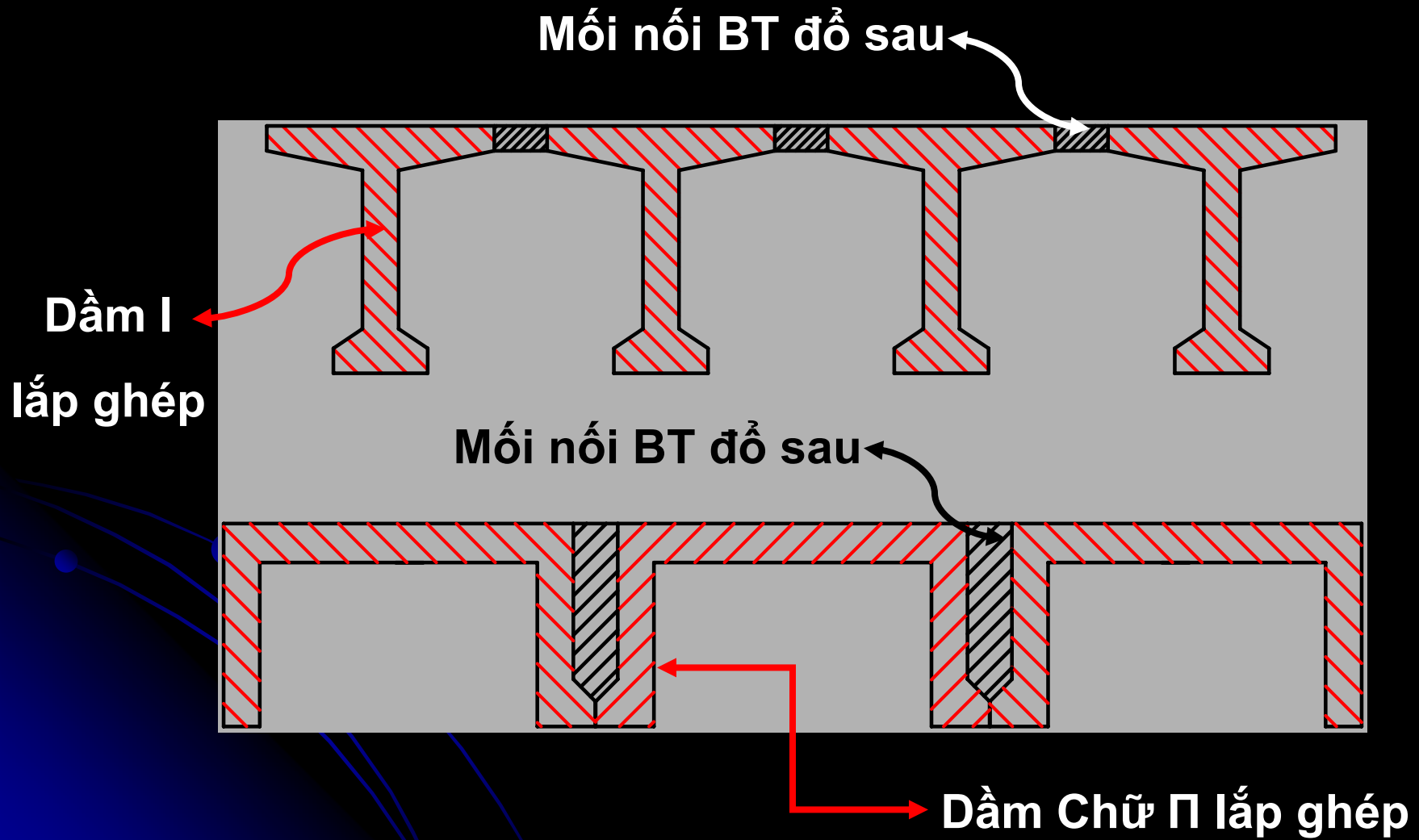
- Trọng lượng khối lắp ghép phù hợp với phương tiện vận chuyển, lao lắp và phương pháp thi công.
- Cấu tạo đơn giản, thi công dễ, mối nối chắc chắn và cố gắng giảm thiểu, giảm bớt khối lượng công tác tại hiện trường → thi công nhanh chóng.

III. Các phương pháp Phân khối:

Có 3 phương pháp phân các khối lắp ghép

- Phân khối theo chiều dọc.
- Phân khối theo chiều ngang.
- Phân khối theo chiều dọc, ngang.

1. Phân khối theo chiều dọc:



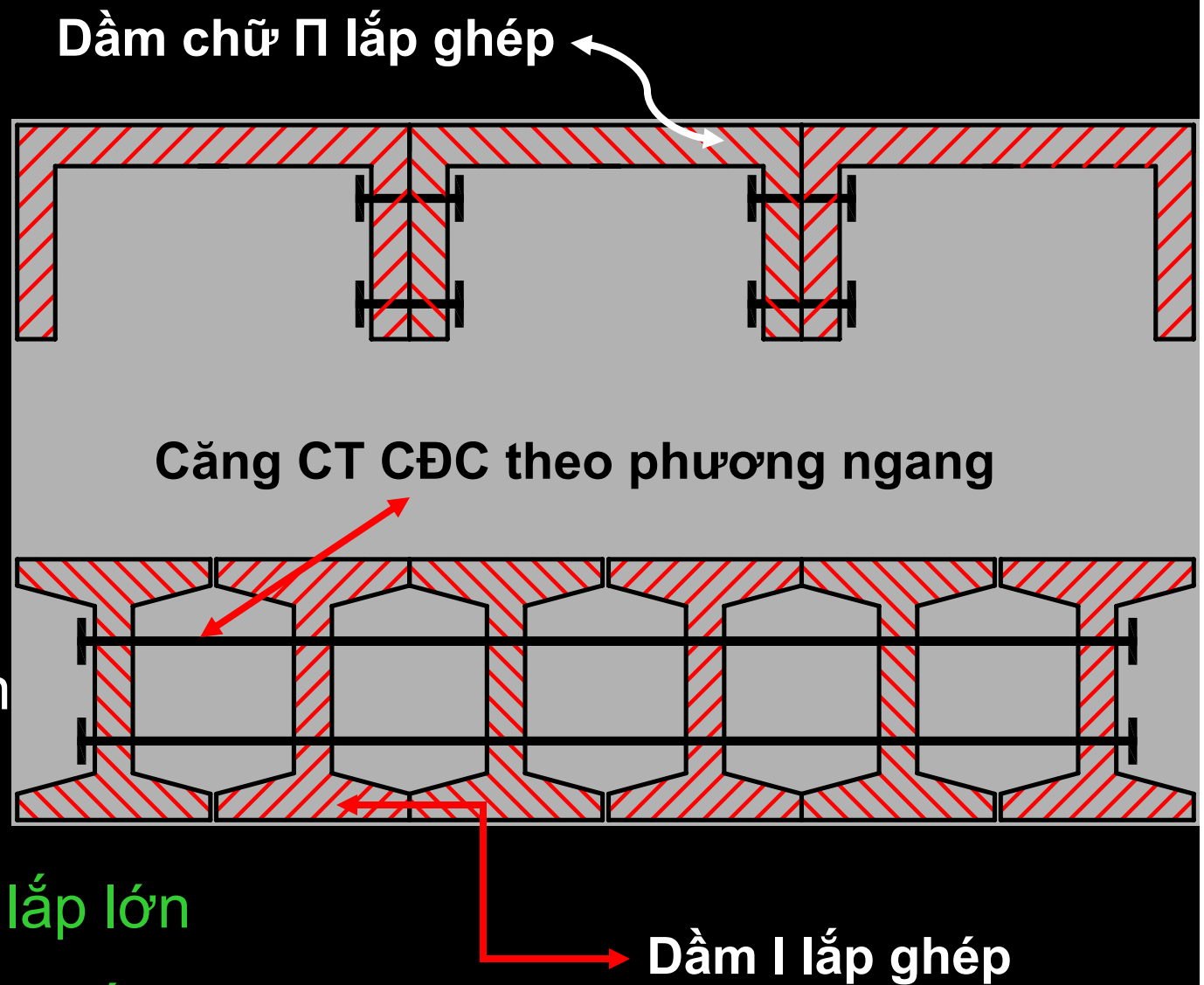
***Ưu điểm:**

- + Dễ thi công
- + SX hàng loạt
- + Mọi nối thứ yếu
- + Lắp ráp nhanh
- + Mọi nối đơn giản

***Nhược điểm:**

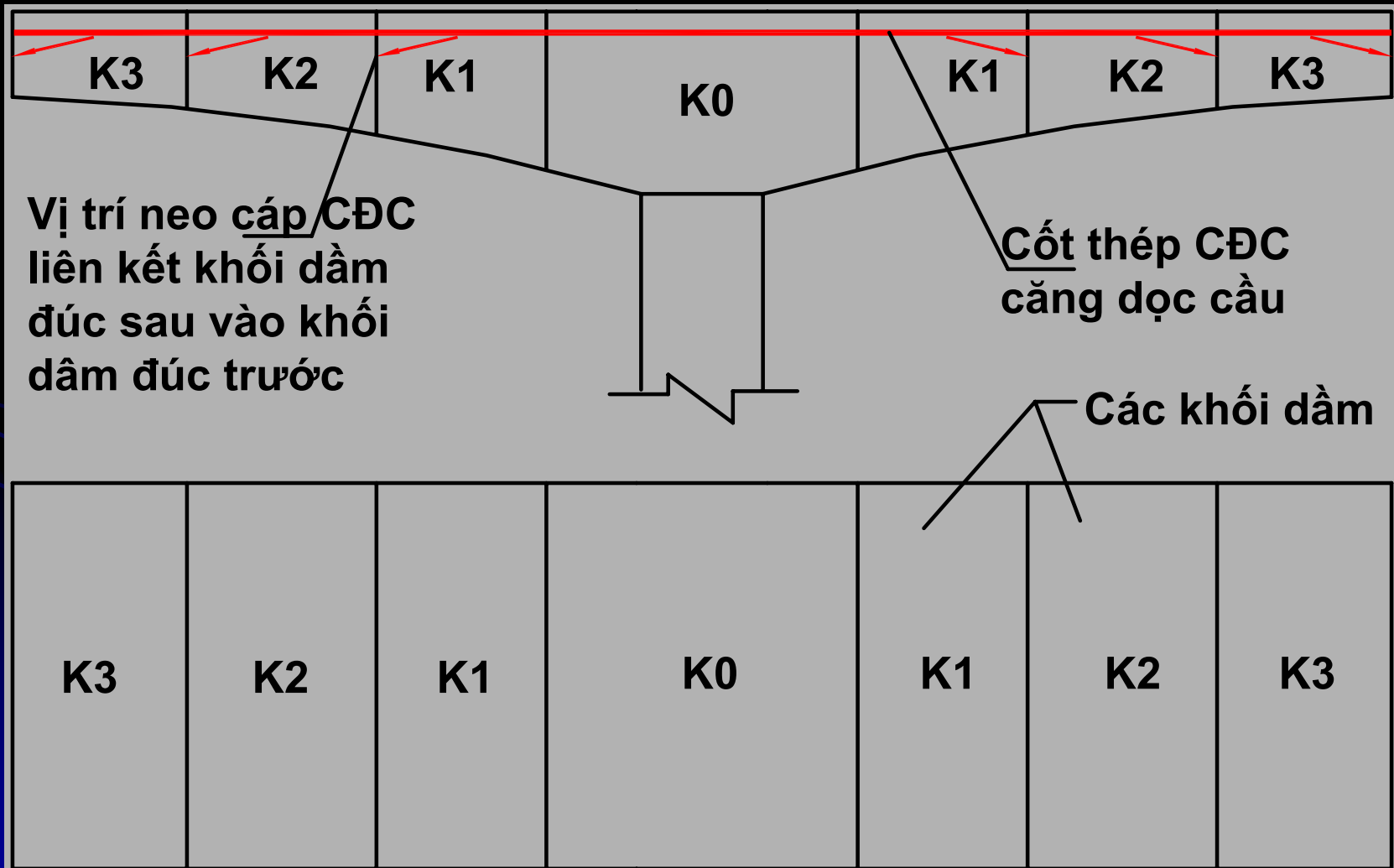
Trọng lượng khối lắp lớn
→ thi công phải có thiết bị chuyên dụng

Ví dụ: $L_d=20m \rightarrow P=30T$; $L_d=30m \rightarrow P=50T$; $L_d=40m \rightarrow P=80T$



2. Phân khối theo chiều ngang:

Theo chiều dọc cầu KCN được chia thành nhiều đoạn nhỏ, khi thi công được lắp ráp lại với nhau

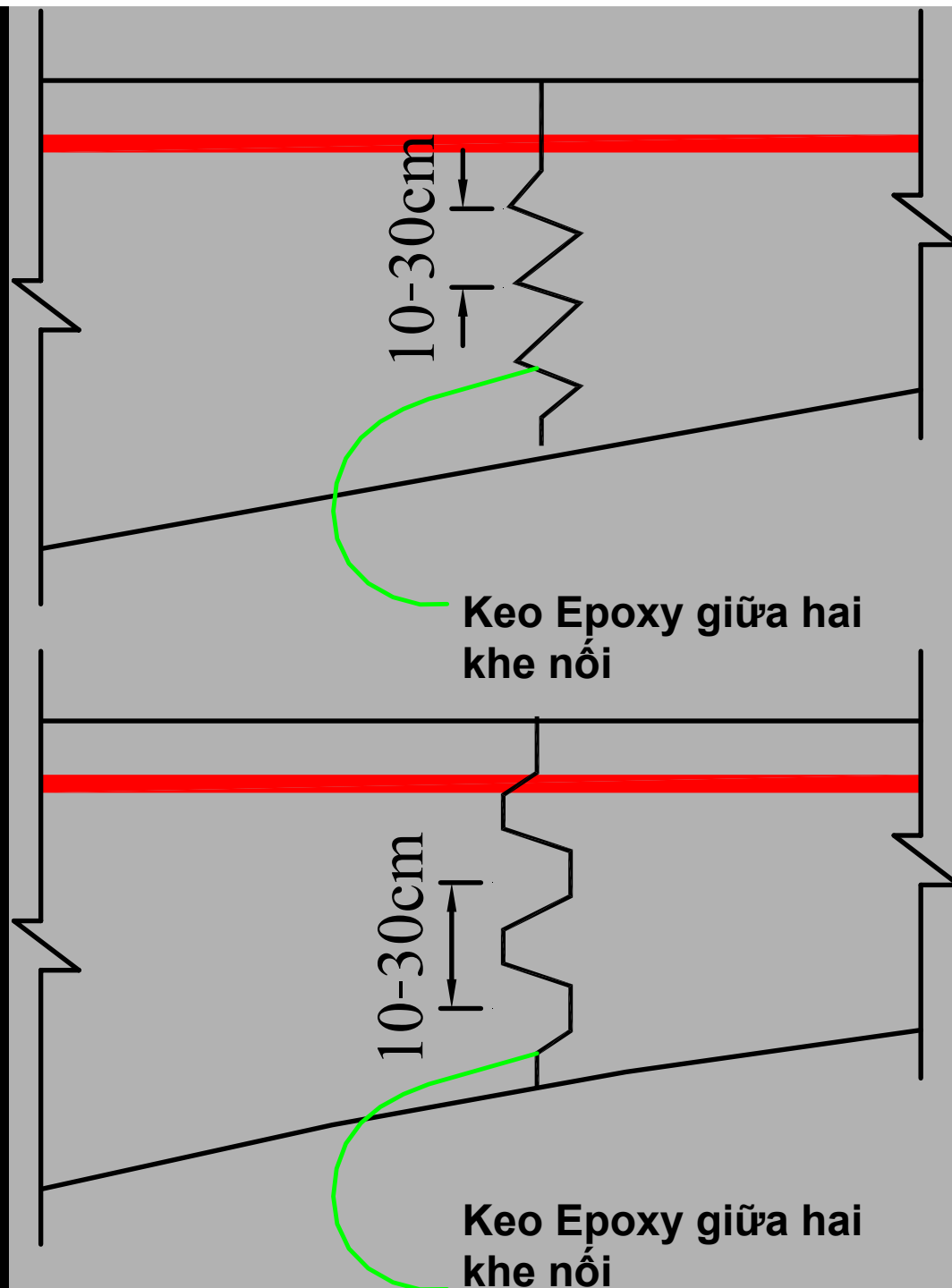


***Ưu điểm:**

- +Trọng lượng khối lắp ghép nhỏ
- +Vận chuyển và cầu lắp dễ dàng

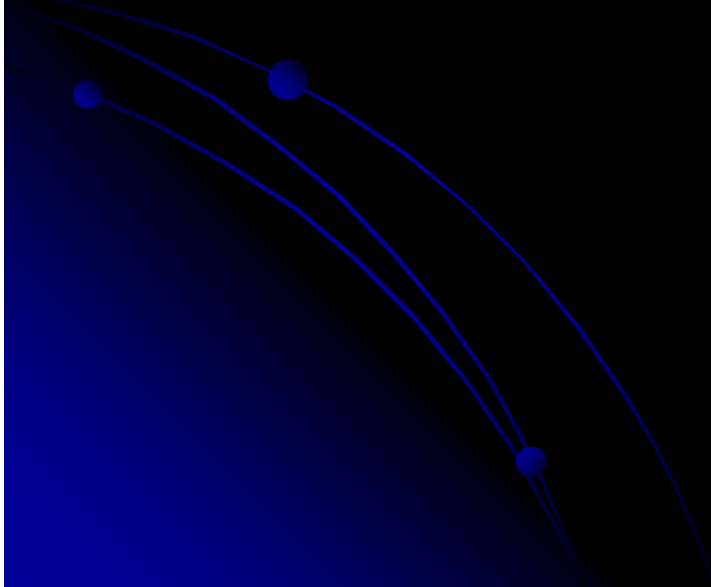
***Nhược điểm:**

- +Số mối nối thứ nhiều
 - +Mối nối bố trí vào vị trí chịu lực chủ yếu.
- Để khắc phục áp dụng
Kết cấu bản lắp ghép



CHƯƠNG 6

CẦU DÂM ĐƠN GIẢN BÊ TÔNG CỐT THÉP ỨNG SUẤT TRƯỚC



6.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ KẾT CẤU BTCTƯ'ST

I. Bản chất của kết cấu BTCTƯ'ST:

- K/c BTCT thường là bị nứt khi khai thác. Theo kinh nghiệm cho thấy khi bê tông bị biến dạng tương đối $\varepsilon = (0.15-0.2)\text{mm}/1\text{m}$ dài \rightarrow Bê tông nứt.
- Lúc đó ứng suất trước trong cốt thép vẫn rất nhỏ:

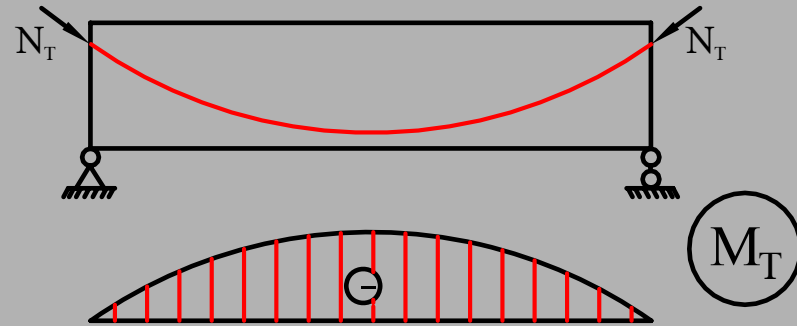
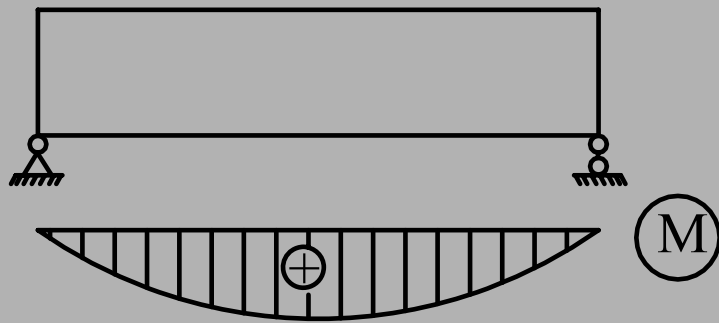
$$\sigma_a = \varepsilon_a \cdot E_a = \varepsilon_b \cdot E_a = 210 \div 300 (\text{kg} / \text{cm}^2)$$

- Bề rộng khe nứt được xác định theo công thức:

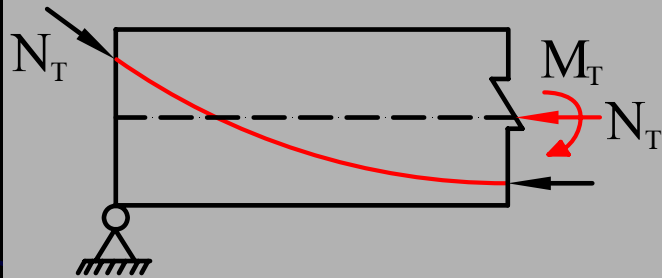
$$a_n = \psi \cdot \sigma_a \cdot l_n / E_a$$

- Khi $\sigma_a \uparrow \rightarrow a_n \uparrow \rightarrow$ bề rộng khe nứt mở rộng \rightarrow cốt thép bị ăn mòn \rightarrow phá hoại công trình \rightarrow hạn chế sử dụng vật liệu cường độ cao trong dầm BTCT thường (để khống chế bề rộng khe nứt)

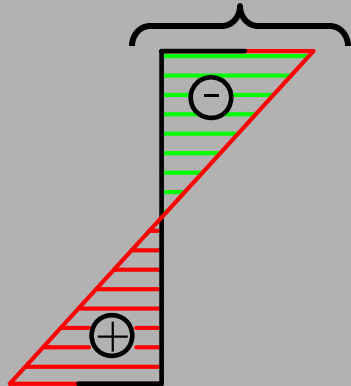
* Nguyên lý làm việc của BTCTƯ'ST:



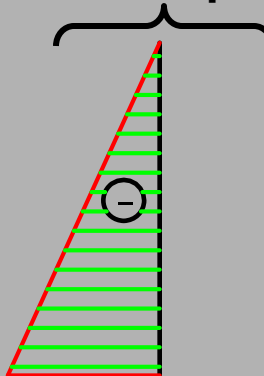
*Biểu đồ ứng suất do căng cốt thép CĐC



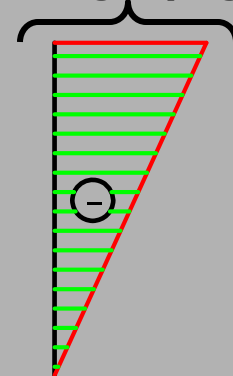
Do tải trọng



Do cốt thép CĐC



Tổng cộng



II. Ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng:

1. Ưu điểm:

- Sử dụng vật liệu cường độ cao → giảm được kích thước và trọng lượng bản thân → vượt nhịp lớn.

Lượng cốt thép giảm trung bình $\approx 30\%$

- Khống chế được khe nứt, bảo vệ cốt thép → tăng tuổi thọ công trình

- Độ cứng $\uparrow \rightarrow$ độ võng $\downarrow \rightarrow L_{nhịp} \uparrow$.

- Chịu các tải trọng trùng phức, động, chịu mỏi tốt hơn so với bê tông thường.

2. Nhược điểm:

- Chế tạo phức tạp do đòi hỏi phải neo, kích...

3. Phạm vi áp dụng:

- Sử dụng rộng rãi công trình cầu và các công trình khác.

3. Nguyên lý làm việc:

Sau khi đúc dầm và bê tông đã đông cứng → xả kích → lực nén truyền lên bê tông nhờ lực dính bám giữa cốt thép và bê tông và tại vị trí neo ở đầu cốt thép.

4. Các loại bộ căng cốt thép CĐC:

a. Bộ cố định:

Thường sử dụng trong công xưởng, nhà máy chế tạo dầm.

b. Bộ di động:

Được đặt trên các đường ray di chuyển đến các dây chuyền sản xuất : ván khuôn → lắp đặt cốt thép → đổ bê tông → sấy hấp... Được sử dụng trong các nhà máy có năng suất cao.

5. Ưu và nhược điểm:

+ Ưu điểm:

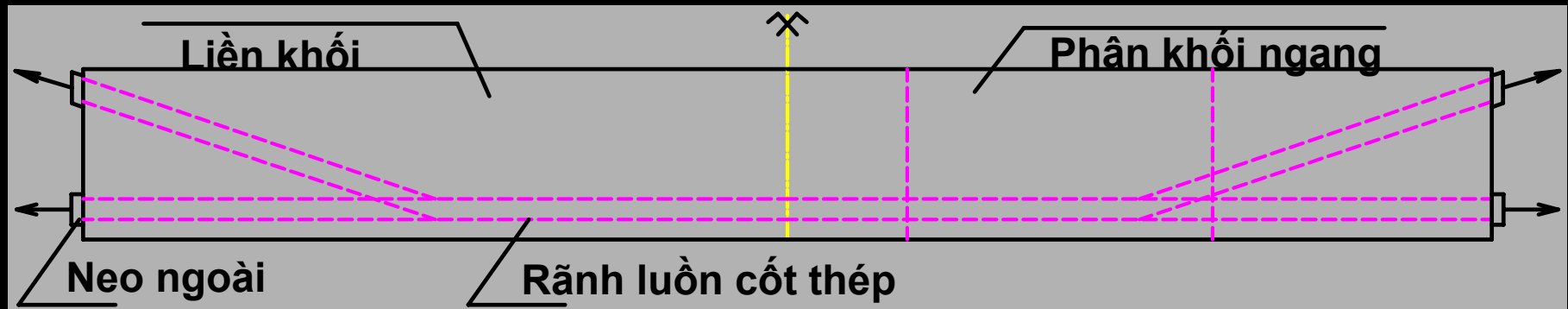
- Lực dính bám giữa cốt thép U'ST và bê tông tốt → đảm bảo cho công trình chịu lực gần như BTCT hơn.
- Căng kéo đơn giản và kéo cốt thép một lần → hạn chế tối đa sự mất mát ứng suất do nén đàn hồi.
- Sản xuất hàng loạt với chất lượng được đảm bảo.

+ Nhược điểm:

- ảnh hưởng do co ngót và từ biến lớn → giảm ứng suất căng trước trong bê tông.
- Xây dựng bộ căng cốt thép rất tốn kém
- Kích thước của kết cấu bị hạn chế bởi bộ căng.

II. Phương pháp căng sau khi đổ bê tông: (PP căng sau)

1. Sơ đồ chế tạo:



2. Nguyên tắc chế tạo:

- Lắp dựng ván khuôn, cốt thép thường.
- Tạo rãnh (các ống gen) để đặt các bó cốt thép U'ST
- Khi bê tông đông cứng (đủ cường độ) → luồn bó cốt thép cường độ cao → dùng kích căng cốt thép đạt lực căng trước → neo lại → xả kích → trong bê tông sẽ xuất hiện lực nén trước.
- Cắt cốt thép, bơm vữa vào rãnh cốt thép để liên kết cốt thép với bê tông đầm.

3. Ưu - nhược điểm:

+ Ưu điểm:

- Không cần bệ căng đất tiền → sử dụng hiệu quả với mọi kết cấu nhịp: lớn và nhỏ; toàn khối và lắp ghép.
- Đặc biệt cho phép sử dụng những kết cấu tiến bộ như lắp hoặc đúc từng đốt gắn lại với nhau (công nghệ thi công hẫng).

+ Nhược điểm:

- Công tác căng kéo và neo phức tạp hơn.
- Lực dính bám giữa cốt thép và bê tông kém hơn so với phương pháp căng trước.

6.3: CẤU TẠO NEO – KÍCH - CỐT THÉP CĐC

I. Cốt thép:

1. Đối với phương pháp căng trước:

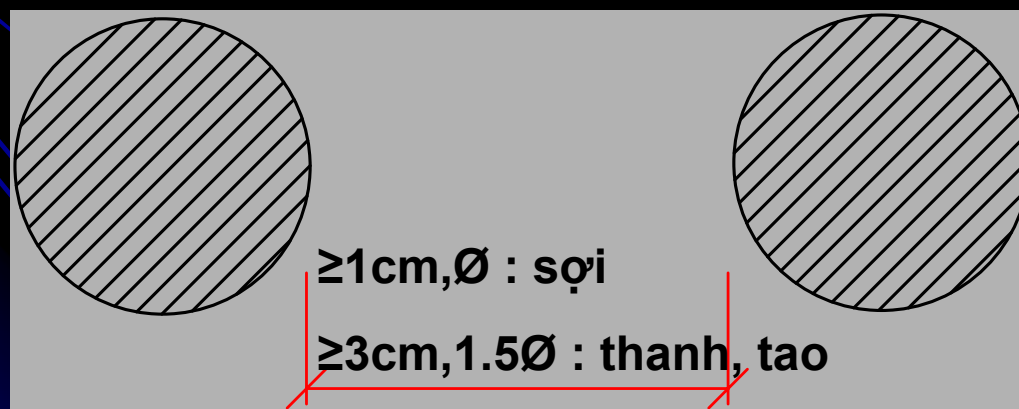
-Có các hình thức như sau:

+Cốt thép thanh

+Cốt thép sợi dạng rời hoặc tao

-Các loại này dùng cho kết cấu cầu bản, dầm đặc, bản rỗng (loại có cốt thép dây đàn); $L_{nhịp} \leq 20m$, lực căng trước nhỏ.

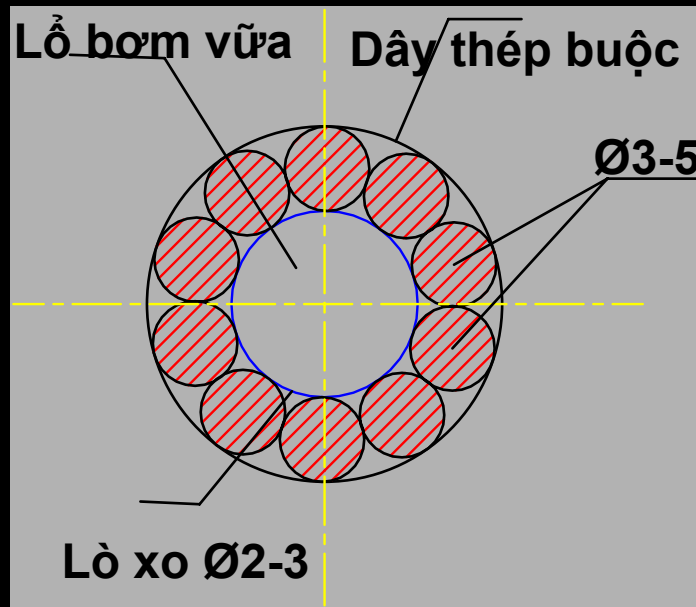
-khoảng cách tính không lấy như sau:



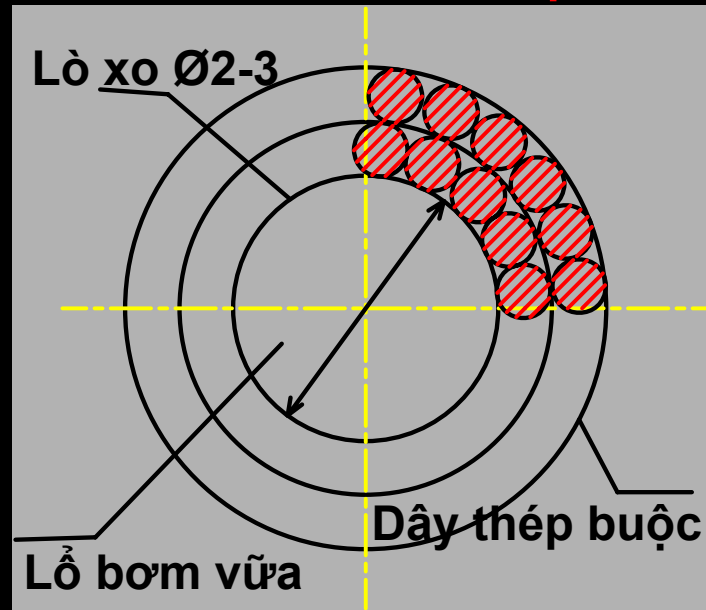
2. Đối với phương pháp căng sau:

Chủ yếu thường dùng loại bó cốt thép

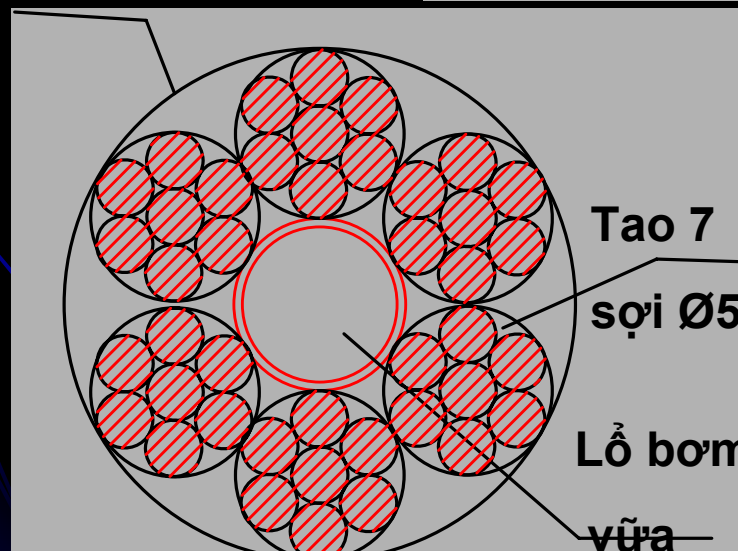
Bó 1 lớp



Bó nhiều lớp



**Bó gồm
nhiều tao**

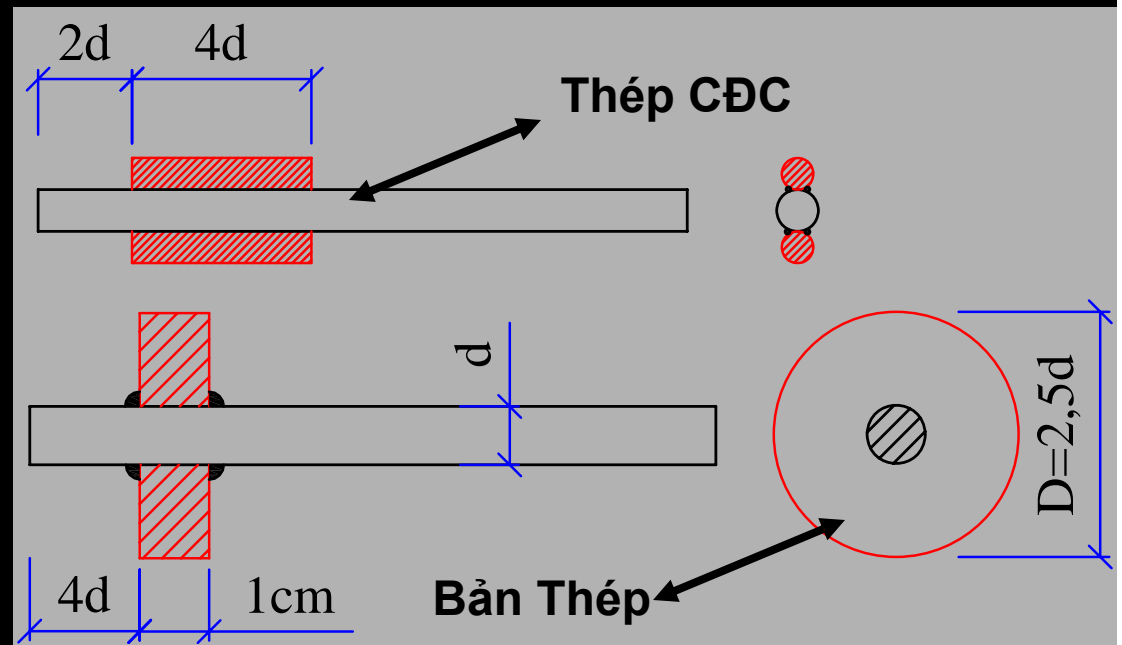


II. Neo, kích:

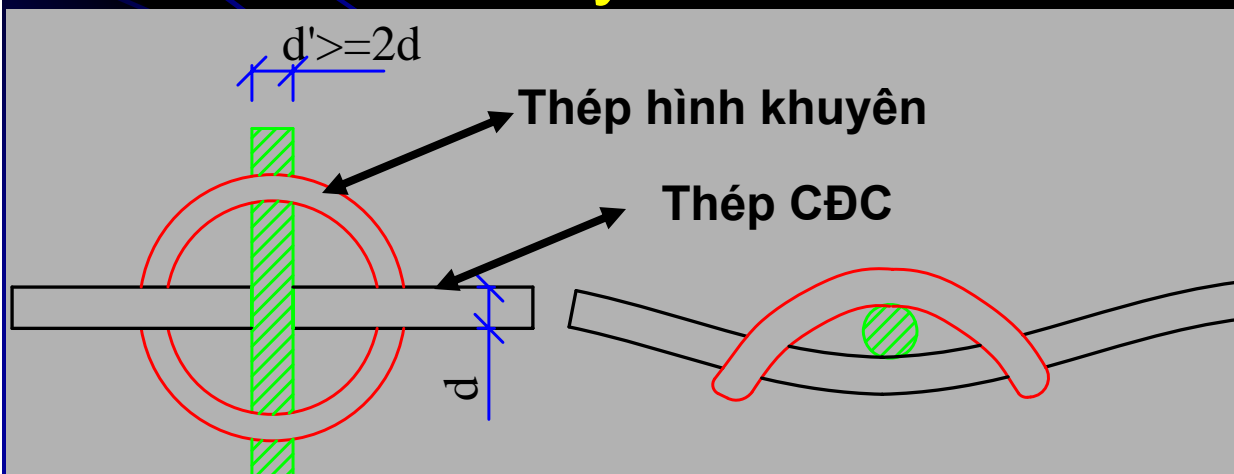
1. Loại căng trước:

- Dùng các loại neo ngầm trong bê tông, có các loại hình thức sau:

Neo cái

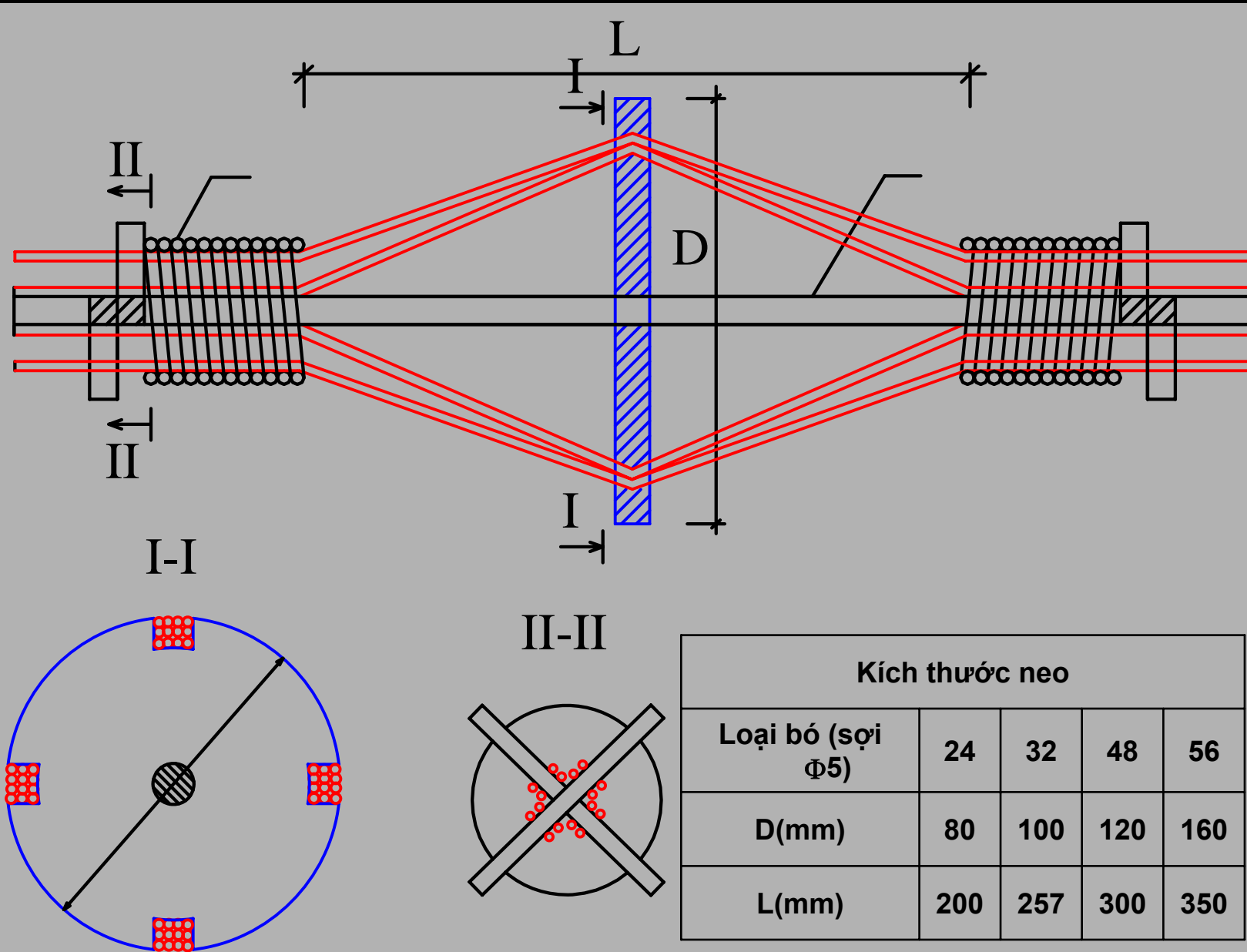


Neo hình khuyên



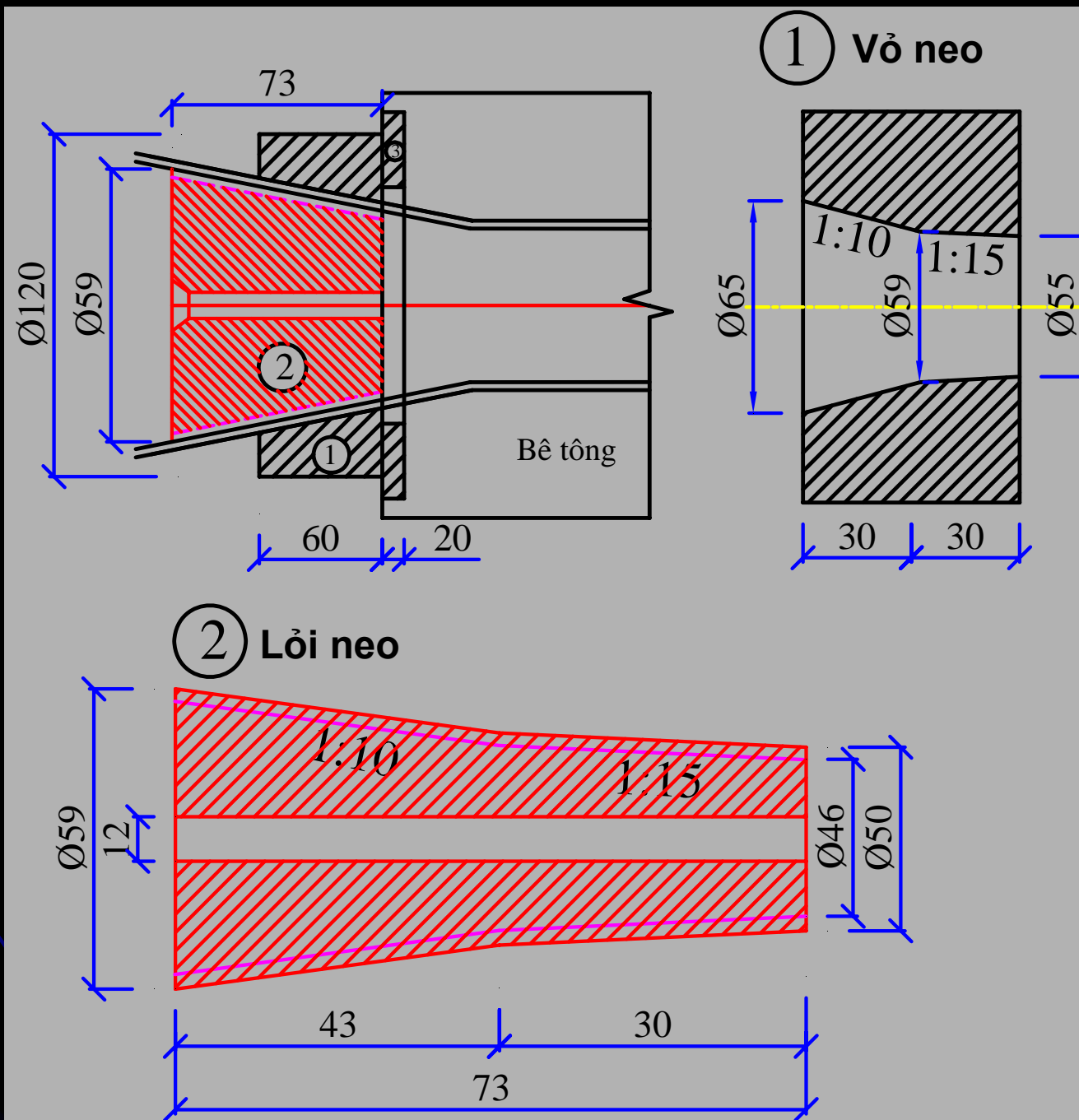
Neo chỉ dùng với lực căng nhỏ → dầm có cốt thép dây đàn.

+ Neo quả trám:

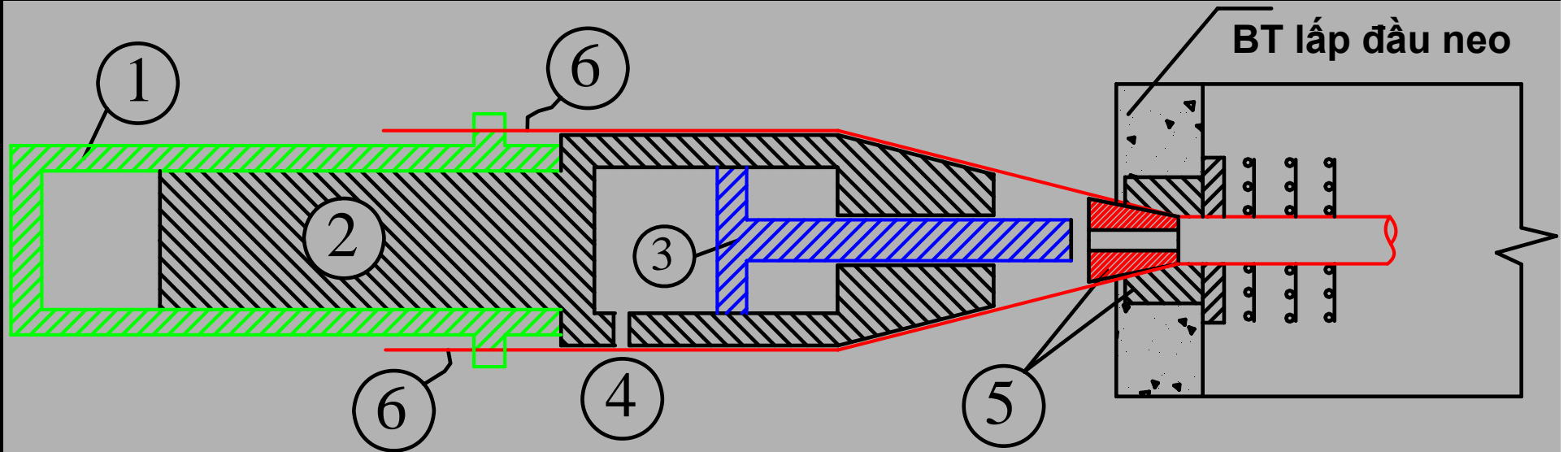


2. Loại căng sau:

Neo hình côn



Kích Fresinet:



1 : Xi lanh di động

4 : Khe bơm dầu

2 : Xi lanh cố định

5 : Neo, đệm neo hình côn

3 : Pit-tông đóng lỗ neo **6** : Cốt thép cường độ cao

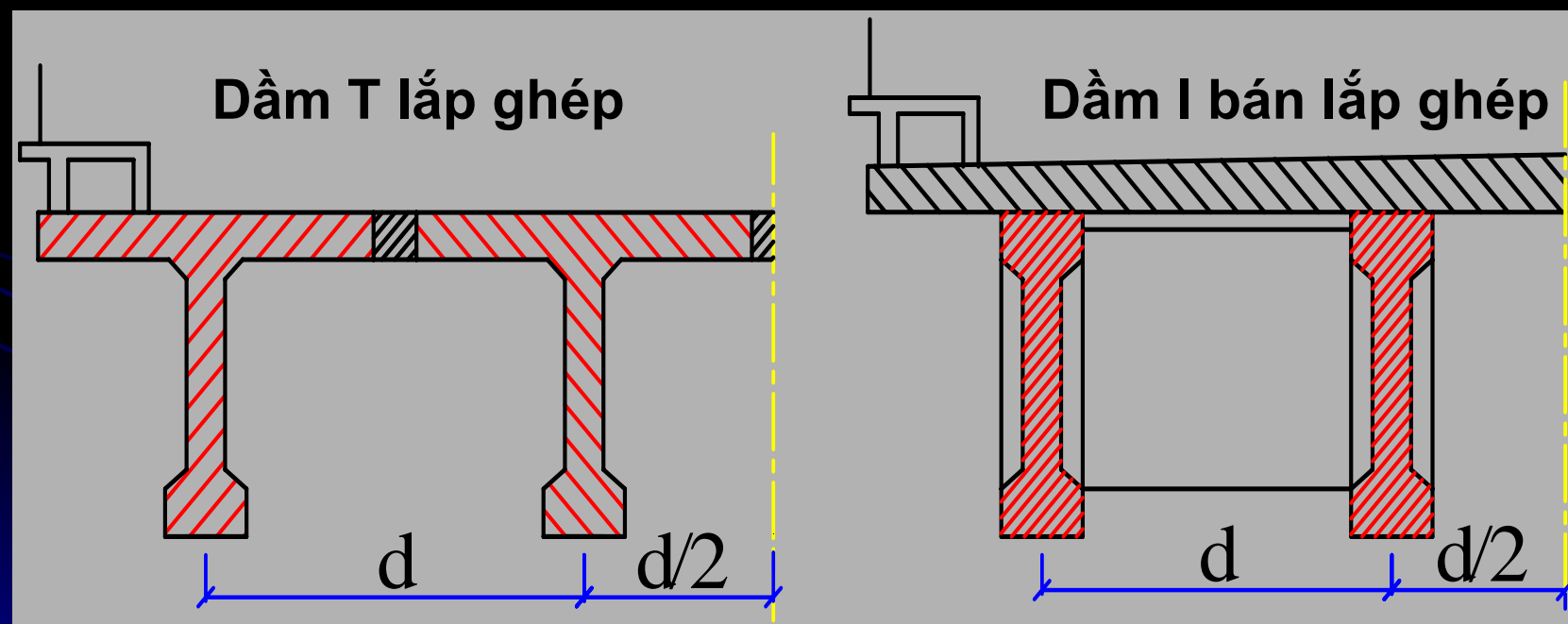
6.4: CẦU TẠO DẦM BTCT U' ST TRÊN ĐƯỜNG ÔTÔ

I. Phân loại:

Chủ yếu là kết cấu lắp ghép và bán lắp ghép.

II. Nguyên lý cấu tạo:

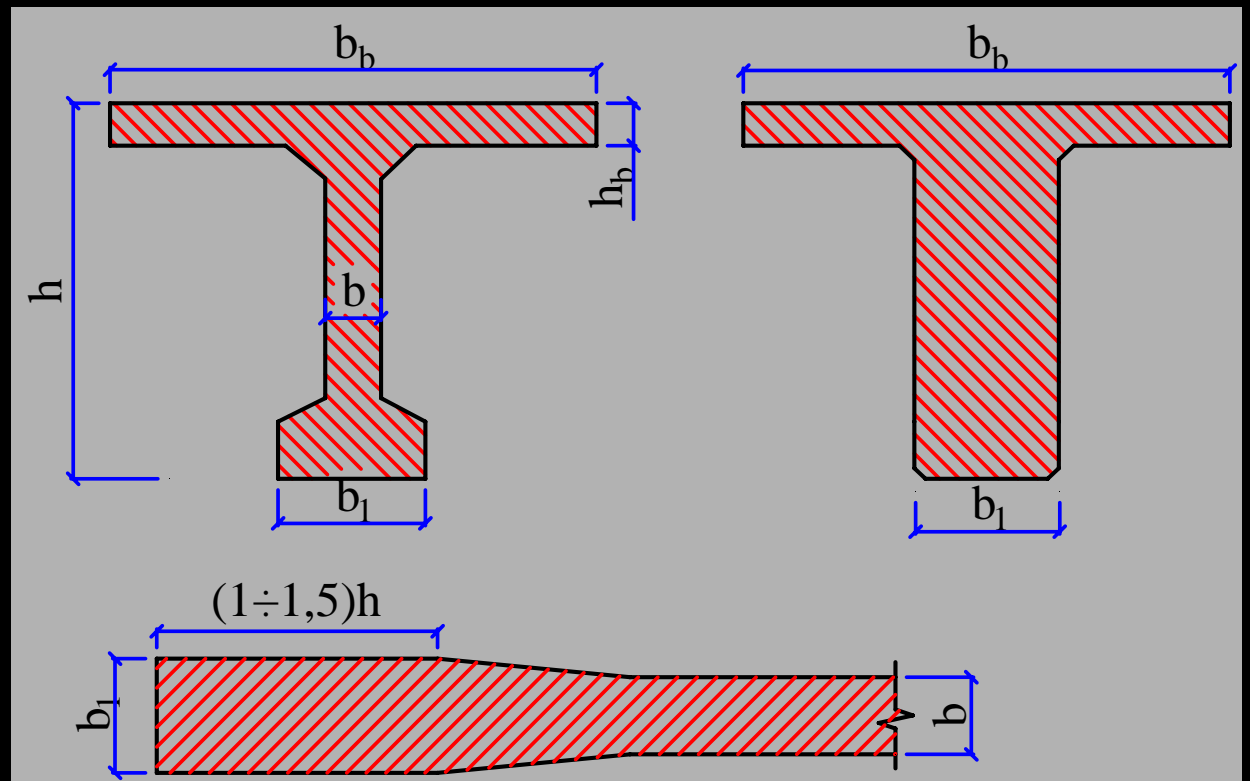
1. Mặt cắt ngang:



$$\begin{aligned}
 b_1 &= b + 2(8 \div 10) \text{cm} \\
 &= 36 \div 40 \text{cm} \\
 &= (60 - 62) \text{cm}
 \end{aligned}$$

Tiết diện giữa nhịp

Tiết diện đầu dầm



- + Tiết diện dầm có nhiều loại: chữ nhật, chữ I, chữ T ... yêu cầu chung sao cho tiết kiệm vật liệu (kinh tế).
- + Thông thường ta chọn các kích thước tối thiểu nhưng phải đủ để bố trí cốt thép và các yêu cầu cấu tạo.

2. Các kích thước cơ bản:

a. Bản mặt cầu: giống như bê tông thường

b. Dầm chủ:

+ Sườn dầm:

$b \geq 12\text{cm}$: đối với kết cấu đổ tại chỗ.

$b \geq 8\text{cm}$: đối với kết cấu lắp ghép.

Đối với dầm T thường lấy $b = 14 \div 16\text{cm}$ (20cm)

+ Chiều cao dầm chủ:

$$h = (1/15 \div 1/20)L$$

+ K/cách giữa các dầm chủ d phụ thuộc vào khổ cầu, loại dầm. Chọn trên cơ sở so sánh tính toán điều kiện kinh tế giữa dầm và bản

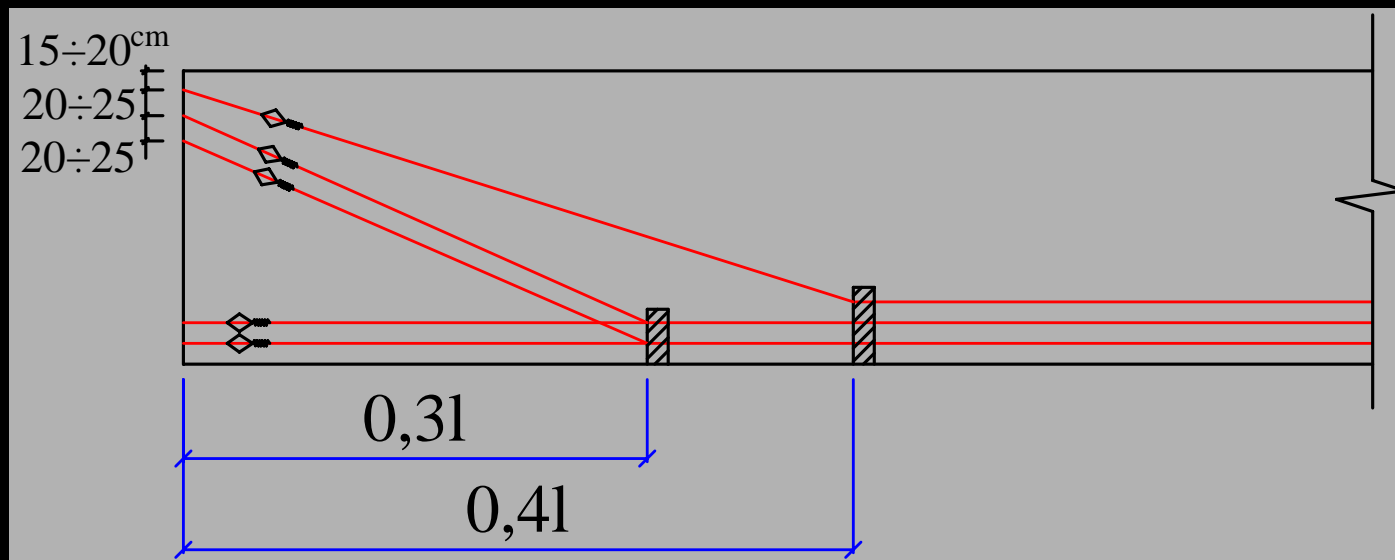
+ Theo kinh nghiệm với loại dầm chữ T lắp ghép $d = 1.6$ đến 2.5m

*Một số kích thước định hình cầu dầm

Chiều dài toàn bộ (m)	$l_u(m)$	k/c tim trụ (m)	$h(cm)$	h/l	$b(cm)$	h_b (cm)	P/1dầ m
12	11.4	12.05	90	1/12.7	16	15	16.8
15	14.4	15.05	90	1/16	16	15	20.9
18	17.4	18.05	120	1/14.5	16	15	28.4
24	23.4	24.05	120	1/19.5	16	15	37.6
33	32.2	33.05	150	1/21.4	16	15	57.5

3. Bố trí cốt thép ứng suất trước:

a. Đối với dầm căng trước:



+ Đối với loại nhịp nhỏ: $L \leq 20m$

. Số bó uốn xiên chiếm $(1/4 \div 1/5)$ tổng số bó.

. Uốn tại vị trí cách đầu dầm $(0.3 \div 0.4)L$

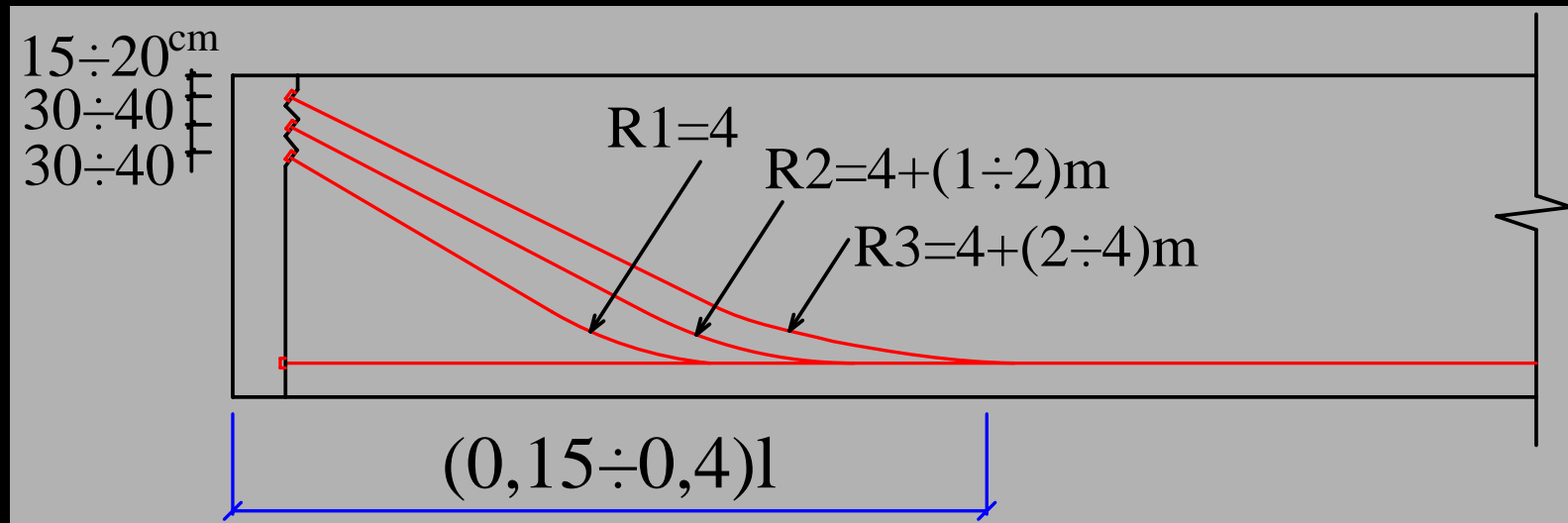
+ Nhịp lớn hơn:

. Số bó uốn xiên chiếm $1/3$ tổng số bó.

. Uốn tại 2 vị trí cách đầu dầm $0.3l$ hoặc $0,4l$

Nên bố trí các bó đối xứng qua mặt phẳng dầm.

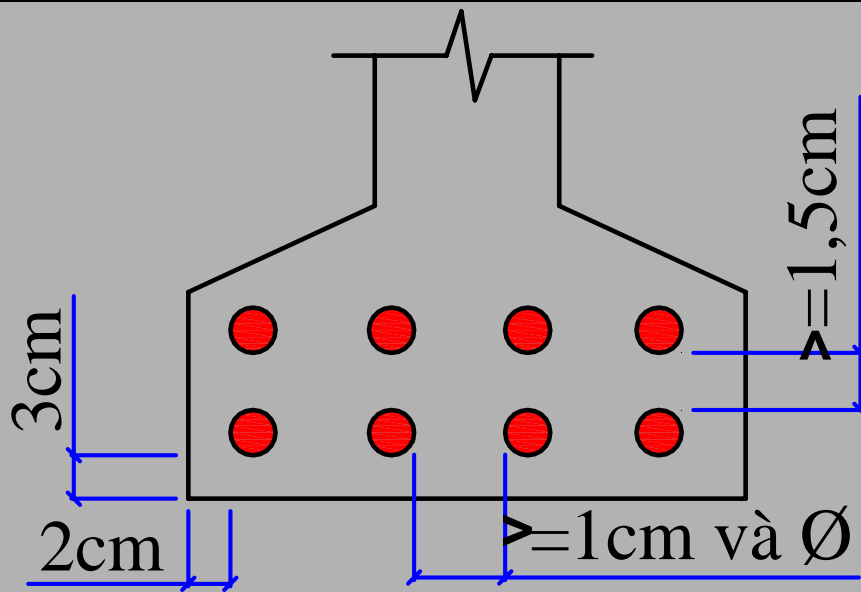
b. Đối với dầm căng sau:



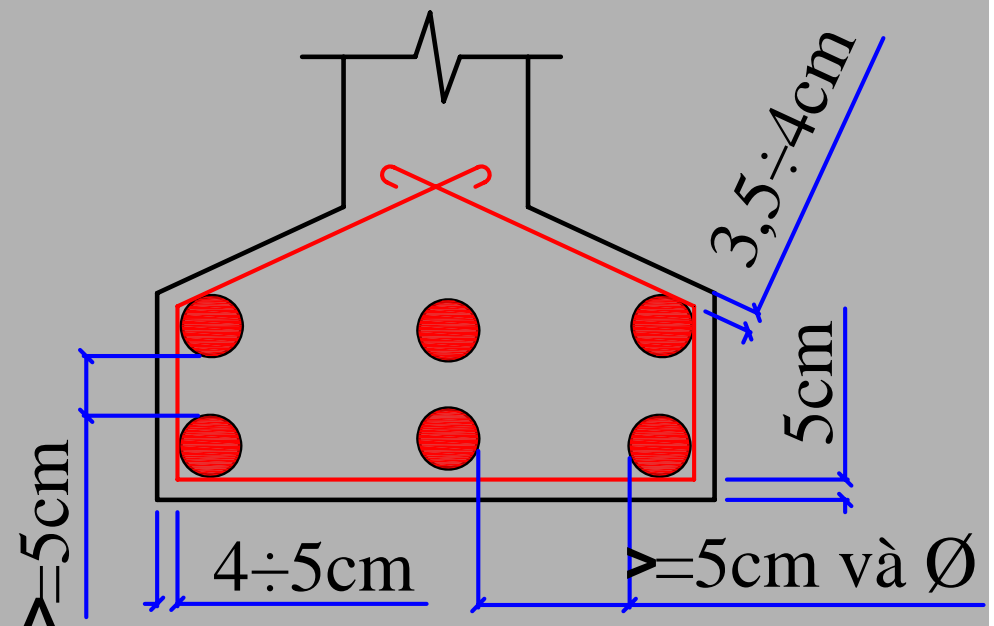
- Các bó cốt thép được uốn cong và chiếm 30÷40 % tổng số bó. Các điểm uốn nên bố trí so le từ $(0,3 \div 0,4)L$
- Các bó được uốn lên trên nên có cùng mặt phẳng đối xứng với trục của tiết diện dầm.
- Vị trí neo phải tạo mặt vuông góc với bó cốt thép .
- Bán kính uốn cong ≥ 4 m; các bó kề nhau lấy sai khác nhau từ 1 đến 2m và lấy tăng dần từ dưới lên.

c. Các quy định về cách bố trí cốt thép ứng suất trước:

Cốt thép bố trí dạng sợi rời (dây đàn)



Cốt thép bố trí dạng tạo, cụm



d. Cốt thép thường trong dầm BTCT U'ST

-Dầm BTCT dây đan:

$$\varnothing_{\text{đai}} = 6 \div 10$$

$$a_{\text{đai}} \leq 0.75h, \text{đoạn đầu dầm } a_{\text{đai}} \leq 20 \div 30 \text{cm.}$$

-Dầm dùng bó, tao cốt thép:

$$\varnothing \geq 8;$$

$$a_{\text{đai}} \leq 20 \text{cm: khi } b \leq 20 \text{cm,}$$

$$a_{\text{đai}} \leq 1.5b: \text{ khi } b > 20 \text{cm}$$

-Trong đoạn đầu dầm ($< 1/2h$):

$$a_{\text{đai}} \leq 10 \text{cm và } \varnothing \geq 10.$$

-Cốt dọc ở sườn dầm là cốt gờ $\varnothing 8 \div 10$, $a = 15 \div 20 \text{cm}$

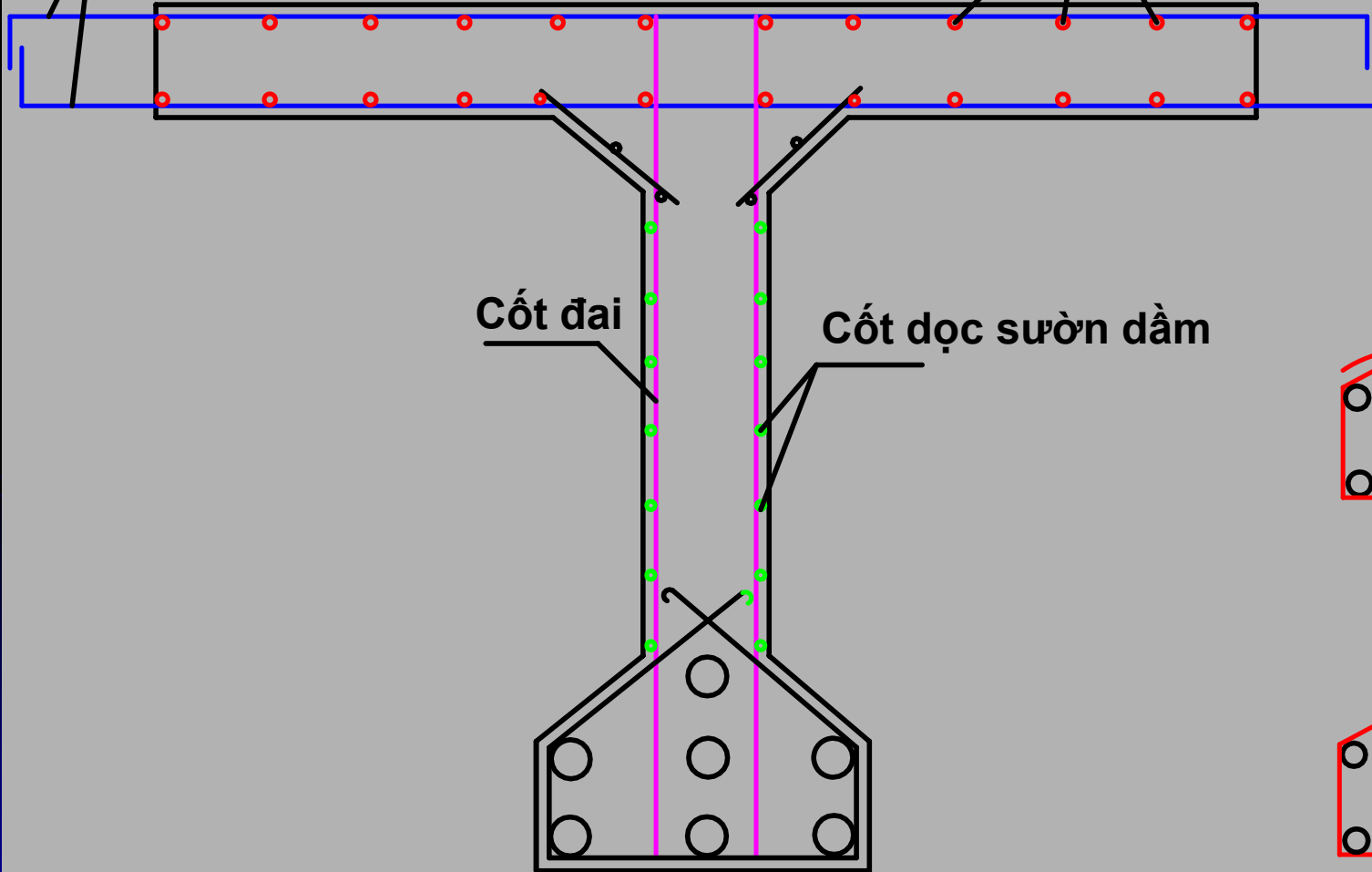
-Cốt đai và cốt dọc ở sườn dầm liên kết \rightarrow lưới.

- Cốt thép ở bầu dầm liên kết thành khung.

Ngoài ra còn phải bố trí các lưới thép chịu ứng suất cục bộ ở vị trí neo cốt thép cường độ cao và vị trí kê gối cầu.

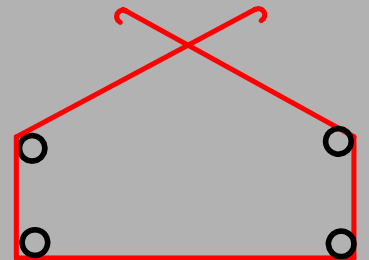
Cốt thép chịu lực của BMC

Cốt thép cấu tạo của BMC



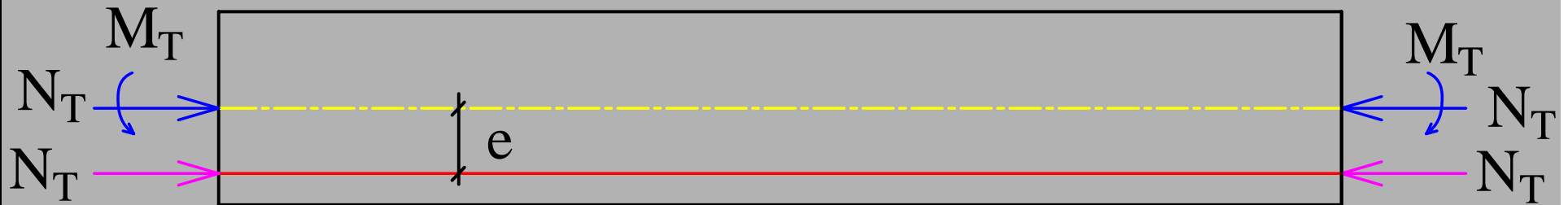
Cốt đai

Cốt dọc sườn dầm



III. Các hệ thống cốt trí UST trong dầm đơn giản:

1. Bố trí cốt thép thẳng:



Căng cốt thép \rightarrow lực nén N_T và $M_T = N_T \cdot e$
Tại thớ dưới và trên xuất hiện các ứng suất:

$$\sigma_T^d = \frac{N_T}{F} + \frac{M_T * y_d}{I}$$

$$\sigma_T^t = \frac{N_T}{F} - \frac{M_T * y_t}{I}$$

Ứng suất tại thớ trên & dưới do tải trọng và căng kéo cốt thép cường độ cao:

$$\sigma^d = -\frac{M_{\max}}{I} y_d + \left(\frac{N_T}{F} + \frac{M_T}{I} y_d \right)$$
$$\sigma^t = \frac{M_{\min}}{I} y_t + \left(\frac{N_T}{F} - \frac{M_T}{I} y_t \right)$$

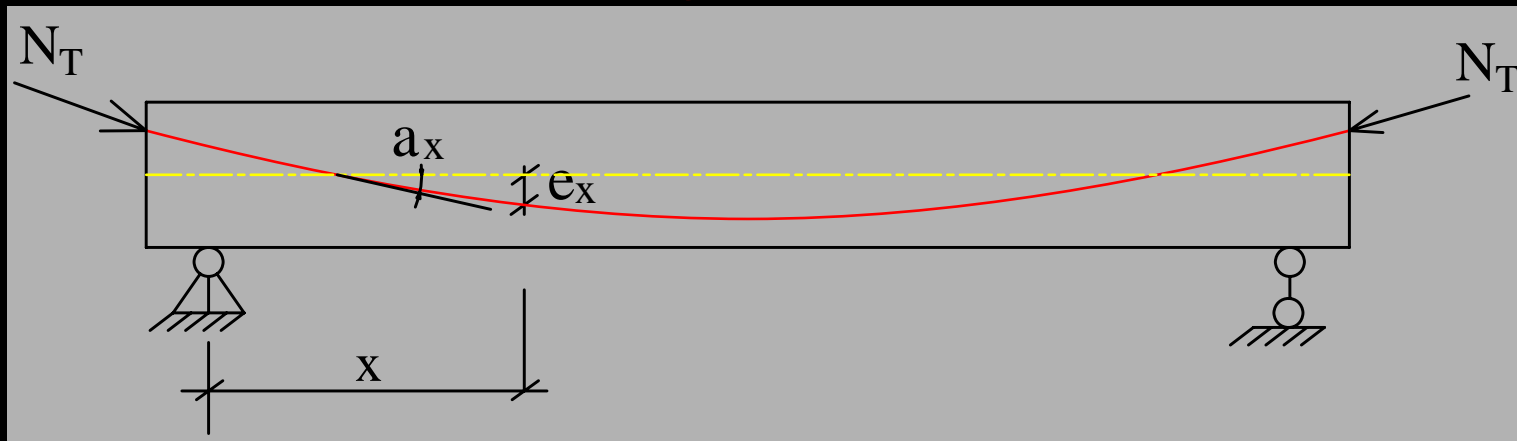
* Nhận xét:

- Cốt thép CĐC bố trí thẳng → tại gối sẽ không tránh khỏi việc xuất hiện các ứng suất kéo → bố trí cốt thép căng trước ở bên trên từ 15÷20 % cốt thép ở biên dưới.

→ Phương pháp này không có lợi: tốn vật liệu, không tăng được khả năng chịu cắt của tiết diện.

Nhưng căng kéo cốt thép đơn giản → áp dụng cho nhịp nhỏ, cầu bản (cốt thép dây đàn)

2. Bố trí cốt thép uốn cong



- Khi kéo cong cốt thép CĐC \rightarrow nội lực trong dầm:

. Lực dọc: $N = N_T \cdot \cos \alpha_x$

. Lực cắt: $Q = N_T \cdot \sin \alpha_x$

. Momen: $M = N_T \cdot e_x$

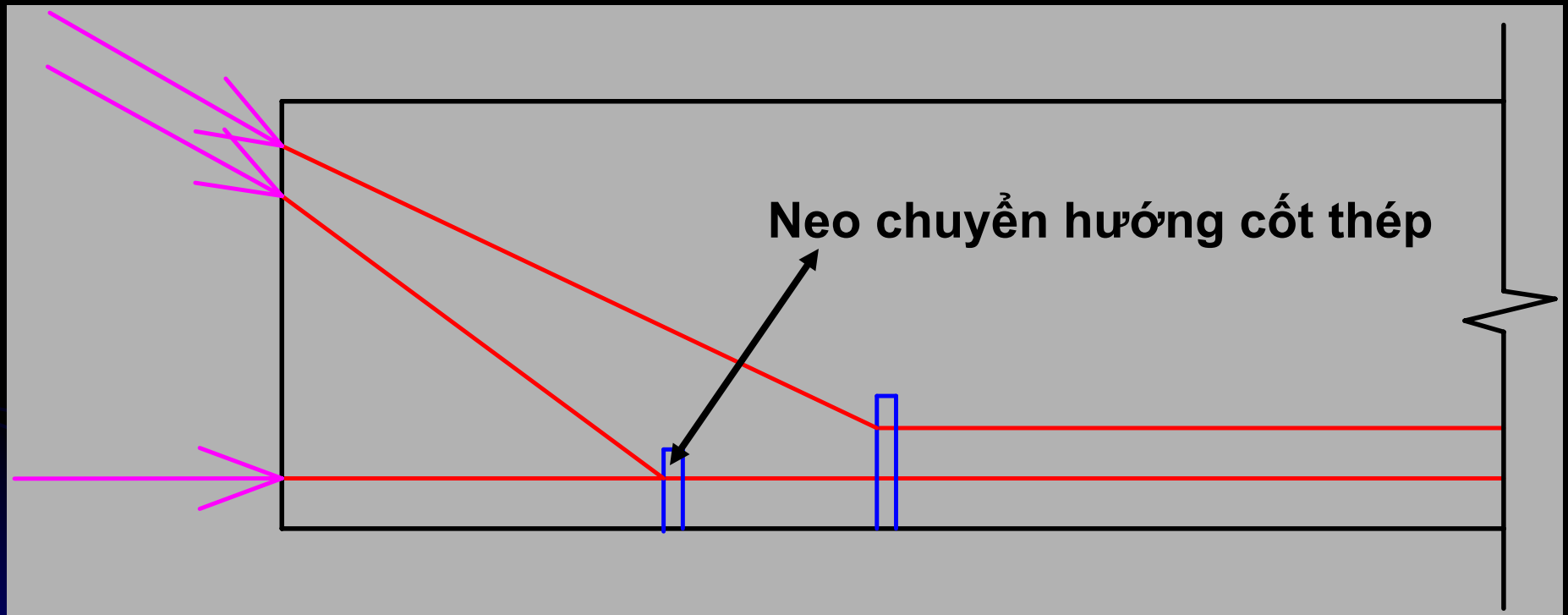
Tạo e_x và α_x hợp lý $\rightarrow M_T$ có thể triệt tiêu $M_{\text{tải trọng}}$ gây ra

- Trị số của lực cắt truyền lên bê tông:

$$Q = Q_{\text{tải trọng}} - N_T^* \sin \alpha_x \rightarrow Q \text{ giảm}$$

Phương pháp này hợp lý hơn phương pháp bố trí cốt thép thẳng. Nhưng công tác căng kéo cốt thép và bố trí neo, kích phức tạp hơn.

Kết hợp cả hai phương pháp trên → bố trí cốt thép dạng gãy khúc (áp dụng cho kết cấu cứng trước)



CHƯƠNG 7

MỐ & TRỤ CẦU



7.1.KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MỐ & TRỤ CẦU

Mố trụ cầu là bộ phận quan trọng của công trình cầu, có chức năng:

- Kê đỡ kết cấu nhịp truyền các tải trọng xuống nền đất.
- Trụ cầu có tác dụng phân nhịp
- Mố cầu có tác dụng có tác dụng chắn đất đầu cầu và tiếp nối giữa đường và cầu.

1. Các yêu cầu chung của mố trụ cầu:

- Thủy lực: chịu tác dụng thủy lực của dòng chảy
- Cơ học: chịu các tải trọng tĩnh, động, va chạm.
- Môi trường: nhiệt độ, độ ẩm, tác nhân xâm thực...
- Thông thương dưới cầu: đảm bảo theo các yêu cầu thông thương, tầm nhìn...an toàn cho tàu bè qua lại.
- Hình dáng - kích thước : đẹp và thoát nước tốt
- Thi công dễ dàng, nhanh chóng và sản xuất hàng loạt.

2. Phân loại mố trụ cầu:

a. Phân loại theo vật liệu:

- +Mố trụ đá
- +Mố trụ bê tông
- +Mố trụ BTCT
- +Mố trụ thép (tháp cầu treo)

b. Phân loại theo hình dạng, kết cấu mố trụ:

- +Mố trụ nặng
- +Mố trụ nhẹ.

c. Phân loại theo đặt điểm chịu lực:

- +Mố trụ cứng
- +Mố trụ dẻo.

d. Phân loại theo hệ thống kết cấu nhịp

7.2. CẤU TẠO MỔ CẦU

I. Các bộ phận của mổ cầu:

+ 1: Tường đỉnh: là bộ phận chắn đất sau dầm chủ

+ 2: Xà mũ mổ là bộ phận có kê đỡ kết cấu nhịp

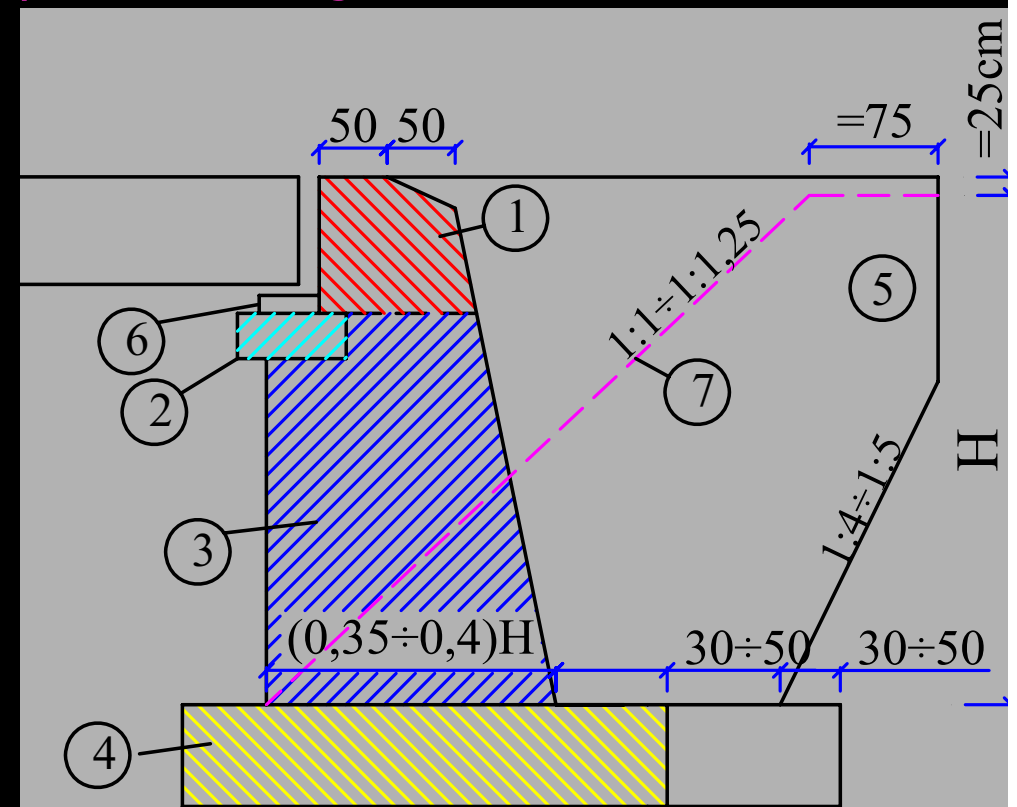
+ 3: Tường trước (thân mổ) → tường chắn đất, kê đỡ tường đỉnh và xà mũ mổ.

+ 4: bệ mổ → đỡ thân mổ và tường cánh truyền tải trọng xuống móng (hoặc nền đất).

+ 5: Tường cánh: ổn định nền đường đầu cầu.

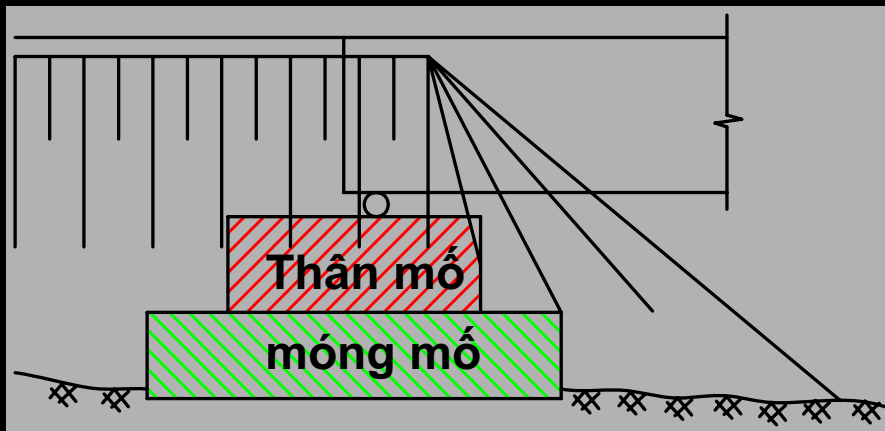
+ 7: Mổ đất hình nón: giữ taluy nền đường đầu cầu, hướng cho dòng chảy êm thuận.

Ngoài ra còn có đá kê gối cầu, bản quá độ, tường tai...

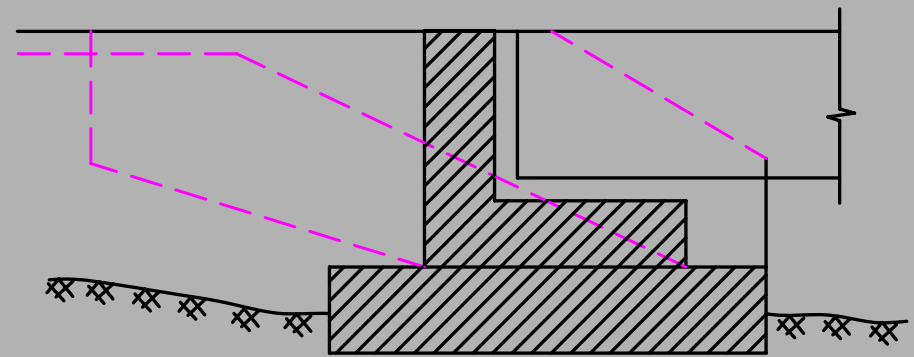


II. Một số loại mố sử dụng phổ biến hiện nay:

1. Mố chữ nhật: (mố nặng)



Mố chữ nhật



Mố kê

+Ưu điểm:

-Cấu tạo đơn giản, dễ thi công.

+ Nhược điểm:

-Tốn vật liệu, tiếp nối đầu cầu không êm thuận

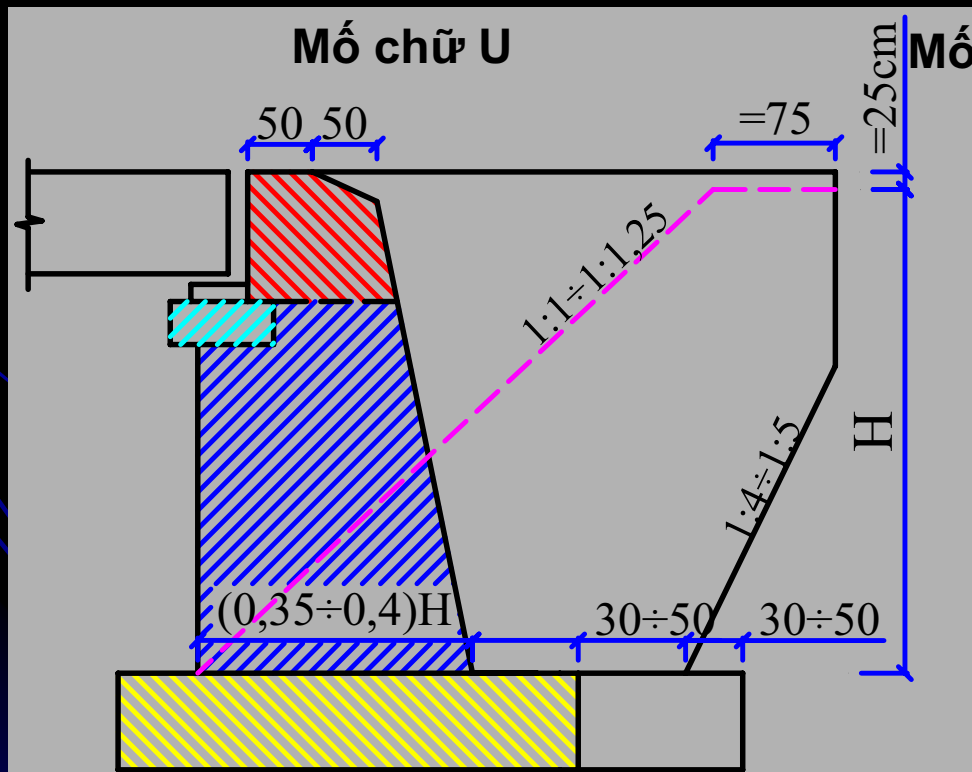
- Dễ gây han gỉ kết cấu nhịp

→ áp dụng cho cầu nhịp nhỏ, sông không sâu.

+Để khắc phục nhược điểm → mố kê

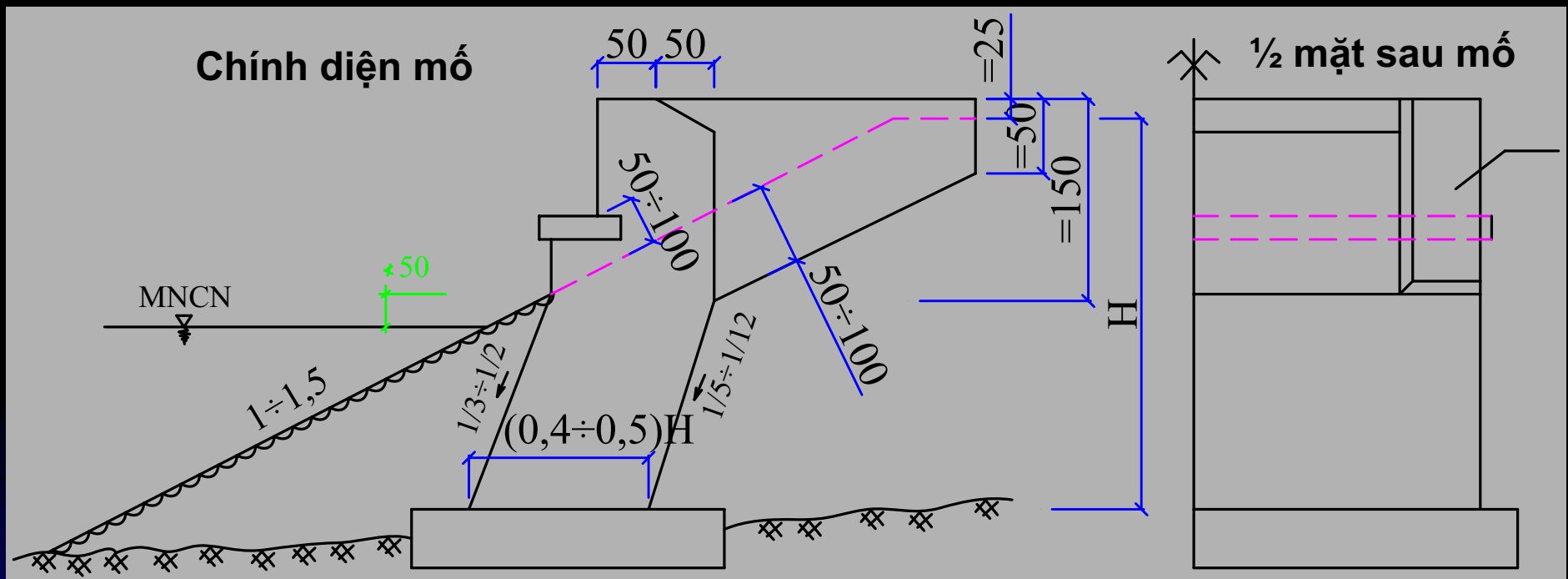
2. Mố chữ U :

- Khi $H_{\text{mố}}$ lớn, $B_{\text{cầu}}$ rộng để tiết kiệm vật liệu \rightarrow mố chữ U
- Mố chữ U có thể làm bằng đá xây hoặc bê tông
- Áp dụng khi $H_{\text{đất đắp}}$ $4 \div 6\text{m}$ ($8 \div 10\text{m}$).
- Mố chữ U có khả năng chịu lực tốt ổn định chống lật và trượt cao áp dụng phổ biến cho cầu ô tô và đường sắt.
- Mô đất hình nón (chỉ đắp sau mố) \rightarrow \uparrow khẩu độ cầu.



3. Mố vùi: (mố nặng)

- Khi Hđất đắp $\geq 5\div 6\text{m}$ và có thể đạt đến 20m \rightarrow mố chữ U sử dụng vật liệu quá lớn \rightarrow dùng mố vùi.



- Thân mố nằm trong mô đất đầu cầu \rightarrow \downarrow kích thước mố đáng kể (có thể cấu tạo dạng rỗng)
- Thân mố cấu tạo nghiêng về bờ \rightarrow \downarrow khả năng ổn định

-So với mố chữ U, mố vùi có khả năng tiết kiệm vật liệu hơn nhất là khi chiều cao mố lớn. Nhưng do mố đất trước mố lấn ra phía sông → làm thu hẹp dòng chảy → phải kéo dài nhịp để đảm bảo dòng chảy → tốn vật liệu kết cấu nhịp lớn hơn .



Do vậy khi chọn phương án mố vùi hay mố chữ U cần phải so sánh trên mọi phương diện.

4. Mố chữ U tường mỏng: (mố nhẹ)

- Sử dụng cốt thép trong thân mố chữ U → giảm các kích thước đến tối thiểu → mố chữ U tường mỏng.

1: Tường trước

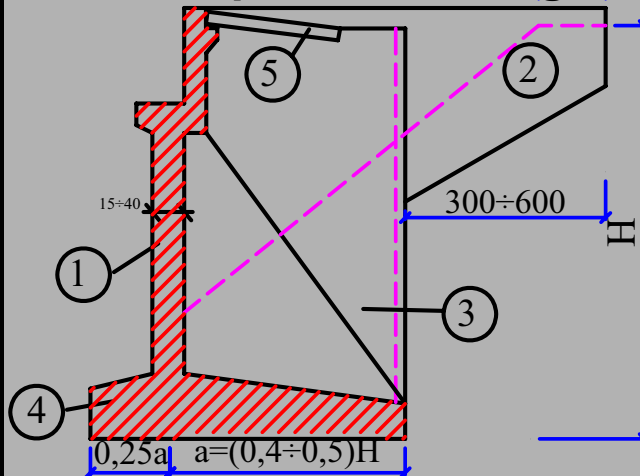
2: Tường cánh

3: Tường chống

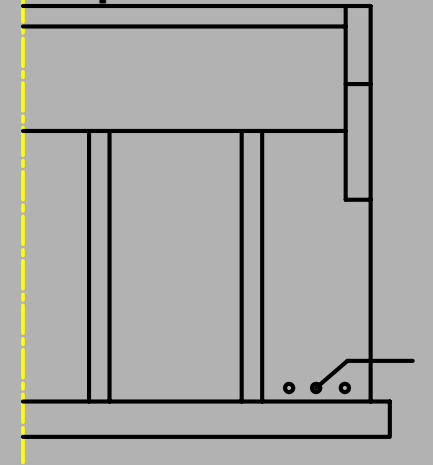
4: Bệ mố

5: Bản giảm tải

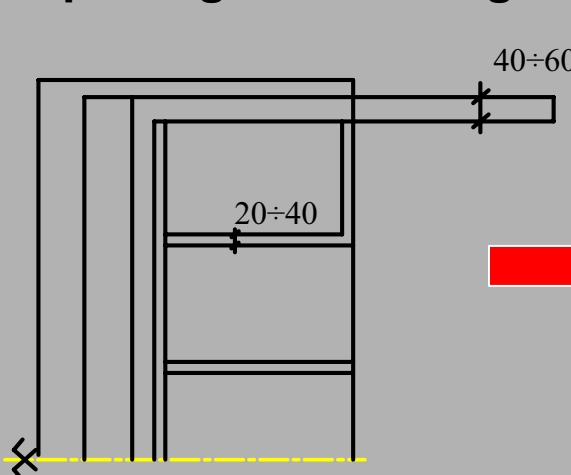
Chính diện Mố U tường mỏng



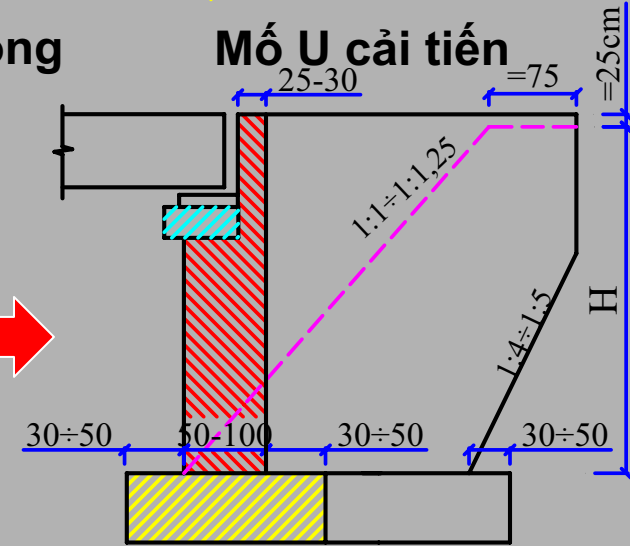
1/2 Mặt sau Mố U TM



1/2 Mặt bằng Mố U tường mỏng



Mố U cải tiến



-Để giảm khối lượng phần tường cánh và bộ móng → phần trên tường cánh được cấu tạo hẫng .

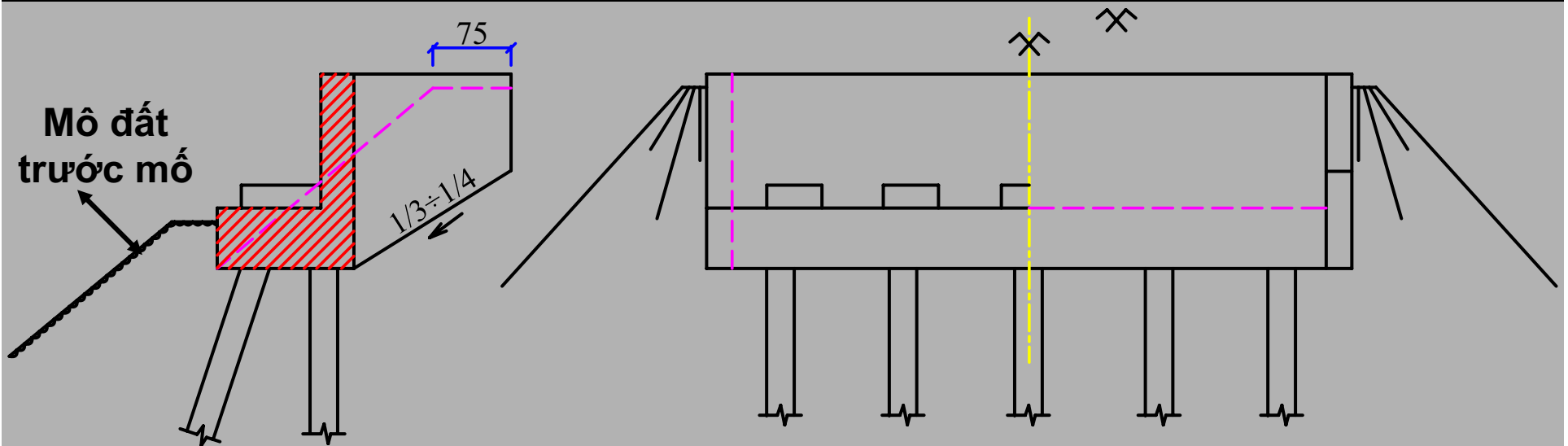
-Trên phương ngang cầu, cấu tạo thêm tường mỏng liên kết tường cánh với tường chống → tạo thành khoang kín → tường cánh làm việc tốt hơn

- Mố chữ U tường mỏng có khối lượng bê tông nhỏ hơn nhiều so với mố nặng nhưng lại tốn nhiều cốt thép & thi công phức tạp → ít được sử dụng.

Để khắc phục thường thay đổi một số các kích thước hoặc bỏ bớt một số bộ phận: tường chống, tường mỏng... → **Mố chữ U cải tiến.**

5. Mố chân dề:

- Là loại có thân mố là hai hàng cọc (cột), trong đó hàng trước bố trí xiên về phía lòng sông. Loại này chịu lực ngang kém nhưng cho phép giảm vật liệu một cách đáng kể và thi công đơn giản.



7.3. CẦU TẠO TRỤ CẦU

I. Các bộ phận của trụ cầu:

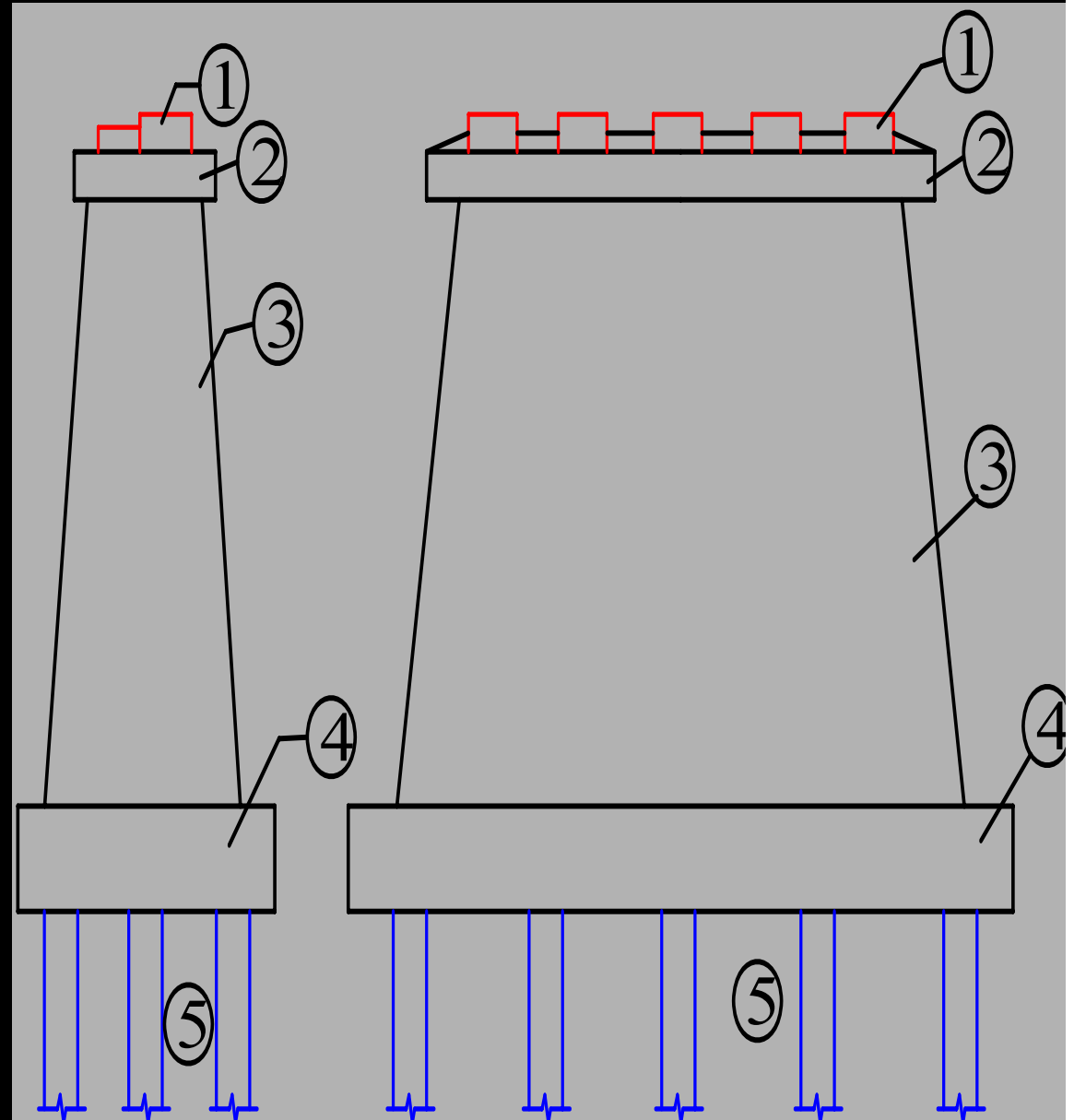
1: Đá tảng kê
gối cầu

2: Xà mũ trụ cầu

3: Thân trụ cầu

4: Bộ trụ cầu

5: Móng trụ cầu



+Đá tảng:

- Trực tiếp chịu áp lực từ KCN truyền xuống, thường được làm bằng BTCT Mác ≥ 300 .
- $h_{\text{đá tảng}} \geq 15\text{cm}$. Cốt thép trong đá tảng chịu lực cục bộ có $\varnothing=8-10$; $a = 5-10\text{cm}$

+ Xà mũ:

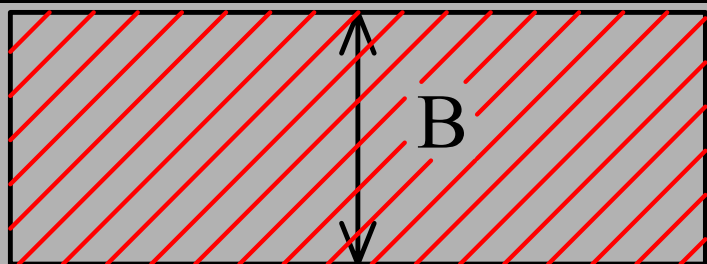
- Thường được làm bằng BTCT Mác $200\div 300$.
- Chiều cao xà mũ $h_{\text{xà mũ}} \geq 40\div 50\text{cm}$
- Mặt trên của xà mũ phải cấu tạo dốc thoát nước không nhỏ hơn 1:10, bề mặt láng vữa xi măng.

+ Thân trụ:

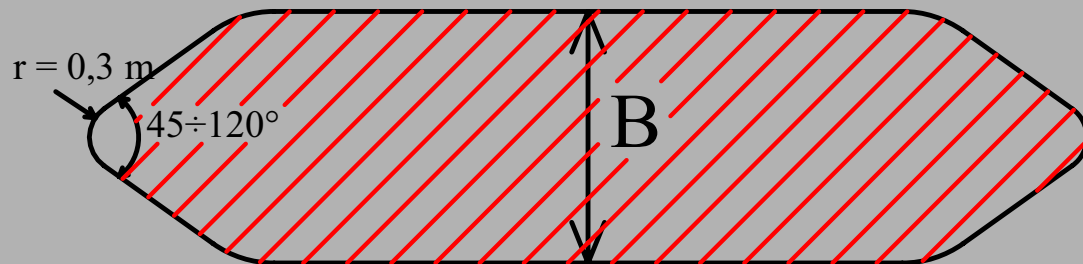
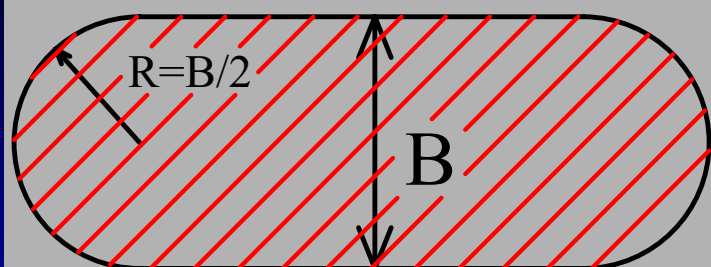
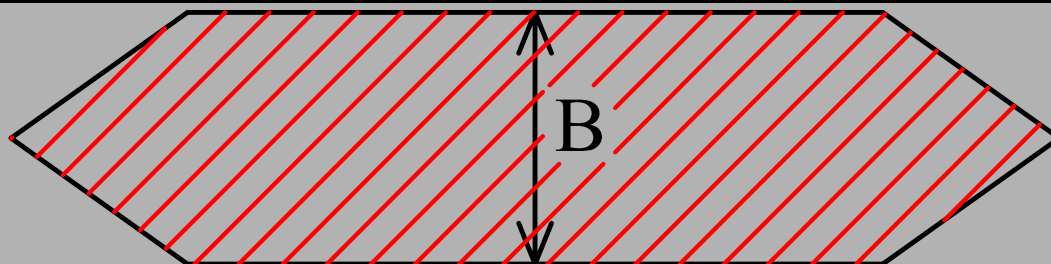
- Phân bố áp lực \rightarrow móng, chịu các lực nằm ngang theo phương dọc và ngang cầu.
- Thân trụ có thể được xây bằng đá, bằng bê tông và BTCT, tiết diện đặc hoặc rỗng.

- Hình dạng mặt cắt ngang thân trụ → ít cản trở dòng chảy → ít tạo nên các dòng xoáy ở gần trụ và giảm sự xói lở ở đáy sông. Ngoài ra, nó còn chịu các lực va chạm tàu bè, cây trôi vào mùa lũ...

Tiết diện HCN



Tiết diện Vát nhọn



Tiết diện bán nguyệt

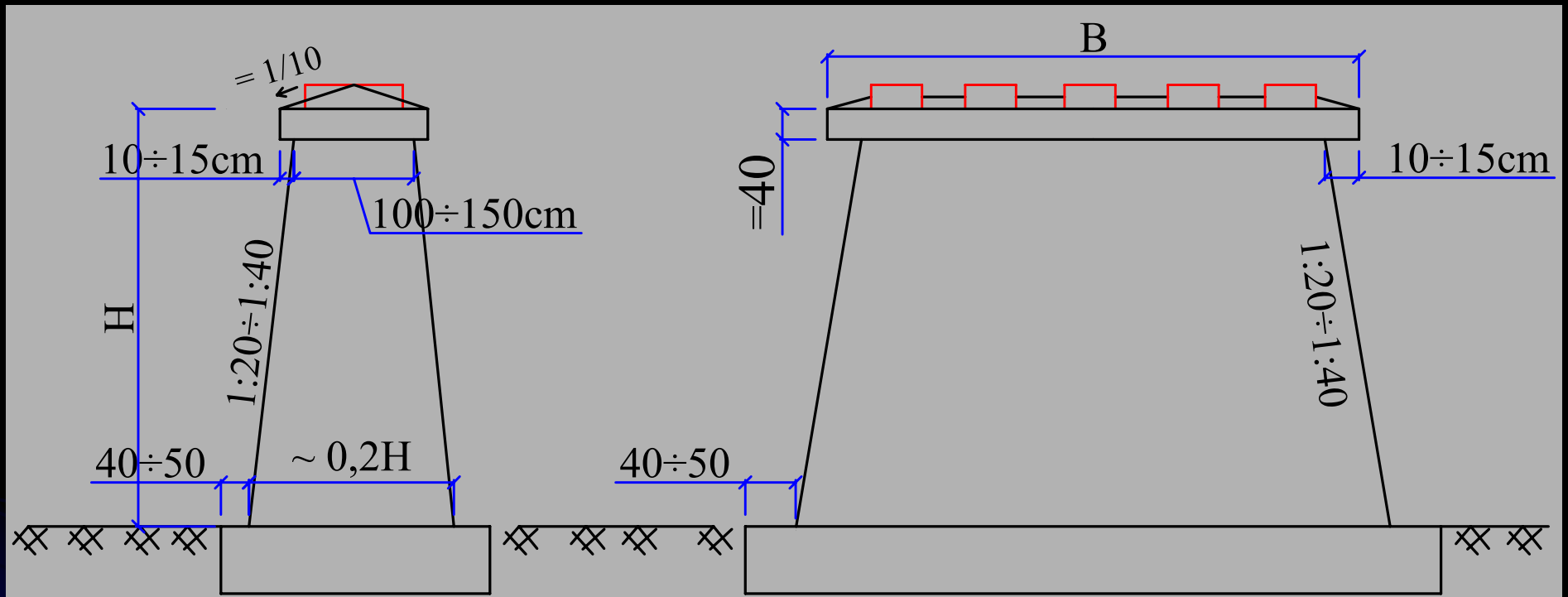
Tiết diện Vát nhọn+bán nguyệt

+ Bệ trụ:

- Có nhiệm vụ truyền tải trọng từ thân trụ → móng → nền đất
- Bệ trụ xây bằng đá, bê tông hoặc BTCT.
- Khi bệ trụ nằm ở nơi khô thì bệ trụ (mặt trên) thấp hơn mặt đất tự nhiên $\geq 0.5\text{m}$.
- Khi trụ nằm trong nước thì bệ trụ thường thấp hơn MNTN $\geq 0.5\text{m}$
- Kích thước bệ trụ phụ thuộc vào số lượng cọc và cách bố trí cọc.

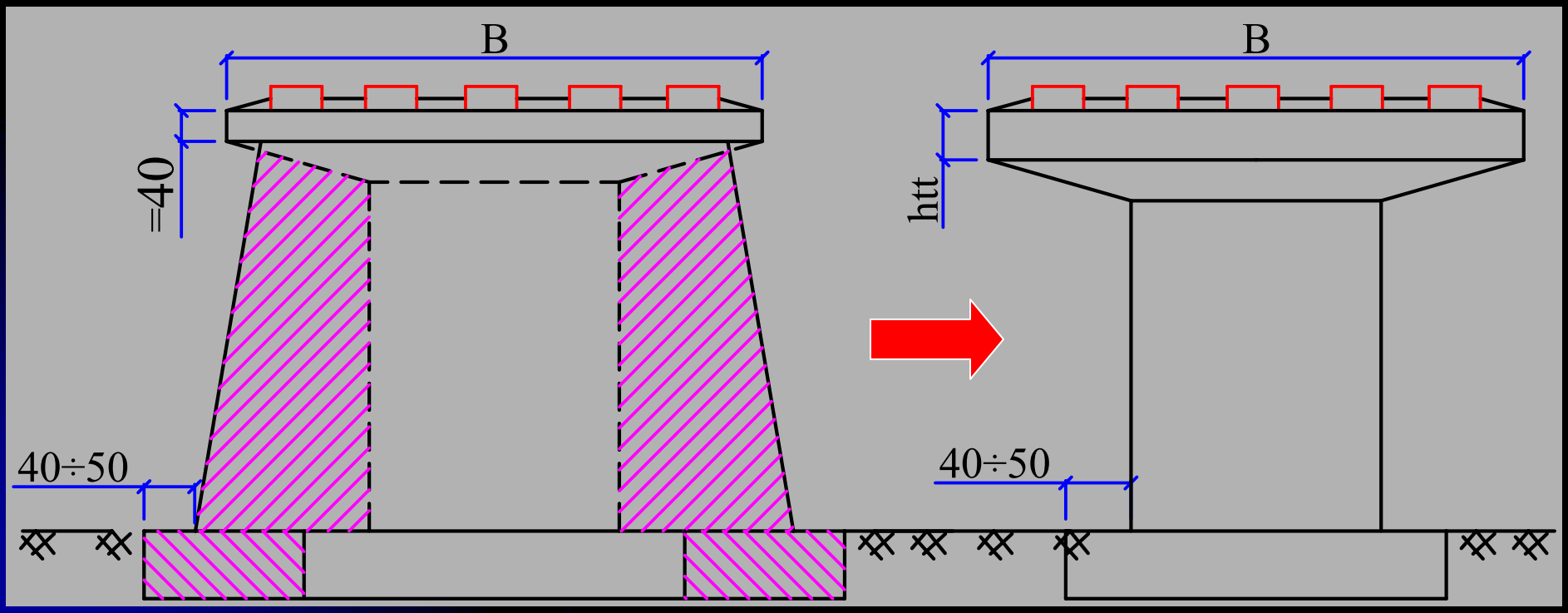
II. Cấu tạo một số loại trụ cầu:

1. Trụ nặng:



- Thân trụ có thể xây bằng đá, nhưng lớp đá ngoài cùng phải có khả năng chống phong hóa tốt.
- Thân trụ bằng bê tông \rightarrow bố trí cốt thép $\varnothing = 10 \div 14$; $a = 10 - 20 \text{ cm}$ \rightarrow chống co ngót, lực va chạm ...

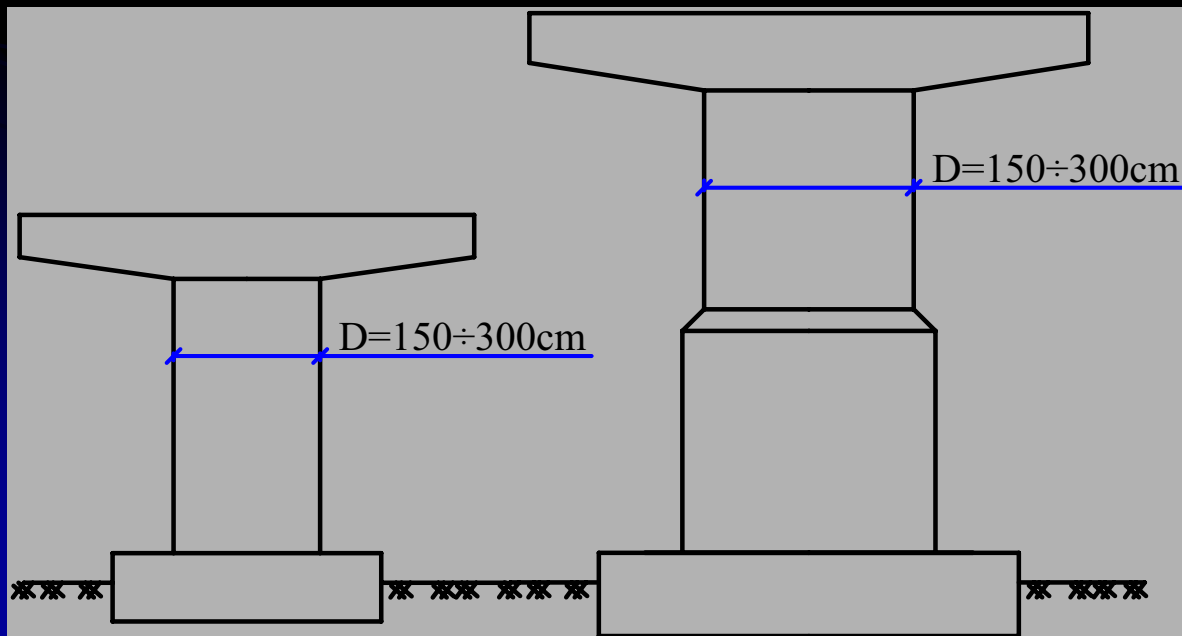
- + Trụ nặng sử dụng vật liệu khá lớn (bê tông) → bố trí thép vào thân trụ → thu hẹp kích thước thân trụ theo phương ngang cầu → **trụ thân hẹp**.
- + Chiều dài phần hẫng của trụ có thể từ $1.5 \div 3\text{m}$.
- + So với trụ nặng, nó có thể giảm được 40 đến 50% khối lượng vật liệu thân và bệ trụ, đáng vẽ mỹ quan hơn nhưng tốn nhiều cốt thép hơn.

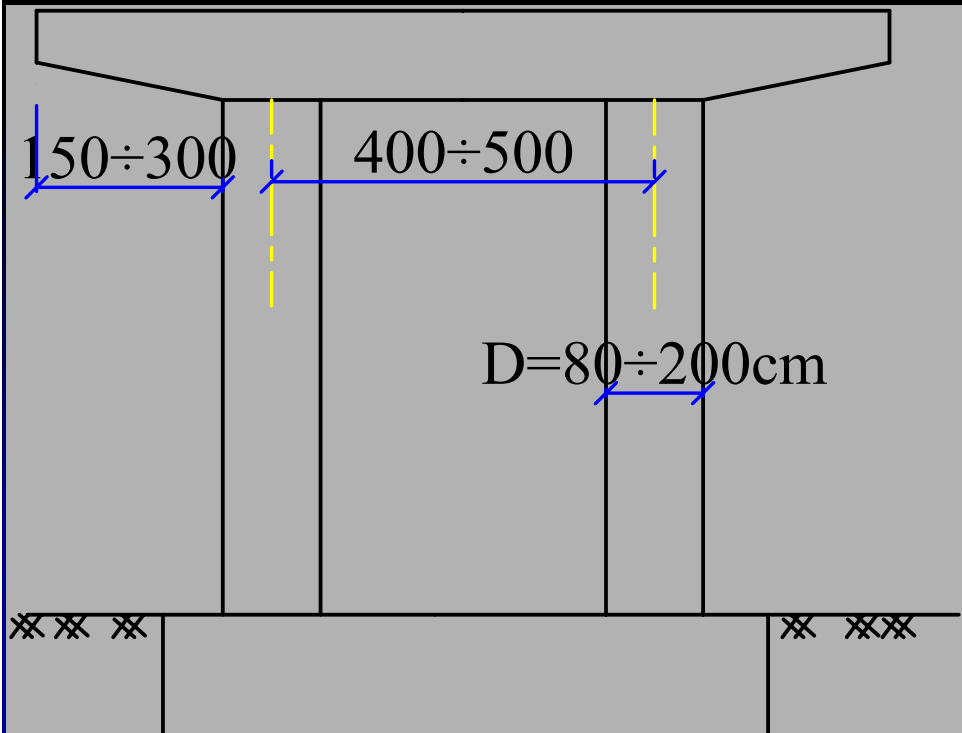


2. Trụ cột:

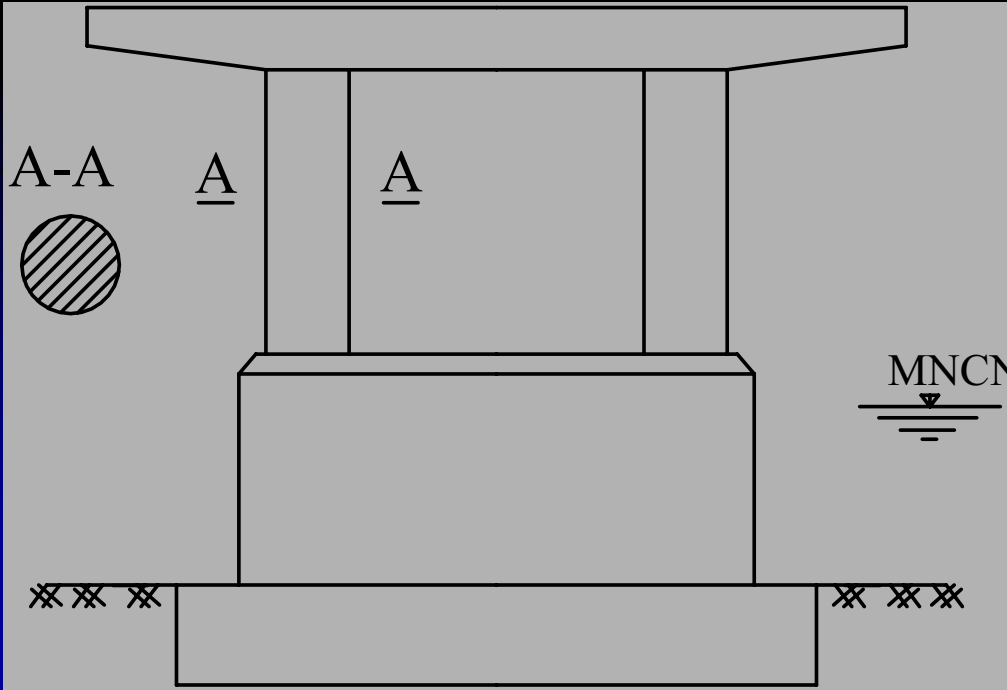
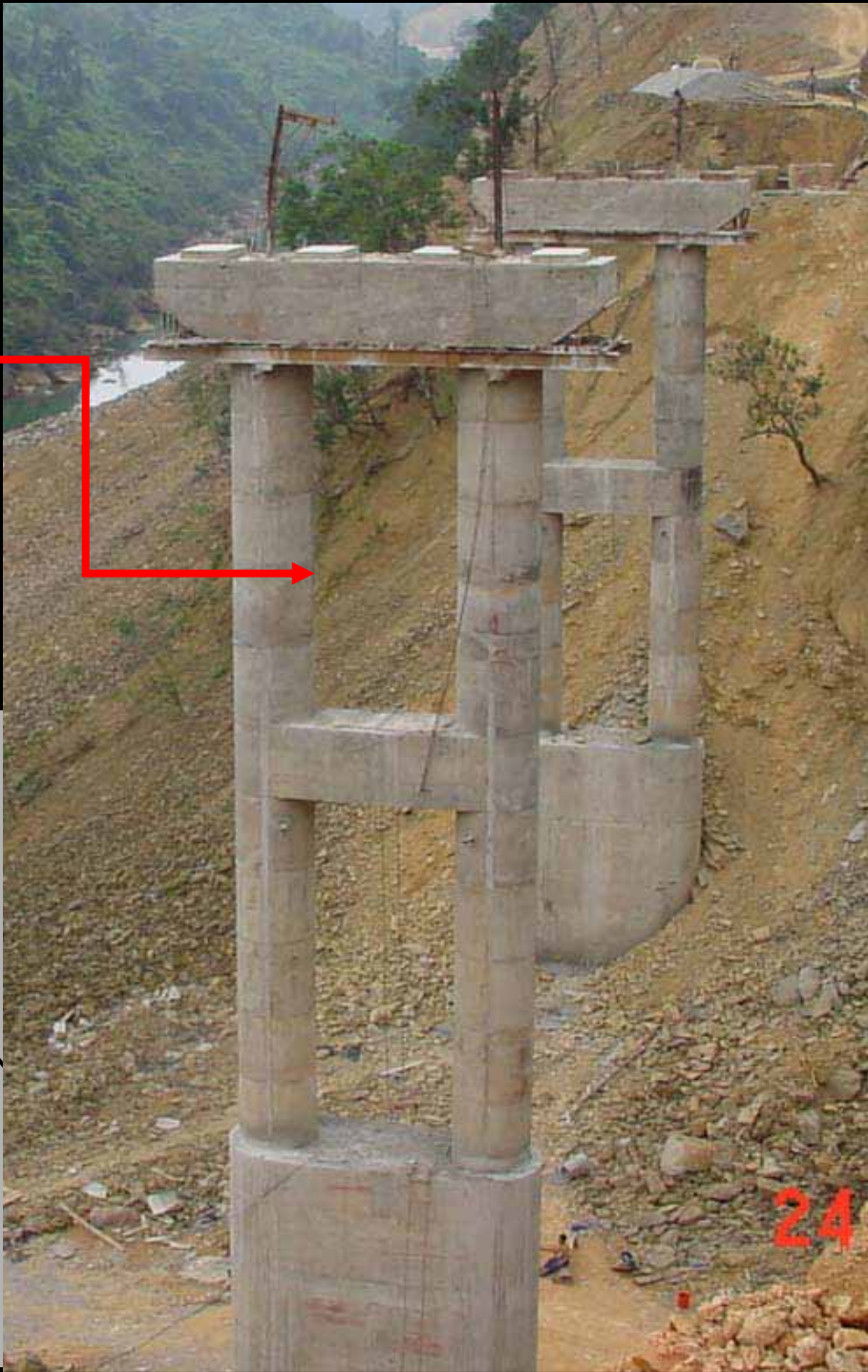
- Là loại có kết cấu thanh mảnh → tiết kiệm vật liệu nên được áp dụng rất rộng rãi. Thân trụ gồm các BTCT có tiết diện hình tròn, chữ nhật, dạng đặc hoặc rỗng.
- Số lượng cột phụ thuộc bề rộng cầu.

Cầu Milau – France: Cầu vượt thung lũng từ Pháp-Bỉ. Cầu dài 2460m rộng 32m - Trụ cột cao 340m





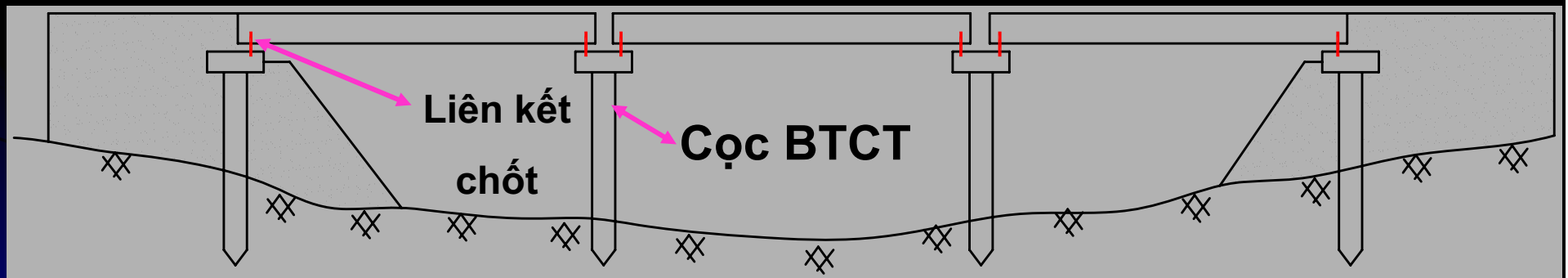
Cầu trụ cột
Trên Đường Hồ Chí Minh



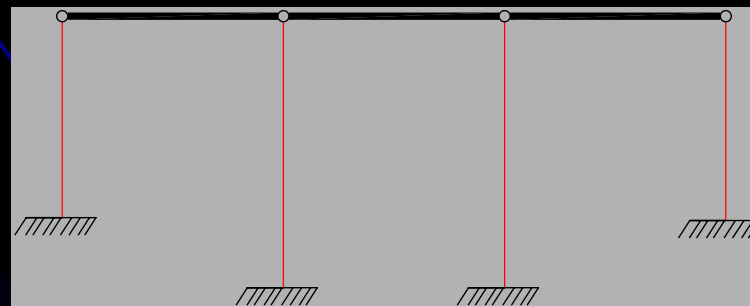
7.4. MỔ TRỤ DẼO

I. Khái niệm và sơ đồ tính:

1. Khái niệm: Thân mổ trụ dẽo có độ cứng nhỏ, KCN là những dầm đơn giản kê cố định trên xà mũ (liên kết chốt). Khi đó tải trọng nằm ngang theo phương dọc cầu (lực hãm xe, áp lực đất lên mố) sẽ phân phối cho các trụ theo tỷ lệ với độ cứng của chúng và biến dạng dọc trụ của được đảm bảo nhờ sự mềm dẽo của mổ trụ.

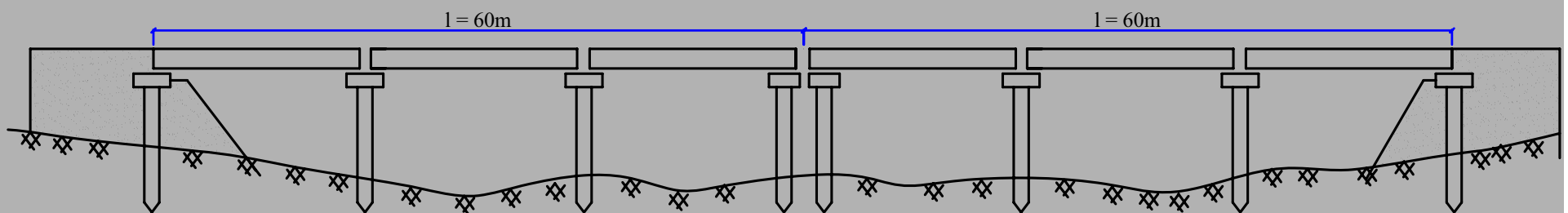
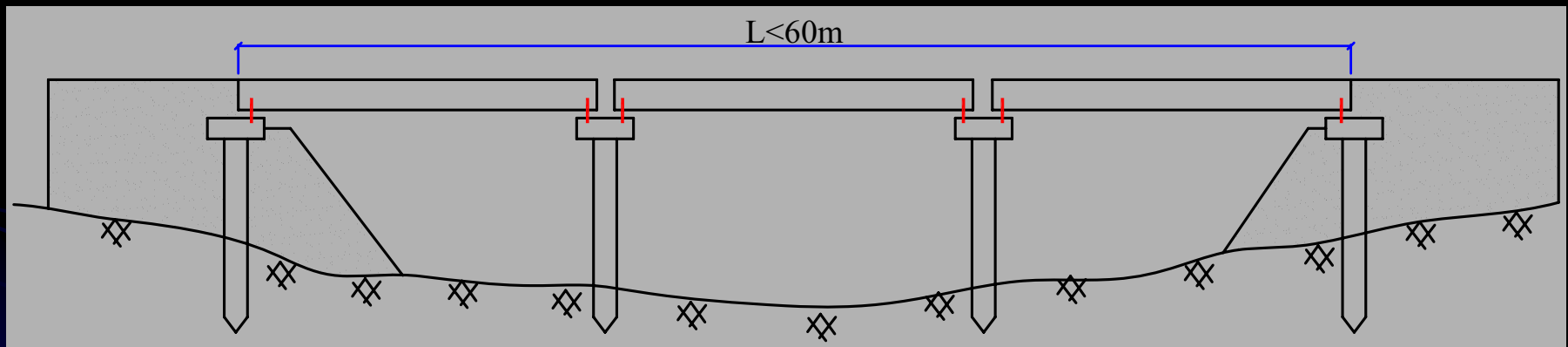


→ Sơ đồ tính:

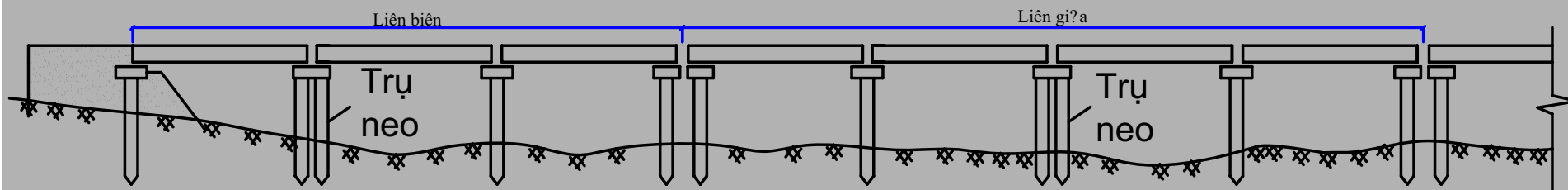


II. Cấu tạo mô trụ dể theo phương dọc cầu:

- Do các trụ cùng tham gia chịu lực với KCN → giữa độ cứng của trụ và $L_{nhịp}$ có quan hệ ảnh hưởng lẫn nhau.
- Để đảm bảo cho thân trụ đủ chịu lực, (chịu uốn) đồng thời vẫn giữ được độ mềm dẻo cần thiết → chiều dài tích lũy biến dạng của KCN $\leq 60m$ (thường $40 \div 45 m$)



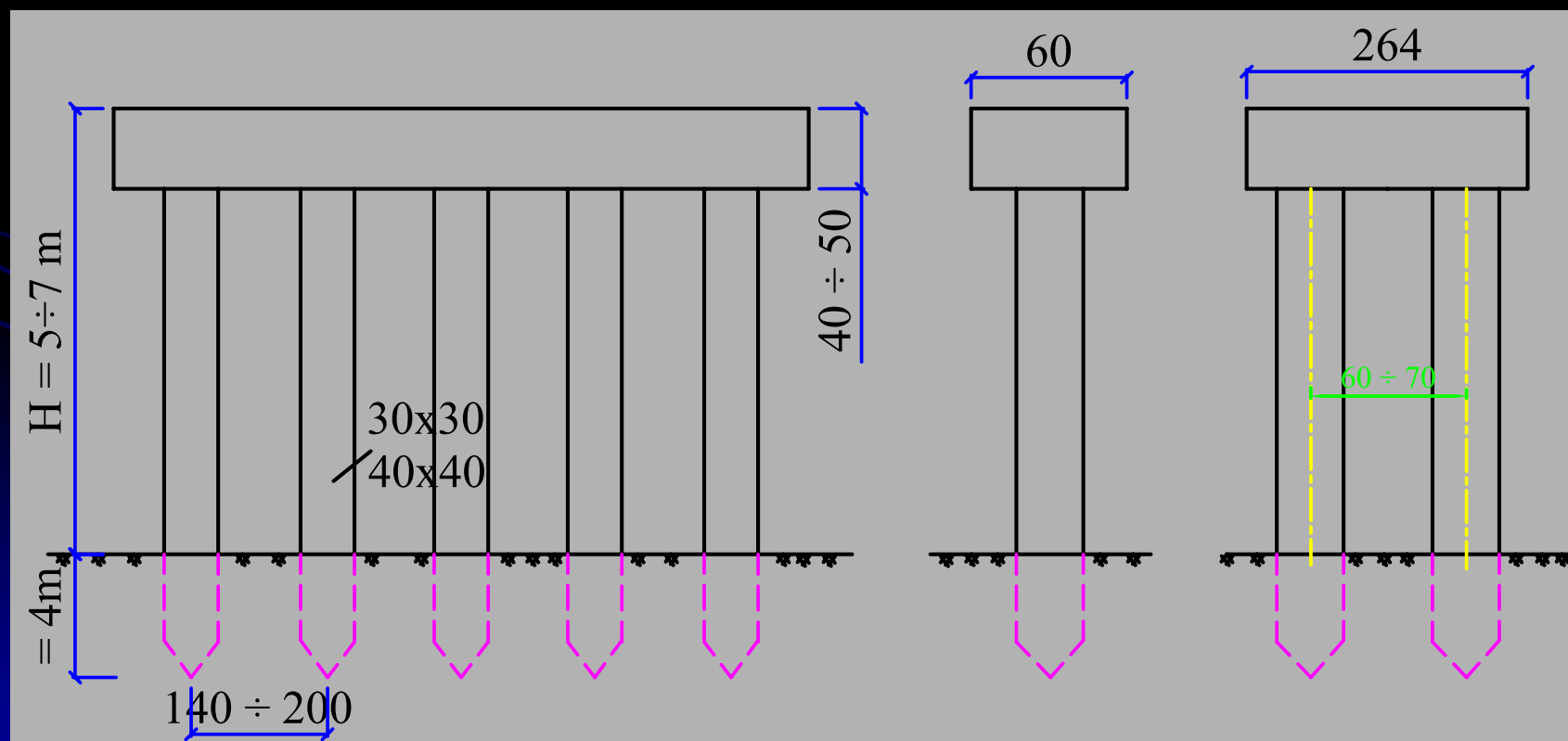
- Khi chiều cao trụ tương đối lớn, trong mỗi liên ta bố trí một trụ tăng cường độ cứng gọi là “Trụ neo”.



Cấu tạo mặt cắt ngang

Trụ dểo

Trụ neo



CHƯƠNG 8

TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG KẾT CẤU NHỊP CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP

8.1. TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG BẢN MẶT CẦU MÚT THỪA KẾT CẤU LẮP GHÉP

1.1 Tải trọng tác dụng:

* Tĩnh tải:

- Trọng lượng bản thân: g_1 ; $n_1=1.1$ ($\gamma=2.5T/m^3$)
- Trọng lượng các lớp mặt cầu, lan can, tay vịn:
 g_2 ; $n_2 = 1.5$ hoặc 0.9

.Lớp bê tông asphalt : ($\gamma=2-2.3T/m^3$)

.Lớp phòng nước : ($\gamma=1.5T/m^3$)

Khi tính toán có thể lấy trọng lượng riêng trung bình của các lớp mặt cầu:

$$\gamma = 1.8 (T/m^3)$$

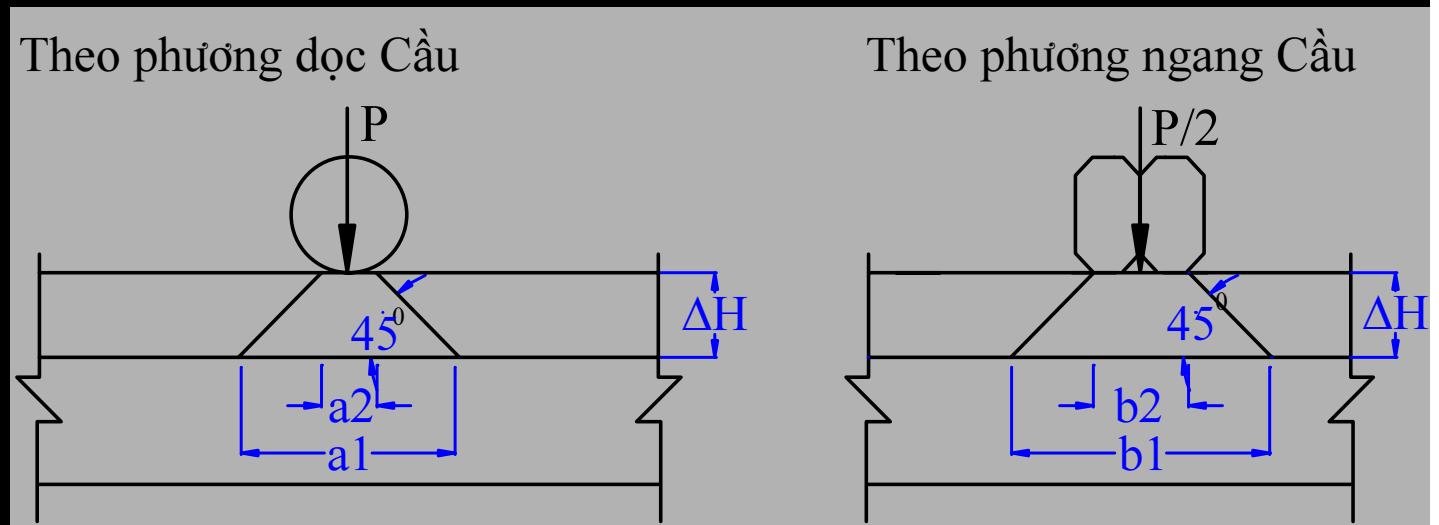
* Hoạt tải:

- Thường tính với bánh xe nặng của ô tô, xe xích HT60, xe đặc biệt HK80.

*Sự phân bố tải trọng bánh xe lên bản mặt cầu được xét như sau:

+Trường hợp đặt một bánh xe:

$$a_1 = a_2 + 2\Delta H$$
$$b_1 = b_2 + 2\Delta H$$



Trong đó:

$a_2 = 0.2\text{cm}$ lấy chung cho xe ô tô, HK80

$b_2 = 60\text{ cm}$: H30; $b_2 = 30\text{cm}$: H10;

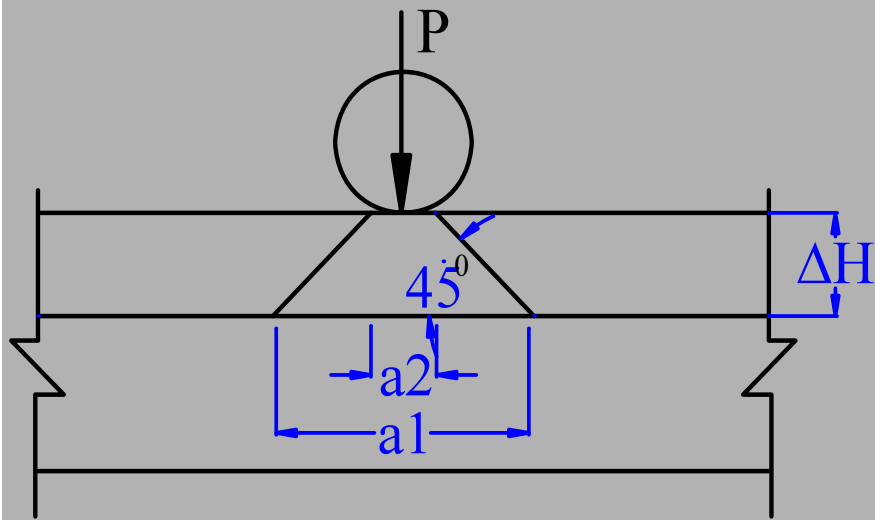
$b_2 = 40\text{cm}$: H13; $b_2 = 70\text{cm}$: HT60;

$b_2 = 80\text{cm}$: HK80.

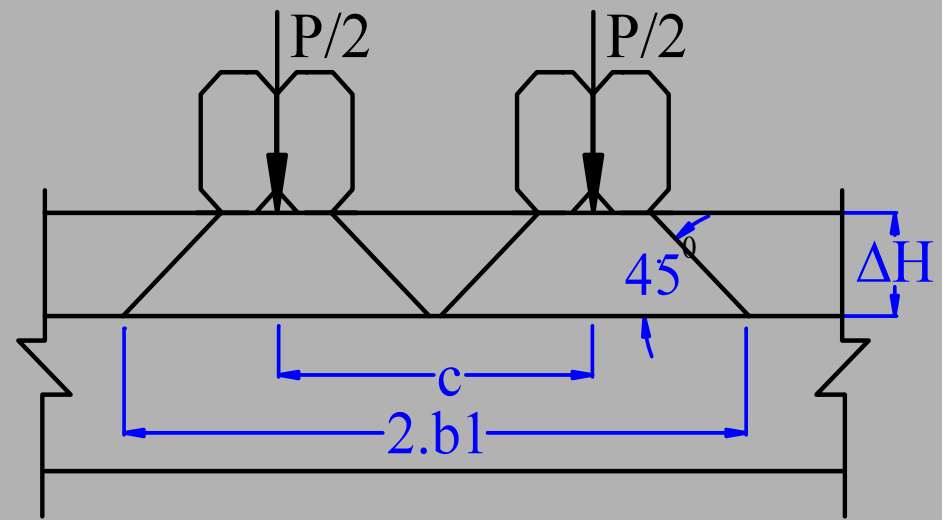
$a_1 \times b_1$: diện tích phân bố áp lực hoạt tải tác dụng lên bản.

+Trường hợp đặt hai bánh xe:

Theo phương dọc Cầu



Theo phương ngang Cầu



$$a_1 = a_2 + 2\Delta H$$

$$b_1 = b_2 + 2\Delta H$$

$$2b_1 = c + b_1 = c + b_2 + 2\Delta H$$

1.2. Tính nội lực của bản nút thừa trong KC lắp ghép:

* Nguyên lý tính toán:

- Nội lực được xác định trên 1m chiều rộng bản

- Lực tập trung của bánh xe $P/2$ được quy về tải trọng phân bố có giá trị là: P_0

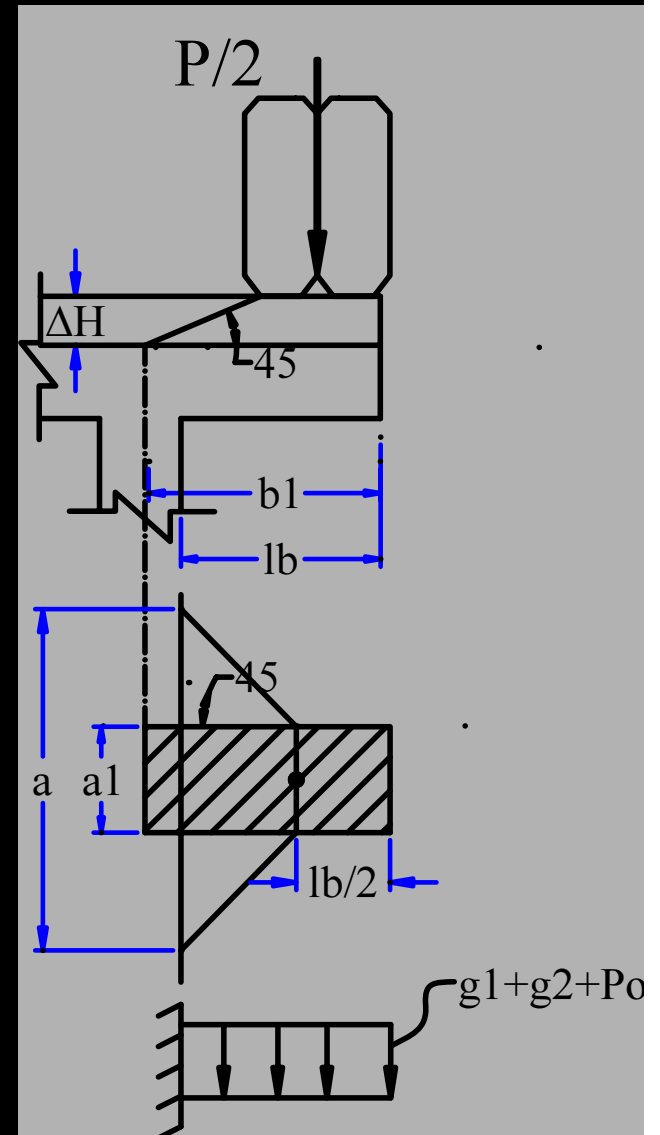
$$P_0 = \frac{P/2}{a * b_1}$$

$$b_1 = b_2 + \Delta H$$

$$a_1 = a_2 + 2\Delta H$$

$$a = a_1 + l_b$$

a: Chiều rộng làm việc của bản, xác định theo Trimosenco



Mô men tính toán tại tiết diện ngàm:

$$M^{tt} = (n_1 g_1 + n_2 g_2) \cdot \frac{l_b^2}{2} + n_h (1 + \mu) \cdot \frac{P_0 * l_b^2}{2}$$

Lực cắt tính toán tại tiết diện ngàm.

$$Q^{tt} = (n_1 g_1 + n_2 g_2) \cdot l_b + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot P_0 \cdot l_b$$

+Khi chiều rộng của cánh lớn áp lực do hoạt tải chỉ truyền xuống bản ta tính như sau:

$$b_1 = b_2 + \Delta H$$

$$a_1 = a_2 + 2\Delta H$$

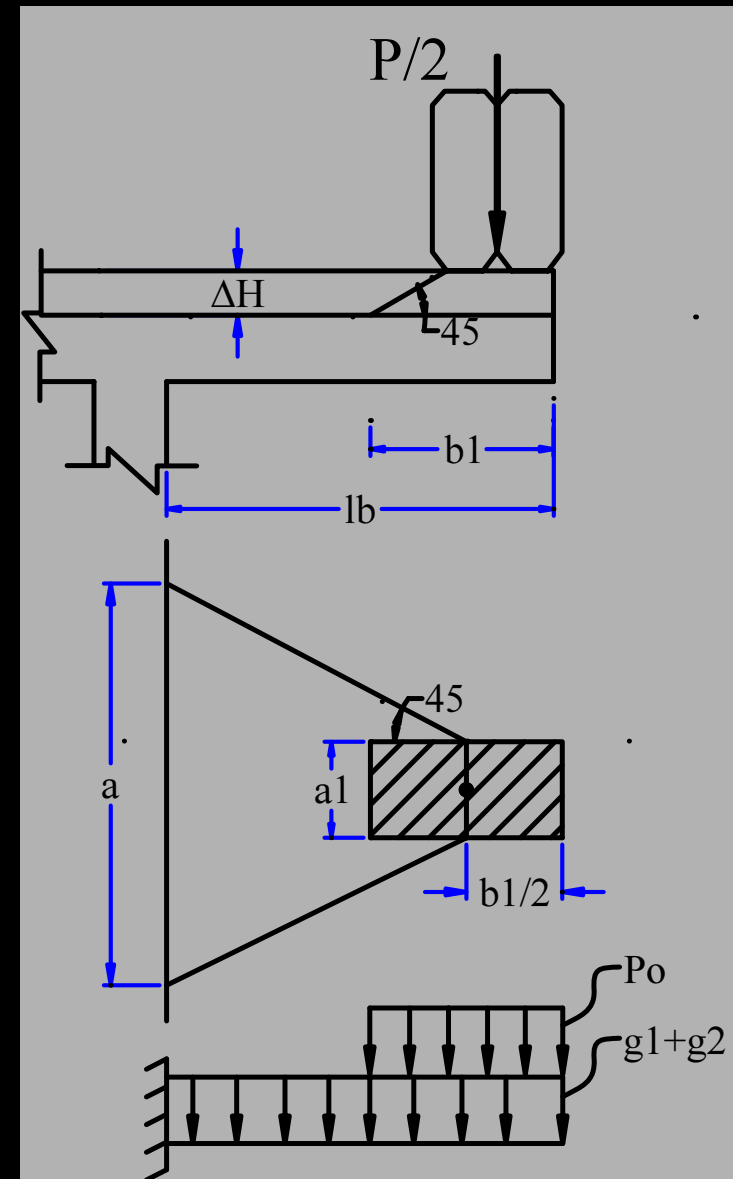
$$a = a_1 + 2l_b - b_1$$

Mô men tính toán tại ngàm:

$$M^{tt} = (n_1 g_1 + n_2 g_2) \cdot \frac{l_b^2}{2} + n_h (1 + \mu) \cdot P_o \cdot b_1 \cdot (l_b - b_1 / 2)$$

Lực cắt tính toán tại ngàm:

$$Q^{tt} = (n_1 g_1 + n_2 g_2) \cdot l_b + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot P_o \cdot b_1$$



8.2. TÍNH NỘI LỰC TRONG BMC MÚT THỪA KẾT CẦU TOÀN KHỐI

2.1. Xác định tải trọng tác dụng:

* Tĩnh tải:

- Trọng lượng bản thân bản mặt cầu :

g_1 (T/m) ; $n_t = 1.1$

- Trọng lượng các lớp mặt cầu :

g_2 (T/m) ; $n_t = 1.5$ hoặc 0.9

- Trọng lượng phần lề bộ hành :

g_{bh} (T/m) ; $n_t = 1.1$

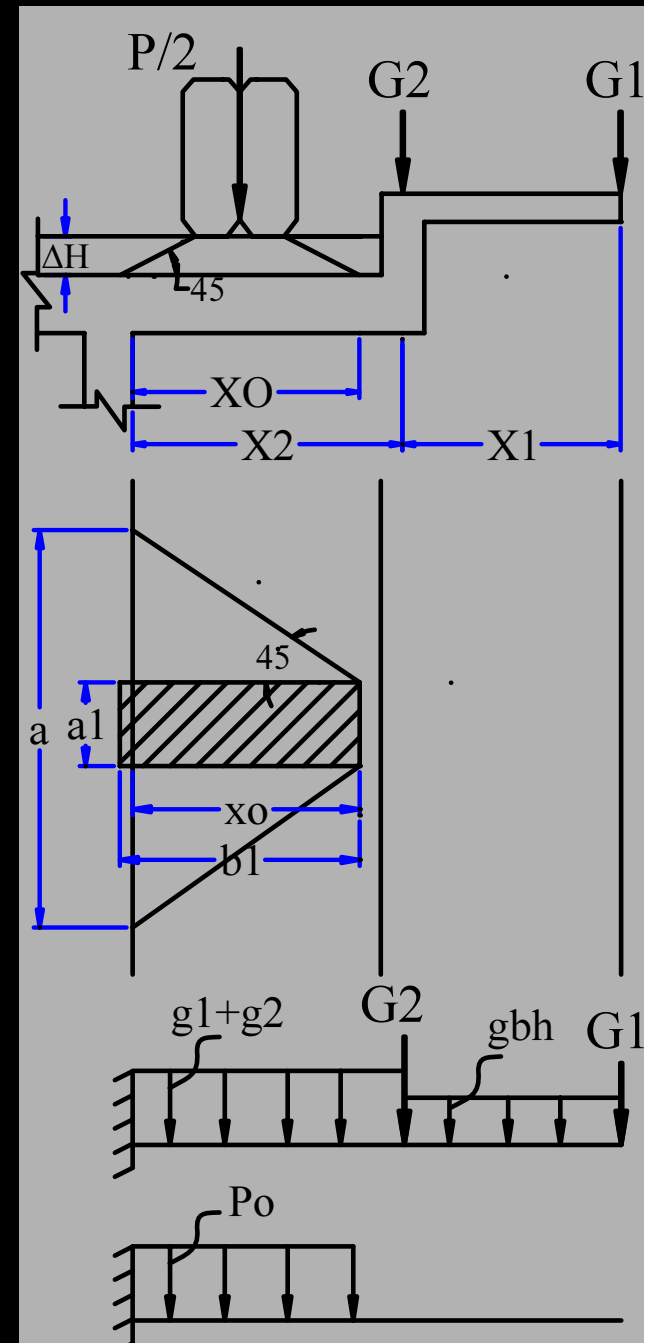
- Trọng lượng lan can, tay vịn :

G_1 (T) ; $n_t = 1.5$ hoặc 0.9

- Trọng lượng đá vữa :

G_2 (T) ; $n_t = 1.1$

Các tải trọng tĩnh tải tính cho 1m rộng của bản (theo phương dọc cầu)



*Nội lực tính toán do tĩnh tải gây ra:

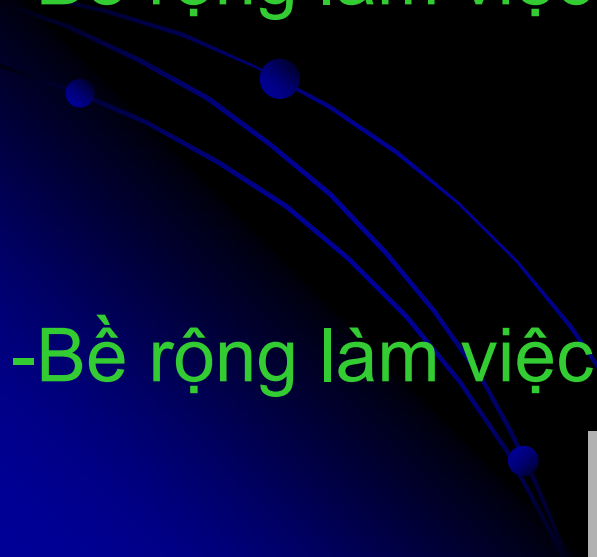
$$M_t^{tt} = (1.1 * g_1 + 1.5 * g_2) \cdot \frac{x_2^2}{2} + 1.1 * g_{bh} * x_1 \left(x_2 + \frac{x_1}{2} \right) + 1.5 * G_2 * x_2 + 1.1 * G_1 * x_1$$

$$Q_t^{tt} = (1.1 * g_1 + 1.5 * g_2) \cdot x_2 + 1.1 * g_{bh} * x_1 + 1.5 * G_2 + 1.1 * G_1$$

*Hoạt tải:

Theo Trimosenko sự làm việc của bản toàn khối tốt hơn so với bản lắp ghép → góc truyền ứng suất 45° xuất phát từ mép ngoài của diện đặt tải

-Bề rộng làm việc của bản theo phương dọc cầu:


$$a = a_1 + 2 \cdot x_o$$

$$a_1 = a_2 + 2 \cdot \Delta H$$

-Bề rộng làm việc của bản theo phương ngang cầu:

$$b_1 = b_2 + 2 \cdot \Delta H$$

-Cường độ phân bố của hoạt tải tác dụng lên bản:

$$P_o = \frac{P/2}{a.b_1}$$

-Nội lực tính toán do hoạt tải gây ra:

$$M_h^{tt} = n_h (1 + \mu) . P_o . \frac{x_o^2}{2}$$

$$Q_h^{tt} = n_h (1 + \mu) . P_o . x_o$$

→ Nội lực tổng cộng trong bản mặt cầu:

$$M^{tt} = M_t^{tt} + M_h^{tt}$$

$$Q^{tt} = Q_t^{tt} + Q_h^{tt}$$

+Khi chiều rộng của cánh lớn áp lực do hoạt tải chỉ truyền xuống bản ta tính như sau:

$$b_1 = b_2 + 2.\Delta H$$

$$a_1 = a_2 + 2.\Delta H$$

$$a = a_1 + 2l_b - b_1$$

Nội lực tính toán tại tiết diện ngàm do hoạt tải gây ra

$$M_h^{tt} = n_h (1 + \mu).P_o.b_1.(x_o - b_1 / 2)$$

$$Q_h^{tt} = n_h.(1 + \mu).P_o.b_1$$

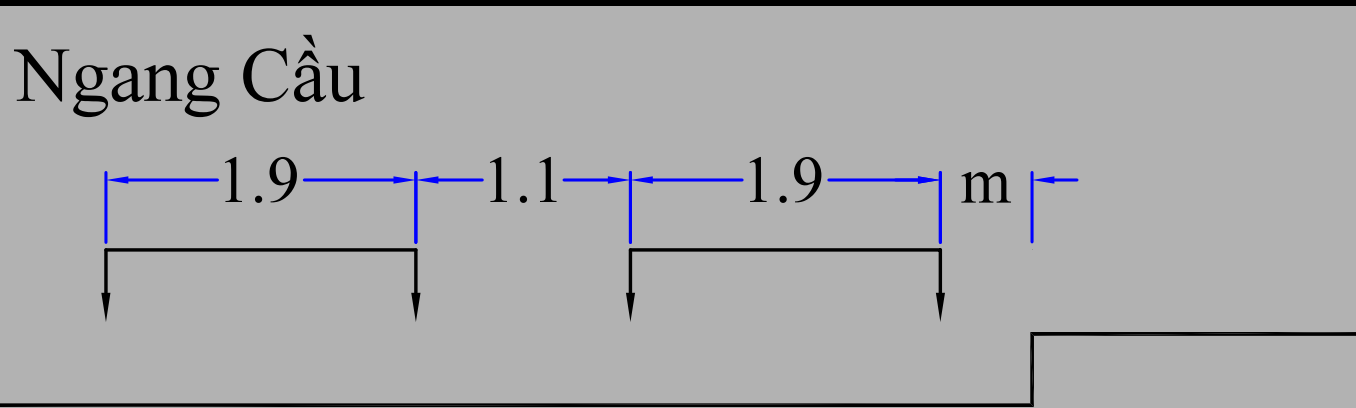
Lưu ý:

+Khi xếp hoạt tải phải đặt cách mép đá vữa một một đoạn nhất định là m phụ thuộc vào từng loại xe:

$m = 0.5m$: Xe H30,H18

$m = 0.6m$: Xe xích XB60

$m = 0.65 m$: Xe đặc biệt HK80



+Bề rộng làm việc của bản a :

$a \leq 1.2 m$: Đối với Xe đặc biệt HK80

$a = 1m$: Đối với xe xích XB60

8.3. TÍNH NỘI LỰC TRONG BẢN MẶT CẦU THEO SƠ ĐỒ BẢN KÊ HAI CẠNH CÓ NHỊP LÀM VIỆC VUÔNG GÓC VỚI PHƯƠNG XE CHẠY

3.1. Nguyên lý tính toán:

- Nội lực được xác định trên 1m chiều rộng bản
- Tính như dầm đơn giản rồi nhân với hệ số kể đến tính chất ngàm của nó (hệ số ngàm K)

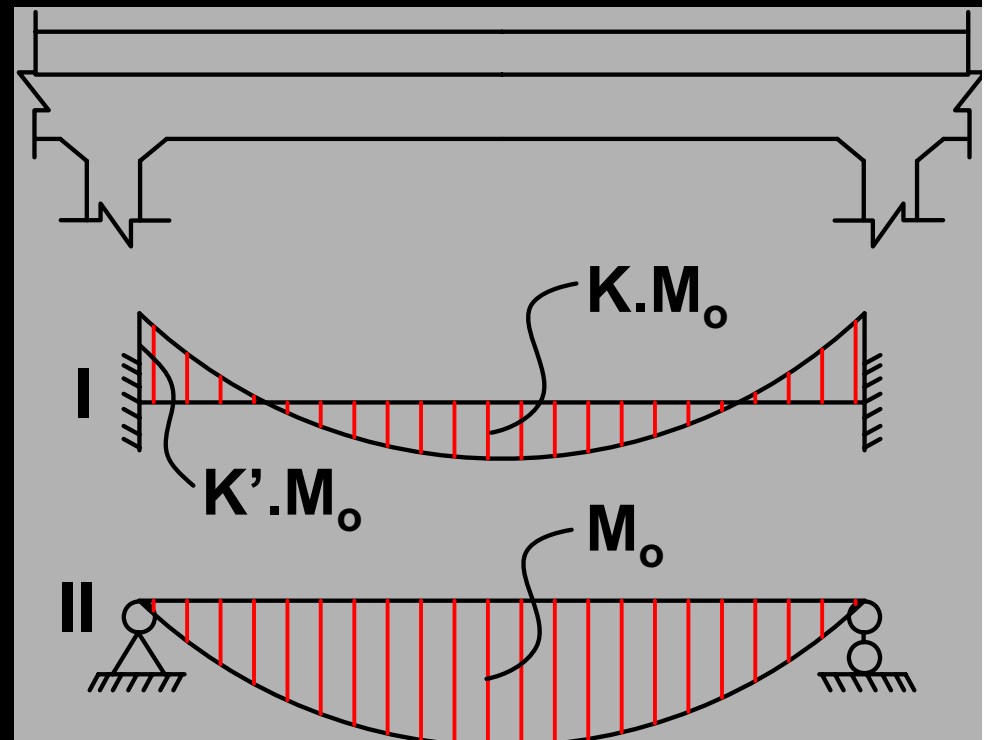
$$M = K.M_0$$

Trong đó:

M_0 : Mô men trong hệ II

M : Mô men trong hệ I

K : hệ số ngàm



3.2. Xác định mô men:

3.2.1. Trường hợp đặt một bánh xe:

+ Tải trọng tác dụng:

- Tĩnh tải bản thân bản : g_1 (T/m)

- Tĩnh tải CLMC : g_2 (T/m)

+ Hoạt tải:

$$a_1 = a_2 + 2.\Delta H$$

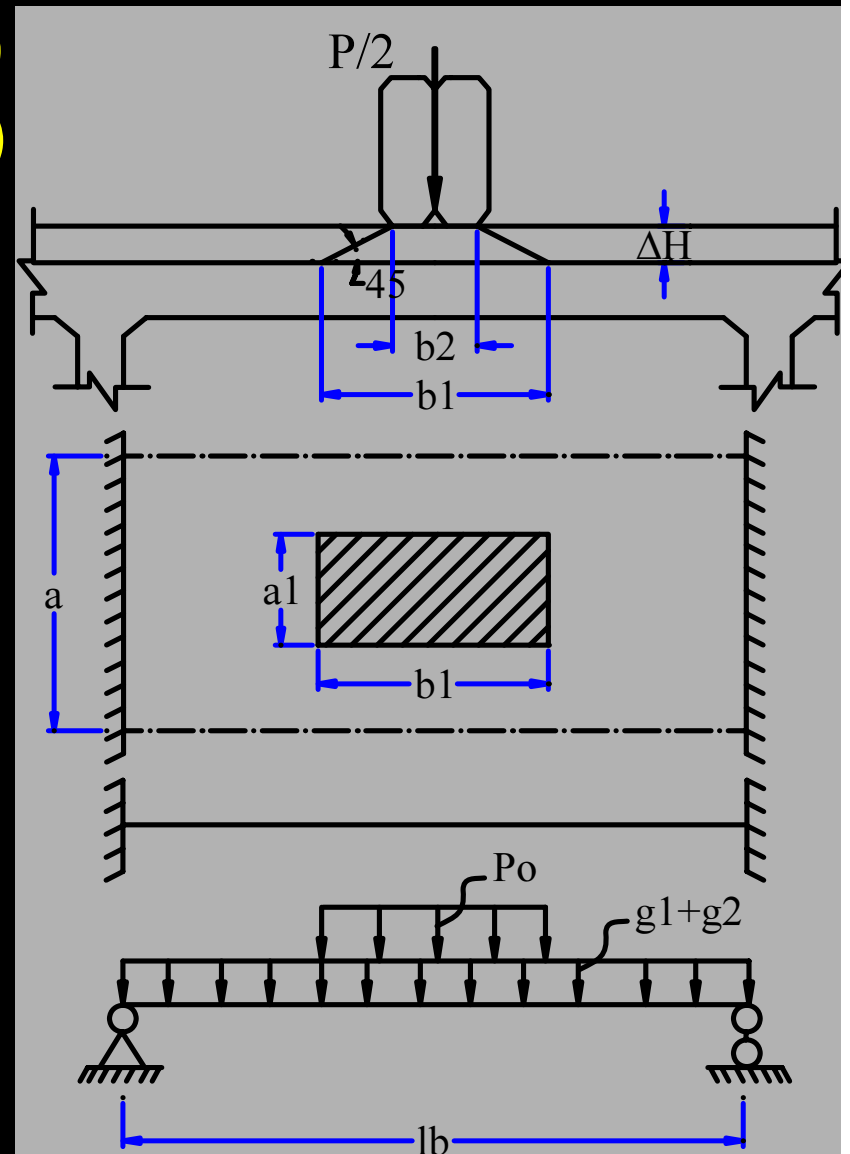
$$b_1 = b_2 + 2.\Delta H$$

Chiều rộng làm việc của bản

$$a = a_1 + \frac{l_b}{3}; a \geq \frac{2}{3} l_b$$

Cường độ phân bố của hoạt tải:

$$P_o = \frac{P/2}{a.b_1}$$



+Mô men tính toán tại giữa nhịp bản:

$$M_o^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_1 \cdot g_2) \cdot \frac{l_b^2}{8} + n_h (1 + \mu) \cdot \frac{P_o \cdot b_1}{4} \left(l_b - \frac{b_1}{2} \right)$$

Trong đó:

n_h : hệ số vượt tải của hoạt tải

$n_h = 1.4$: xe ô tô

$n_h = 1.1$: xe xích, xe nặng

$(1 + \mu)$: hệ số xung kích;

$(1 + \mu) = 1.3$: xe ô tô

$(1 + \mu) = 1$: xe xích, xe nặng

8.3.2.2. Trường hợp đặt hai bánh xe:

Ta coi hai vùng đặt tải đó sẽ tạo ra diện đặt tải chung có chiều dài là:

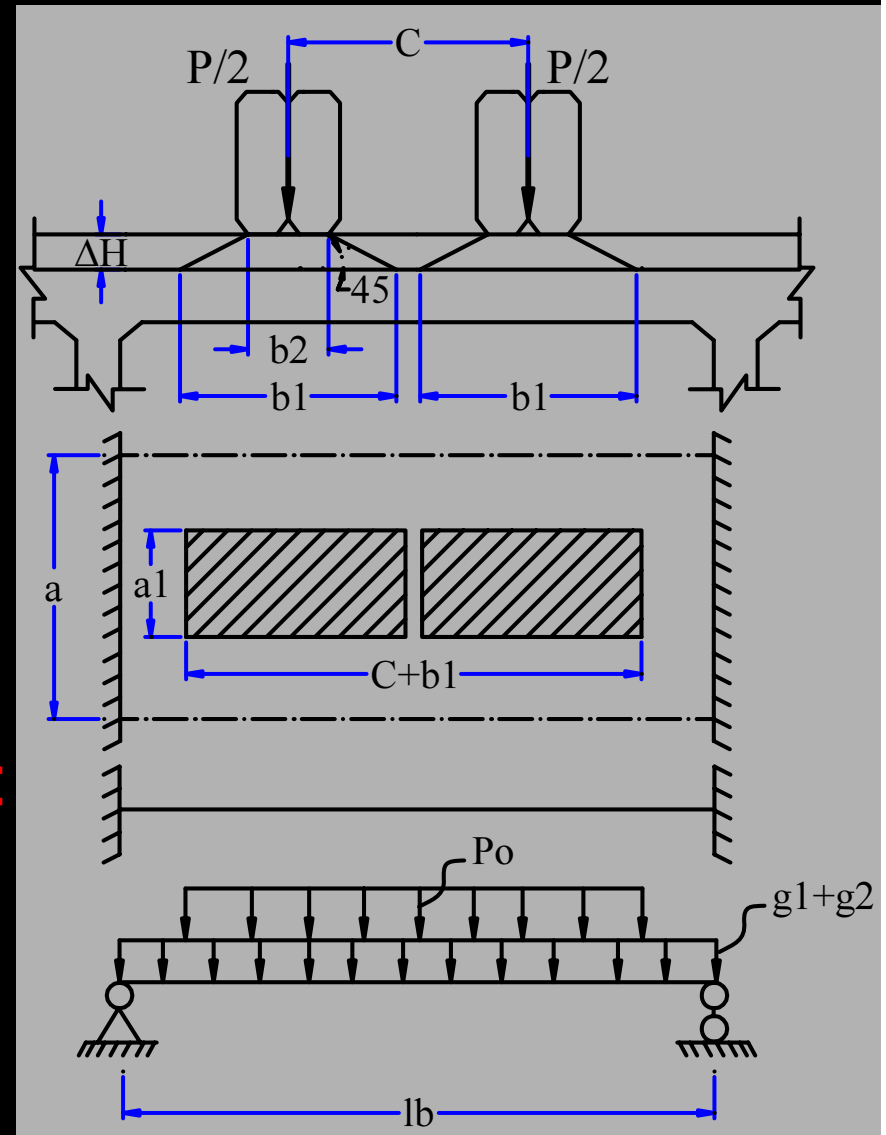
$$c + b_1 = c + b_2 + 2.\Delta H$$

$$a_1 = a_2 + 2.\Delta H$$

$$a = a_1 + \frac{l_b}{3} \geq \frac{2.l_b}{3}$$

+Khi ΔH dày hoặc l_b lớn diện đặt tải của hai trục bánh xe cách nhau 1.6m có thể trùng lên nhau ($a > 1.6m$), xác định a :

$$a = \frac{1}{2} \left(d + a_1 + \frac{l_b}{3} \right) \geq \frac{d}{2} + \frac{l_b}{3}$$



Cường độ phân bố của hoạt tải:

$$P_1 = \frac{P}{a.(c + b_1)}$$

Mô men tính toán tại giữa nhịp bản:

$$M_o^{tt} = (n_1.g_1 + n_1.g_2). \frac{l_b^2}{8} + n_h(1 + \mu). \frac{P_1.(c + b_1)}{4} \left(l_b - \frac{(c + b_1)}{2} \right)$$

8.3.2.3. Xác định hệ số ngàm K:

Hệ số ngàm K phụ thuộc vào sơ đồ tĩnh học của bản và hệ số n xác định như sau:

$$n = \frac{0.001D.l_b^3}{G.I_x} (cm^2)$$

Trong đó:

$$D = \frac{E \cdot h_b^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \text{ (kg.cm)} \quad \text{:Độ cứng trụ của bản}$$

$$I_x = \frac{1}{3} \sum_1^n \left(\frac{a_i}{\delta_i} - 0.63 \right) \cdot \delta_i^4 \text{ (cm}^4\text{)} \quad \text{:Mô men chống xoắn của dầm}$$

$a_i; \delta_i$: Bề rộng và chiều cao của các tiết diện hình chữ nhật của dầm.

$G = 0.435 \cdot E \text{ (kg/cm}^2\text{)}$: Mô đun chống trượt của vật liệu

Sau khi xác định được n , tra bảng xác định được hệ số ngàm K theo bảng 18-trang 104 – Sách TK Cầu BTCT & Cầu Thép – N.I.Polivanov

Loại bản	Tiết diện tính toá n	n (cm ²)					
		<30		30-100		>100	
		Mo men tính toán so với M_0					
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Bản liên tục	Tại dầm giữa	-0.8	0.25	-0.8	0.25	-0.8	0.25
	Tại dầm biên	-0.8		-0.65		-0.5	
	Ở giữa nhịp	-0.25	0.5	-0.25	0.6	-0.25	0.7
Bản một nhịp	Tại dầm	-0.8		-0.65		-0.5	
	Ở giữa nhịp		0.5		0.6		0.7

+ Trong tính toán sơ bộ có thể lấy hệ số ngàm K như sau:

* Tại tiết diện giữa nhịp

$K = 0.5$: khi $h_b/h_d \leq 1/4$;

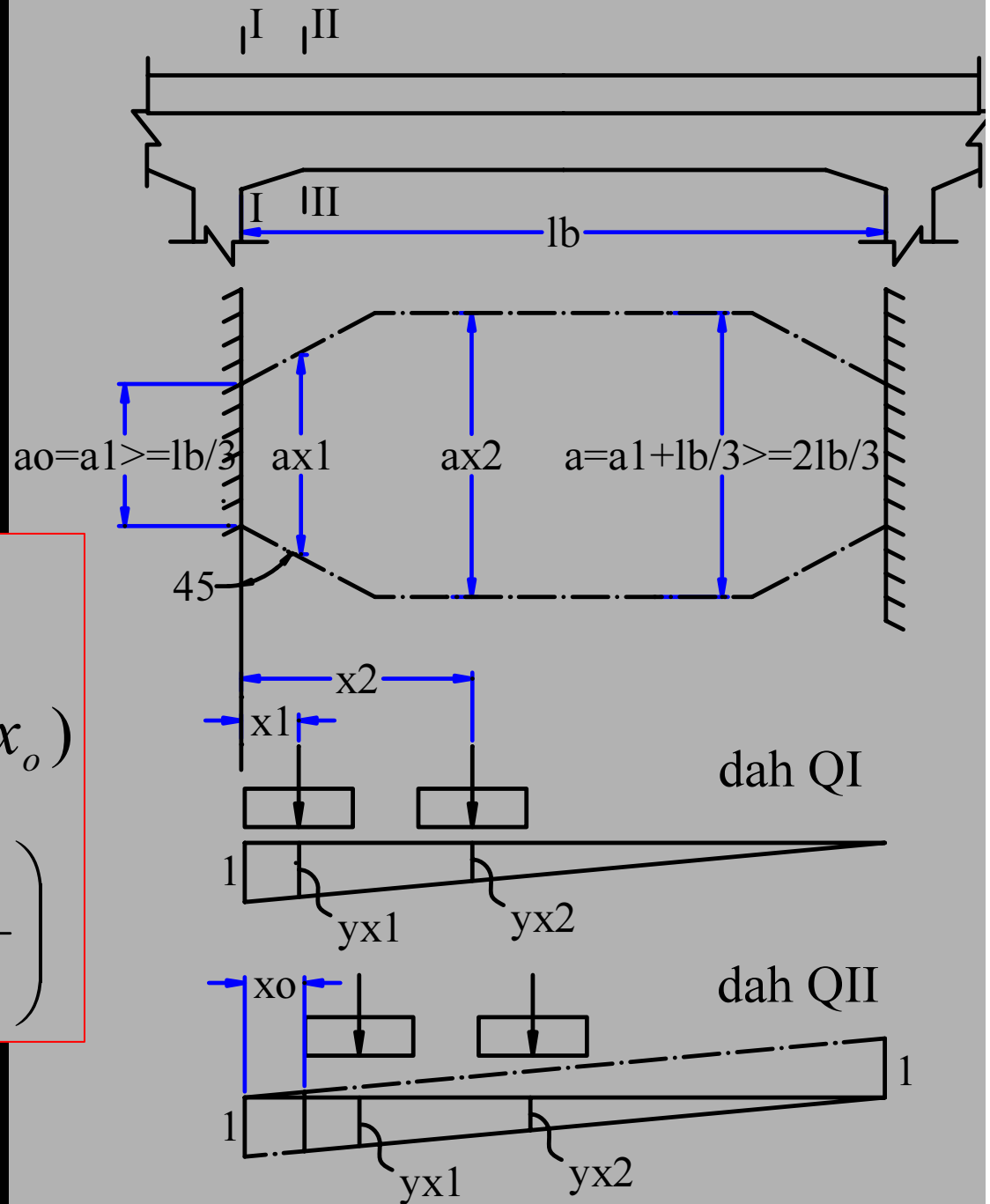
$K = 0.7$: khi $h_b/h_d > 1/4$; bản kê trên dầm thép.

* Tại tiết diện gối: $K = -0.7$

8.3.3. Xác định Lực cắt:

Bản được coi như dầm đơn giản, để xác định lực cắt ta dùng đường ảnh hưởng + Lực cắt tính toán:

$$\begin{aligned}
 Q^{tt} &= Q_t^{tt} + Q_h^{tt} \\
 &= (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \cdot \left(\frac{l_b}{2} - x_o \right) \\
 &\quad + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \frac{P}{2} \sum \left(\frac{y_x}{a_x} \right)
 \end{aligned}$$



8.4. TÍNH NỘI LỰC TRONG BẢN MẶT CẦU THEO SƠ ĐỒ BẢN KÊ HAI CẠNH CÓ NHỊP LÀM VIỆC SONG SONG VỚI PHƯƠNG XE CHẠY

8.4.1. Nguyên lý tính toán:

- Trường hợp này thường gặp ở kết cấu bản mặt cầu chỉ kê lên dầm ngang, nhịp của loại bản này thường khá lớn (3-4m)

- Bề dài tải trọng theo chiều dọc của nhịp trong trường hợp này tương đối nhỏ nên có thể xem như những lực tập trung khi tính toán

- Nội lực được xác định trên 1m chiều rộng bản

- Tính như dầm đơn giản rồi nhân với hệ số kể đến tính chất ngàm của nó (hệ số ngàm K)

$$M = K.M_0$$

$$x_o = \frac{l_b}{2} - \frac{d}{4}$$

d: k/cách hai trục xe theo phương dọc cầu
(H30: d = 1.6m)

Mô men tính toán lớn nhất trong dầm đơn giản do tĩnh tải và hoạt tải gây ra (hoạt tải H30):

$$M_o^{tt} = (n_1 g_1 + n_2 g_2) \frac{x_o (l_b - x_o)}{2} + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \frac{P}{2 \cdot b} (y_1 + y_2)$$

Trong đó:

$$y_1 = x_o \cdot \frac{(l_b - x_o)}{l_b} \quad ; \quad y_2 = x_o \cdot \frac{(3x_o - l_b)}{l_b}$$

Chú ý:

+Khi hoạt tải là xe đặc biệt HK80 → M_{\max} tại giữa nhịp
→ số trục xe xếp được lên đah khá nhiều (có thể xếp gần vào trong gối) → bề rộng làm việc của bản phải tính riêng với từng trục xe.

Mô men lớn nhất tại giữa nhịp:

$$M_o^{tt} = (n_1 g_1 + n_2 g_2) \frac{l_b^2}{8} + n_h \cdot \left(\frac{P}{2 \cdot b} \cdot \frac{l_b}{4} + 2 \cdot \frac{P}{2 \cdot b'} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{l_b}{2} - 1.2 \right) \right)$$

Trong đó:

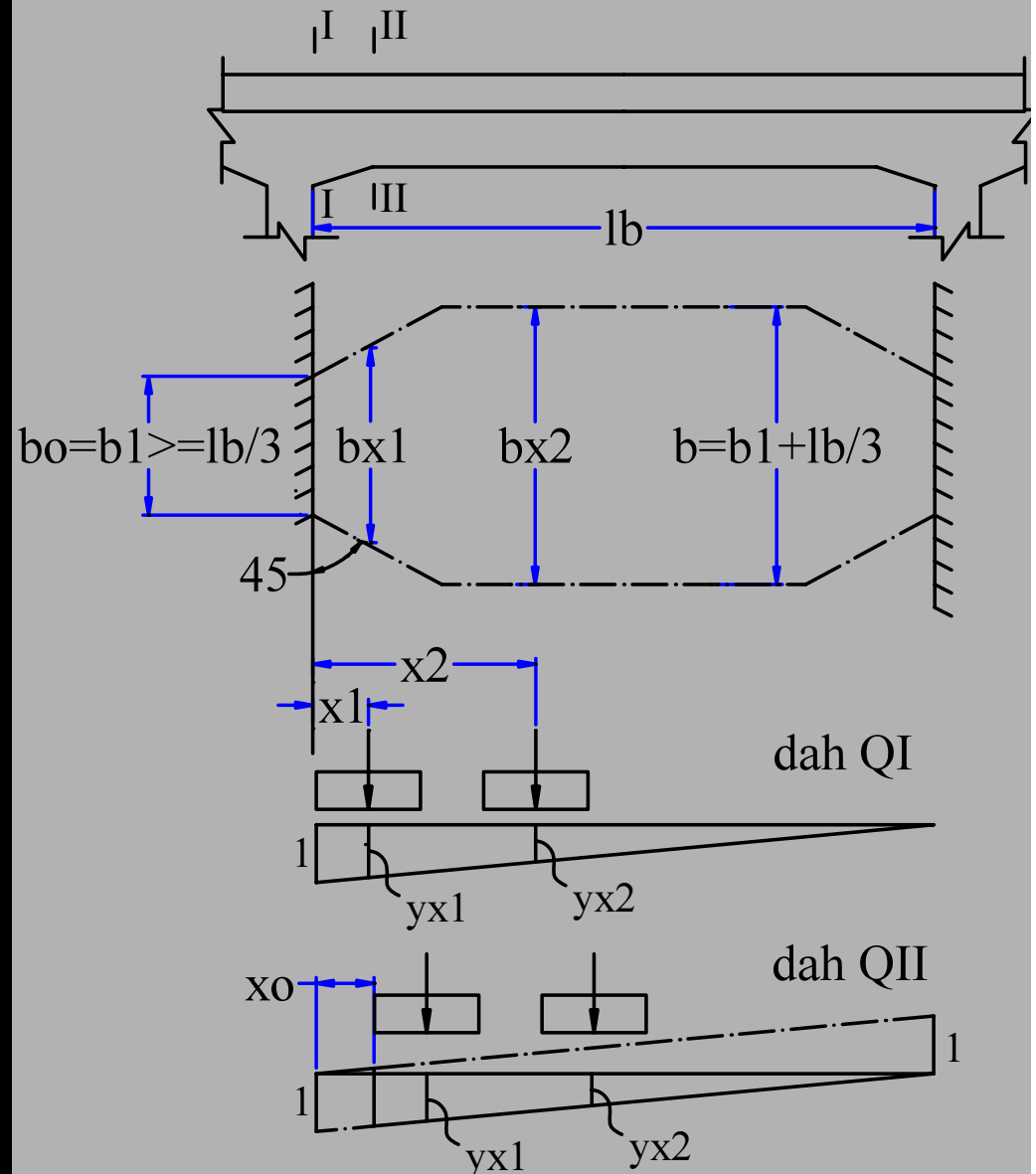
b, b' : bề rộng làm việc ứng với vị trí xếp xe lên đah (giả thuyết nhịp bản chỉ xếp đối xứng được 3 trục xe HK80)

+Nhân với K → M trong sơ đồ làm việc thực tế của bản.
Cách xác định K tương tự như khi tính bản kê hai cạnh có nhịp làm việc vuông góc phương xe chạy.

8.4.3. Xác định lực cắt:

Bản được coi như dầm đơn giản, để xác định lực cắt ta dùng đường ảnh hưởng + Lực cắt tính toán:

$$\begin{aligned} Q^{tt} &= Q_t^{tt} + Q_h^{tt} \\ &= (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \cdot \left(\frac{l_b}{2} - x_o \right) \\ &\quad + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \frac{P}{2} \sum \left(\frac{y_x}{b_x} \right) \end{aligned}$$



8.5. TÍNH NỘI LỰC TRONG BÀN MẶT CẦU THEO SỐ ĐỒ BẰN KÊ BỐN CẠNH

8.5.1. Nguyên lý tính toán:

- **Bản làm việc theo hai phương.**
- Nội lực được xác định trên 1m chiều rộng bản theo hai phương (tách 1m theo phương dọc và ngang cầu)
- Tính như dầm đơn giản rồi nhân với hệ số kể đến tính chất ngàm ở hai đầu.

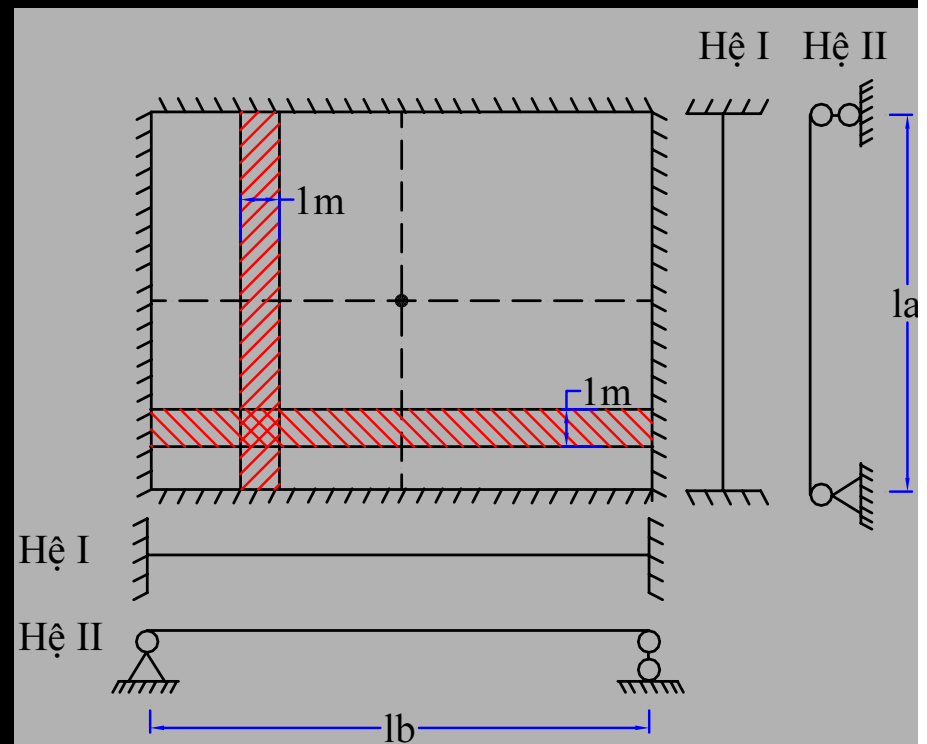
$$M = K.M_0$$

Trong đó:

M_0 : Mô men xác định trong hệ II

M : Mô men trong hệ I

K : số kể đến tính chất ngàm ở hai đầu



8.5.2. Xác định mô men:

+ Xét bản kê 4 cạnh chịu tải trọng P như hình vẽ.

+ Theo B.G.Galerkin sẽ gây ra mô men theo các phương trong hệ II xác định như sau:

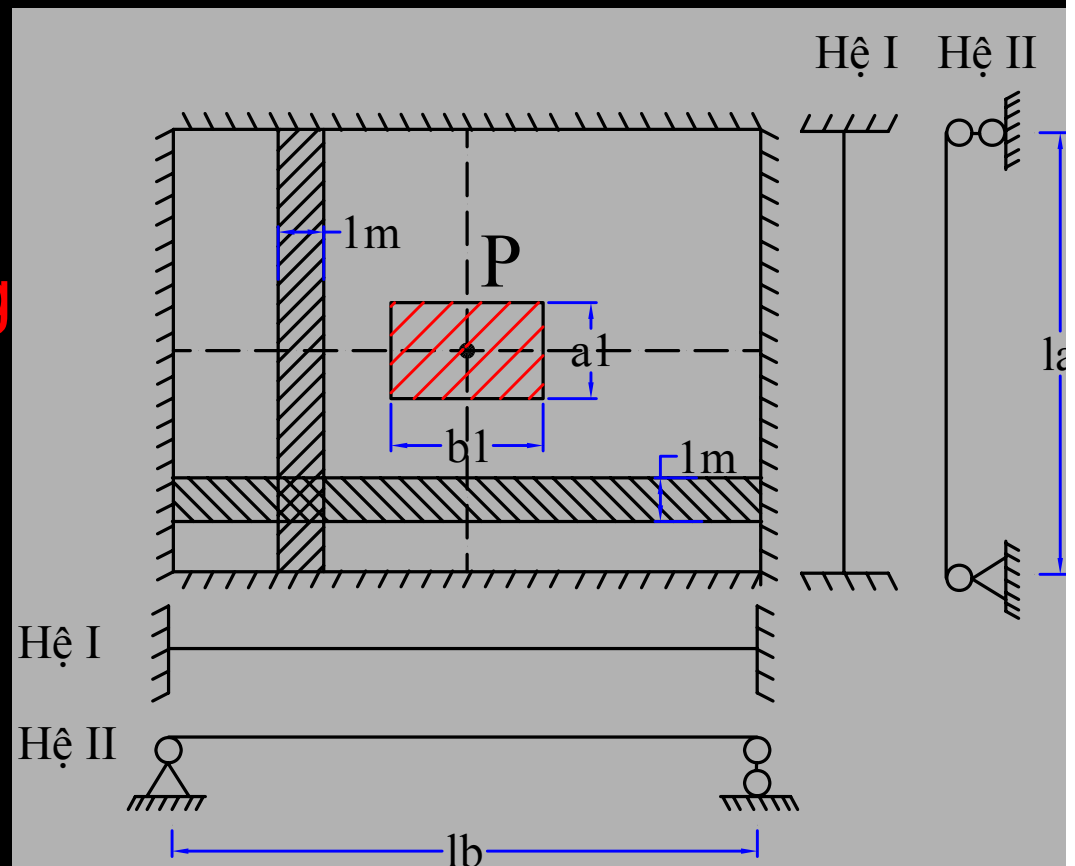
$$M_a = \alpha \cdot P$$

$$M_b = \beta \cdot P$$

Trong đó:

α, β : là các hệ số tra bảng
(Phụ lục 12-.I.Polivanov)
phụ thuộc vào các tỷ số :

$$\frac{l_b}{l_a}; \frac{b_1}{l_a}; \frac{a_1}{l_a}$$



+Mô men do tĩnh tải:

Trường hợp đặc biệt khi tải trọng $P = q \cdot l_a \cdot l_b$ (q : trọng lượng bản / 1m^2) phân bố trên diện tích : $a_1 = l_a$; $b_1 = l_b$

Chú ý:

*Khi tải trọng đặt không đúng tâm của bản, áp dụng nguyên lý cộng tác dụng \rightarrow mô men cần tìm.

+Trường hợp tải trọng không đúng tâm như sau:

$$M_a = \alpha_m \cdot P_m - \alpha_n \cdot P_n$$

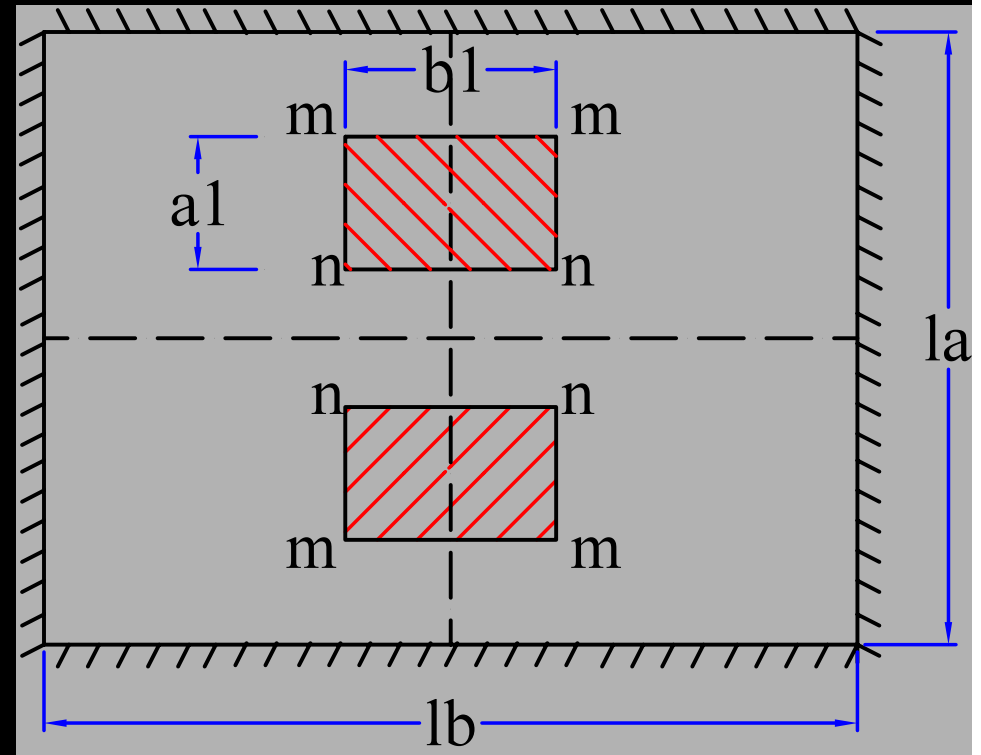
$$M_b = \beta_m \cdot P_m - \beta_n \cdot P_n$$

Trong đó:

$\alpha_m; \beta_m$: tra bảng ứng với mmmm

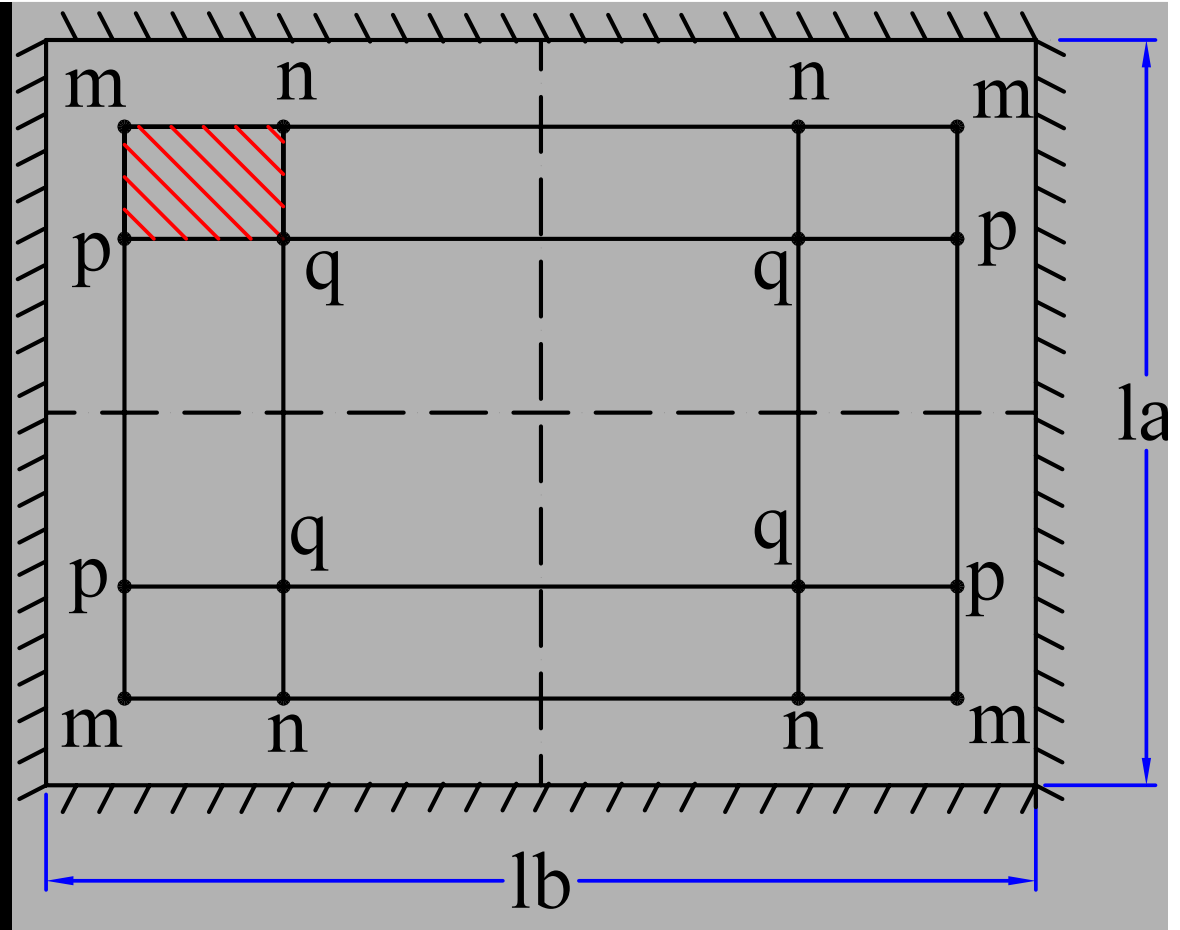
$\alpha_n; \beta_n$: tra bảng ứng với nnnn

$P_m; P_n$: tải trọng ứng với
mmmm; nnnn



+Trường hợp tải trọng lệch tâm như hình sau:

+Mô men phân phối cho các phương:



$$M_a = \frac{1}{4} (\alpha_m \cdot P_m - \alpha_n \cdot P_n - \alpha_p \cdot P_p + \alpha_q \cdot P_q)$$

$$M_b = \frac{1}{4} (\beta_m \cdot P_m - \beta_n \cdot P_n - \beta_p \cdot P_p + \beta_q \cdot P_q)$$

Chú ý:

+Các công thức trên chỉ đúng khi : $l_a < l_b$

+Nếu $l_a > l_b$ thì thay mẫu số bằng l_b và tử số bằng l_a

*Mô men tính toán trong sơ đồ thực: $M^{tt} = K.M_o^{tt}$

-Tại $\frac{1}{2}$ nhịp:

$$M_{1/2}^{tt} = 0.525 \left[M_t^{tt} + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot M_h^{tc} \right]$$

-Tại gối:

$$M_{1/2}^{tt} = -0.75 \left[M_t^{tt} + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot M_h^{tc} \right]$$

Trong đó:

M_t^{tt} : M do tĩnh tải gây ra, xác định theo B.G.Galerkin

M_h^{tt} : M do hoạt tải gây ra, xác định theo B.G.Galerkin

8.5.2. Xác định lực cắt:

+ Khi tính toán coi tải trọng phân bố theo hướng $l_a; l_b$ tỷ lệ nghịch với độ võng của các dầm giả tạo đó

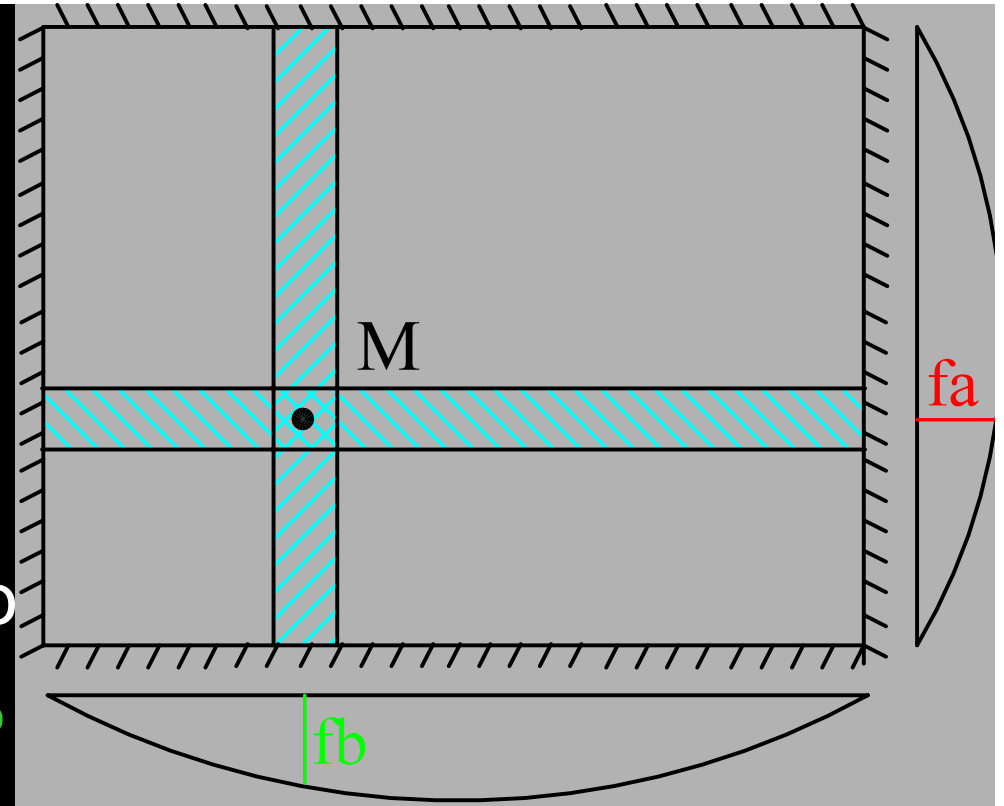
+ Tại điểm M xét tải trọng phân bố g sẽ phân phối cho các phương $l_a; l_b$ là g_a và g_b

$$g = g_a + g_b$$

Mặt khác tại M ta có:

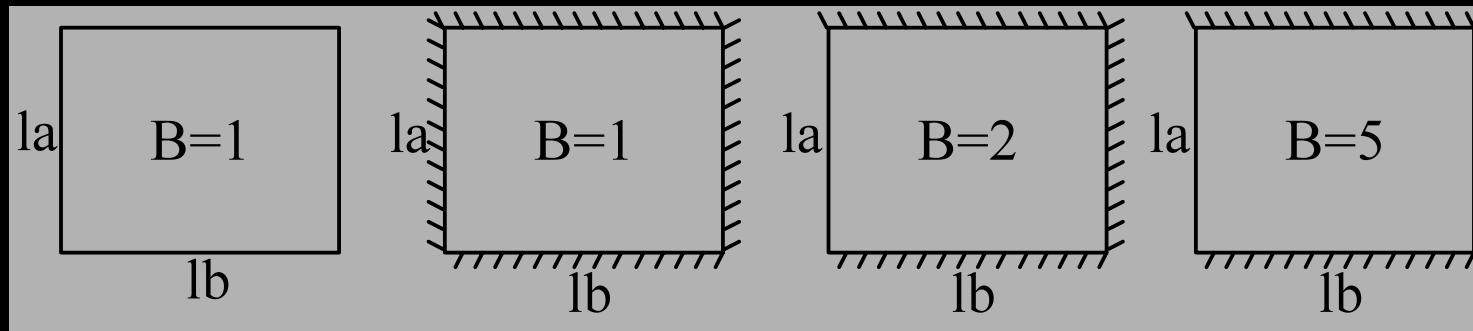
$$f_a = f_b \rightarrow \frac{g_a \cdot l_a^4}{E.I} = B \cdot \frac{g_b \cdot l_b^4}{E.I}$$

$$\Rightarrow g_a = B \frac{g \cdot l_b^4}{l_a^4 + B \cdot l_b^4} \quad ; \quad g_b = \frac{g \cdot l_a^4}{l_a^4 + B \cdot l_b^4}$$



Trong đó:

B: là hệ số phụ thuộc vào tính chất liên kết ở các cạnh



+Với tải trọng tập trung : Ta có quy luật phân bố theo các phương $l_a; l_b$ là P_a và P_b với: $P = P_a + P_b$

Mặt khác : $P_a \cdot \delta_a = P_b \cdot \delta_b \Rightarrow P_a = \frac{P \cdot \delta_b}{\delta_a + \delta_b} ; P_b = \frac{P \cdot \delta_a}{\delta_a + \delta_b}$

Trong đó: $\delta_a; \delta_b$: là độ võng của dầm có nhịp $l_a; l_b$ do $P=1$ gây ra có xét đến tính chất liên kết ở hai đầu (tra bảng 19)

+Sau khi phân bố g và P theo các phương $l_a; l_b \rightarrow Q$ như t/hợp bản kê hai cạnh, có xét đến bề rộng làm việc .

8.6. TÍNH NỘI LỰC TRONG BẢN MẶT CẦU CỦA KẾT CẤU NHỊP KHÔNG CÓ DẦM NGANG.

Tính toán bản của kết cấu nhịp không có dầm ngang là bài toán không gian phức tạp → dùng các phương pháp gần đúng xác định nội lực từ hai trường hợp đặt lực như sau:

+ Nội lực do tải trọng cục bộ.

+ Nội lực do bản làm việc không gian với KCN.

Nội lực nhận được bằng cộng hai kết quả lại với nhau.

8.6.1. Xác định nội lực do tải trọng cục bộ:

Nội lực của bản do tải trọng cục bộ tính như bản kê hai cạnh.

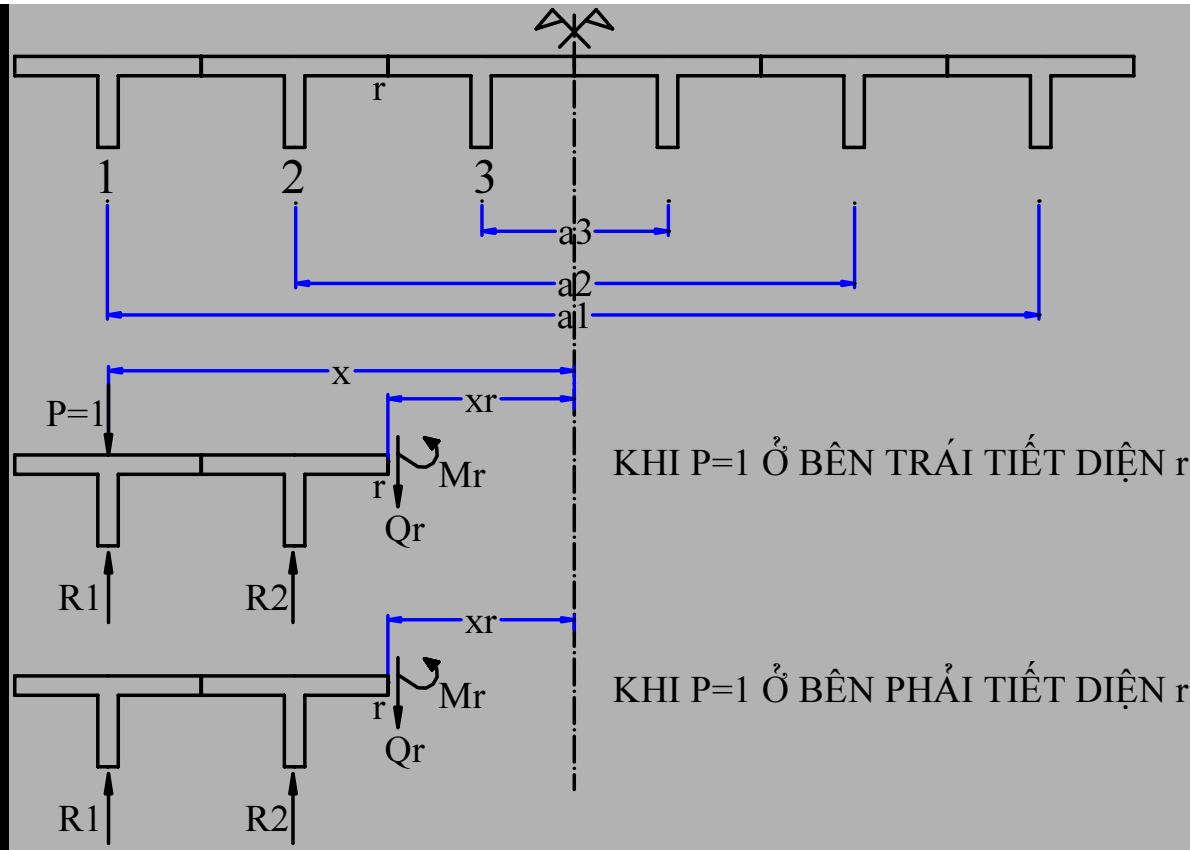
8.6.2. Xác định nội lực do bản làm việc với kết cấu nhịp:

+Tách và xét 1m chiều rộng bản tại tiết diện giữa nhịp dầm chủ \rightarrow bản như dầm liên tục kê trên các gối tựa đàn hồi là các dầm chủ.

+Vẽ đah các phản lực gối đàn hồi R_i theo các công thức hoặc phương pháp tra bảng.

+Từ đah các phản lực R_i vẽ các đah mô men tại các tiết diện gối và giữa nhịp bản, đah lực cắt Q ...khi cho lực $P=1$ di chuyển theo phương ngang cầu.

Tung độ đah M , Q tại các tiết diện có thể biểu diễn qua các công thức sau đây:



***Khi lực P=1 ở bên trái
tiết diện tính toán “r” :**

$$M_r = -(x - x_r) + \sum_{\text{trai}} R_i \cdot (0.5a_i - x_r)$$

$$Q_r = -1 + \sum_{\text{trai}} R_i$$

***Khi lực P=1 ở bên phải
tiết diện tính toán “r”**

$$M_r = \sum_{\text{trai}} R_i \cdot (0.5a_i - x_r)$$

$$Q_r = \sum_{\text{trai}} R_i$$

Sau khi vẽ các đah, ta tiến hành xếp tải lên đah nội lực tính toán.

Tải trọng tác dụng bao gồm:

*Hoạt tải đoàn người: $P_n = 0.3-0.4 \text{ T/m}$

*Hoạt tải của dây bánh xe là $P_o'' = 0.5K_{td}$

Trong đó:

K_{td} : tải trọng tương đương của ô tô hoặc xe đặc biệt, tra với đah dạng parabol có chiều dài chất tải bằng chiều dài nhịp của dầm chủ.

8.7.KHÁI NIỆM HỆ SỐ PHÂN PHỐI NGANG CỦA TẢI TRỌNG VÀ CÁCH XÁC ĐỊNH HỆ SỐ PPN CỦA TẢI TRỌNG THEO PHƯƠNG PHÁP ĐÒN BẦY.

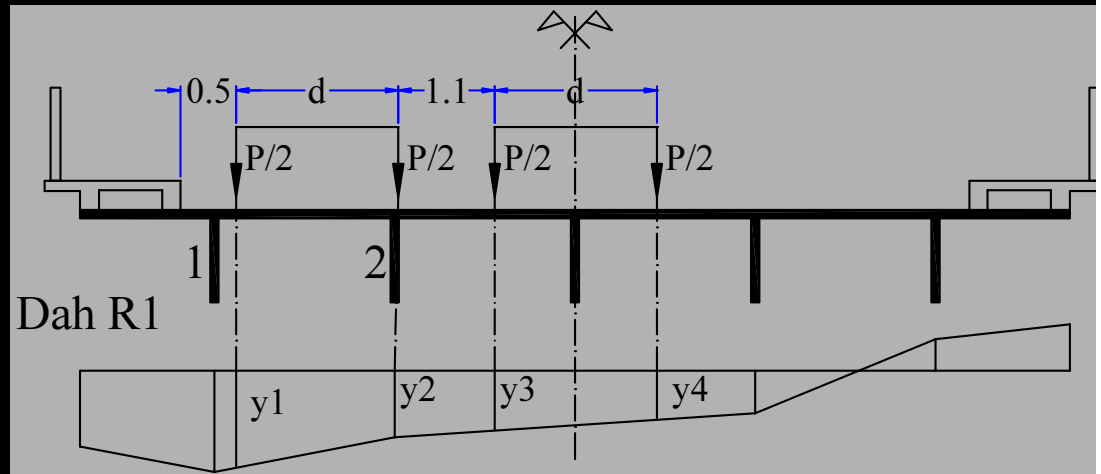
Công trình Cầu là hệ không gian phức tạp → Việc tính toán chính xác các phản ứng của hệ không gian sẽ rất phức tạp → Trong phân tích thiết kế Cầu thường phân tích theo sơ đồ phẳng → Việc chuyển đổi phân tích từ sơ đồ không gian về sơ đồ phẳng được thực hiện thông qua một giá trị hệ số, **đó là hệ số phân phối ngang của tải trọng**. Đây là một vấn đề cơ bản cần phải giải quyết trong lĩnh vực thiết kế công trình nói chung.

8.7.1. Định nghĩa HSPPN của tải trọng: (η)

Hệ số phân phối ngang của tải trọng (gọi tắt là HSPPN) là áp lực truyền lên phân tố dầm đang xét khi đặt tải lên đanh áp lực theo phương ngang cầu.

Ví dụ minh họa:

Tiến hành xếp xe bất lợi lên đanh theo phương ngang ta tìm được áp lực tác dụng lên dầm 1:



$$\Leftrightarrow \frac{P}{2} \cdot y_1 + \frac{P}{2} \cdot y_2 + \frac{P}{2} \cdot y_3 + \frac{P}{2} \cdot y_4$$
$$= P \frac{1}{2} \cdot \sum y_i = P \cdot \eta_{oto}$$

$\eta_{\text{ô tô}}$: được gọi là HSPPN của tải trọng ô tô

→ Để xác định HSPPN cần tiến hành hai bước:

+ Thiết lập đah áp lực lên các dầm theo phương ngang cầu, hiện nay áp dụng theo ba phương pháp như sau:

* Phương pháp đòn bẩy

* Phương pháp nén lệch tâm

* Phương pháp dầm liên tục kê trên các gối tựa đàn hồi.

+ Xếp tải lên đah áp lực đó để xác định HSPPN

• Xe ô tô, xe đặc biệt :

$$\eta_{oto, XDB} = \frac{1}{2} \cdot \sum y_i$$

• Đoàn người :

$$\eta_{ng} = \omega$$

8.7.2. Xác định HSPPN của tải trọng theo phương pháp đòn bẩy:

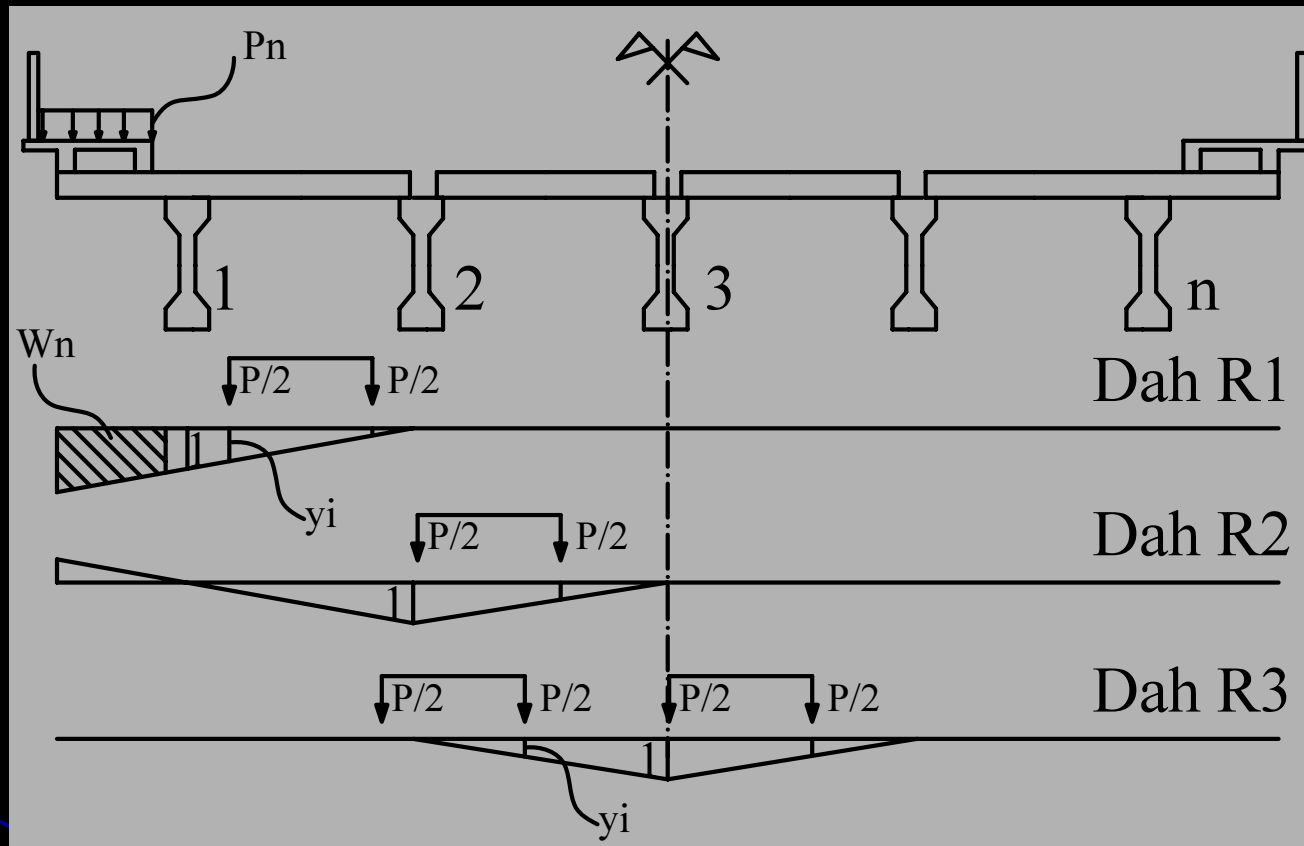
7.7.2.1. Giả thuyết tính toán:

- Độ cứng của hệ liên kết ngang là vô cùng bé \rightarrow các dầm dọc được coi là độc lập, không liên kết với nhau
- Dầm ngang được xem như những dầm đơn giản hoặc mút thừa.

8.7.2.2. Nguyên lý phân bố tải trọng:

Tải trọng phân bố xuống các dầm dọc theo quy luật đòn bẩy, tức là tải trọng phân bố tỷ lệ nghịch với khoảng cách từ điểm đặt lực đến dầm tính toán.

8.7.2.3. Sơ đồ và cách tính:



-Từ giả thuyết tính toán của phương pháp đòn bẩy ta vẽ đah áp lực lên các dầm chủ như trên → HSPPN theo công thức sau:

$$\eta_{oto, XDB} = \frac{1}{2} \cdot \sum y_i$$

$$\eta_{ng} = \omega$$

8.7.2.3. Ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng:

*Ưu điểm:

-Phương pháp tính đơn giản, dễ áp dụng

*Nhược điểm:

-Đây là phương pháp gần đúng → có sai số

*Phạm vi áp dụng:

-Sử dụng khi KCN có:

- + EJ_{ngang} không chắc chắn
- + Liên kết ngang không liên tục
- + Cốt thép trong dầm ngang ít
- + Bản mặt cầu bị cắt đứt theo chiều dọc cầu.

-Áp dụng cho KCN có 2-3 dầm chủ, TD hình hộp.

-Tính toán với các tiết diện gần trong phạm vi gối của KCN có nhiều dầm chủ.

-Tính toán lực cắt trên suốt chiều dài nhịp.

8.8.XÁC ĐỊNH HỆ SỐ PHÂN PHỐI NGANG CỦA TẢI TRỌNG THEO PHƯƠNG PHÁP NÉN LỆCH TÂM.

8.8.1.Giả thuyết tính toán:

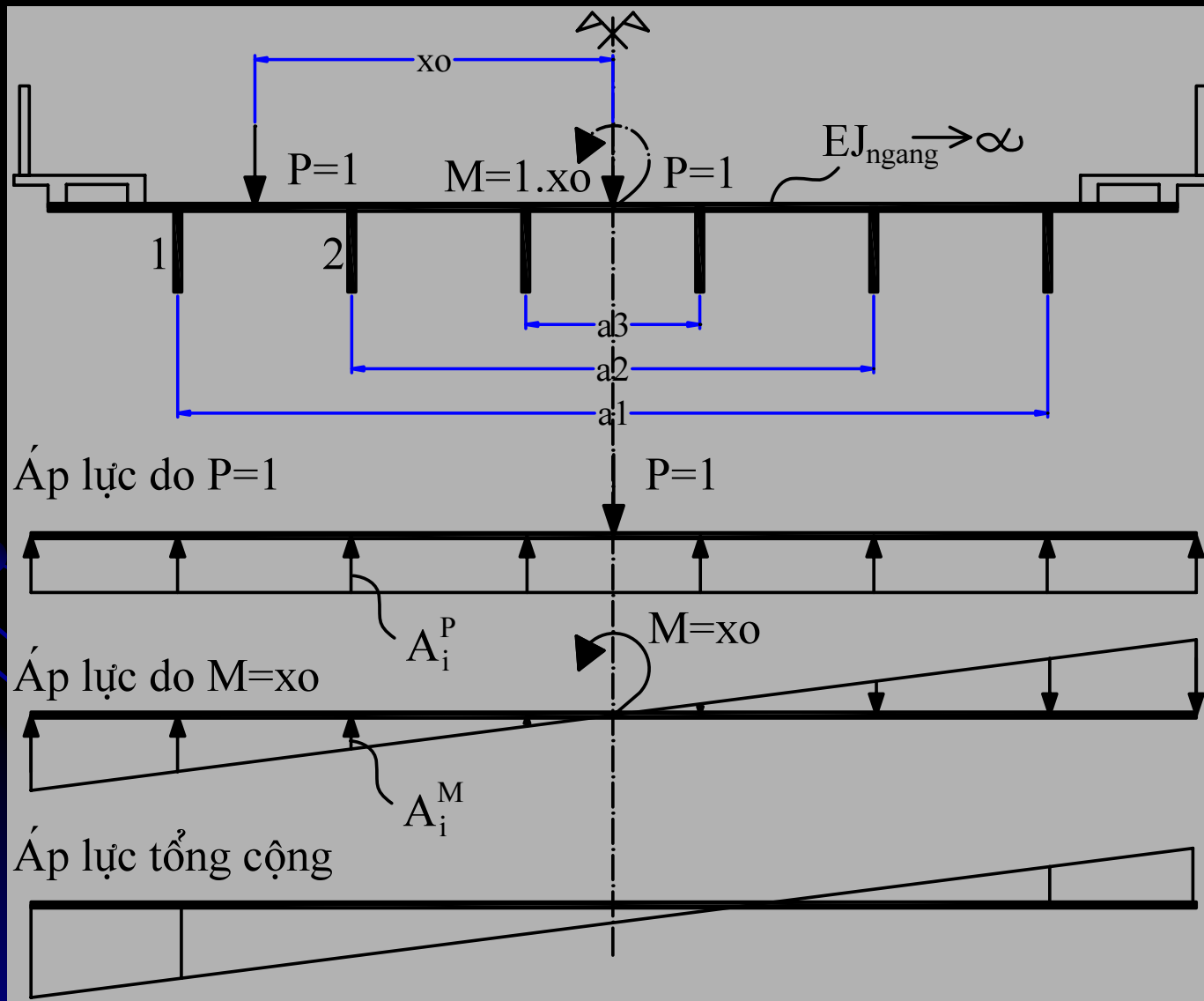
- Hệ liên kết ngang có độ cứng $EJ_{ngang} \rightarrow \infty$
- Khi chịu tải trọng kết cấu ngang chỉ có chuyển vị mà không có biến dạng (chuyển vị thẳng và xoay toàn khối)

8.8.2.Nguyên lý phân bố tải trọng:

- Tải trọng phân bố xuống các dầm như trong kết cấu chịu nén lệch tâm.
- Đường ảnh hưởng áp lực có dạng thẳng

8.8.3. Sơ đồ và cách tính:

Áp lực do lực $P=1$ đặt lệch tâm tác dụng lên dầm thứ "i" xác định như sau:



+Do $P=1$ đặt đúng tâm:

$$A_i^P = \frac{P}{n}$$

+Do $M=x_o$ đặt đúng tâm:

Ta có:

$$M = 1 \cdot x_o = \sum A_i^M \cdot a_i \quad (1)$$

$$\frac{A_1^M}{a_1} = \frac{A_2^M}{a_2} = \dots = \frac{A_i^M}{a_i} \rightarrow A_i^M = A_1^M \frac{a_i}{a_1}$$

$$(1) \Rightarrow M = x_o = \sum A_1^M \frac{a_i}{a_1} \cdot a_i = \frac{A_1^M}{a_1} \sum a_i^2$$

$$\Rightarrow A_1^M = \frac{x_o \cdot a_1}{\sum a_i^2} \rightarrow A_i^M = \frac{x_o \cdot a_i}{\sum a_i^2}$$

→ Áp lực lên dầm thứ “i” do tải trọng P=1 đặt lệch tâm là:

$$A_i = A_i^P + A_i^M = \frac{1}{n} \pm \frac{x_o \cdot a_i}{\sum a_i^2}$$

Chú ý:

-Khi vẽ đah lên các dầm ta chỉ cần tính hai tung độ tại dầm 1 và 1' → đah áp lực lên dầm tính toán:

* Đah áp lực lên dầm 1:

-Tung độ tại 1 và 1' :

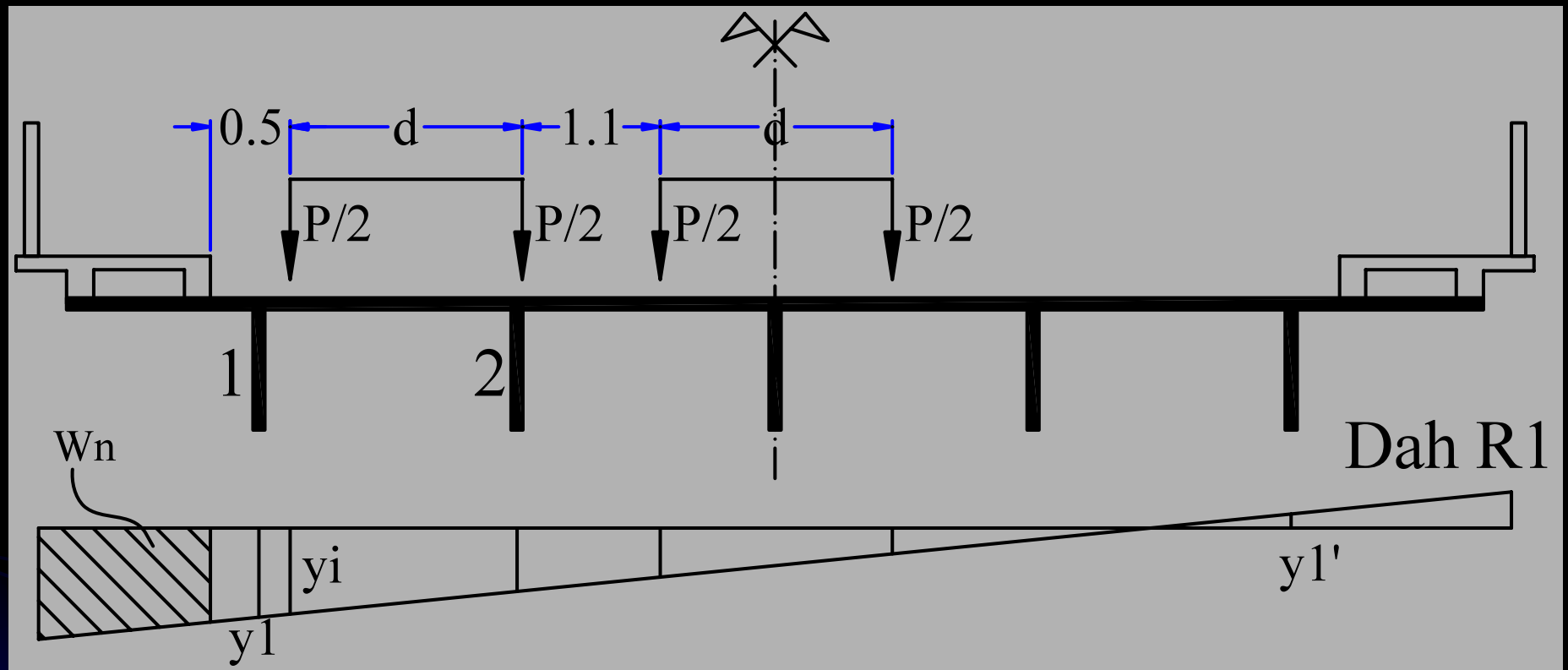
$$y_{1;1'} = \frac{1}{n} \pm \frac{a_1 \cdot a_1}{2 \cdot \sum a_i^2}$$

* Đah áp lực lên dầm 2:

-Tung độ tại 1 và 1' :

$$y_{1;1'} = \frac{1}{n} \pm \frac{a_1 \cdot a_2}{2 \cdot \sum a_i^2}$$

+Sau khi vẽ đah áp lực, chất tải lên đah → HSPPN



$$\eta_{oto, XDB} = \frac{1}{2} \cdot \sum y_i$$

$$\eta_{ng} = \omega$$

8.8.4. Ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng:

*Ưu điểm:

- Xác định được ngay dầm làm việc bất lợi nhất
- Áp dụng thuận lợi vì xác định HSPPN dưới dạng một công thức tường minh.

*Nhược điểm:

- Giả thuyết EJngang $\rightarrow \infty$ là rất ít gặp trong thực tế \rightarrow kết quả tính toán trong nhiều trường hợp không phù hợp với thực tế chịu lực của công trình.

*Phạm vi áp dụng:

- KCN có dầm ngang độ cứng lớn
- Áp dụng trong kết cấu dầm thép liên hợp bản BTCT
- Áp dụng khi tính toán sơ bộ.

8.9.XÁC ĐỊNH HỆ SỐ PHÂN PHỐI NGANG CỦA TẢI TRỌNG THEO PHƯƠNG PHÁP DẦM KÊ TRÊN CÁC GỖ TỰA ĐÀN HỒI.

8.9.1.Giả thuyết tính toán:

-Độ cứng $EJ_{\text{ngang}} = \text{const}$ → dưới tác dụng của tải trọng tiết diện ngang vừa có chuyển vị vừa có biến dạng.

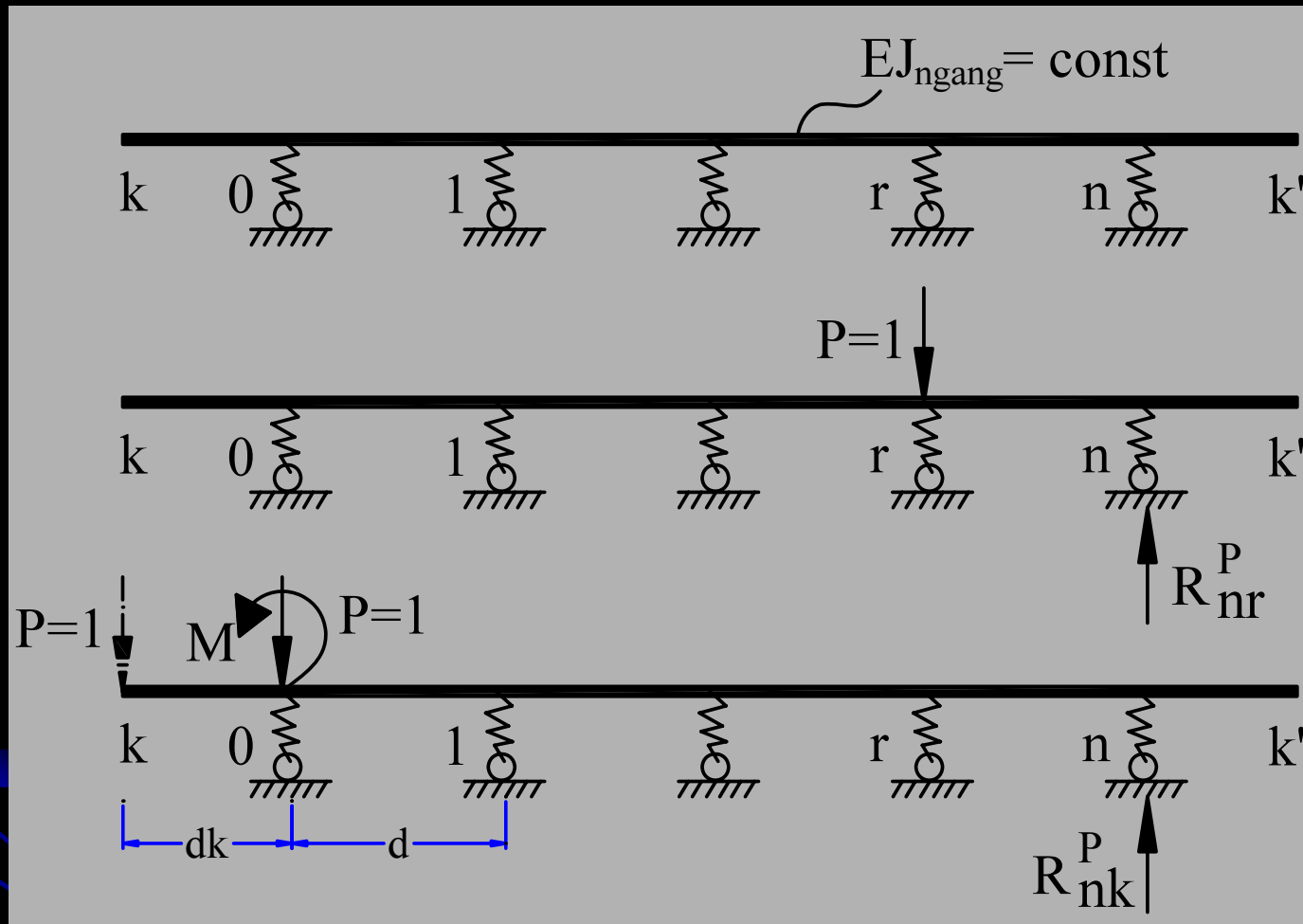
-Xem dầm ngang như một dầm liên tục kê trên các gối tựa đàn hồi là các dầm chính.

8.9.2.Nguyên lý phân phối tải trọng:

-Tải trọng phân bố xuống các dầm chính tương tự như trường hợp phân bố tải trọng lên các gối đàn hồi của một dầm liên tục. Sự phân bố của tải trọng phụ thuộc vào độ cứng của dầm dọc, dầm ngang. EJ_{ngang} càng lớn, tải trọng càng phân bố cho nhiều dầm.

-Đường ảnh hưởng sẽ có dạng cong.

8.9.3. Sơ đồ và cách tính:



Từ lý thuyết về dầm liên tục trên các gối tựa đàn hồi (phương trình 5 mô men) \rightarrow xác định đanh áp lực lên các gối dầm hồi và lập thành bảng (Phụ lục 10)

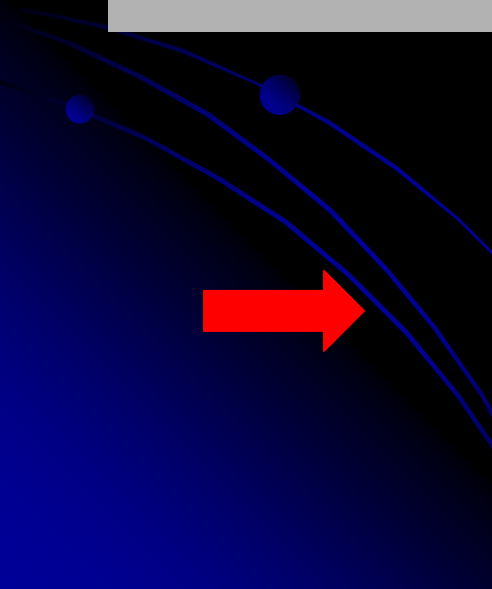
+Các giá trị trong bảng tra phụ thuộc vào số lượng nhịp và hệ số phụ thuộc vào tỷ số độ cứng của dầm chủ và dầm ngang (α) :

$$\alpha = \frac{d^3}{6.E.J' .\Delta_P}$$

Trong đó:

$$J' = J_{1m.rongban} + \frac{J_{dam.ngang}}{a}$$

$$\Delta_P = \frac{5}{384} \cdot \frac{p.l^4}{E.J_{dam}}$$


$$\alpha = 12.8 \frac{J_{dam} .d^3}{J' .l^4}$$

*Cách tra bảng:

+Khi $P=1$ di động trên các gối từ o-n : tiến hành tra bảng 1/ trang 478-481/ Phụ lục 10 -TK Cầu BTCT & Cầu thép) để xác định các giá trị tung độ R_{nr}^P

R_{nr}^P : Phản lực tại gối “n” do lực $P=1$ đặt tại gối “r” gây ra
+Khi $P=1$ đặt tại đầu mút thừa, phản lực tại gối “n”:

$$R_{nk}^P = R_{no}^P + d_k \cdot R_{no}^M$$

R_{no}^M : Phản lực tại gối “n” do mô men $M=1$ đặt tại gối “o” gây ra (tra bảng 2-phụ lục 10). Giá trị trong bảng tra là $d \cdot R_{no}^M$ do vậy ta phải chia giá trị tìm được cho d

→ Công thức được viết lại như sau:

$$R_{nk}^P = R_{no}^P + \frac{d_k}{d} R_{no}^M$$

- *Trình tự các bước tiến hành khi xác định HSPPN theo phương pháp dầm liên tục kê trên các gối tựa đàn hồi:
- + Xác định các số liệu ban đầu của kết cấu nhịp: khoảng cách, kích thước dầm chủ; khoảng cách, kích thước dầm ngang (nếu có)
 - + Xác định $J_{\text{dầm chủ}}$; $J_{\text{dầm ngang}}$
 - + Xác định hệ số mềm α
 - +Tra bảng xác định các tung độ đanh: R_{nr}^P
 - +Tính tỷ số d_k/d sau đó tra bảng xác định: $d.R_{no}^M$
 - +Tính các tung độ tại nút thừa theo công thức:

$$R_{nk}^P = R_{no}^P + d_k . R_{no}^M$$

+Vẽ đanh áp lực lên các dầm, xếp xe bất lợi để xác định HSPPN.

8.9.4. Ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng:

*Ưu điểm:

- Kết quả tính toán khá chính xác .
- Đây là phương pháp tổng quát nhất so với hai phương pháp: đòn bẩy và nén lệch tâm. Hay nói cách khác:
 $\alpha \rightarrow 0$: Trở thành phương pháp nén lệch tâm
 $\alpha \rightarrow \infty$: Trở thành phương pháp đòn bẩy.

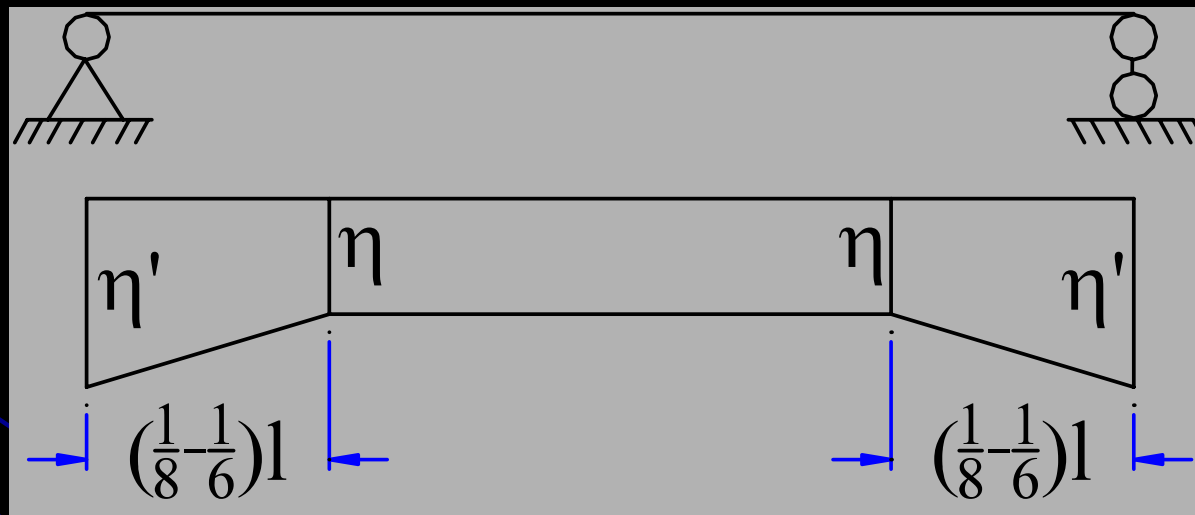
*Nhược điểm:

- Khó suy luận được dầm bất lợi ngay để thiết kế.
- Chưa đề cập đến yếu tố xoắn trong KCN.

*Phạm vi áp dụng:

- Sử dụng hợp lý khi $0.005 \leq \alpha \leq 1.5$
- Cầu có khổ rộng , TD ngang có biến dạng rõ rệt
- Nếu số nhịp trong mặt cắt ngang > 8 trong tính toán chỉ dùng 8 nhịp, vì ảnh hưởng của các nhịp tiếp theo không đáng kể.

- 8.9.5. Sự thay đổi hệ số phân phối ngang của tải trọng:
- + Đối với các tiết diện gần phạm vi gối, hai phương pháp NLT & DLTTGĐH sẽ không chính xác.
 - + Tại các tiết diện gần gối ta xác định theo phương pháp đòn bẩy sẽ cho kết quả chính xác hơn. Sự biến đổi HSPPN có thể lấy theo hình sau:



- Thường chỉ tính toán sự thay đổi HSPPN cho thành phần nội lực có giá trị lớn tại gối, và thiên về an toàn có thể lấy HSPPN theo phương pháp đòn bẩy khi tính toán lực cắt Q trên suốt chiều dài nhịp.

8.11. TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG DẦM DỌC PHỤ CỦA KẾT CẤU NHỊP

8.11.1. Xác định tải trọng tác dụng:

8.11.1.1. Tĩnh tải:

- Tải trọng dầm dọc phụ :

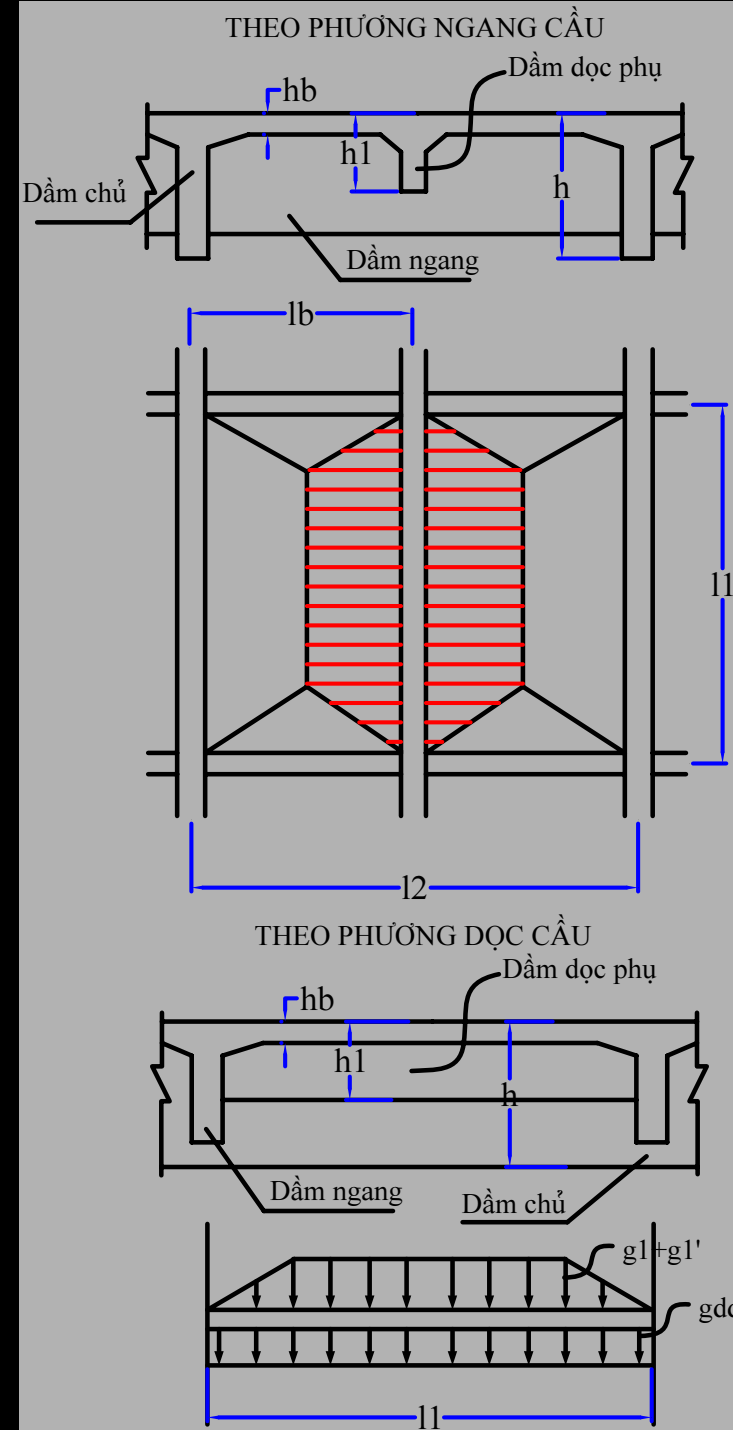
$$g_{dd} = 2.5(h_1 - h_b) \cdot b \text{ (T/m)}$$

- Trọng lượng CLMC g_1 :

$$g_1 = g_{mc} \cdot l_b$$

- Trọng lượng bản mặt cầu g_1' :

$$g_1' = g_b \cdot l_b$$



8.11.1.2. Hoạt tải:

Xác định hệ số phân phối ngang của hoạt tải đối với dầm dọc phụ.

Trị số tại giữa nhịp l_b (1/4 chiều dài nhịp) được xác định theo công thức gần đúng:

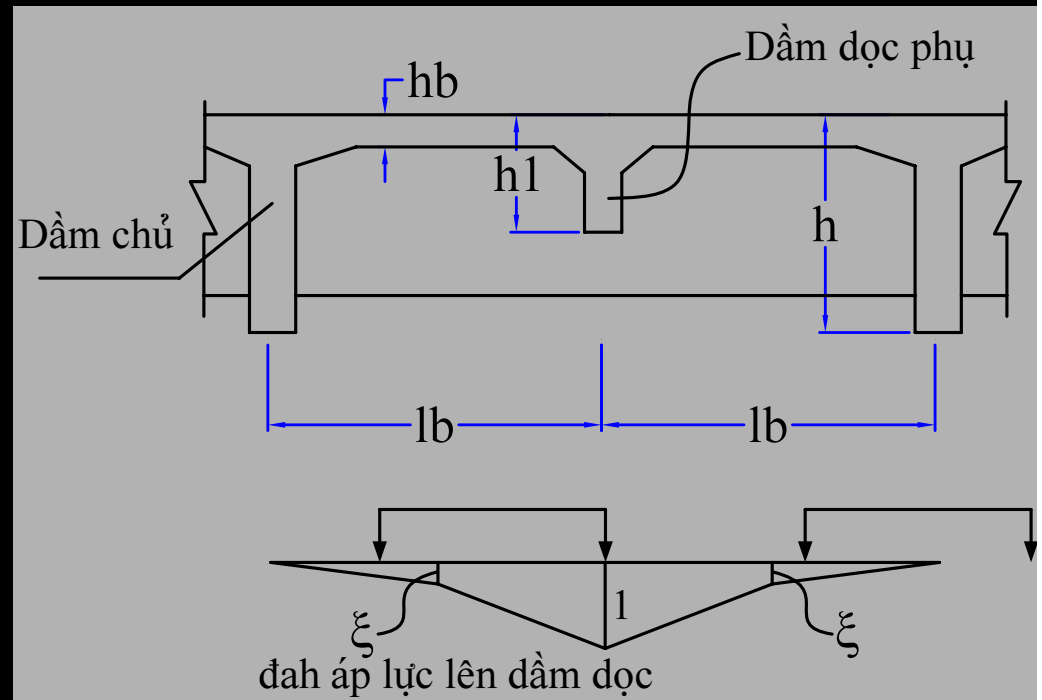
$$\xi = 0.5 \frac{l_1^3}{l_1^3 + l_b^3}$$

***Chú ý:** khi $l_1 \geq 2l_b$ thì nhịp

có dạng gãy khúc thành nhịp dạng tam giác.

-Hệ số phân phối ngang khi xếp tải trọng ô tô, xe đặc biệt:

$$\eta_{oto, XDB} = \frac{1}{2} \cdot \sum y_i$$



8.11.2. Xác định Mô men tính toán:

8.11.2.1. Đối với hoạt tải:

Để đơn giản ta tính với sơ đồ dầm đơn giản có cùng chiều dài nhịp, sau đó nhân với hệ số có xét đến tính chất liên tục của dầm:

$$M_0 = (1 + \mu) \cdot \eta \cdot \sum P_i \cdot y_i^M$$

8.11.2.2. Đối với tĩnh tải:

Nếu chiều dài các nhịp dầm dọc phụ chênh nhau không quá 20%, dầm dọc phụ sẽ tính như một dầm liên tục theo các công thức gần đúng:

8.11.2.3. Công thức xác định mô men tính toán:

+Tại tiết diện giữa nhịp:

$$\max M_{0.5} = 0.05 \sum (n_i \cdot g_i) l_1^2 + n_h \cdot 0.7 M_0$$

$$\min M_{0.5} = 0.05 \sum_1 (n_i \cdot g_i) l_1^2 - n_h \cdot 0.3 M_0$$

+Tại tiết diện các gối giữa:

$$\max M_g = -0.08 \sum_1 (n_i \cdot g_i) l_1^2 + n_h \cdot 0.2 M_0$$

$$\min M_{0.5} = -0.08 \sum (n_i \cdot g_i) l_1^2 - n_h \cdot 0.9 M_0$$

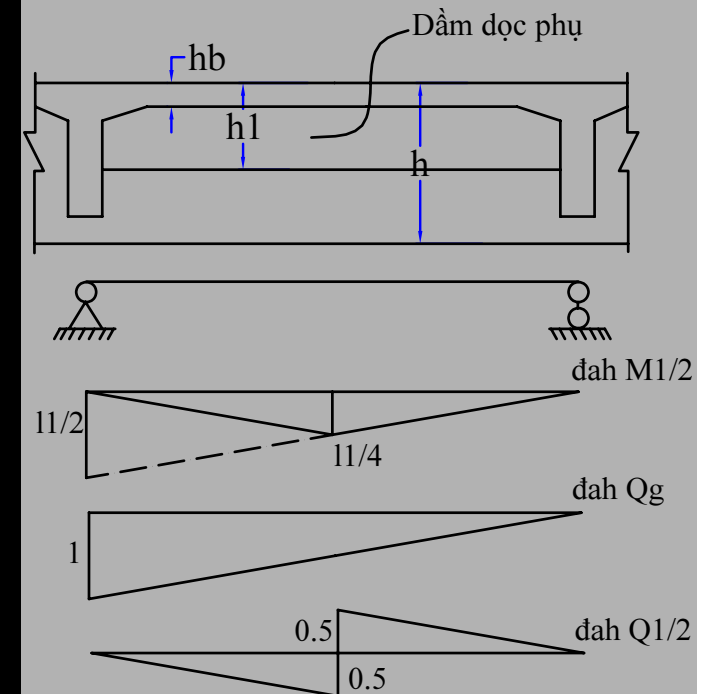
Trong đó:

$$\sum (n_i \cdot g_i) l_1^2 = 1.1(g_o + g_1) + 1.5g_1'$$

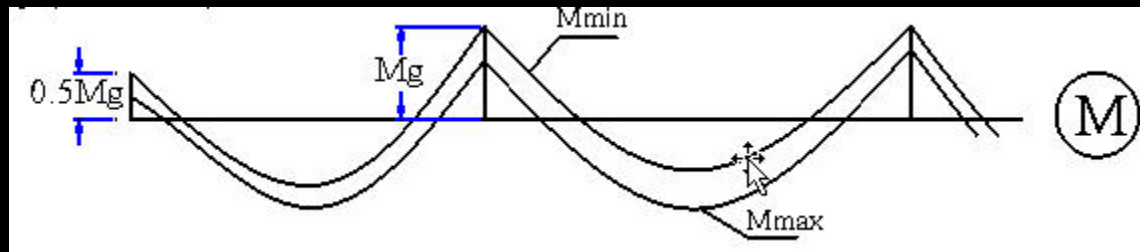
:khi nội lực do tĩnh tải và hoạt tải cùng dấu.

$$\sum_1 (n_i \cdot g_i) l_1^2 = 0.9(g_o + g_1) + 0.9g_1'$$

:khi nội lực do tĩnh tải và hoạt tải trái dấu.



Biểu đồ bao mô men trong dầm dọc



Chú ý: M tại gối biên lấy bằng 1/2 M tại gối giữa

8.11.3. Xác định Lực cắt tính toán:

Được xác định theo các công thức gần đúng có xét đến tính chất liên tục của dầm:

+Tại tiết diện gối biên:

$$Q = 0.45 \sum (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 + n_h 0.95 Q_o$$

+Tại tiết diện trái gối thứ 2:

$$Q = -0.55 \sum (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 - n_h 1.15 Q_o$$

+Tại tiết diện phải gối thứ 2 và các gối tiếp theo:

$$Q = 0.5 \sum (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 + n_h 1.15 Q_o$$

8.11.3. Xác định Lực cắt tính toán:

+Tiết diện giữa nhịp thứ 1:

Phần dương:

$$Q = -0.1 \sum_1 (n_i \cdot g_i) l_1 + n_h 0.9 Q_1$$

Phần âm :

$$Q = -0.1 \sum_1 (n_i \cdot g_i) l_1 - n_h 1.4 Q_1$$

+Tiết diện ở giữa nhịp 2 và các nhịp tiếp theo:

Trong đó:

$$Q = 0.3 \sum_1 (n_i \cdot g_i) l_1 + n_h 1.6 Q_1$$

Q_0, Q_1 : lực cắt tại gối và giữa nhịp gây ra trong dầm đơn giản được xác định bằng đah có xét đến HSPPN và hệ số xung kích.

Biểu đồ bao lực cắt trong dầm dọc



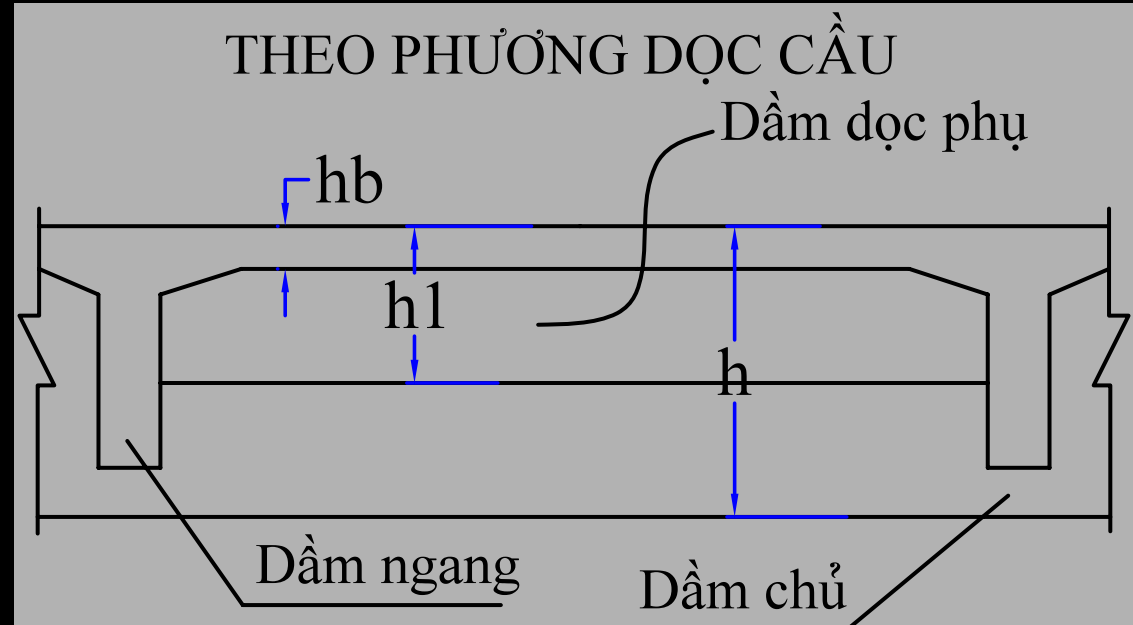
TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG DẦM NGANG CỦA KẾT CẤU NHỊP

*Đặc điểm tính toán nội lực trong dầm ngang

+**Cục bộ**: Coi dầm ngang là dầm liên tục trên các gối cứng chịu tải trọng cục bộ của các bánh xe ô tô hoặc xe đặc biệt và tĩnh tải.

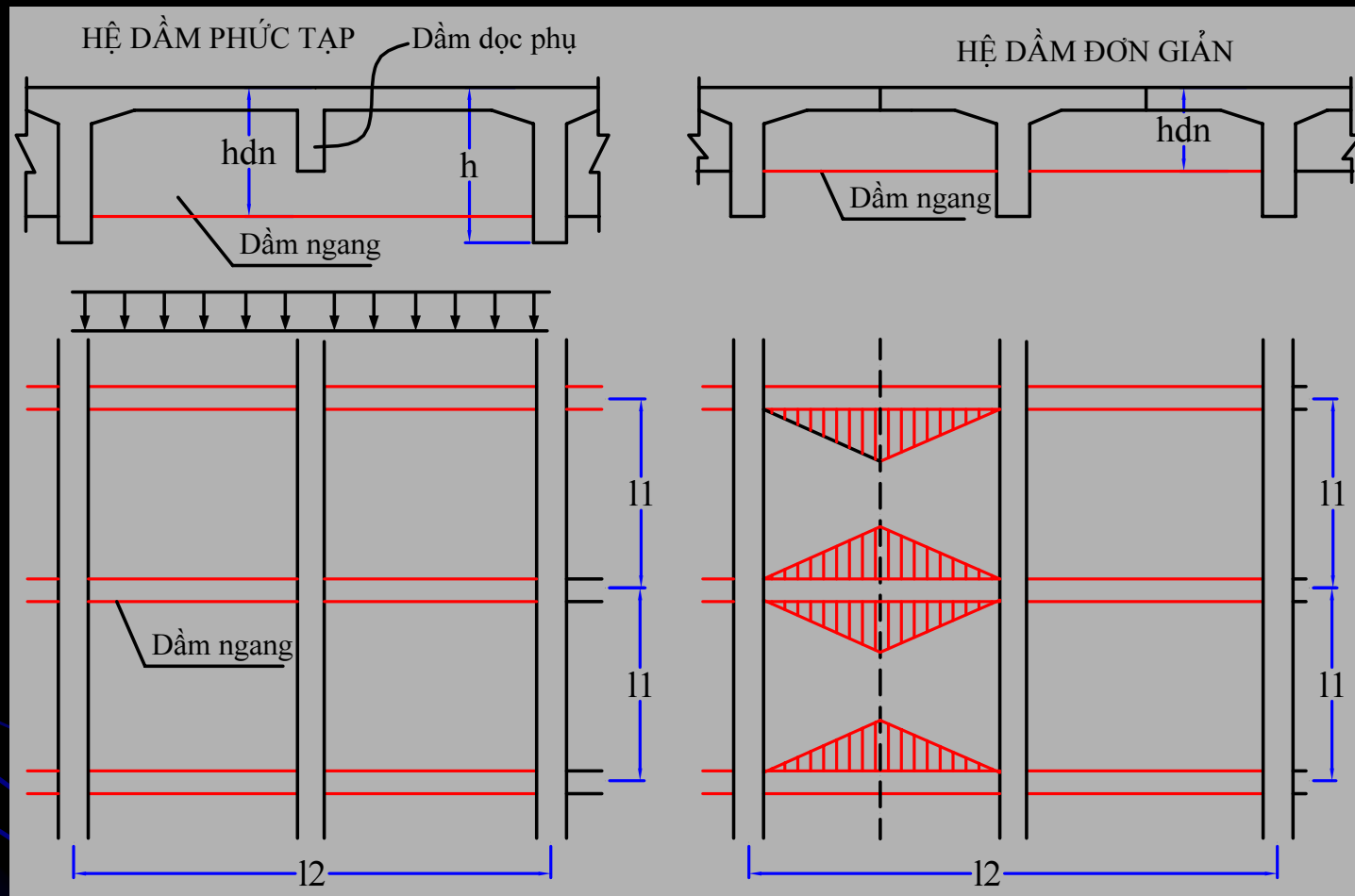
+**Không gian**: do dầm ngang cùng tham gia làm việc với toàn bộ kết cấu nhịp

→ **Nội lực tính toán sẽ bằng tổng nội lực cục bộ và không gian gây ra.**



8.12. TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG DẦM NGANG CHỊU LỰC CỤC BỘ

8.12.1. Xác định tính tải tác dụng:



*Tĩnh tải bao gồm:

- Trọng lượng bản thân dầm ngang : $g_{dn} (g_0)$ (T/m)
- Trọng lượng bản mặt cầu : $g_{bmc} (g_1)$ (T/m²)
- Trọng lượng các lớp mặt cầu : $g_{lmc} (g_1')$ (T/m²)
- Trọng lượng dầm dọc phụ (nếu có) : $g_{dd} (g_0')$ (T/m)

+Đối với hệ dầm phức tạp . Tất cả các tải trọng tĩnh được xem như tải trọng phân bố đều trên suốt chiều dài dầm ngang , có giá trị là g_2 : →

$$g_2 = 2.5(h_{dn} - h_b).b_{dn} + g_{dd} \cdot \frac{l_1}{l_2} + (g_{bmc} + g_{lmc})l_1$$

+Đối với hệ dầm đơn giản . Tĩnh tải phân phối theo quy luật bản kê 4 cạnh. Có thể thay thế biểu đồ hình tam giác bằng biểu đồ tải trọng phân bố đều với giá trị như sau:

$$g'_{bmc} = \frac{2}{3} g_{bmc} \quad ; \quad g'_{lmc} = \frac{2}{3} g_{lmc}$$

8.12.2.Xác định hoạt tải tác dụng:

Vẽ đah của áp lực tác dụng lên dầm ngang: →

- +Nếu kết cấu nhịp là hệ dầm phức tạp: đah áp lực lên dầm ngang có dạng tam giác.
- +Nếu KCN là hệ dầm đơn giản và có bố trí khe nối dọc ở bản. tải trọng chỉ truyền xuống dầm ngang từ các bộ phận trực tiếp kê lên dầm ngang với chiều dài l_2 .
- +Nếu KCN là hệ dầm đơn giản không có bố trí khe nối dọc ở bản. đah áp lực dạng gãy khúc. Tung độ đah áp lực tại $\frac{1}{4}$ chiều dài của nó là:

$$\xi = 0.5 \frac{l_2^3}{l_2^3 + l_1^3}$$

*Sau khi vẽ đah áp lực lên dầm ngang. Tiến hành xếp tải trọng lên đah để xác định áp lực của một dãy bánh xe tác dụng lên dầm ngang (xếp xe theo phương dọc cầu): →

$$P'_o = 0.5 \sum P_i \cdot y_i^R$$

8.12.3. Xác định nội lực trong dầm ngang do tải trọng cục bộ:

-Vẽ đah nội lực trong dầm ngang như đối với dầm đơn giản: đahM; đahQ

-Xếp tải lên đah nội lực dầm ngang theo phương ngang cầu. Sau đó nhân kết quả thu được với các hệ số để xét đến sự liên tục.

***Mô men tính toán:** (dầm ngang liên tục hai nhịp)

-Tại giữa nhịp:

$$\begin{aligned} \max M_{0.5} &= 0.06 \sum (n_i \cdot g_i) \cdot l_2^2 + n_h \cdot 0.7 M_o \\ \min M_{0.5} &= 0.06 \sum_1 (n_i \cdot g_i) \cdot l_2^2 - n_h \cdot 0.25 M_o \end{aligned}$$

-Tại gối giữa:

$$\begin{aligned} \max M_g &= -0.12 \sum_1 (n_i \cdot g_i) \cdot l_2^2 \\ \min M_g &= -0.12 \sum (n_i \cdot g_i) \cdot l_2^2 - n_h \cdot 0.9 M_o \end{aligned}$$

M_o : mô men tại giữa nhịp xác định trong dầm đơn giản:

$$M_o = (1 + \mu) \sum P'_o \cdot y_i$$

$$\sum (n_i \cdot g_i) = 1.1(g_o + g_1) + 1.5g'_1$$

$$\sum_1 (n_i \cdot g_i) = 0.9(g_o + g_1) + 0.9g'_1$$

***Lực cắt tính toán:**

Được xác định theo các công thức gần đúng có xét đến tính chất liên tục của dầm: \longrightarrow

+Tại tiết diện gối biên:

$$Q = 0.45 \sum (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 + n_h \cdot 0.95 Q_o$$

+Tại tiết diện trái gối thứ 2:

$$Q = -0.55 \sum (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 - n_h \cdot 1.15 Q_o$$

+Tại tiết diện phải gối thứ 2 và các gối tiếp theo:

$$Q = 0.5 \sum (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 + n_h \cdot 1.15 Q_o$$

+Tiết diện giữa nhịp thứ 1:

Phần dương:

$$Q = -0.1 \sum_1 (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 + n_h \cdot 0.9 Q_1$$

Phần âm :

$$Q = -0.1 \sum_1 (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 - n_h \cdot 1.4 Q_1$$

+Tiết diện ở giữa nhịp 2 và các nhịp tiếp theo:

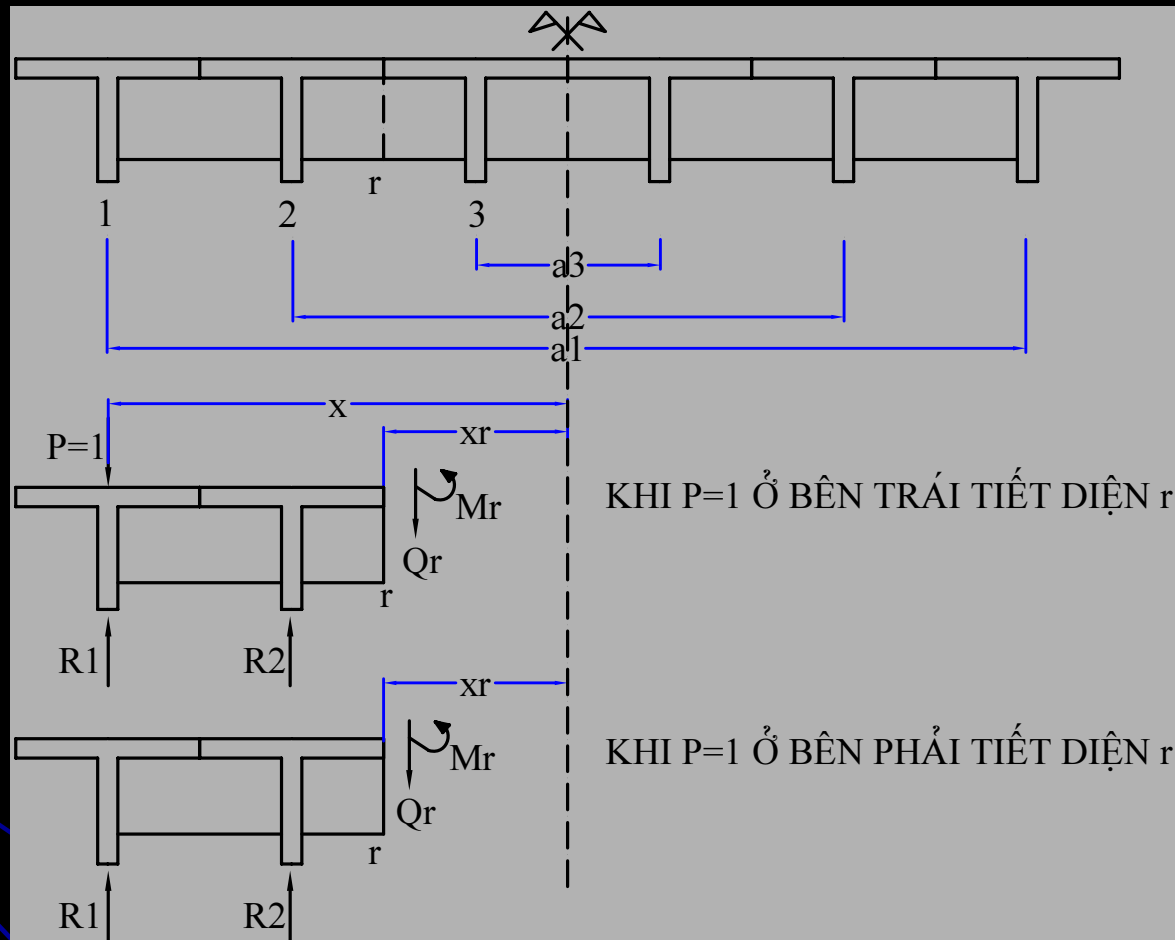
$$Q = 0.3 \sum_1 (n_i \cdot g_i) \cdot l_1 + n_h \cdot 1.6 Q_1$$

Với Q_o, Q_1 : lực cắt tại gối và giữa nhịp gây ra trong dầm đơn giản được xác định bằng đah có xét đến HSPPN và hệ số xung kích.

$$Q_{o,1} = (1 + \mu) \cdot \sum P_o' \cdot y_i$$

8.13. TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG DẦM NGANG LÀM VIỆC VỚI KCN

8.13.1. Trình tự tính toán nội lực trong dầm ngang làm việc với KCN:



+Vẽ đah các phản lực gối đỡ R_i theo các công thức hoặc phương pháp tra bảng.

+Từ đah các phản lực R_i vẽ các đah mô men tại các tiết diện gối và giữa nhịp bản, đah lực cắt Q ...khi cho lực $P=1$ di chuyển theo phương ngang cầu.

Tung độ đah M, Q tại các tiết diện có thể biểu diễn qua công thức:

***Khi lực P=1 ở bên trái tiết diện tính toán “r” :**

$$M_r = -(x - x_r) + \sum_{\text{trái}} R_i \cdot (0.5a_i - x_r)$$

$$Q_r = -1 + \sum_{\text{trái}} R_i$$

***Khi lực P=1 ở bên phải tiết diện tính toán “r” :**

$$M_r = \sum_{\text{trái}} R_i \cdot (0.5a_i - x_r)$$

$$Q_r = \sum_{\text{trái}} R_i$$

Sau khi vẽ các đah, ta tiến hành xếp tải lên đah \Rightarrow nội lực tính toán. \rightarrow

Tải trọng tác dụng bao gồm:

*Do tính tải tác dụng lên 1 dầm ngang:

-**Mặt đường xe chạy :** p1 (T/m)

-**Đường người đi :** p2 (T/m)

-**Lan can :** P (T)

*Hoạt tải:

-**Hoạt tải đoàn người:** $P''_n = q_n \cdot l_1$ (T/m)

-**Hoạt tải của dây bánh xe là :** $P''_o = 0,5 \cdot K_{td} \cdot l_1$ (T/m)

Trong đó:

Ktd : tải trọng tương đương của hoạt tải, tra với dạng parabol

l_1 : khoảng cách giữa các dầm ngang

qn (T/m²): cường độ tải trọng đoàn người.

Công thức xác định nội lực tính toán:

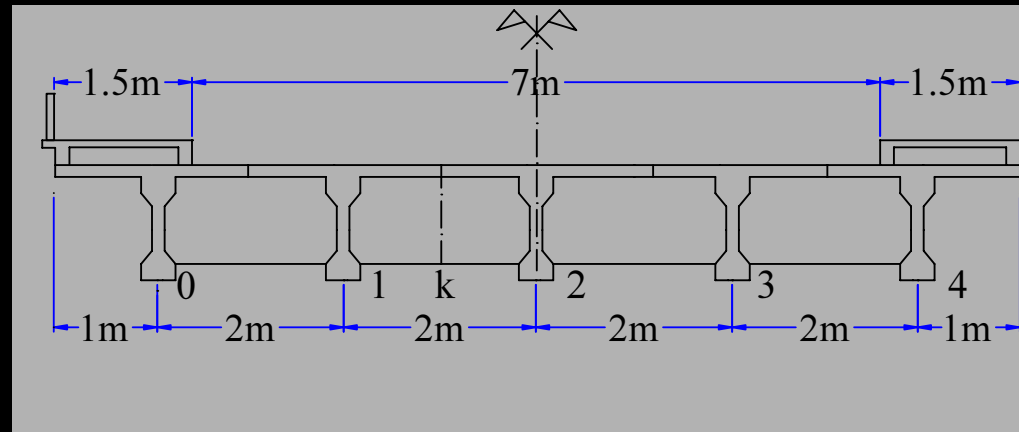
$$S^{tt} = \sum (n_i \cdot p_i) \cdot \omega + n_t \cdot P \sum y_t + n_h \cdot (1 + \mu) P_o'' \sum y_i + n_h \cdot P_n'' \cdot \omega_n$$

Chú ý:

- + Nội lực do tĩnh tải được tính hai lần với $n_t=1.5$ và $n_t=0.9$ trị số lớn sẽ cộng với nội lực do hoạt tải có cùng dấu với nội lực do tĩnh tải gây ra;
- trị số nhỏ sẽ cộng với nội lực khác dấu của hoạt tải.
- +Hệ số xung kích đối với hoạt tải ô tô phải xác định theo chiều dài nhịp của dầm chính.
- +Cộng nội lực trong trường hợp làm việc với kết cấu nhịp với nội lực do tải trọng cục bộ để được giá trị nội lực cuối cùng.

8.6.3. Ví dụ minh họa:

Cho mặt cắt ngang kết cấu nhịp như hình vẽ sau:



Yêu cầu: Xác định nội lực trong dầm ngang tại tiết diện “k” khi dầm ngang tham gia làm việc với kết cấu nhịp dưới tác dụng của hoạt tải; biết các số liệu tính toán như sau:

- Chiều dài nhịp tính toán: $l = 30$ (m)
- Khoảng cách giữa các dầm ngang $l_1 = 4$ (m)
- Hoạt tải tác dụng : H30 + đoàn người 300kg/m^2

Giải:

+ Để xác định nội lực trong dầm ngang tại tiết diện “k” khi tham gia làm việc với KCN ta phải vẽ đồ thị áp lực lên dầm số 0; và 1 như sau:

Áp dụng phương pháp nén lệch tâm ta có:

*Đối với dầm “0”:

$$y_{1;1'} = \frac{1}{n} + \frac{a_1^2}{2 \sum a_i^2} = \frac{1}{5} \pm \frac{8.8}{2 \cdot (8^2 + 4^2)} = 0.6 \quad ; \quad -0.2$$

*Đối với dầm “1”:

$$y_{1;1'} = \frac{1}{n} + \frac{a_1 \cdot a_2}{2 \sum a_i^2} = \frac{1}{5} \pm \frac{8.4}{2 \cdot (8^2 + 4^2)} = 0.4 \quad ; \quad 0 \quad \rightarrow$$

Áp dụng công thức trên ta thiết lập được công thức xác định tung độ đanh của nội lực tại tiết diện “k” như sau:

+Khi P=1 di động bên trái tiết diện “k”

$$M = -(x-2) + 3.R_0 + R_1$$

$$Q = -1 + R_0 + R_1$$

+Khi P=1 di động bên phải tiết diện “k”

$$M = 3.R_0 + R_1$$

$$Q = R_0 + R_1$$

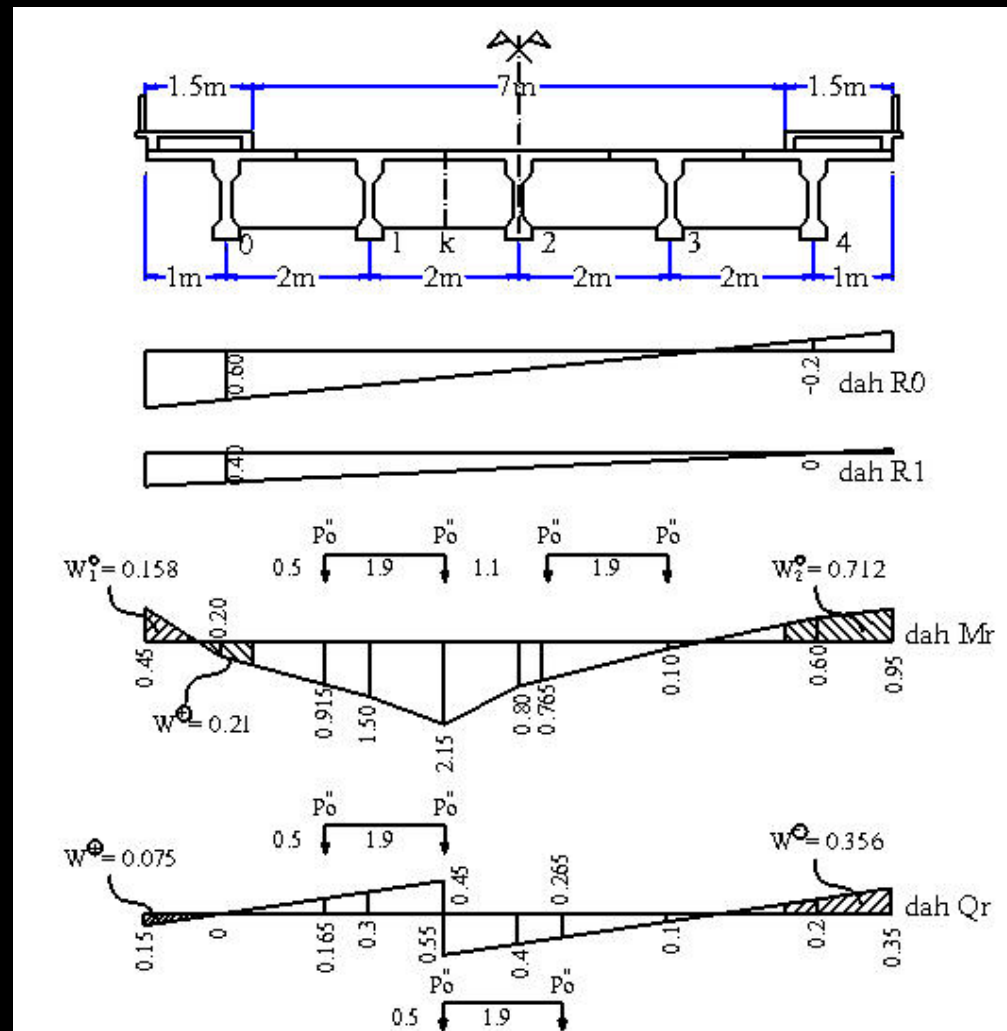
*Từ biểu thức trên ta vẽ được đanh M và Q như sau:

Nội lực tính toán tại tiết diện “r” do hoạt tải gây ra khi dầm ngang làm việc cùng với kết cấu nhịp:

$$S^{tt} = n_h \cdot (1 + \mu) P_o'' \sum y_i + n_h \cdot P_n'' \cdot \omega$$

$$n_h = 1.4$$

$$(1 + \mu) = 1.11$$



k_{td} : tải trọng tương đương của H30 tra bảng 3/trang 460-TK cầu BTCT & Cầu thép với dạng đah parabol được :

$$k_{td} = 1.75 \quad \rightarrow P_o'' = 0.5 * 1.75 * 4 = 3.5(T)$$

$$P_n'' = q_n \cdot l_1 = 0.3 * 4 = 1.2(T / m)$$

+Mô men tính toán tại tiết diện “r”:

$$\begin{aligned} \max M_r &= n_h \cdot (1 + \mu) P_o'' \sum y_i + n_h \cdot P_n'' \cdot \omega^+ = \\ &= 1.4 * 1.11 * 3.5 * (0.915 + 2.15 + 0.765 + 0.1) + 1.4 * 1.2 * 0.21 = 21.72(T.m) \end{aligned}$$

$$\min M_r = n_h \cdot P_n'' \cdot \sum \omega_i^+ = 1.4 * 1.2 * (-0.158 - 0.712) = -1.46(T.m)$$

+Lực cắt tính toán tại tiết diện “r” :

$$\begin{aligned} \max Q_r &= n_h \cdot (1 + \mu) P_o'' \sum y_i^+ + n_h \cdot P_n'' \cdot \omega^+ = \\ &= 1.4 * 1.11 * 3.5 * (0.55 + 0.265) + 1.4 * 1.2 * 0.075 = 4.56(T) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \min Q_r &= n_h \cdot (1 + \mu) P_o'' \sum y_i^- + n_h \cdot P_n'' \cdot \omega^- = \\ &= 1.4 * 1.11 * 3.5 * (-0.45 - 0.165) - 1.4 * 1.2 * 0.356 = -3.96(T) \end{aligned}$$

▶ 8.14. TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG DẦM CHỦ NHỊP ĐƠN GIẢN

*Trình tự tính toán nội lực trong dầm chủ :

7.14.1. Vẽ sơ đồ tính của dầm chủ:

Từ sơ đồ làm việc, vẽ Sơ đồ tính

7.14.2. Xác định tải trọng tác dụng:

*Tĩnh tải:

-Tĩnh tải giai đoạn 1: trọng lượng bản thân dầm chủ g_1 (T/m)

-Tĩnh tải giai đoạn 2: trọng lượng các lớp mặt cầu, lan can tay vịn, bộ hành, đá vỉa..

$$g_2 = Q \cdot \sum y_o + P_1 \cdot \omega_1 + P_2 \cdot \omega_2 \quad (t/m)$$

Trong đó:

Q : trọng lượng lan can tay vịn tính trên 1m dài cầu

y_o : tung độ đanh áp lực lên dầm tính toán dưới tác dụng tải trọng Q

P1 : trọng lượng các lớp mặt cầu (T/m²)

P2 : trọng lượng lề bộ hành, đá vỉa (T/m²)

$\omega_1; \omega_2$: diện tích phần đanh áp lực lên dầm tính toán dưới tác dụng tải trọng P1, P2

*Hoạt tải:

-Đoàn xe ô tô + đoàn người

-Xe xích hoặc xe đặc biệt

8.14.3. Tính toán HSPPN của tải trọng:

-Vẽ đah áp lực lên dầm tính toán bằng một trong ba phương pháp đã học .

-Xếp tải ở các vị trí bất lợi nhất lên đah áp lực →

$$\eta_{oto}; \eta_{xdb}; \eta_{nguoai}$$

8.14.4. Xác định nội lực tại các tiết diện tính toán:

+Chia dầm thành nhiều tiết diện: tại gối; 1/8l; 1/4l; 3/8l; 1/2l; và vị trí có TD thay đổi .

+Vẽ các đah nội lực tại các tiết diện tính toán.

+Tính nội lực do tác dụng của tĩnh tải và

hoạt tải: có hai phương pháp để xác định.

+Tập hợp các giá trị để vẽ biểu đồ bao mô men.

***Tính toán nội lực trong dầm theo phương pháp xếp xe trực tiếp ở vị trí bất lợi:**

+Nội lực do tĩnh tải + hoạt tải ô tô và đoàn người:

$$S^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot \sum P_i \cdot y_i + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng}$$

$$S'' = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot \sum P_i \cdot y_i + n_h \cdot \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng}$$

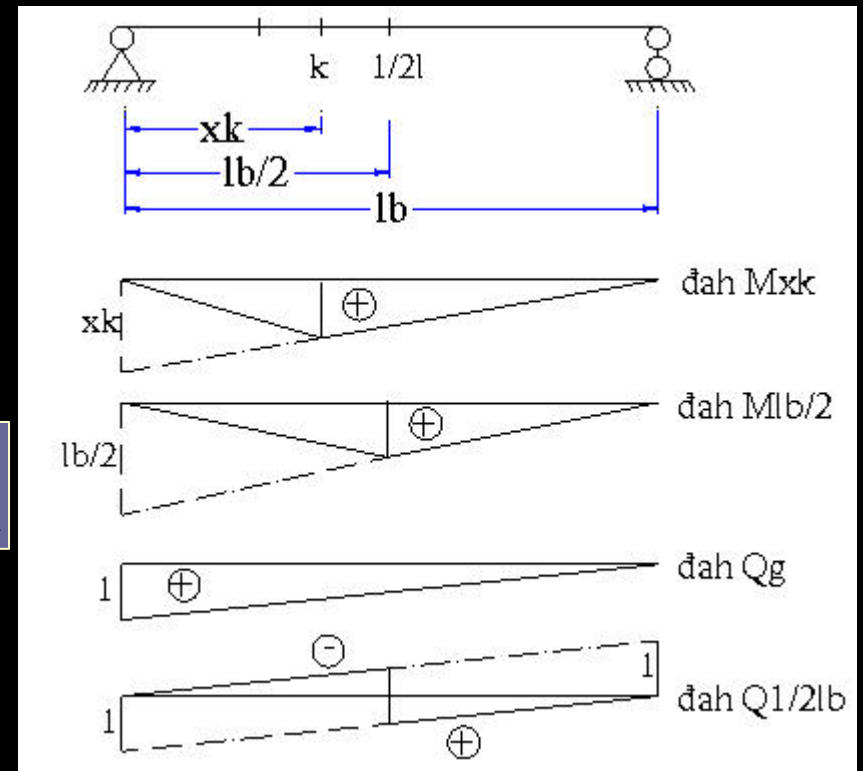
Trong đó:

$n_1; n_2$: Hệ số vượt tải đối với tĩnh tải g_1 và g_2

$\sum \omega$: Tổng diện tích nội lực cần tính toán.

$n_h = 1.4$: Hệ số vượt tải đối với hoạt tải.

$(1 + \mu)$: Hệ số xung kích phụ thuộc vào chiều dài đặt tải λ



β_0 : Hệ số làn xe, khi $\lambda > 25m$ hệ số làn xe phụ thuộc số làn xe m và lấy theo bảng sau:

Số làn xe m	2	3	≥ 4
β_0	0.9	0.8	0.7

$\eta_{oto}; \eta_{nguoi}$: Hệ số phân phối ngang của ô tô, đoàn người.

$P_i ; y_i$: Tải trọng trục của hoạt tải; tung độ đah nội lực tính toán tương ứng với vị trí xếp tải trọng trục bánh xe lên đah.

$P_{nguoi}; \omega_{ng}$: Tải trọng phân bố của đoàn người; diện tích của đah tương ứng với vị trí xếp tải trọng người lên đah .

+Nội lực do tĩnh tải + xe đặc biệt:

$$S^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \eta_{xdb} \cdot \sum P_i \cdot y_i$$
$$S^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot \eta_{xdb} \cdot \sum P_i \cdot y_i$$

Trong đó: $n_h = 1.1$: hệ số vượt tải của xe đặc biệt.

***Tính toán nội lực trong dầm theo phương pháp tải trọng tương đương:**

+Khái niệm về tải trọng tương đương:

-Xét dầm đơn giản chịu lực như sơ đồ I,
Mô men tại tiết diện “i” :

$$M_i = P_1 \cdot y_1 + P_2 \cdot y_2 + P_3 \cdot y_3$$

$$= \sum P_i \cdot y_i \quad (1)$$

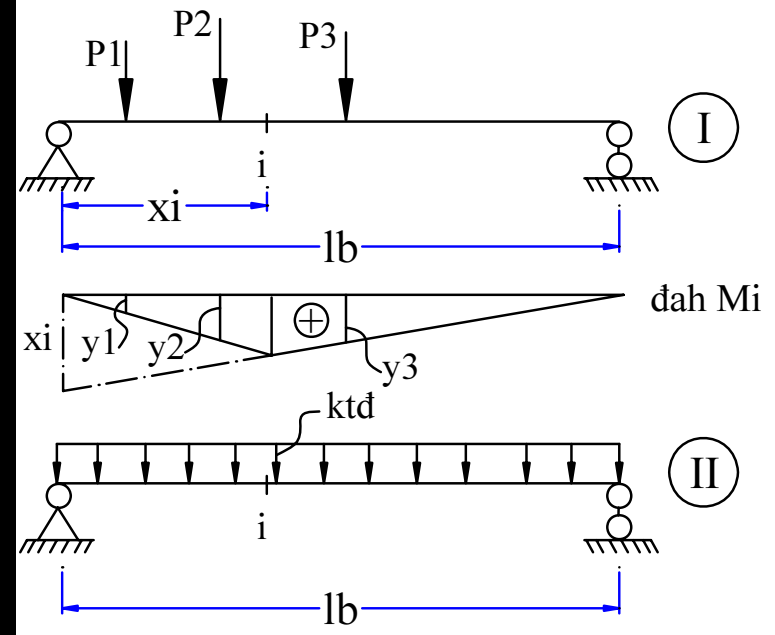
-Xét dầm đơn giản có cùng chiều dài nhịp
Chịu tải trọng phân bố đều như sơ đồ II:
Mô men tại tiết diện “i” :

$$M_i = k_{td} \cdot \omega \quad (2)$$

Nếu (1)=(2) thì k_{td} được gọi là tải trọng tương đương:

$$\Leftrightarrow k_{td} \cdot \omega = \sum P_i \cdot y_i$$

$$\Rightarrow k_{td} = \frac{\sum P_i \cdot y_i}{\omega}$$



+Trong các tài liệu kỹ thuật chuyên ngành, người ta lập sẵn các bảng tra k_{td} dựa vào chiều dài chất tải và dạng của đường ảnh hưởng. \longrightarrow

+Nội lực do tĩnh tải + hoạt tải ô tô và đoàn người:

$$S^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng}$$

$$S^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng}$$

+Nội lực do tĩnh tải + xe đặc biệt:

$$S^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \eta_{x_{db}} \cdot k_{td}^{x_{db}} \cdot \omega_{x_{db}}$$
$$S^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot \eta_{x_{db}} \cdot k_{td}^{x_{db}} \cdot \omega_{x_{db}}$$

Trong đó:

$$k_{td}^{oto} ; k_{td}^{x_{db}} :$$

:Tải trọng tương đương của đoàn xe ô tô; xe đặc biệt.

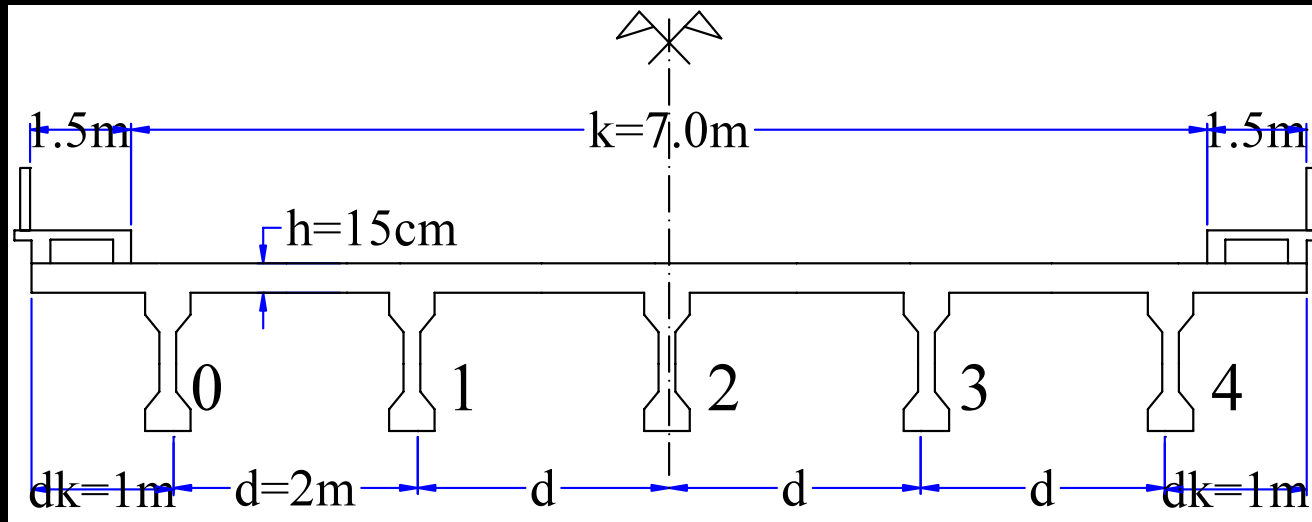
***Nhận xét về hai phương pháp tính toán nội lực:**

- Phương pháp xếp xe trực tiếp cho kết quả chính xác hơn. Khi số lực tập trung ít thì việc tính toán cũng đơn giản hơn.
- Phương pháp dùng tải trọng tương đương tính toán đơn giản hơn (chủ yếu tra bảng) và có thể dùng cho dầm có dạng thẳng hoặc cong. Tuy nhiên kết quả chỉ phù hợp với kết quả của phương pháp xếp xe trực tiếp khi đỉnh của chúng trùng nhau (bảng tra và tính toán trực tiếp).

8.15. VÍ DỤ MINH HỌA TÍNH TOÁN NỘI LỰC TRONG DẦM CHỦ NHỊP ĐƠN GIẢN

Đề bài:

Cho kết cấu nhịp dầm đơn giản có mặt cắt ngang như mục 7.10:



Cho biết các số liệu tính toán như sau:

- Chiều dài nhịp tính toán của dầm chủ : $l = 30 \text{ m}$
- Mô men quán tính của một dầm chủ : $J_d = 0.228 \text{ (cm}^4\text{)}$
- Trọng lượng bản thân một dầm chủ: $g_1 = 1.32 \text{ (T/m)}$
- Trọng lượng các lớp mặt cầu, lan can tay vịn, lề bộ hành... tác dụng lên một dầm chủ là : $g_2 = 0.52 \text{ (T/m)}$
- Hoạt tải trọng tác dụng:
 - + Đoàn xe H30 + đoàn người 300 kg/m^2
 - + Xe đặc biệt HK80

Yêu cầu:

Xác định nội lực tại TD giữa nhịp của dầm số “0” do hai t/h tải trọng tác dụng như sau:

*Tĩnh tải + H30 + Người

*Tĩnh tải + Xe đặc biệt HK80

Giải:

8.15.1. Vẽ sơ đồ tính: Dầm chủ làm việc theo sơ đồ dầm đơn giản.

8.15.2. xác định tải trọng tác dụng lên dầm số “0”:

*Tĩnh tải:

-Tĩnh tải giai đoạn 1: $g_1 = 1.32$ (T/m)

-Tĩnh tải giai đoạn 2: $g_2 = 0.52$ (T/m)

*Hoạt tải:

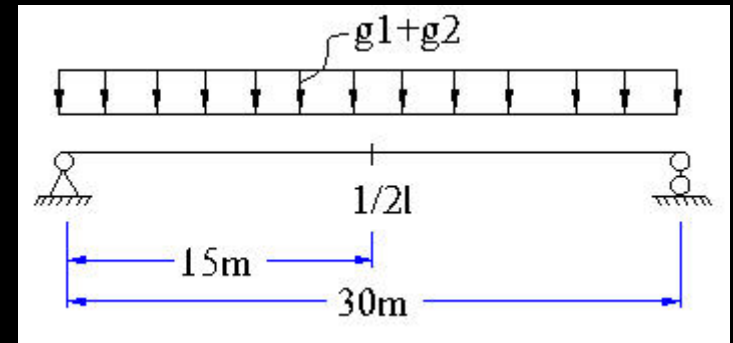
-H30 + người 0.3 (T/m²)

-HK80

8.15.3. Xác định HSPPN của tải trọng đối với dầm số “0”:

-Quá trình tính toán tiến hành tương tự như mục 7.10 ta xác định được

Hệ số phân phối ngang của các tải trọng đối với dầm số 0: \longrightarrow



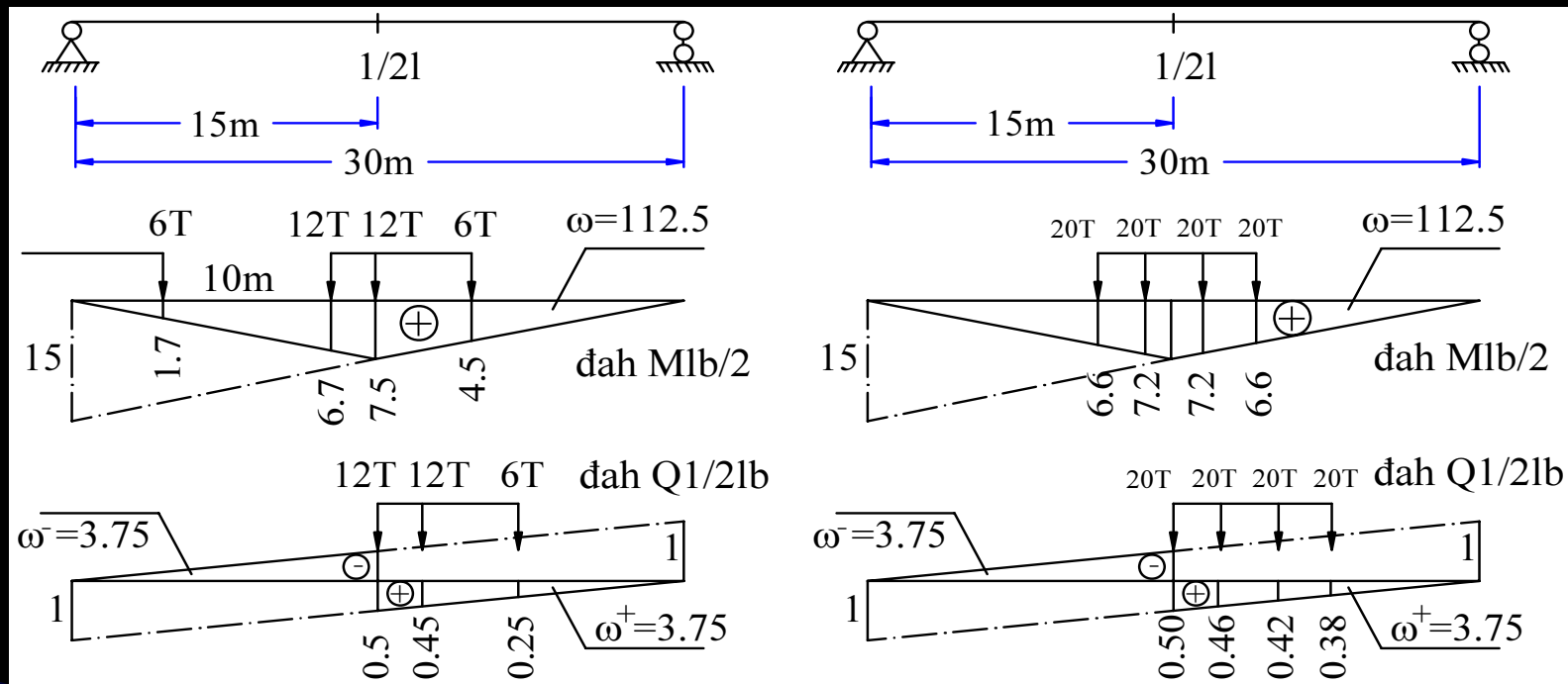
$$\eta_{H30} = \frac{1}{2} \cdot \sum y_i = \frac{1}{2} (0.623 + 0.283 + 0.145 + 0.025) = 0.538$$

$$\eta_{HK80} = \frac{1}{2} \cdot \sum y_i = \frac{1}{2} (0.594 + 0.194) = 0.394$$

$$\eta_{nguoai} = \omega_{nguoai} = 1.14$$

8.15.4. Xác định nội lực tại tiết diện giữa nhịp:

-Vẽ đah M, Q tại tiết diện giữa nhịp:



Xếp xe H30 lên đah M,Q tại ½ nhịp

Xếp xe HK80 lên đah M,Q tại ½ nhịp

*Nội lực tại giữa nhịp do tĩnh tải + H30 + người:

$$S^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{ngươi} \cdot P_{ngươi} \cdot \omega_{ng}$$

$$S^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{ngươi} \cdot P_{ngươi} \cdot \omega_{ng}$$

Mô men tại giữa nhịp:

$$\begin{aligned}M_{1/2L}^{tc} &= (g_1 + g_2) \sum \omega + \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot \sum P_i \cdot y_i + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng} \\ &= (1.32 + 0.52) * 112.5 + 0.9 * 0.538 * [12 * (7.5 + 6.7) + 6 * (1.7 + 4.5)] + 1.14 * 0.3 * 112.5 \\ &= 345.99(T.m) \\ M_{1/2L}^{tt} &= (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng} \\ &= (1.1 * 1.32 + 1.5 * 0.52) * 112.5 + 1.4 * 1.11 * 0.9 * 0.538 * [12 * (7.5 + 6.7) + 6 * (1.7 + 4.5)] \\ &\quad + 1.4 * 1.14 * 0.3 * 112.5 = 461.17(T.m)\end{aligned}$$

Lực cắt tại giữa nhịp:

$$\begin{aligned}Q_{1/2L}^{tc} &= (g_1 + g_2) \sum \omega + \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot \sum P_i \cdot y_i + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng} \\ &= (1.32 + 0.52) * 0 + 0.9 * 0.538 * [12 * (0.5 + 0.45) + 6 * 0.25] + 1.14 * 0.3 * 3.75 \\ &= 7.53(T.m) \\ Q_{1/2L}^{tt} &= (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng} \\ &= 1.4 * 1.11 * 0.9 * 0.538 * [12 * (0.5 + 0.45) + 6 * 0.25] + 1.4 * 1.14 * 0.3 * 3.75 \\ &= 11.5(T)\end{aligned}$$

***Nội lực tại giữa nhịp do tĩnh tải + xe đặc biệt HK80:**

$$S^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \eta_{xdb} \cdot \sum P_i \cdot y_i$$

$$S^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot \eta_{xdb} \cdot \sum P_i \cdot y_i$$

$$M_{1/2L}^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \eta_{xdb} \cdot \sum P_i \cdot y_i$$

$$= (1.32 + 0.52) * 112.5 + 0.394 * 20 * (6.6 * 2 + 7.2 * 2) = 424.48(T.m)$$

$$M_{1/2L}^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot \eta_{xdb} \cdot \sum P_i \cdot y_i$$

$$= (1.1 * 1.32 + 1.5 * 0.52) * 112.5 + 1.1 * 0.394 * 20 * (6.6 * 2 + 7.2 * 2)$$

$$= 490.33(T.m)$$

**Nếu tính toán bằng cách sử dụng phương pháp tải trọng tương đương:
+Nội lực do tĩnh tải + hoạt tải ô tô và đoàn người:**

$$S^{tc} = (g_1 + g_2) \sum \omega + \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng}$$

$$S^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng}$$

Trong đó:

$k_{td}^{H30} = 1.84$: tải trọng tương đương của Đoàn xe H30 tra bảng \longrightarrow

Mô men tại giữa nhịp:

$$\begin{aligned}M_{1/2L}^{tc} &= (g_1 + g_2) \sum \omega + \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng} \\ &= (1.32 + 0.52) * 112.5 + 0.9 * 0.538 * 1.84 * 112.5 + 1.14 * 0.3 * 112.5 \\ &= 345.70(T.m)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{1/2L}^{tc} &= (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) \sum \omega + n_h \cdot (1 + \mu) \cdot \beta_o \cdot \eta_{oto} \cdot k_{td}^{oto} \cdot \omega_{oto} + \eta_{nguoai} \cdot P_{nguoai} \cdot \omega_{ng} \\ &= (1.1 * 1.32 + 1.5 * 0.52) * 112.5 + 1.4 * 1.11 * 0.9 * 0.538 * 1.84 * 112.5 \\ &\quad + 1.4 * 1.14 * 0.3 * 112.5 = 460.72(T.m)\end{aligned}$$

So sánh với kết quả tính bằng phương pháp xếp xe trực tiếp ta thấy chênh lệch giữa hai phương pháp:

$$\frac{461.17 - 460.72}{460.72} \cdot 100\% = 0.09\%$$

Sự chênh lệch này là rất bé (sai số toán học)

→ Kết quả tính của hai phương pháp tính là phù hợp nhau.

CHƯƠNG 9

TÍNH TOÁN MỐ & TRỤ CẦU



9.1. TÍNH TOÁN TRỤ CẦU

I. Các loại tải trọng tác dụng:

+ Tĩnh tải:

- . Trọng lượng bản thân mố trụ
- . Trọng lượng KCN.
- . Trọng lượng đất đắp (nếu có)
- . áp lực đẩy ngang của đất,
- . Lực đẩy nổi của nước

+ Hoạt tải:

- . Trọng lượng xe, người đi bộ
- . Áp lực ngang của đất do hoạt tải đứng trên lăng thể trượt.
- . Lực ly tâm (đối với cầu cong).

+ Các tải trọng phụ:

-Theo phương dọc cầu:

- *Lực hãm xe
- *Lực gió dọc cầu
- *Lực va tàu bè
- *Lực ma sát gối cầu
- *Áp lực thủy tĩnh.

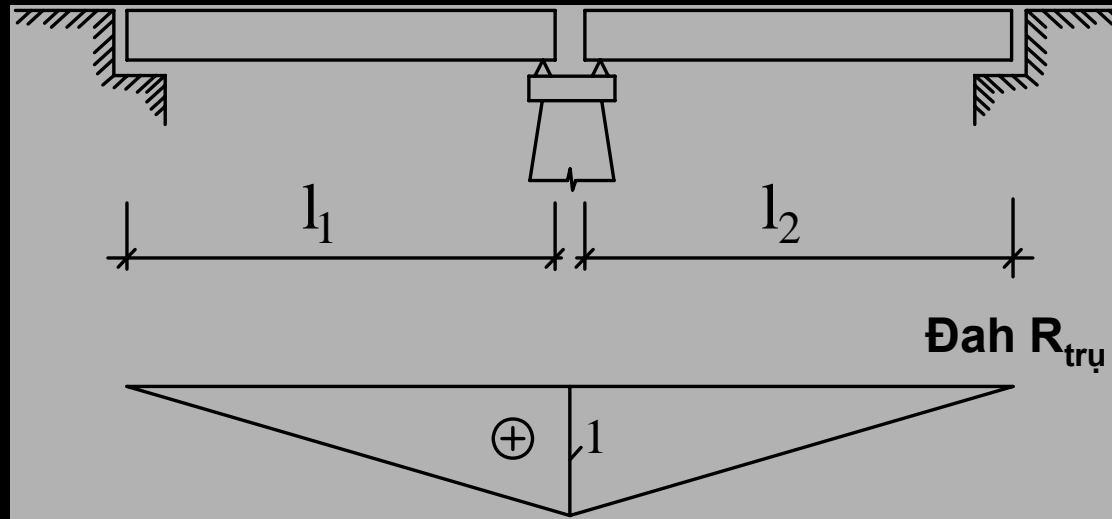
-Theo phương ngang cầu:

- *Lực gió ngang cầu
- *Lực lắc ngang
- *Lực va tàu bè
- *Áp lực thủy động.

Ngoài ra, còn có các tác dụng đặc biệt khác như lực động đất, lực do quá trình thi công gây ra.

II. Tính toán nội lực trụ cầu:

1. Phản lực tĩnh tải của KCN:



a. Nhịp trái:

- Phản lực do trọng lượng dầm, đường người đi, lan can, các lớp mặt cầu:

$$R_n^{tc} = (g_1 + g_2) * w_t$$

$$R_n^{tt} = (n_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot g_2) * w_t$$

Mô men dọc cầu đối với trọng tâm của mặt cắt :

$$M_d^{tc} = \sum R^{tc} * e_1$$

$$M_d^{tt} = \sum R^{tt} * e_1$$

Trong đó:

e1: k/c từ gối cầu đến trọng tâm mặt cắt tính toán

b. Nhịp phải: tính tương tự.

➔ Mô men dọc cầu do tĩnh tải KCN kê lên trụ cầu :

$$M_d^{tc} = R_1^{tc} * e_1 - R_2^{tc} * e_2$$

$$M_d^{tt} = R_1^{tt} * e_1 - R_2^{tt} * e_2$$

2. Trọng lượng bản thân trụ:

Trọng lượng bản thân trụ tính từ mặt cắt đang xét trở lên

- Trọng lượng tiêu chuẩn: $R^{tc} = \gamma.V$

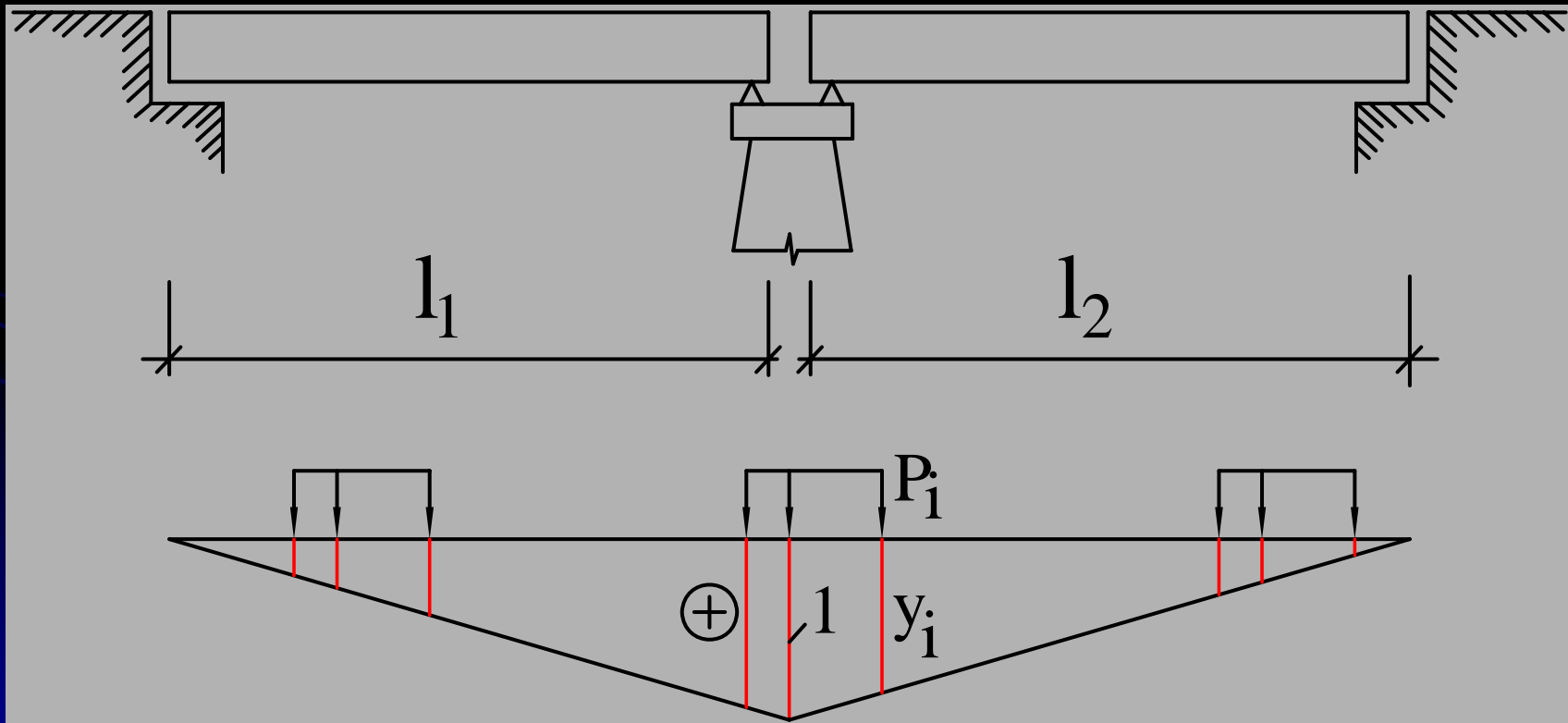
- Trọng lượng tính toán: $R^{tt} = n_t.R^{tc}$

3. Phản lực do hoạt tải ô tô trên kết cấu nhịp:

a. Khi hoạt tải đứng trên hai nhịp ở tất cả các làn xe:

Có thể xác định bằng hai cách:

- . Xếp xe trực tiếp lên đường ảnh hưởng.
- . Dùng tải trọng tương đương.



$$\rightarrow R_0^{tc} = m * \beta * \sum P_i \cdot y_i = m * \beta * K_{td} * \omega$$

$$R_0^{tt} = 1.4 R_0^{tc} : THC$$

$$R_0^{tt} = 1.12 R_0^{tc} : THP$$

$$R_0^{tt} = 0.98 R_0^{tc} : THDB$$

Với K_{td} tra ứng với $\lambda = L_1 + L_2$

→ Mô men dọc cầu:

$$\rightarrow M_0^{tc} = m * \beta * K_{td} \cdot (\omega_1 \cdot e_1 - \omega_2 \cdot e_2)$$

$$M_0^{tt} = 1.4 M_0^{tc} : THC$$

$$M_0^{tt} = 1.12 M_0^{tc} : THP$$

$$M_0^{tt} = 0.98 M_0^{tc} : THDB$$

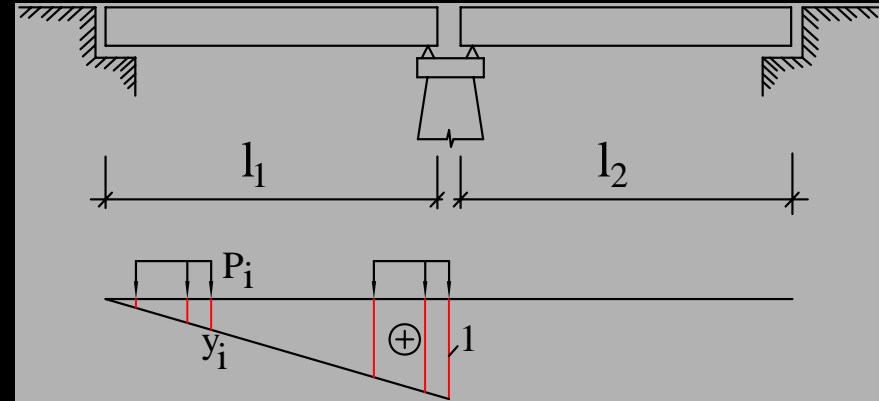
b. Hoạt tải đứng trên một nhịp (lớn) ở tất cả các làn xe:

$$R_0^{tc} = m * \beta * \sum P_i * y_i$$

$$R_0^{tc} = m * \beta * K_{td} * \Omega$$

$$R_0^{tt} = n_h (1 + \mu) * \beta * m * \sum P_i * y_i$$

$$R_0^{tt} = n_h (1 + \mu) * \beta * m * K_{td} * \Omega$$



Với K_{td} tra ứng với $\lambda = L_1$

→ Mô men dọc cầu:

$$\rightarrow M_0^{tc} = m * \beta * K_{td} * \omega_1 * e_1$$

$$M_0^{tt} = 1.4 M_0^{tc} : THC$$

$$M_0^{tt} = 1.12 M_0^{tc} : THP$$

$$M_0^{tt} = 0.98 M_0^{tc} : THDB$$

c. Hoạt tải đứng trên hai nhịp, xe chạy lệch tâm:

Trường hợp này ô tô chạy sát mép đá vỉa theo quy định và số làn xe chạy lệch lấy như sau:

+Bcầu \leq 10.5m : Xếp 1 làn xe chạy lệch

+Bcầu $>$ 10.5m : Xếp 2 làn xe chạy lệch

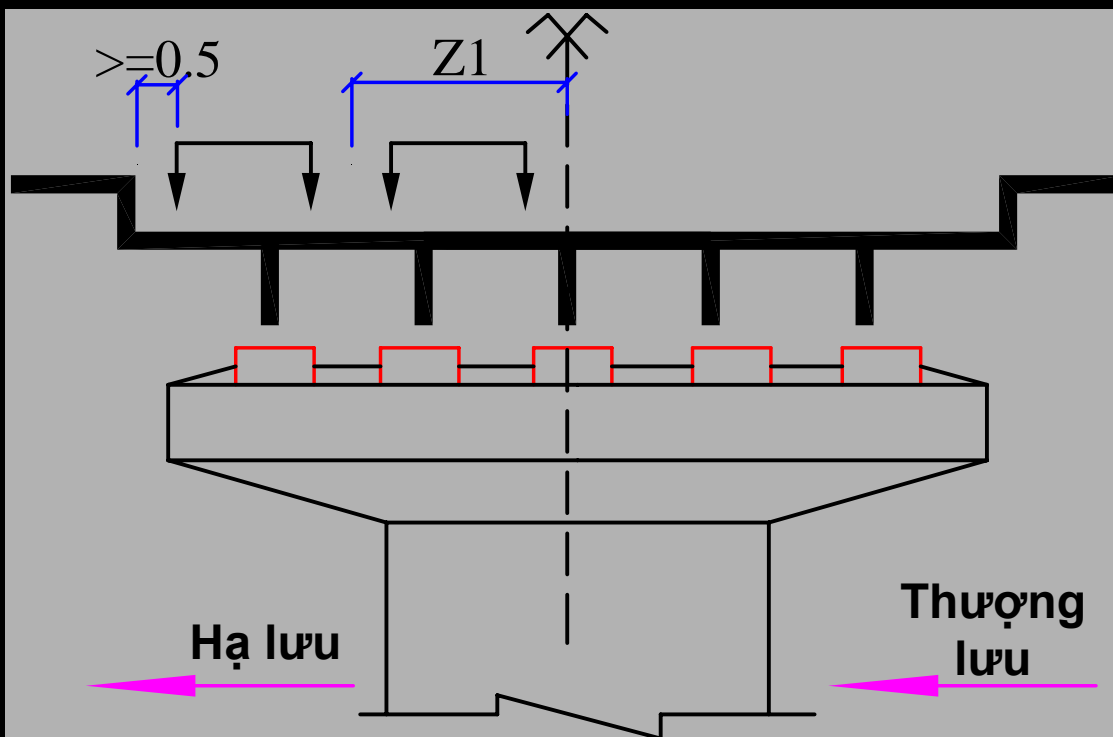
Ngoài việc xác định M dọc cầu còn phải xác định M ngang cầu

$$M_{0ng}^{tc} = R_0^{tc} * Z_1$$

$$M_{0ng}^{tc} = 1.12M_{0ng}^{tc} : THP$$

$$M_{0ng}^{tc} = 0.98M_{0ng}^{tc} : THDB$$

Chú ý: Xếp xe lệch tâm về phía hạ lưu



4. Phản lực của xe xích trên kết cấu nhịp:

Có thể xác định bằng hai cách:

- . Xếp xe trực tiếp lên đường ảnh hưởng.
- . Dùng tải trọng tương đương.

Áp lực của xe xích lên KCN:

$$R^{tc} = K * (w_1 + w_2)$$

$$R^{tt} = 1.1 * R^{tc}$$

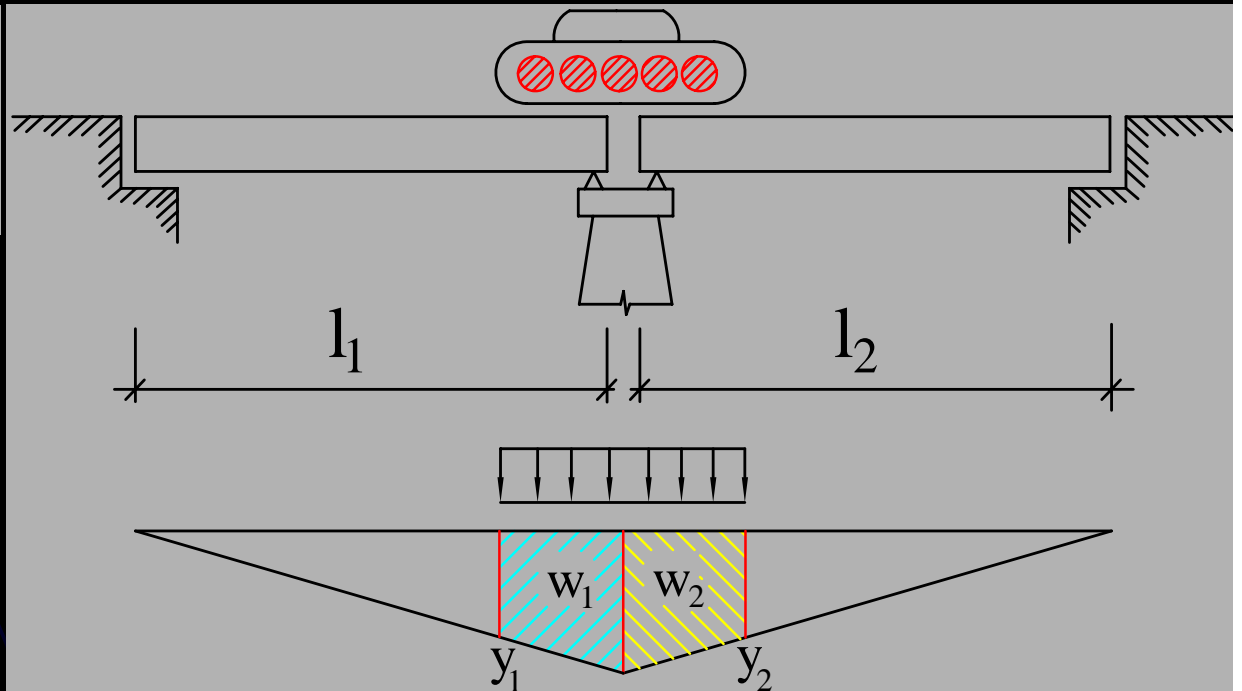
Mô men theo phương
dọc cầu:

$$M_d^{tc} = K(w_1 \cdot e_1 - w_2 \cdot e_2)$$

$$M_d^{tt} = 1.1 M_d^{tc}$$

Trong đó:

**K: áp lực trên 1m
dài của xe xích**



5. Phản lực do người đi bộ trên kết cấu nhịp:

a. Người đi trên hai lề ở cả hai nhịp:

áp lực xuống mỗi trụ cầu: \rightarrow Mô men theo phương dọc

$$R_n^{tc} = 2.d.q_n(w_1 + w_2)$$

$$R_n^{tt} = 1.4R_n^{tc} : THC$$

$$= 1.12R_n^{tc} : THP$$

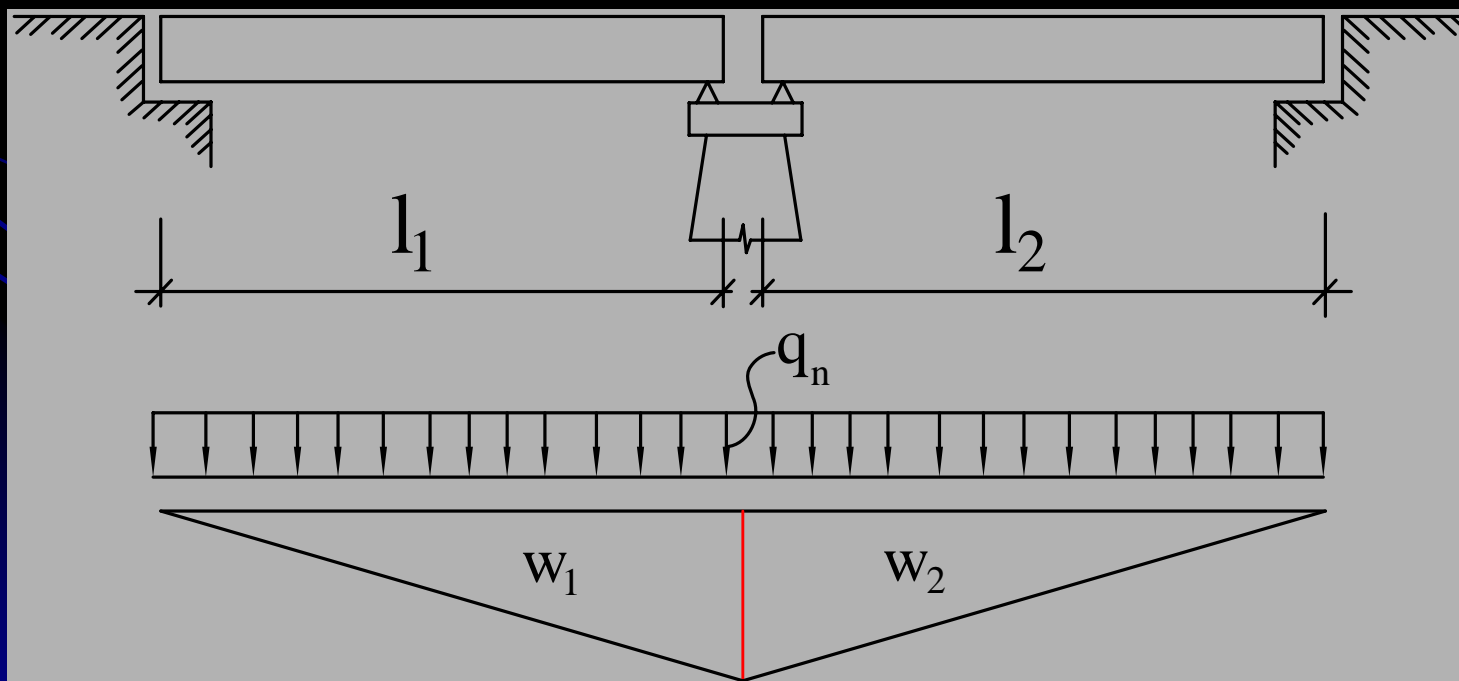
$$= 0.98R_n^{tc} : THDB$$

$$M_d^{tc} = 2.d.q_n(w_1 * e_1 - w_2 * e_2)$$

$$M_d^{tt} = 1.4.M_d^{tc} : THC$$

$$M_d^{tt} = 1.12.M_d^{tc} : THP$$

$$M_d^{tt} = 0.98.M_d^{tc} : THDB$$



b. Người đi trên hai lè ở một nhịp (nhịp lớn hơn):
áp lực xuống mỗi trụ cầu: → Mô men theo phương dọc

$$R_n^{tc} = 2.d.q_n.w_1$$

$$R_n^{tt} = 1.12R_n^{tc} : THP$$

$$R_n^{tt} = 0.98R_n^{tc} : THDB$$

$$M_n^{tc} = R_n^{tc} . e_1$$

$$M_n^{tt} = 1.12M_n^{tc} : THP$$

$$M_n^{tt} = 0.98M_n^{tc} : THDB$$

c. Người đi trên hai nhịp xếp lệch tâm:
áp lực xuống mỗi trụ cầu:

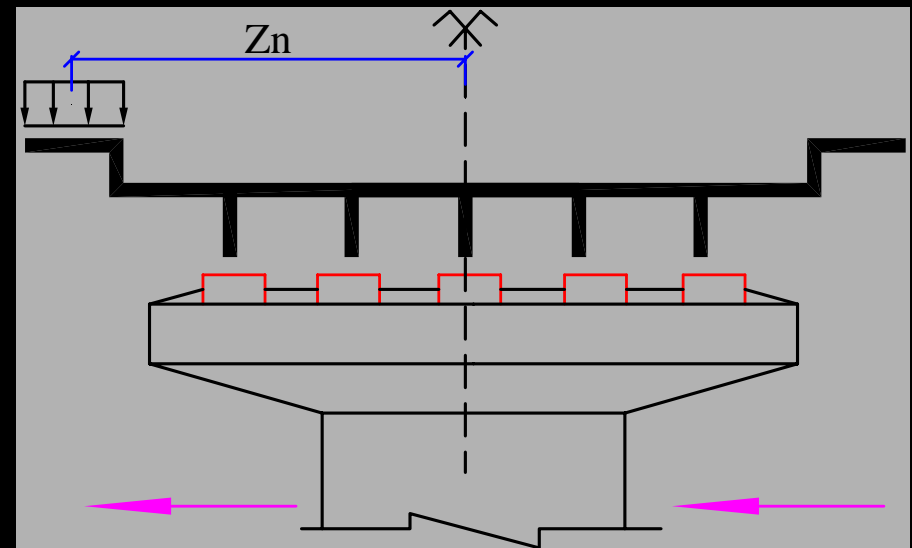
$$R_n^{tc} = d.q_n.(w_1 + w_2)$$

$$R_n^{tt} = 1.12R_n^{tc} : THP$$

Mô men theo phương ngang

$$M_n^{tc} = R_n^{tc} * Z_z$$

$$M_n^{tt} = 1.12M_n^{tc} : THP$$



6. Lực hãm hoặc lực khởi động của đoàn xe:

$$\begin{aligned} T &= 0.3 * P * m * \gamma : \text{khi } \lambda \leq 25m \\ &= 0.6 * P * m * \gamma : \text{khi } \lambda = 25 \div 50m \\ &= 0.9 * P * m * \gamma : \text{khi } \lambda > 50m \end{aligned}$$

Trong đó:

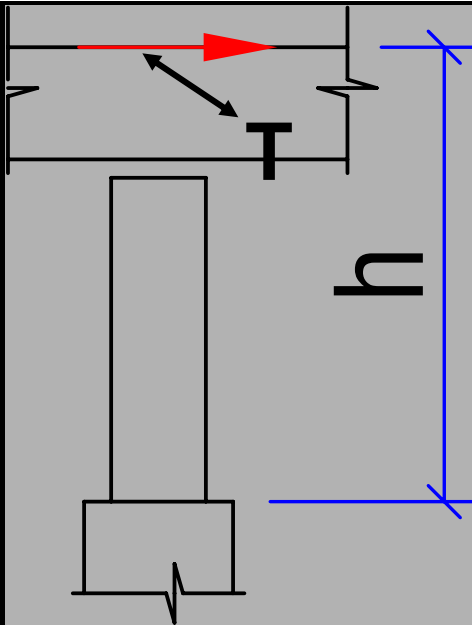
P: trọng lượng xe nặng nhất trong đoàn xe

m: số làn xe

$\gamma = 1$: gối cố định

$\gamma = 0.5$: gối trượt, tiếp tuyến

$\gamma = 0.25$: gối con lăn



Mô men theo phương dọc cầu:

$$M^{tc} = T * h$$

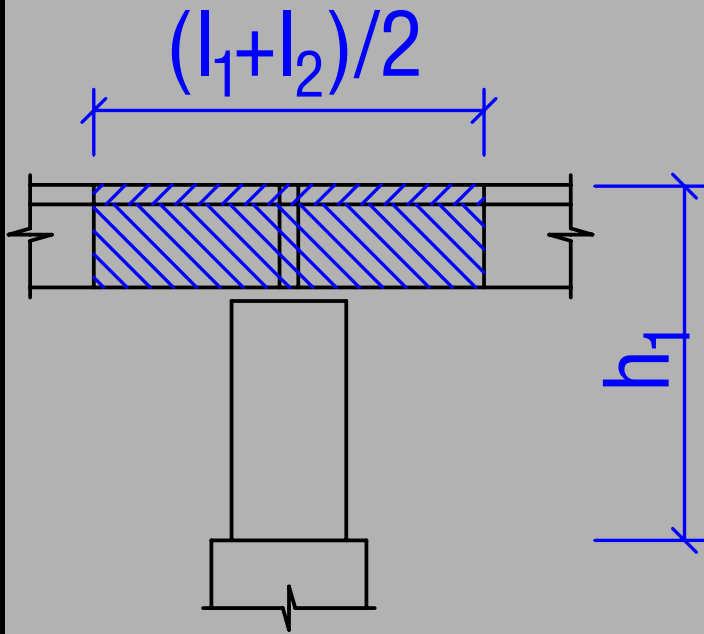
$$M^{tt} = 1.12 * M^{tc}$$

7. Lực ly tâm:

Đối với cầu nằm trên đường cong có $R \leq 600m$, cần phải xét đến lực ly tâm: (c)

$$c = \frac{15}{100 + R} \cdot \frac{\sum P}{l} \begin{cases} \geq \frac{0.15P}{l} : khi R < 250m \\ \geq \frac{40P}{l.R} : khi 250m \leq R \leq 600m \end{cases}$$

Lực ly tâm tác dụng lên trụ cầu:



$$R_{LT}^{tc} = \frac{1}{2} (c_1 \cdot l_1 + c_2 \cdot l_2)$$

$$R_{LT}^{tt} = 1.4 R_{LT}^{tc} : THC$$

$$R_{LT}^{tt} = 1.12 R_{LT}^{tc} : THP$$

Mô men theo phương ngang cầu:

$$M_{LT}^{tc} = R_{LT}^{tt} \cdot h_1$$

$$M_{LT}^{tt} = 1.4 M_{LT}^{tc} : THC$$

$$M_{LT}^{tt} = 1.12 M_{LT}^{tc} : THP$$

8. Lực lắc ngang:

+Đối đoàn xe ô tô lực lắc ngang xem như tải trọng phân bố đều, nằm ngang tại CĐĐXC và được lấy như sau:

+Đối với H30 : $g = 0.4$ (T/m)

+Đối với H13, H10 : $g = 0.2$ (T/m)

→ Lực lắc ngang tác dụng lên trụ cầu:

$$R_{LN}^{tc} = g.(L_1 + L_2)/2$$

+Đối với xe xích, xe đặc biệt: lực xem như lực tập trung

+Đối với HK80 : $R_{LN}^{tc} = 5$ (T)

+Đối với xe xích: $R_{LN}^{tc} = 4$ (T)

→ Mô men theo phương ngang cầu:

$$M_{LN}^{tc} = R_{LN}^{tt} . h$$

$$M_{LN}^{tt} = 1.12 M_{LN}^{tc} : THP$$

9. Tải trọng gió theo phương ngang cầu:

Gió tác động lên diện tích chắn gió → Lực gió

*Xác định S chắn gió:

+Lan can:

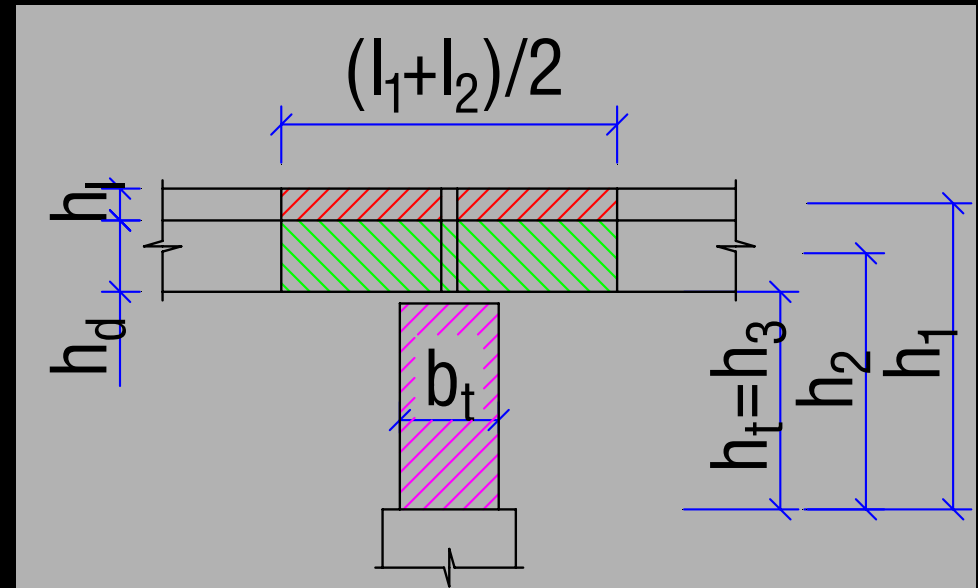
$$S_{LC} = k \cdot h_{LC} (l_1 + l_2) / 2$$

+Dầm chủ:

$$S_{dầm} = h_{dầm} (l_1 + l_2) / 2$$

+Trụ cầu:

$$S_{trụ} = b_{trụ} \cdot h_{trụ}$$



Lực gió tác dụng lên trụ: $R_{gió}^{tc} = S \cdot w_{gió}$

Mô men do lực gió gây ra:

$$M^{tc} = w_{gio} (S_{LC} + S_{dam} + S_{tru})$$

$$M^{tt} = 1.2 M^{tc} : THP$$

Chú ý:

$w_{gió} = 50 \text{ kg/m}^2$: khi không có xe

$w_{gió} = 180 \text{ kg/m}^2$: khi có xe

10. Tải trọng gió theo phương dọc cầu:

Tải trọng gió theo phương dọc chỉ xét đối với cầu giàn rỗng. Lực gió tác dụng lên giàn theo phương dọc cầu lấy như sau:

$$R_{\text{giàn}}^{tc} = 0.6 \cdot \gamma \cdot R_n^{tc}$$

Trong đó:

$R_{\text{trụ}}^{tc}$: Lực gió theo phương ngang xử theo mục 9.

+Lực gió tác dụng lên trụ:

$$R^{tc} = w_{\text{gió}} \cdot S_{\text{trụdọccầu}}$$

→Lực gió tổng cộng tác dụng lên trụ cầu:

$$R^{tc} = R_{\text{giàn}}^{tc} + R_{\text{trụ}}^{tc}$$

→Mô men theo phương dọc cầu:

$$M^{tc} = h_{\text{gian}} \cdot R_{\text{gian}}^{tc} + h_{\text{tru}} \cdot R_{\text{tru}}^{tc}$$

$$M^{tt} = 1.2M^{tc} : THP$$

11. Lực va chạm tàu bè:

- Tải trọng này đặt vào giữa chiều rộng hay dài của mố trụ ở cao độ MNTT tính toán, phụ thuộc vào tải trọng toàn phần của tàu, xác định như sau:

Tải trọng toàn phần của tàu(T)	Tải trọng tính toán (T)			
	Dọc theo tim cầu		Ngang cầu	
	Có thông thuyền	Không thông thuyền	Thượng lưu	Hạ lưu(không có nước)
12000	100	50	125	100
8000	70	40	90	70
4000	65	35	80	65
2000	55	30	70	55
500	25	15	30	25
250	15	10	20	15
100	10	5	15	10

Chú ý: với mố trụ có bố trí hệ thống chống va thì không xét tải trọng này

12. Lực ma sát gối cầu:

- Khi KCN chuyển vị dưới tác dụng của nhiệt độ, cũng như của hoạt tải. Trong gối cầu sẽ xuất hiện lực ma sát. Đó là lực nằm ngang, hướng dọc cầu, truyền cho cả hai gối di động và cố định có trị số là:

$$T = f \cdot N$$

Trong đó:

N: phản lực gối do tĩnh và hoạt tải (không xét $1+\mu$)

f: hệ số ma sát trong của gối.

- Chú ý:

- Lực ma sát chỉ tính khi mố trụ đặt trên nền đá và các bộ phận của mố trụ liên kết trực tiếp với gối cầu.
- Lực ma sát coi như tác dụng tại trung tâm của khớp gối cố định cũng như đỉnh của khớp gối dưới trong gối di động
- Lực ma sát và lực hãm không được tính đồng thời với nhau trong cùng một tổ hợp khi tính gối cầu, thường dùng trị số lớn hơn trong hai loại trên để tính toán.

13. Áp lực thủy tĩnh:

Là lực đẩy Archimedes. Lực này được tính ứng với hai trường hợp MNCN & MNTN

14. Tải trọng thi công:

+Trọng lượng ván khuôn

+Thiết bị thi công: cần trục lao dầm..

+Các ứng lực điều chỉnh nhân tạo.

+Tải trọng người khi thi công

+Áp lực dầm, rung của thiết bị thi công...

15. Tổ hợp tải trọng:

Trong tính toán ta phải chọn tổ hợp tải trọng ở trạng thái bất lợi nhất có khả năng xảy ra đối với công trình.

- Người ta đã phân ra làm 3 tổ hợp:

+ **Tổ hợp tải trọng chính:** đối với bộ phận chịu lực chủ yếu của cầu thì THC bao gồm:

Trọng lượng bản thân

Hoạt tải đoàn xe, người

Lực xung kích, lực ly tâm, áp lực đất.

(KC chịu lực ngang là chủ yếu)

+ **Tổ hợp tải trọng phụ:** là tổ hợp có xét thêm:

Lực hãm xe, lực lắc ngang, gió,

Lực do thay đổi nhiệt độ, co ngót từ biến.

+ **Tổ hợp đặc biệt:** là tổ hợp có xét đến các lực

Lực động đất, lực va

Lực do thi công

*Một số vấn đề lưu ý khi tổ hợp nội lực:

+Trong một tổ hợp không đồng thời xét hai loại tải trọng sau đây:

-Lực ly tâm không xét với lực lắc ngang, động đất

-Lực lắc ngang không xét với lực hãm, gió, ly tâm, đ.đất

-Lực hãm không xét với lực lắc ngang, va, ma sát, đ.đất

-Lực va không xét với lực hãm, gió, ma sát, động đất.

+Các tổ hợp được tính với hai giá trị nội lực tiêu chuẩn và tính toán.

+Trong THP & THĐB thì không xét đến tải trọng xe xích và xe đặc biệt

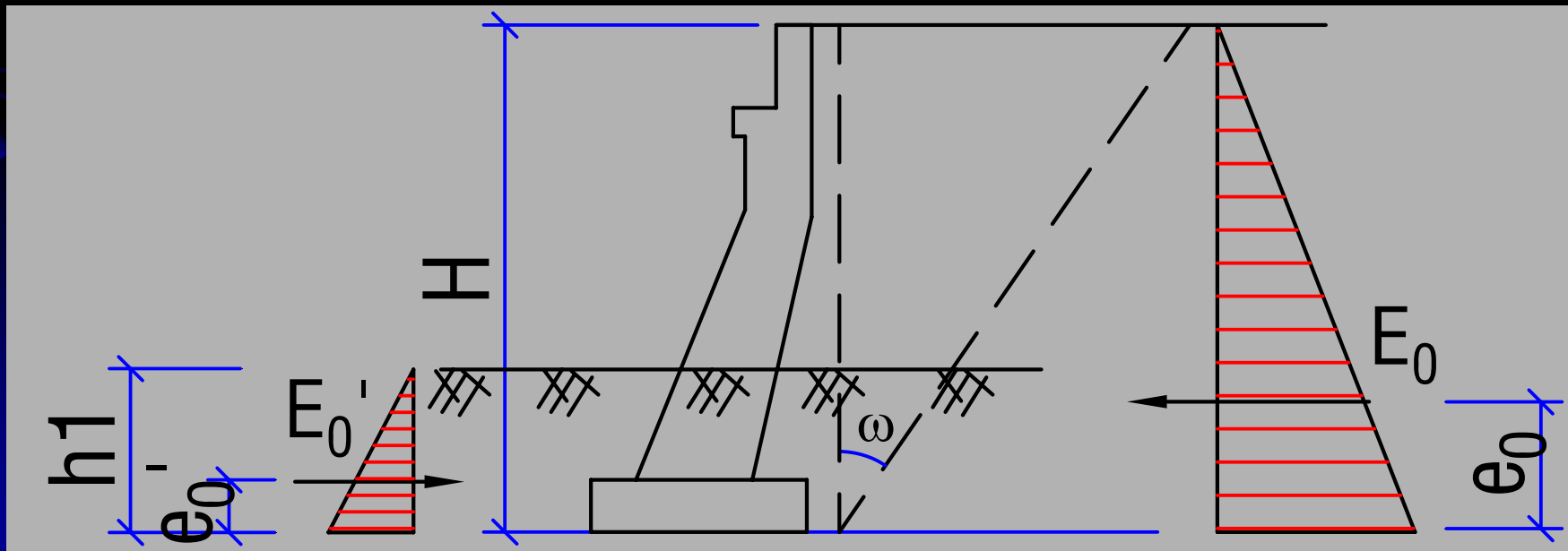
9.2. TÍNH TOÁN MỐ CẦU

I. Các loại tải trọng tác dụng:

+Các tải trọng tác dụng lên mố: Tĩnh tải, hoạt tải thẳng đứng, người đi bộ trên các làn các lề của nhịp...xác định như tính toán với trụ cầu.

+Cần phải xác định thêm áp lực ngang do đất đắp sau mố & hoạt tải trên lăng thể trượt.

II. Áp lực ngang của đất đắp sau mố:



Áp lực đất tác dụng lên mố cầu:

$$E_o = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot \mu \cdot B \quad ; \quad E'_o = \frac{1}{2} \gamma \cdot h_1^2 \cdot \mu' \cdot B$$

Trong đó:

γ : dung trọng đất đắp sau mố.

$$\gamma^{tc} = 1.8(\text{T/m}^3); \quad \gamma^{tt} = 1.2 \cdot 1.8(\text{T/m}^3)$$

$$\mu = \text{tg}^2 w = \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$$

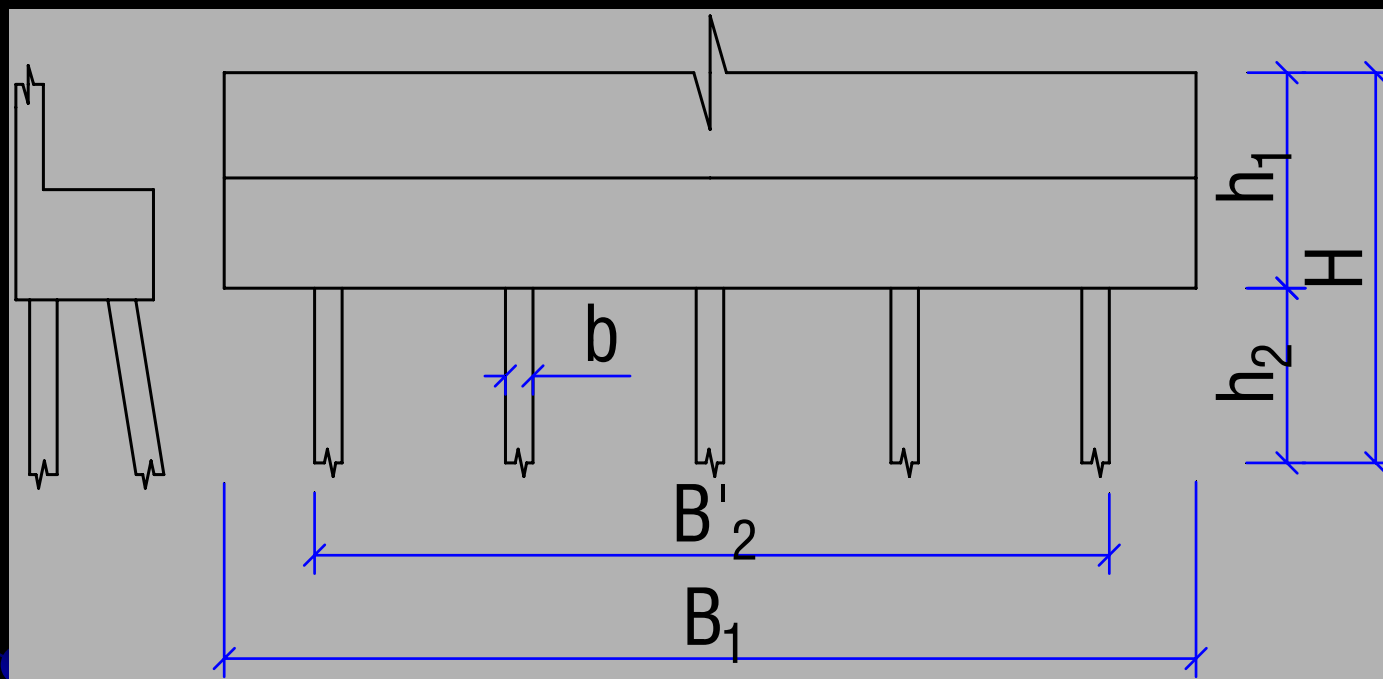
$$\mu' = \text{tg}^2 w' = \text{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)$$

$$\varphi^{tc} = 35^\circ; \quad \varphi^{tt} = 30^\circ: \text{THC}; \quad \varphi^{tt} = 40^\circ: \text{THP}$$

B: bề rộng mố

*Xác định bề rộng tính toán của mố cầu:

+Mố có nhiều hàng cọc (mố chân dê):



Chiều rộng tính toán của mố:

$$B = \frac{B_1 \cdot h_1 + B_2 \cdot h_2}{H}$$

Trong đó:

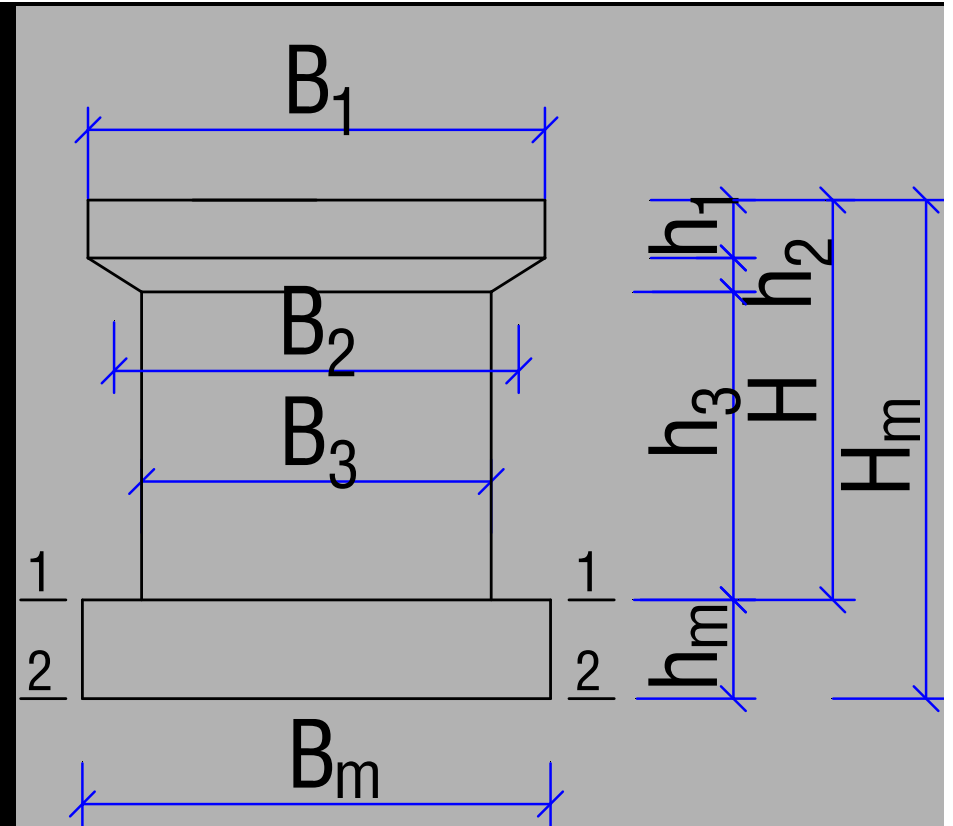
$B_2 = 2\sum b$: nếu $2\sum b < B_2'$

$B_2 = B_2'$: nếu $2\sum b \geq B_2'$

+Mổ vùi, mổ tường:

Chiều rộng tính toán B tại mặt cắt 1-1:

$$B = \frac{B_1 \cdot h_1 + B_2 \cdot h_2 + B_3 \cdot h_3}{H}$$



Chiều rộng tính toán B tại mặt cắt 2-2:

$$B = \frac{B_1 \cdot h_1 + B_2 \cdot h_2 + B_m \cdot h_m}{H_m}$$

+Mổ cột có hai móng rời nhau:

Chiều rộng B tại mặt cắt 1-1:

$$B = \frac{B_1 \cdot h_1 + B_2 \cdot h_2 + B_3 \cdot h_3}{H}$$

Trong đó:

$$B_3 = 2 \sum b_c : \text{nếu } 2 \sum b_c < B_3'$$

$$B_3 = B_3' : \text{nếu } 2 \sum b_c \geq B_3'$$

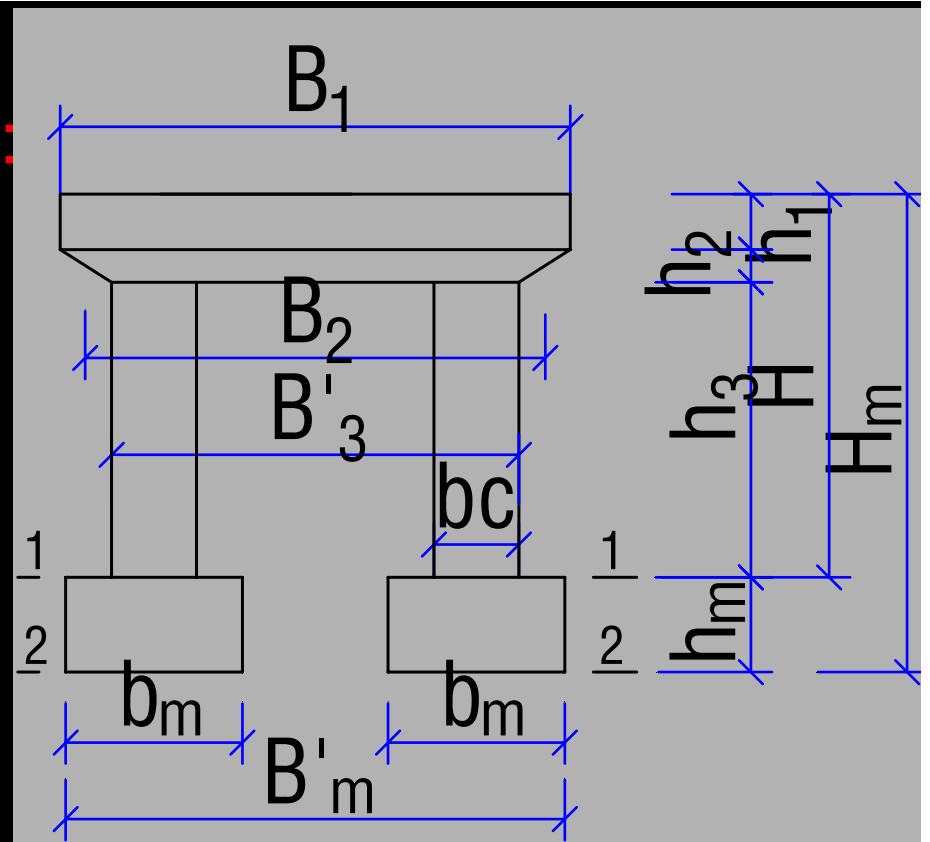
Chiều rộng B tại mặt cắt 2-2:

$$B = \frac{B_1 \cdot h_1 + B_2 \cdot h_2 + B_3 \cdot h_3 + B_m \cdot h_m}{H_m}$$

Trong đó:

$$B_m = 2 \sum b_m : \text{nếu } 2 \sum b_m < B_m'$$

$$B_m = B_m' : \text{nếu } 2 \sum b_m \geq B_m'$$



III. Áp lực ngang do hoạt tải trên lăng thể trượt:

Tác dụng của hoạt tải được thay thế bằng lớp đất tương đương có chiều cao h_o phân bố đều trên diện tích Sxb

$$b = b_1 + 2\Delta H$$

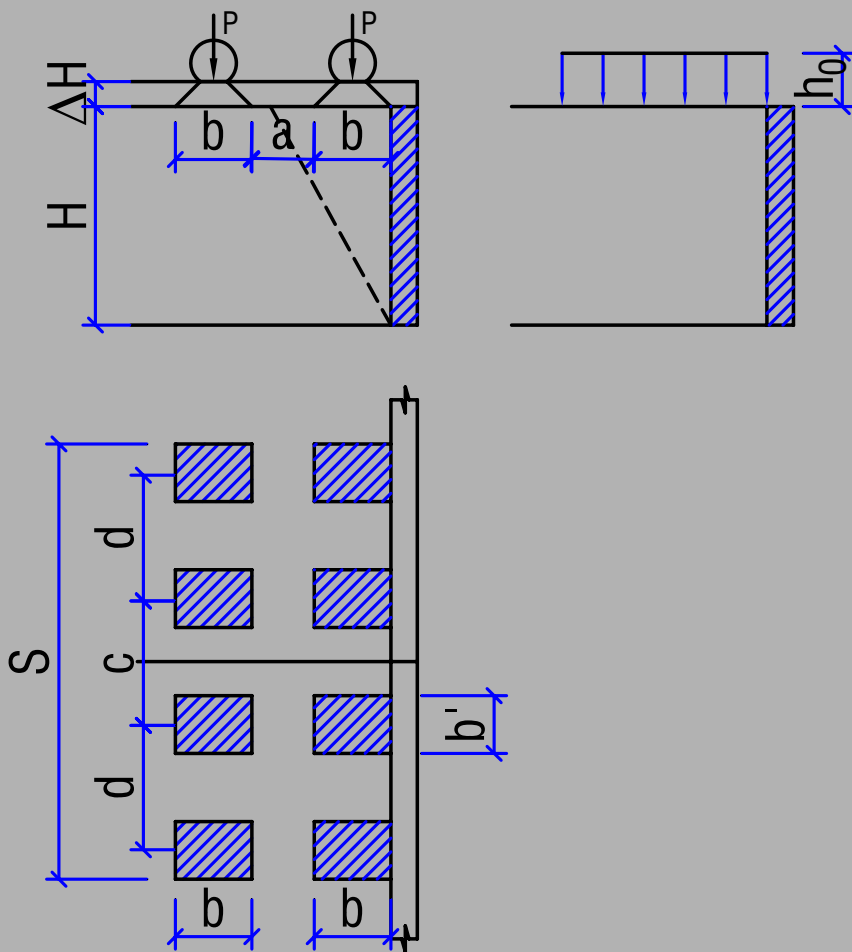
$$= 0.2 + 2\Delta H$$

$$S = c + 2d + b'$$

$$b' = b_1' + 2\Delta H$$

→ Chiều cao lớp đất tương đương:

$$h_o = \frac{n \cdot \sum P}{S \cdot b \cdot \gamma}$$

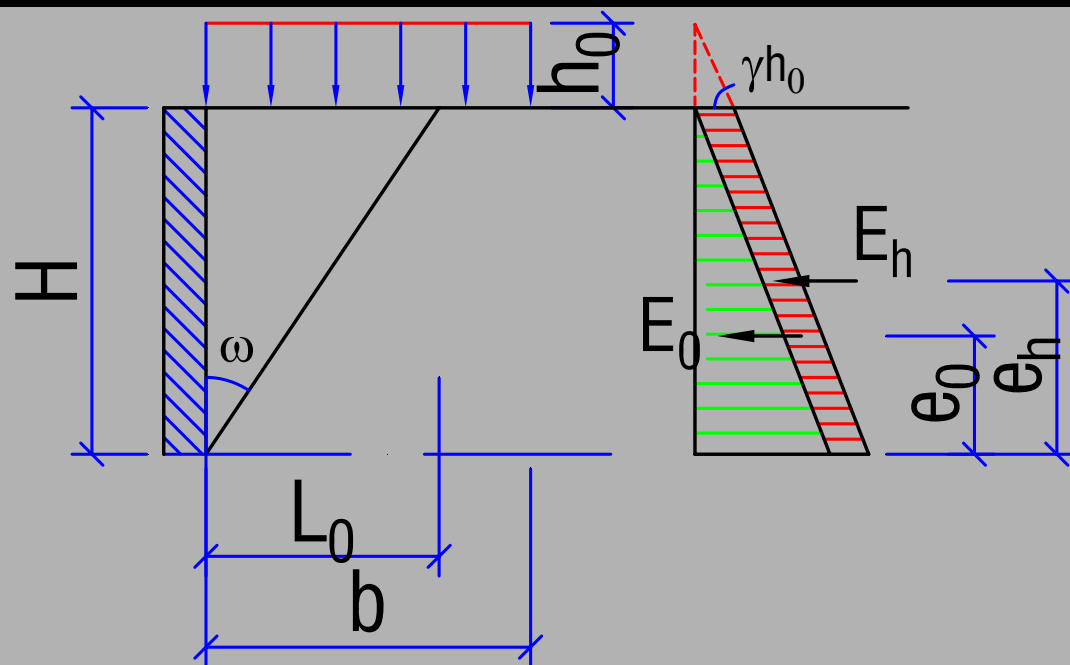
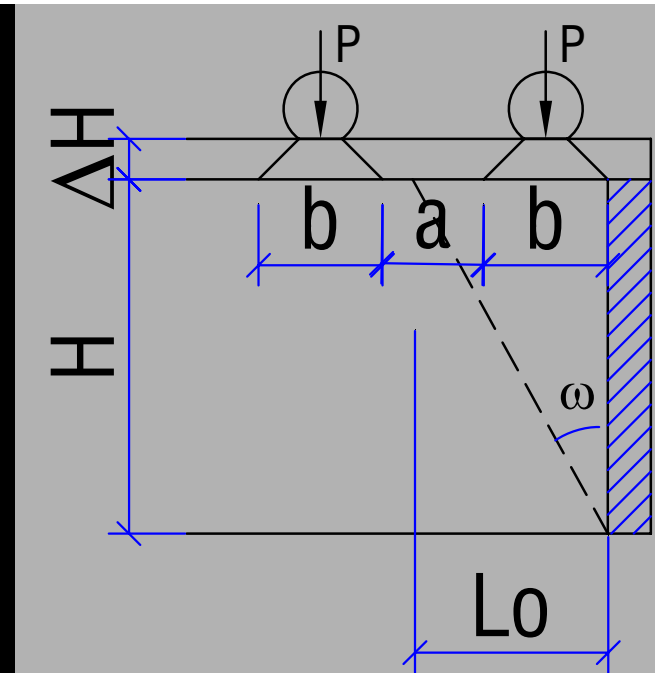


*Áp lực ngang do hoạt tải đứng trên
lăng thể trượt phụ thuộc vào cách
xếp tải trên lăng thể trượt.

→Xác định chiều dài lăng thể trượt
tính thử L_0 :

$$L_0 = H.tg\omega = H.tg(45^\circ - \varphi/2)$$

1. Trường hợp $L_0 \leq b$



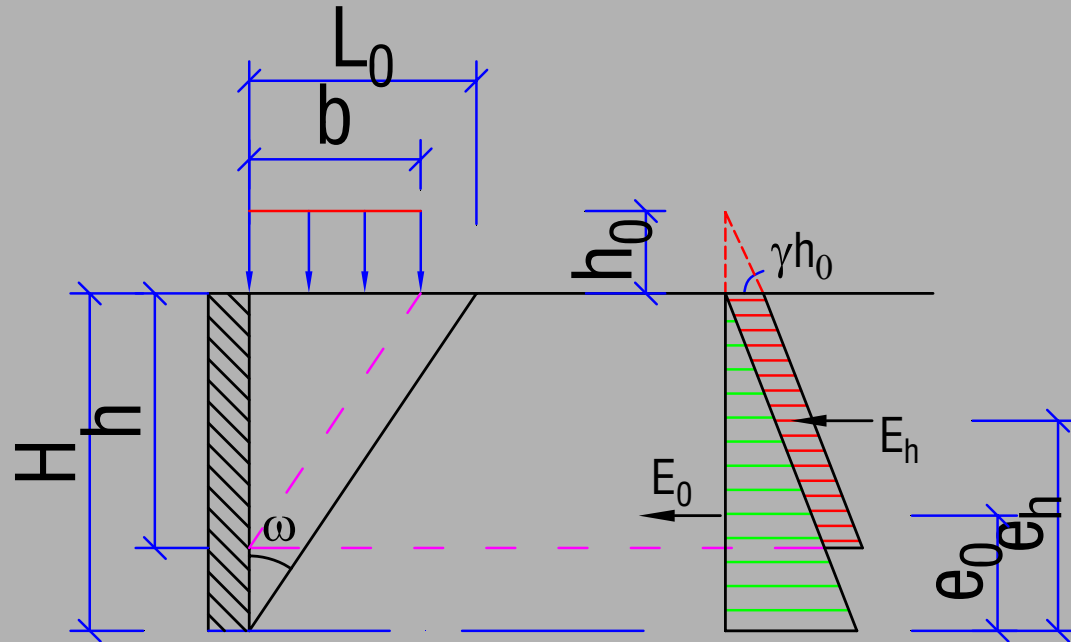
$$E_o = \frac{1}{2} \gamma . H^2 . \mu . B$$

$$E_h = \gamma . h_o . H . \mu . S$$

$$\mu = tg^2(45^\circ - \varphi/2)$$

2. Trường hợp

$$b \leq L_0 \leq b+a$$



$$E_0 = \frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot \mu' \cdot B \quad ; \quad E_h = \gamma \cdot h_0 \cdot h \cdot \mu' \cdot S$$

$$h = \frac{b}{\operatorname{tg} \omega} \quad ; \quad \mu' = \frac{\operatorname{tg} \omega}{\operatorname{tg}(\varphi + \omega)}$$

$$\operatorname{tg} \omega = -\operatorname{tg} \varphi + \sqrt{(1 + \operatorname{tg}^2 \varphi) \left(1 - \frac{A}{\operatorname{tg} \varphi}\right)} \quad ; \quad A = \frac{2 \cdot b \cdot h_0}{H^2}$$

IV. Tổ hợp nội lực trong mố cầu:

1. Tổ hợp 1A (THC):

Tĩnh tải; hoạt tải trên KCN & lạng thể trượt

2. Tổ hợp 1B (THC):

Tĩnh tải; xe xích, XĐB trên KCN & lạng thể trượt

3. Tổ hợp 2 (THP):

Tĩnh tải; hoạt tải trên KCN & lạng thể trượt, lực hãm về phía sông.

4. Tổ hợp 3 (THP):

Tĩnh tải; hoạt tải trên KCN, lực hãm về phía bờ.

5. Tổ hợp 4 (THĐB):

Xét trong giai đoạn thi công: Tĩnh tải nhưng chưa đắp đất sau mố.

Chú ý:

Chỉ xét tổ hợp phụ theo phương dọc cầu.

Sau khi tính toán xác định các tổ hợp nội lực → tiến hành các nội dung kiểm tra sau:

+Kiểm tra cường độ tiết diện mố trụ cầu

+Kiểm tra cường độ đá tảng

+Kiểm tra ổn định chống lật

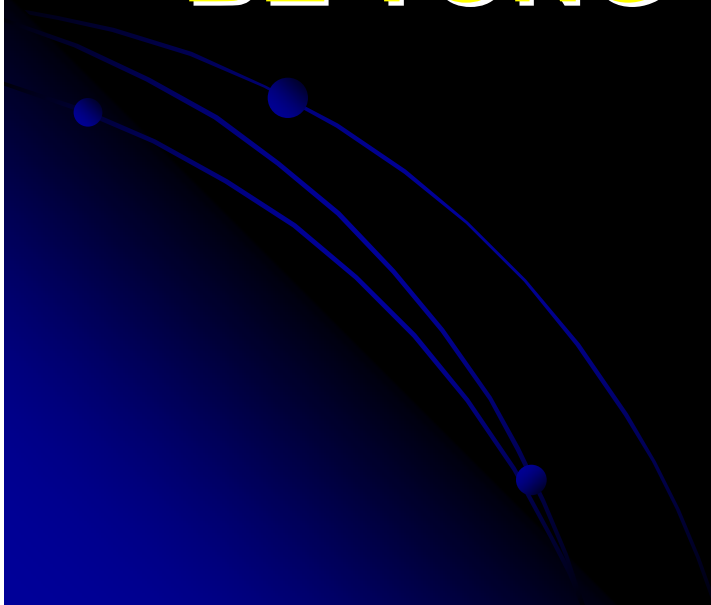
+Kiểm tra ổn định chống trượt

+Kiểm tra chuyển vị ngang của đỉnh trụ (>20m)

+Kiểm tra lún của móng mố trụ cầu

CHƯƠNG 10:

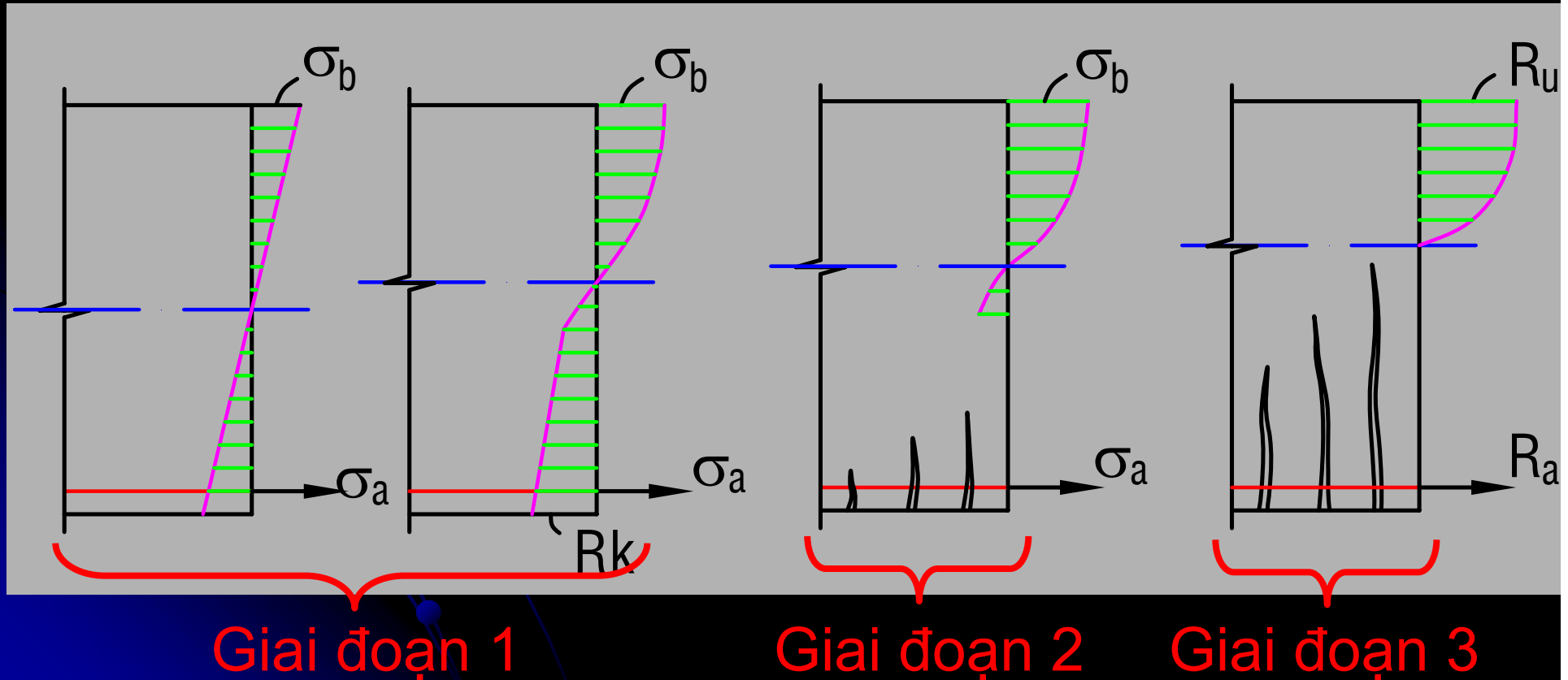
TÍNH TOÁN KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP THƯỜNG



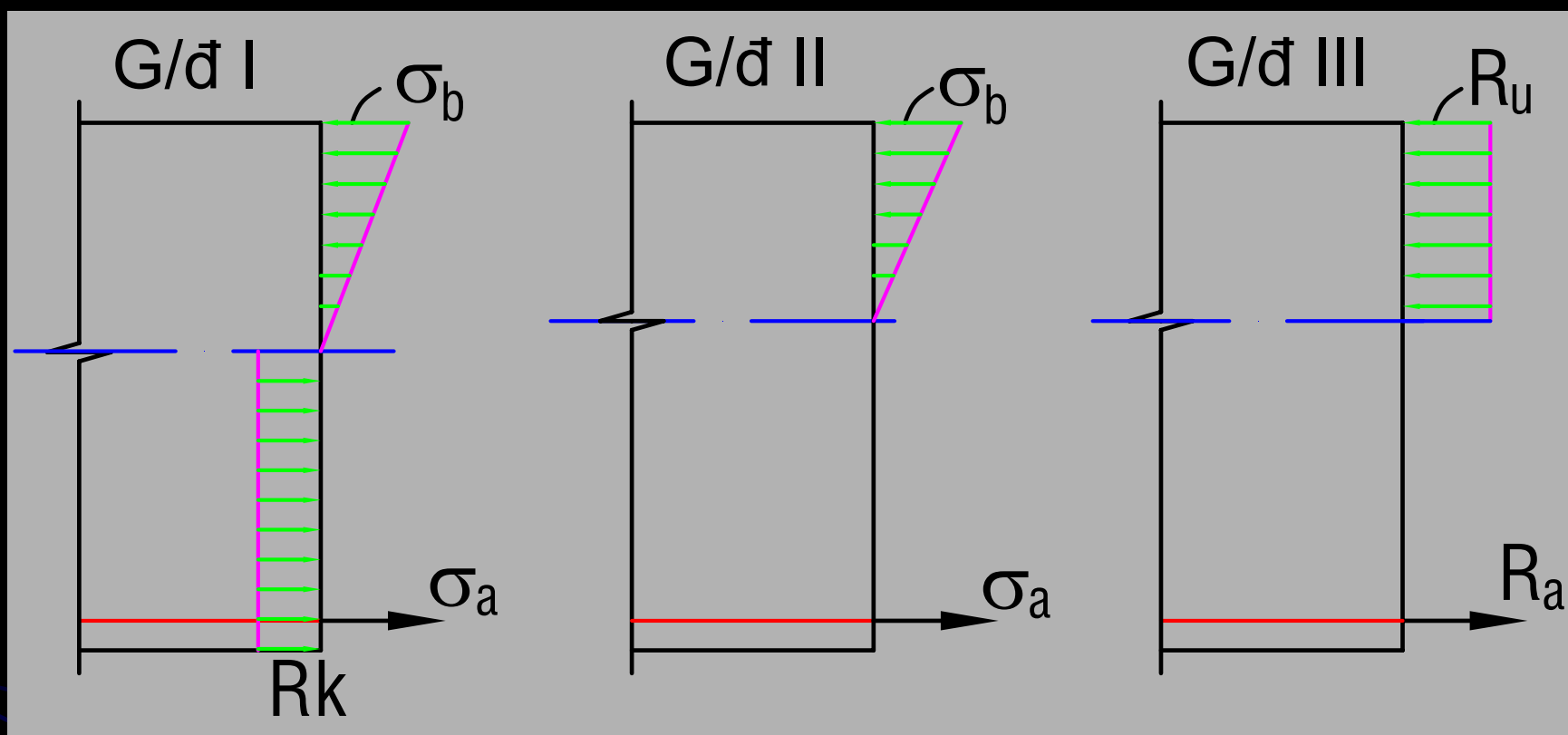
10.1.KHÁI NIỆM CHUNG VỀ TÍNH TOÁN K/C BTCT

I.Các giai đoạn về trạng thái ứng suất và biến dạng:

Xét một tiết diện vuông góc trục dầm của cấu kiện chịu uốn, có thể chia các giai đoạn hình thành trạng thái ứng suất biến dạng như sau:



Để đơn giản cho tính toán → các biểu đồ ứng suất:



II. Tính toán kết cấu theo các TTGH:

+Trạng thái giới hạn I : $S \leq [S]$

+Trạng thái giới hạn II : $f \leq [f]$

+Trạng thái giới hạn III : $\Delta \leq [\Delta]$

10.2.TÍNH TOÁN CƯỜNG ĐỘ CỦA DẦM THEO M

I. Xác định lượng cốt thép của dầm chủ:

+ Xác định sơ bộ chiều cao làm việc của dầm chủ:

$$h_0 = 4.77 \sqrt[3]{\frac{M_{\max}}{\rho \cdot \psi \cdot R_t}}$$

Trong đó:

• ρ : hàm lượng cốt thép trong dầm lấy sơ bộ như sau:

$\rho = 3-5\%$: dầm lắp ghép, cốt thép dạng khung hàn

$\rho = 2-3\%$: cốt thép rời, có mở rộng bầu dầm

$\rho = 1-2\%$: cốt thép rời, không mở rộng bầu dầm

$\psi = b/h_o$: được lấy sơ bộ như sau

$\psi = 0.12 - 0.2$: Cốt thép dạng khung hàn

$\psi = 0.25 - 0.5$: Cốt thép dạng rời

→ Diện tích cốt thép cần thiết:

$$F_t = \frac{M_{\max}}{z \cdot R_t}$$

Trong đó:

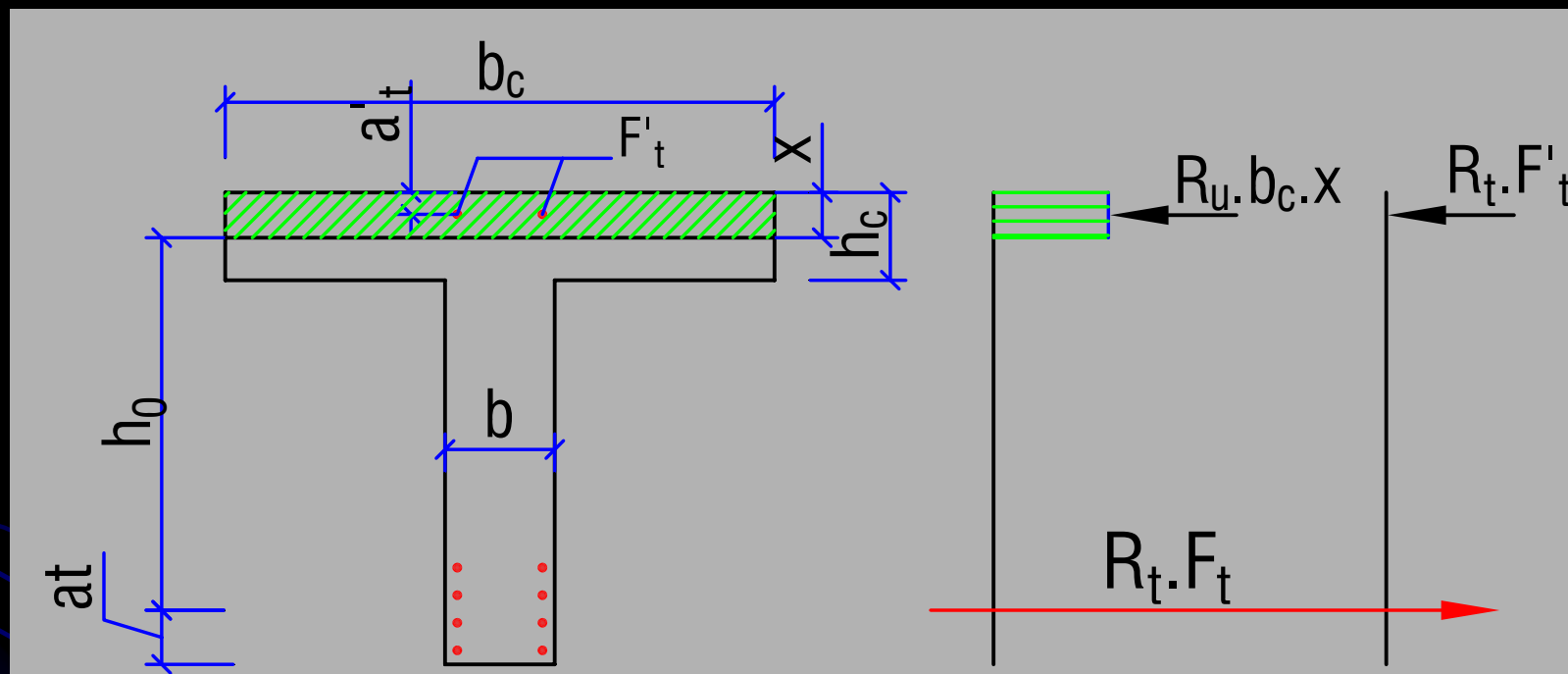
z : cánh tay đòn của nội ngẫu lực lấy gần đúng bằng:

$$z = h_o - 0.5h_c$$

h_c : chiều dày của cánh dầm (bản mặt cầu)

II. Tính toán cường độ theo M

-Xét tiết diện dầm như hình vẽ, khi kiểm tra cường độ, ta xét tiết diện làm việc lúc bị phá hoại (giai đoạn 3)



1. Trường hợp 1: (*) thỏa \rightarrow trục trung hòa đi qua cánh

$$M \leq R_u \cdot b_c \cdot h_c \cdot (h_0 - 0.5h_c) + R_t \cdot F'_t \cdot (h_0 - a'_t) \quad (*)$$

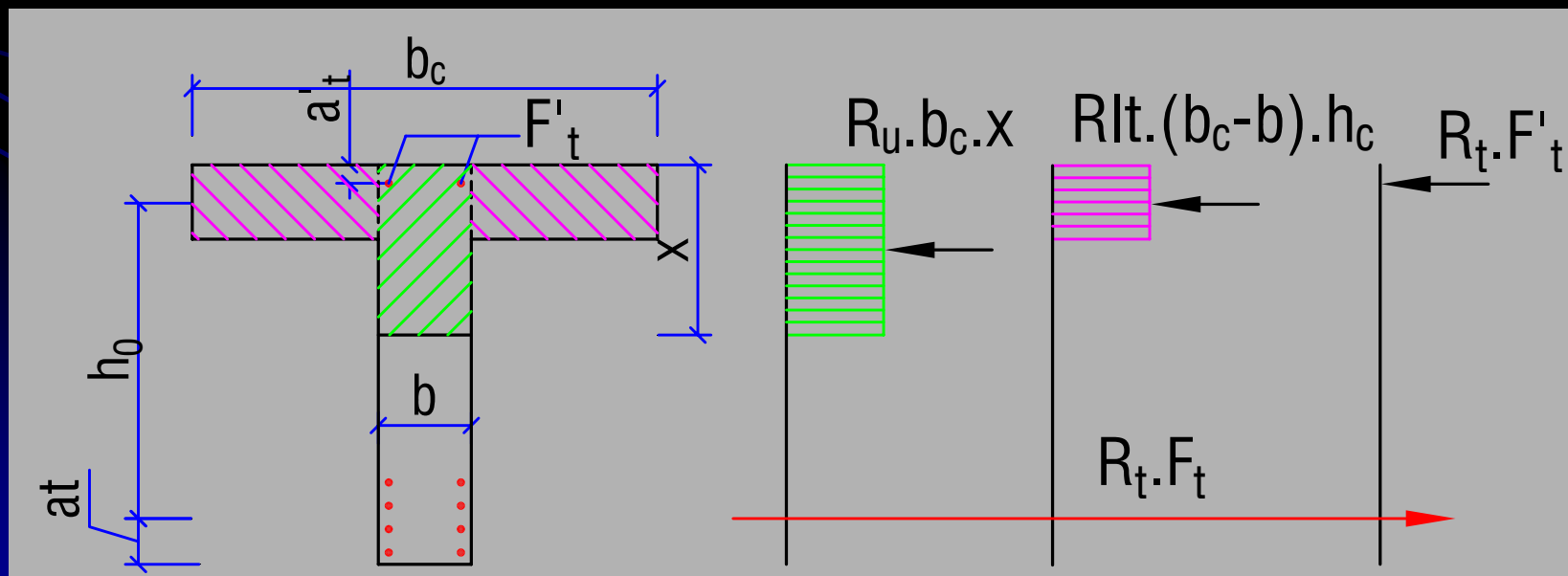
\rightarrow Tiết diện tính toán có dạng hình chữ nhật

$$R_u \cdot b_c \cdot x + R_t \cdot F_t' - R_t \cdot F_t = 0 \rightarrow x = \frac{R_t \cdot F_t - R_t \cdot F_t'}{R_u \cdot b_c}$$

$$\rightarrow M_p = R_u \cdot b_c \cdot x \cdot (h_o - 0.5x) + R_t \cdot F_t' \cdot (h_o - a_t')$$

➔ Điều kiện bền: $M \leq M_p$

2. Trường hợp 1: (*) không thỏa → trục trung hòa đi qua sườn dầm → Tiết diện tính toán có dạng chữ T



$$R_u \cdot b \cdot x + R_{lt} \cdot (b_c - b) \cdot h_c + R_t \cdot F_t' - R_t \cdot F_t = 0$$

$$\rightarrow x = \frac{R_t \cdot F_t - R_t \cdot F_t' - R_{lt} \cdot (b_c - b) \cdot h_c}{R_u \cdot b}$$

$$\rightarrow M_p = R_u \cdot b \cdot x \cdot (h_o - 0.5x) + R_t \cdot F_t' \cdot (h_o - a_t') \\ + R_{lt} \cdot (b_c - b) \cdot h_c \cdot (h_o - 0.5h_c)$$



Điều kiện bền: $M \leq M_p$

Chú ý:

-Dựa vào thực nghiệm cho thấy rằng, các công thức trên chỉ đúng khi thỏa ĐK : $x \leq 0.55h_o$

10.3.TÍNH TOÁN DẦM THEO Q

I.Kiểm tra ứng suất kéo chính tại trục trung hòa (TTGH3)

Trong đó:

$$\sigma_{kc} = \frac{\sigma}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2} = \tau = \frac{Q_{td} \cdot S}{J \cdot b} \leq R_{kc}$$

Q_{td} : lực cắt tính đổi đi qua điểm cuối của tiết diện nghiên

$$Q_{td} = Q \pm M \frac{tg \alpha}{h_o}$$

Dấu (-): khi chiều cao dầm tăng cùng chiều với M về giá trị tuyệt đối (thường gặp ở dầm liên tục, nút thừa..)

Dấu (+): ứng với chiều cao giảm.

α : góc nghiên biên dầm so với phương nằm ngang

S: mô men tĩnh của $\frac{1}{2}$ tiết diện đối với trục trung hòa

J: mô men quán tính chính của tiết diện

b: bề rộng sườn dầm

R_{kc} : cường độ chịu kéo tính toán của BT (tra bảng)

h_o: chiều cao làm, việc của dầm

M, Q: nội lực tiêu chuẩn tại điểm cuối của TD nghiên

Chú ý:

Ứng suất kéo chính cần được kiểm tra tại gối, tại vị trí có sự thay đổi bề dày sườn dầm

II. Kiểm tra ứng suất tiếp vị trí tiếp giáp nách với bản cánh chịu nén

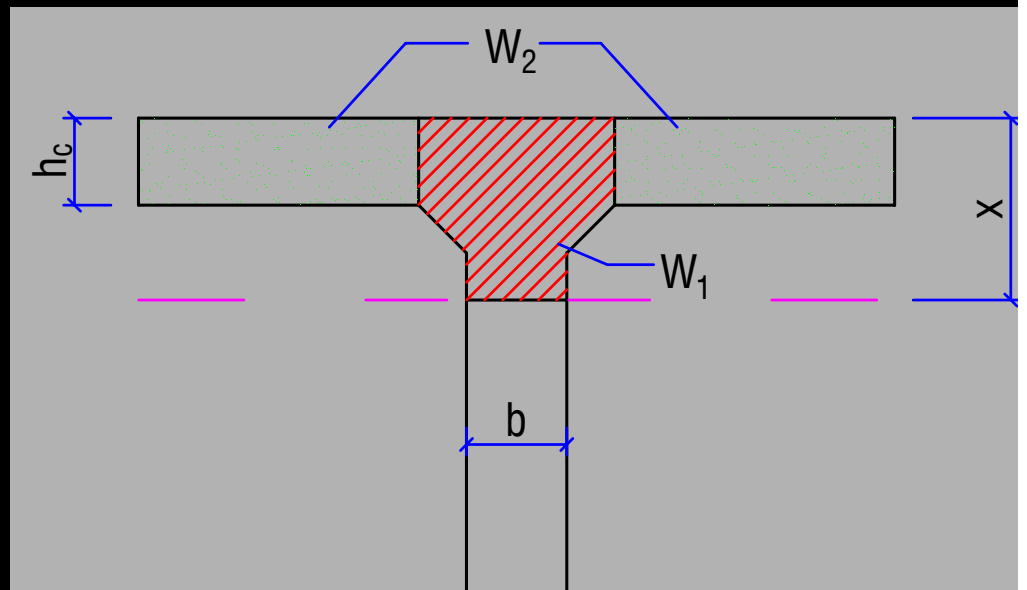
Công thức kiểm tra:

$$\frac{0.75 \cdot \tau \cdot b}{h_c \cdot \left(1 + \frac{S_{w1}}{S_{w2}} \right)} \leq R_{kc}$$

Trong đó:

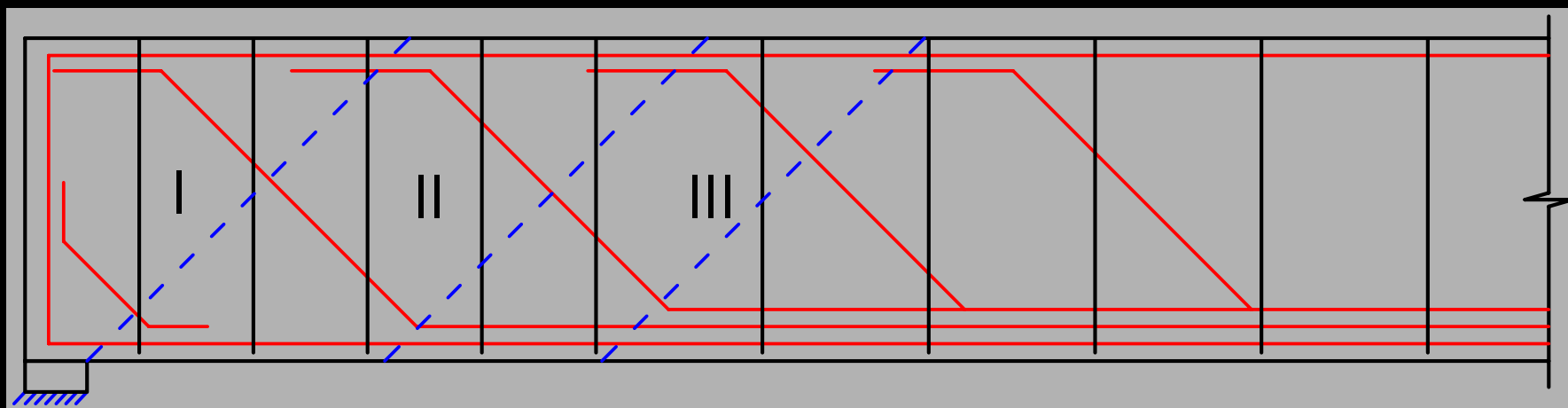
τ : ứng suất tiếp max tại trục trung hòa của tiết diện

S_{w1}, S_{w2} : mô men tĩnh của phần diện tích W_1, W_2 đối với trục trung hòa



III. Kiểm tra cường độ trên tiết diện nghiên theo lực cắt:

Thông thường kiểm tra tại các tiết diện nghiên như sau



Tiết diện I-I: đi qua sát mép trong gối, hoặc tại vị trí có sự thay đổi tiết diện.

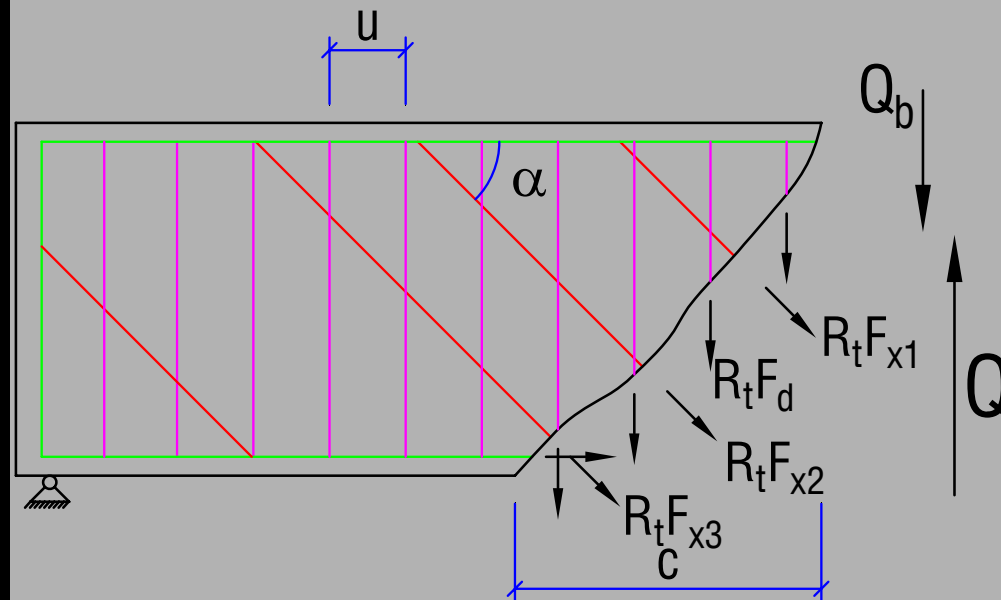
Tiết diện II-II & III-III: vị trí có sự thay đổi mật độ bố trí cốt đai

Các công thức kiểm tra:

Xét tiết diện nghiên

như hình vẽ bên:

→ Điều kiện bền của TD:



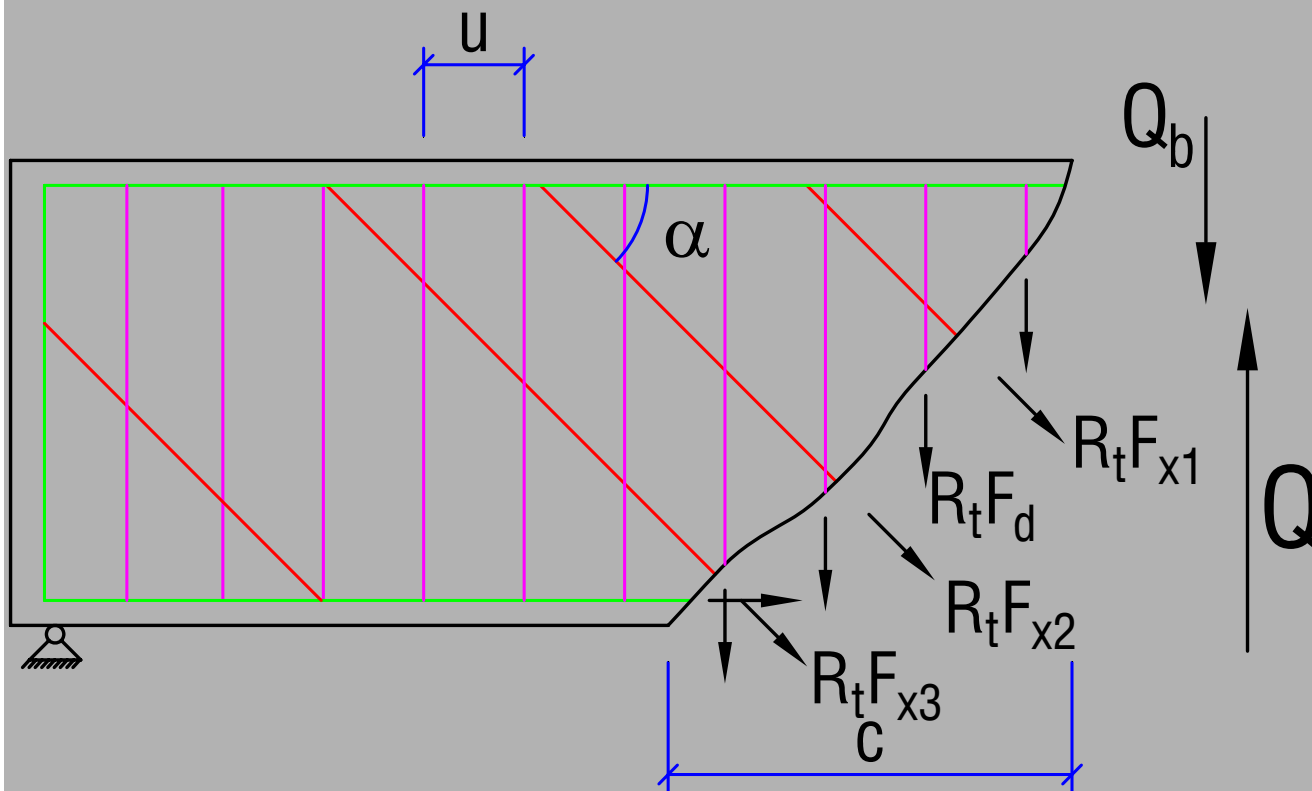
$$Q + p.c \leq R_t \cdot (m_x \cdot \sum F_x \cdot \sin \alpha + m_d \cdot \sum F_d) + Q_b \quad (*)$$

Trong đó:

p : lấy gần đúng bằng $\frac{1}{2}$ trọng lượng dầm/1m dài

$Q_b = 0.15 R_u \cdot b \cdot h_o^2 / c$: khả năng chịu cắt của BT trong phạm vi của tiết diện nghiên

$m_x, m_d = 0.8$: cốt thép thanh; $= 0.7$: cốt thép sợi



Gọi $q_{\bar{d}}$: lực dọc trong cốt đai/đơn vị dài của dầm

$$q_{\bar{d}} = \frac{m_{\bar{d}} \cdot F_{\bar{d}} \cdot R_t}{\mu}$$

Thay tất cả vào (*) ta được:

$$Q \leq R_t \cdot m_x \cdot \sum F_x \cdot \sin \alpha + (q_{\bar{d}} - p) \cdot c + \frac{0.15 R_u \cdot b \cdot h_o^2}{c} - q_{\bar{d}} \cdot \mu (**)$$

$$\frac{dQ}{dc} = 0 \Rightarrow c_o = \sqrt{\frac{0.15 R_u \cdot b \cdot h_o^2}{q_{\bar{d}} - p}}$$

Khi kiểm tra ta xác định c_o và kiểm tra theo (**)

Chú ý:

Trong một số t/hợp sau → không cần kiểm tra cường độ trên tiết diện nghiên:

+ Bản có TD đặc thỏa ĐK : $Q \leq b \cdot h_o \cdot R_{kc}$

+ Ứng suất kéo chính (mục I): $\sigma_{kc} \leq 0.7R_{kc}$

II. Tính toán cốt đai & cốt xiên

Thông thường bố trí cốt đai, cốt xiên theo ĐK cấu tạo → Kiểm tra cường độ trên tiết diện nghiên theo trình tự sau

Bố trí $\mu_{đai}$; $\mu_{xiên}$ → tính $q_{đai}$; Q_b → tính C_o → Kiểm tra

Cường độ tiết diện nghiên.

10.4. TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CHỐNG NỨT CỦA DÀM

Công thức kiểm tra: $\Delta \leq [\Delta]$

$[\Delta]$: Bề rộng khe nứt cho phép

$[\Delta] = 0.02\text{cm}$: Tổ hợp chính

$[\Delta] = 0.025\text{cm}$: Tổ hợp phụ

*Xác định bề rộng khe nứt do tải trọng gây ra (Δ):

+Đối với cốt thép trơn:

$$\Delta = 0.5 \frac{\sigma_t}{E_t} \psi_1 \cdot R_r$$

+Đối với cốt thép có gờ, cốt xiên:

$$\Delta = 3.0 \frac{\sigma_t}{E_t} \psi_2 \sqrt{R_r} \cdot$$

Trong đó:

σ : ứng suất trong cốt thép tại vị trí tính toán

$\psi_1\psi_2$: các hệ số xét đến ảnh hưởng của BT vùng kéo đến biến dạng của cốt thép (tra bảng)

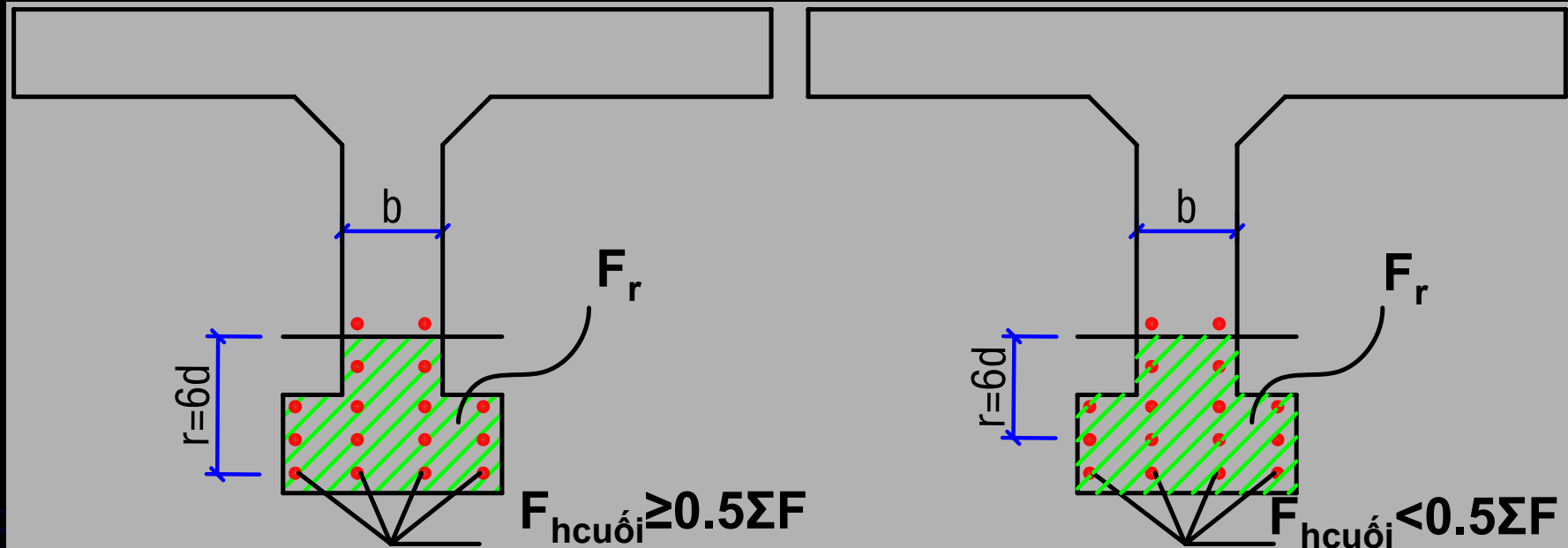
Mác BT	ψ_1	ψ_2
≤ 250	0.9	0.6
≥ 300	0.7	0.5

R_r : bán kính ảnh hưởng của cốt thép, dùng để xác định khoảng cách giữa các khe nứt.

Khi tính với cốt dọc:

$$R_r = \frac{F_r}{\beta(n_1 \cdot d_1 + n_2 \cdot d_2 + \dots + n_i \cdot d_i)}$$

F_r : diện tích miền tác dụng tương hỗ giữa cốt thép và bê tông thông qua lực dính (cm^2)



β : Hệ số xét đến cách bố trí cốt thép

$\beta=1$: cốt thép rời; $=0.85$: cốt thép bó hai thanh

$=0.75$: cốt thép khung hàn số thanh trong khung ≤ 4

$=0.7$: cốt thép khung hàn số thanh trong khung > 4

$n_1, n_2 \dots n_i$: số thanh cốt dọc tương ứng với đk $d_1, d_2 \dots d_i$

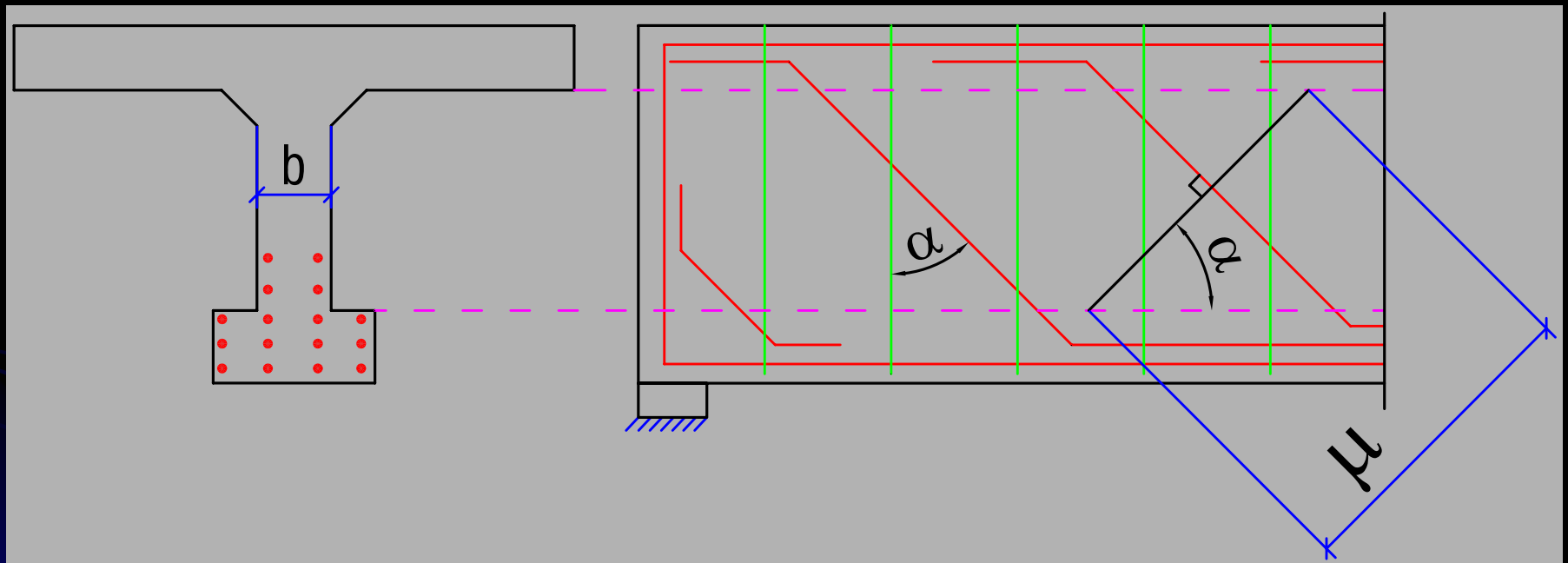
*Khi tính với cốt xiên:

$$R_r = \frac{F_r'}{n_x \cdot d_x + n_d \cdot d_d \cdot \cos \alpha + n_1 \cdot d_1}$$

F_r' : diện tích miền tác dụng tương hỗ giữa cốt thép và bê tông khi kiểm tra bề rộng khe nứt nghiên (cm^2)

$$F'_r = \mu' \cdot b$$

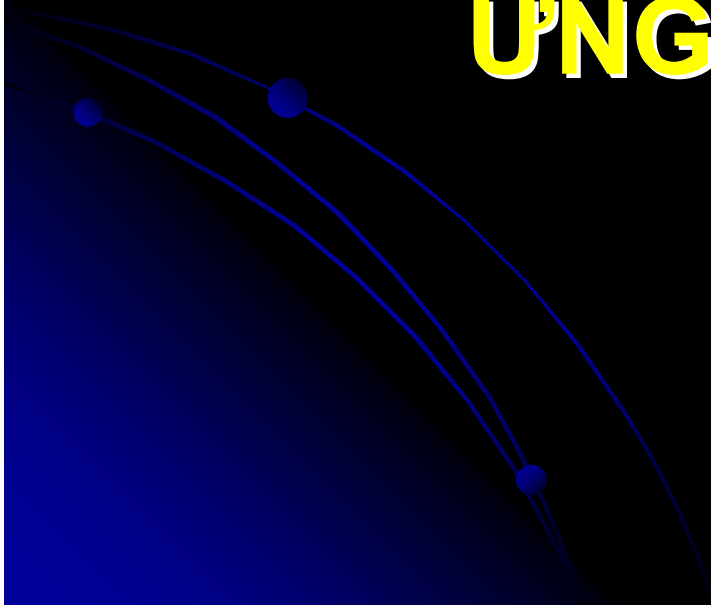
μ' : Chiều dài của TD nghiên thẳng góc với cốt xiên nằm giữa hai cánh dầm



$n_x, n_d \dots n_1$: số thanh cốt xiên, cốt đai, cốt dọc tương ứng với đường kính thép $d_x, d_d \dots d_1$ cắt qua tiết diện nghiên tính toán

CHƯƠNG 11

TÍNH TOÁN KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP ỨNG SUẤT TRƯỚC



11.1. TRÌNH TỰ TÍNH TOÁN TỔNG QUÁT

STT	Các hạng mục tính toán	Nội lực	G/đ chịu lực
1	Cường độ theo M trong khai thác	Tính toán	Phá hoại
2	Cường độ TD nghiêng trong khai thác	Tính toán	Phá hoại
3	Cường độ do ú/s cắt, nén chính	Tính toán	Đàn hồi
4	Ổn định chống nứt do ú/s pháp	T/chuẩn	Đàn hồi
5	Ổn định chống nứt do ú/s kéo chính	T/chuẩn	Đàn hồi
6	K/tra ú/suất cốt thép trong khai thác	T/chuẩn	Đàn hồi
7	Cường độ và ổn định khi căng CT	Tính toán	Phá hoại
8	Ứng suất cục bộ tại vị trí neo	T/chuẩn	Đàn hồi
9	Cường độ và ổn định khi vận chuyển và lắp ráp	T/c & T/t	Đ/hồi & p.hoại
10	Tính võng do hoạt tải	T/chuẩn	Đàn hồi

11.2.KIỂM TRA CƯỜNG ĐỘ TIẾT DIỆN DẦM THEO M

I.Trục trung hòa đi qua cánh dầm:

-Trục trung hòa đi qua cánh khi thỏa ĐK:

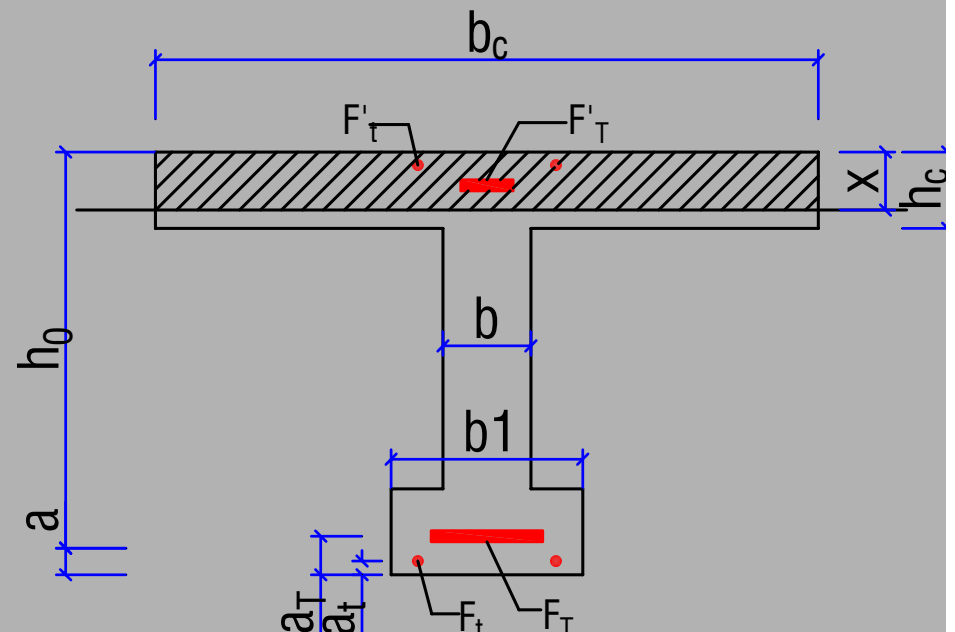
$$R_u \cdot b_c \cdot h_c + R_t \cdot F_t' + (R_T' - \sigma_T'). F_T' \geq R_T \cdot F_T + R_t \cdot F_t$$

Trong đó:

σ_T' : U'S trong cốt thép F_T' có

- xét đến hao hụt ứng suất và hệ số vượt tải

$$\sigma_T' = (\sigma_{kt} - \sum \sigma_{hao}^{min}) 1.1$$



R_T' : Cường độ tính toán của cốt thép F_T' (ứng với sự giảm ứng suất trong F_T' do biến dạng dẻo khá lớn của bê tông trước khi phá hoại)

$$R_T' = \varepsilon_{bt} \cdot E_T \approx 0,002 \times 1,8 \cdot 10^6 = 3600 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

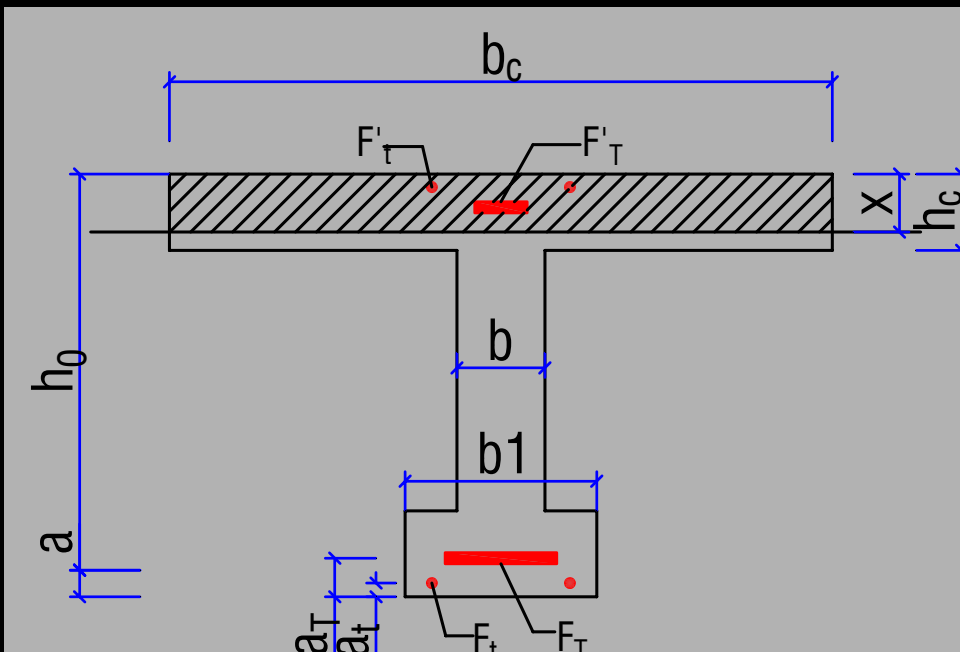
Chiều cao vùng nén xác định từ phương trình:

$$R_u \cdot b_c \cdot x = R_T \cdot F_T - F_T' (R_T' - \sigma_T') + R_t \cdot (F_t - F_t')$$

Điều kiện bền:

$$M \leq m_2 \cdot R_u \cdot b_c \cdot x \cdot (h_o - 0.5x) + F_T' \cdot (R_T' - \sigma_T') \cdot (h_o - a_T') + F_t' \cdot R_t \cdot (h_o - a_t')$$

m_2 : hệ số ĐK làm việc (P.lục 6)



II. Trục trung hòa đi qua cánh dầm:

-Trục trung hòa hòa đi qua cánh khi thỏa ĐK:

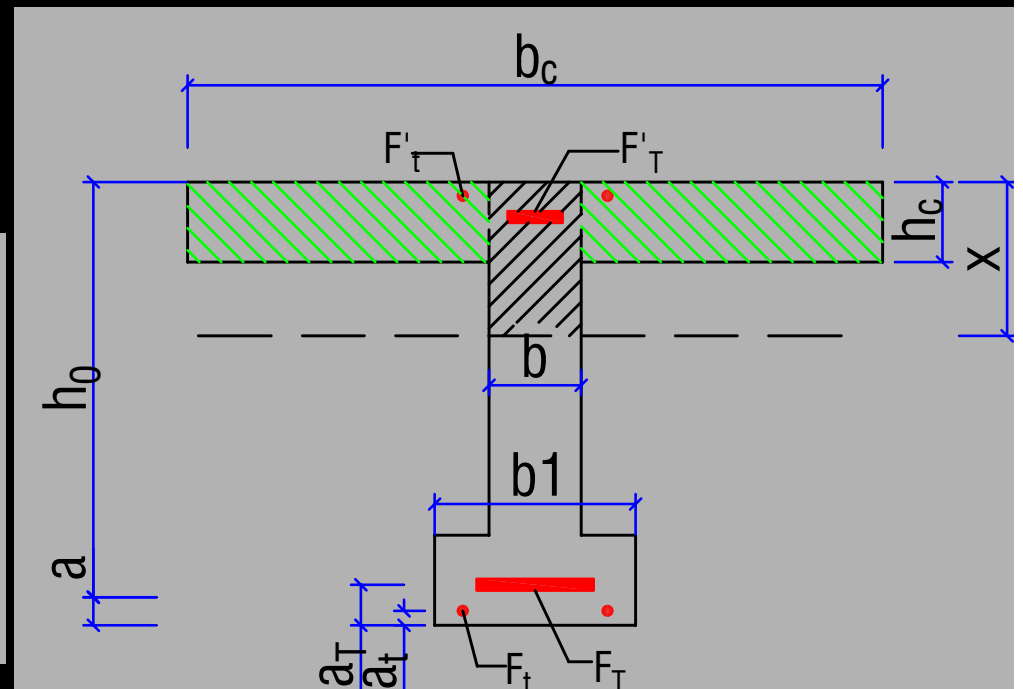
$$R_u \cdot b_c \cdot h_c + R_t \cdot F_t' + (R_T' - \sigma_T'). F_T' < R_T \cdot F_T + R_t \cdot F_t$$

-Chiều cao vùng nén được xác định từ phương trình:

$$R_u \cdot b \cdot x + R_{LT} (b_c - b) \cdot h_c + R_t \cdot F_t' + F_T' (R_T' - \sigma_T') = R_T \cdot F_T + R_t \cdot F_t$$

Điều kiện bền:

$$\begin{aligned} M &\leq m_2 \cdot R_u \cdot b \cdot x \cdot (h_o - 0.5x) \\ &+ R_{LT} \cdot (b_c - b) \cdot h_c \cdot (h_o - 0.5h_c) \\ &+ F_T' \cdot (R_T' - \sigma_T') \cdot (h_o - a_T') \\ &+ F_t' \cdot R_t \cdot (h_o - a_t') \end{aligned}$$

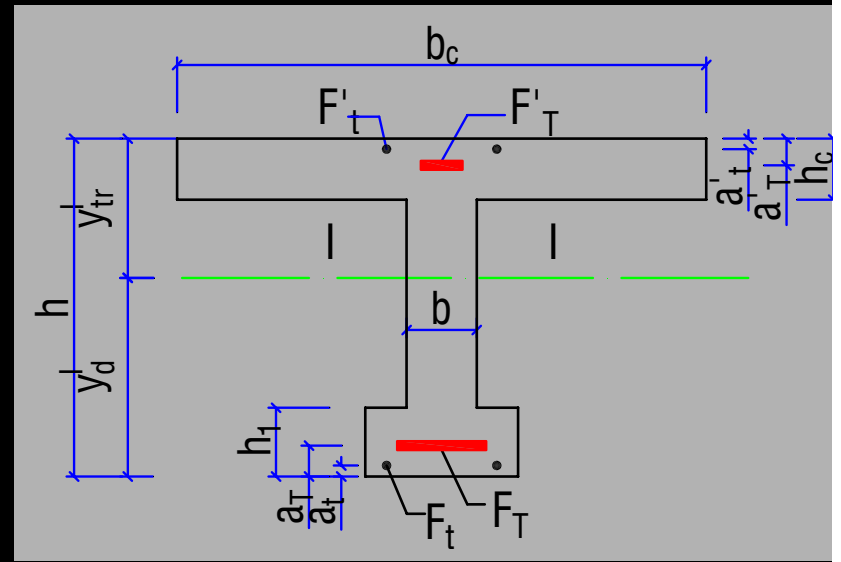


11.3.XÁC ĐỊNH ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC CỦA TIẾT DIỆN DẦM

I. Tiết diện nguyên khối có CT căng trước khi đổ BT:

Tiết diện làm việc một giai đoạn

$$F_{td} = b.h + (b_c - b).h_c + (b_1 - b).h_1 + n_T(F_T + F_T') + n_t(F_t + F_t')$$



Mô men tĩnh/đáy tiết diện:

$$S = \frac{b.h^2}{2} + (b_c - b).h_c \left(h - \frac{h_c}{2} \right) + \frac{(b_1 - b).h_1^2}{2} + n_T \cdot [F_T \cdot a_T + F_T' \cdot (h - a_T')] + n_t \cdot [F_t \cdot a_t + F_t' \cdot (h - a_t')]$$

Vị trí của trục trung hòa:

$$y_d^I = \frac{S}{F_{td}} \quad \Rightarrow \quad y_t^I = h - y_d^I$$

Mô men quán tính của tiết diện tương đương:

$$\begin{aligned} J = & \frac{b.h^3}{12} + b.h.\left(y_d^I - \frac{h}{2}\right)^2 + \frac{1}{12}(b_c - b).h_c^3 + (b_c - b).h_c\left(y_t^I - \frac{h_c}{2}\right)^2 \\ & + \frac{(b_1 - b).h_1^3}{12} + (b_1 - b).h_1\left(y_d^I - \frac{h_1}{2}\right)^2 \\ & + n_T \cdot \left[F_T (y_d^I - a_T)^2 + F_T' \cdot (y_t^I - a_T')^2 \right] \\ & + n_t \cdot \left[F_t (y_d^I - a_t)^2 + F_t' \cdot (y_t^I - a_t')^2 \right] \end{aligned}$$

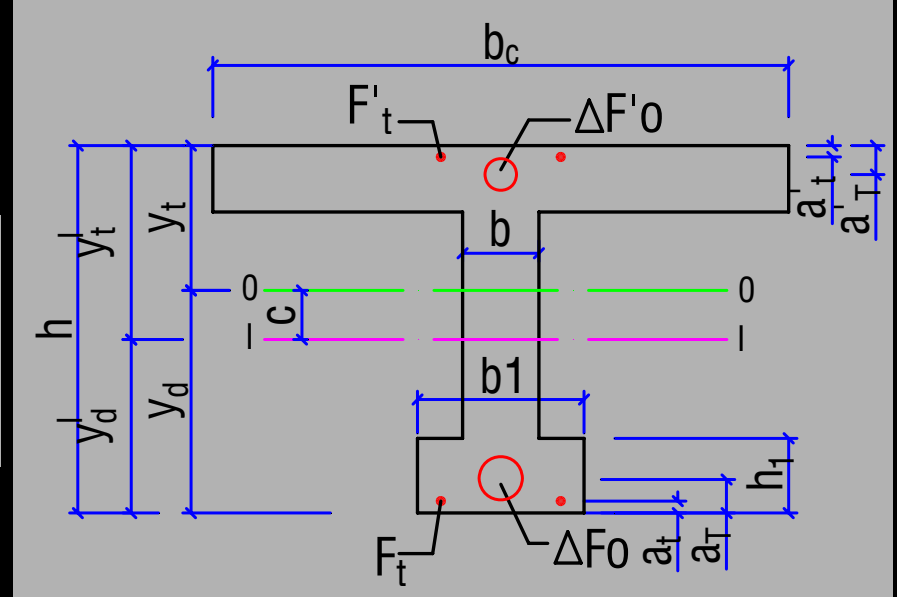
II. Tiết diện nguyên khối có CT căng sau khi đổ BT:

Tiết diện hình thành cường độ theo 2 giai đoạn

1. Giai đoạn I (chưa căng kéo cốt thép): TD bê tông

Diện tích TD (đã trừ lỗ):

$$F_o = b.h + (b_c - b).h_c + (b_1 - b).h_1 + n_t(F_t + F'_t) - \Delta F_o - \Delta F'_o$$



Mô men tĩnh/đáy tiết diện:

$$S = \frac{b.h^2}{2} + (b_c - b).h_c \left(h - \frac{h_c}{2} \right) + \frac{(b_1 - b).h_1^2}{2} + n_t \cdot [F_t \cdot a_t + F'_t \cdot (h - a'_t)] - \Delta F_o \cdot a_T - \Delta F'_o \cdot (h - a'_T)$$

Vị trí của trục trung hòa:

$$y_d = \frac{S}{F_o} \quad \Rightarrow \quad y_t = h - y_d^I$$

Mô men quán tính của tiết diện không kể lỗ:

$$\begin{aligned} J = & \frac{b.h^3}{12} + b.h.\left(y_d^I - \frac{h}{2}\right)^2 + \frac{1}{12}(b_c - b).h_c^3 + (b_c - b).h_c\left(y_t^I - \frac{h_c}{2}\right)^2 \\ & + \frac{(b_1 - b).h_1^3}{12} + (b_1 - b).h_c\left(y_d^I - \frac{h_1}{2}\right)^2 \\ & + n_t \cdot \left[F_t(y_d^I - a_t)^2 + F_t' \cdot (y_t^I - a_t')^2 \right] \\ & - \Delta F_o (y_d - a_T)^2 - \Delta F_o' (y_t - a_T')^2 \end{aligned}$$

2. Giai đoạn II (đã căng kéo cốt thép+bơm vữa):

TD bê tông + Cốt thép CĐC

Diện tích TD tương đương:

$$F_{td} = F_o + n_T (F_T + F'_T)$$

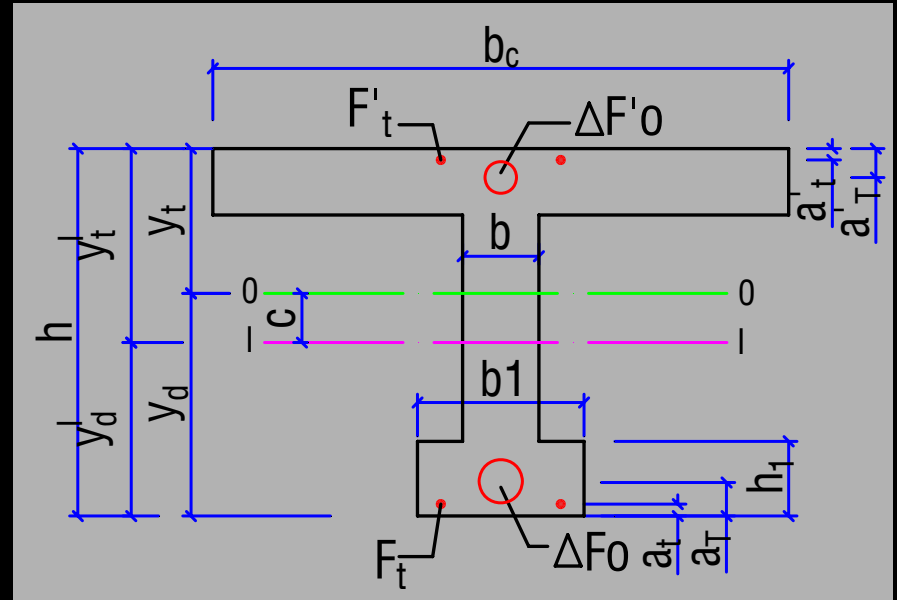
Mô men tĩnh/trục 0-0

$$S = n_T \cdot [F_T \cdot (y_d - a_T) - F'_T \cdot (y_t - a'_T)]$$

Vị trí trục I-I cách trục 0-0 :

$$c = \frac{S_{0-0}}{F_{td}} \rightarrow y_d^I = y_d - c ; y_t^I = y_t + c$$

$$J_{td} = J_o + F_o \cdot c^2 + n_T [F_T (y_d^I - a_T)^2 + F'_T (y_t^I - a'_T)^2]$$



III. Tiết diện liên hợp có CT căng sau khi đổ BT:

Tiết diện hình thành cường độ theo 2 giai đoạn

1. Giai đoạn I : TD làm việc

Dạng chữ I (đúc trước). Các

Trị số $F_{tđ}$, $J_{tđ}$, y_d , y_t tính như

TD nguyên khối căng trước

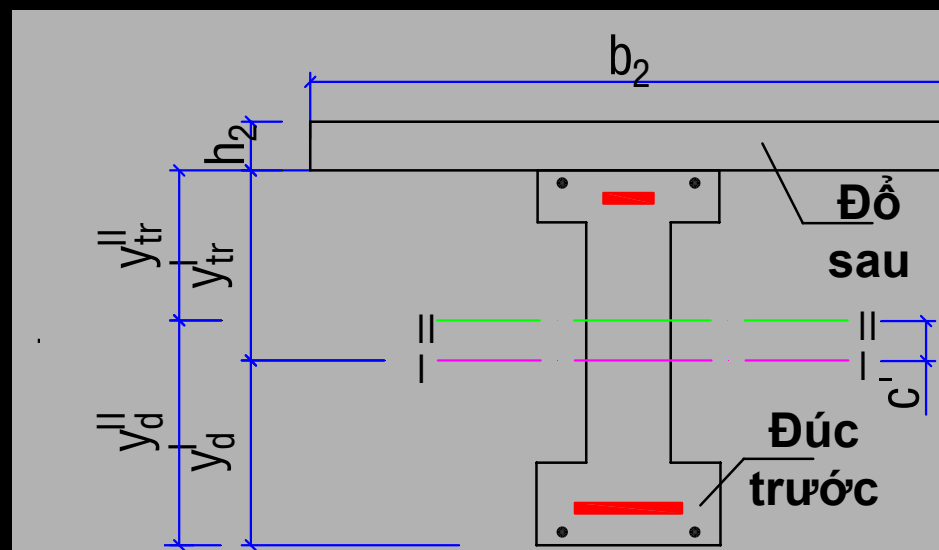
2. Giai đoạn II:

Tiết diện quy đổi:

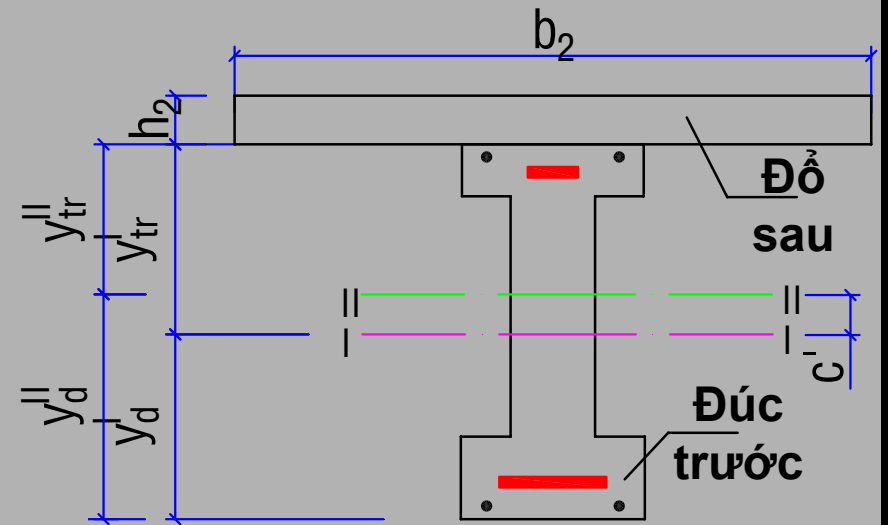
$$F'_{tđ} = F_{tđ} + n.b_2.h_2$$

Mô men tính của phần bản/trục I-I:

$$S_{I-I} = n.b_2.h_2.(y_t^I + 0.5h_2)$$



Vị trí trục I-I cách trục II-II :



$$c' = \frac{S_{I-T}}{F'_{td}} \rightarrow y_d^I = y_d + c' ; y_t^I = y_t - c'$$

$$J'_{td} = J_{td} + F_{td} \cdot c'^2 + \frac{1}{12} n \cdot b_2 \cdot h_2^3 + n \cdot b_2 \cdot h_2 \cdot (y_{tr}^{II} + 0.5h_2)^2$$

IV. Tiết diện liên hợp có CT căng sau khi đổ BT:

Tiết diện hình thành cường độ theo 3 giai đoạn

1. Giai đoạn I:

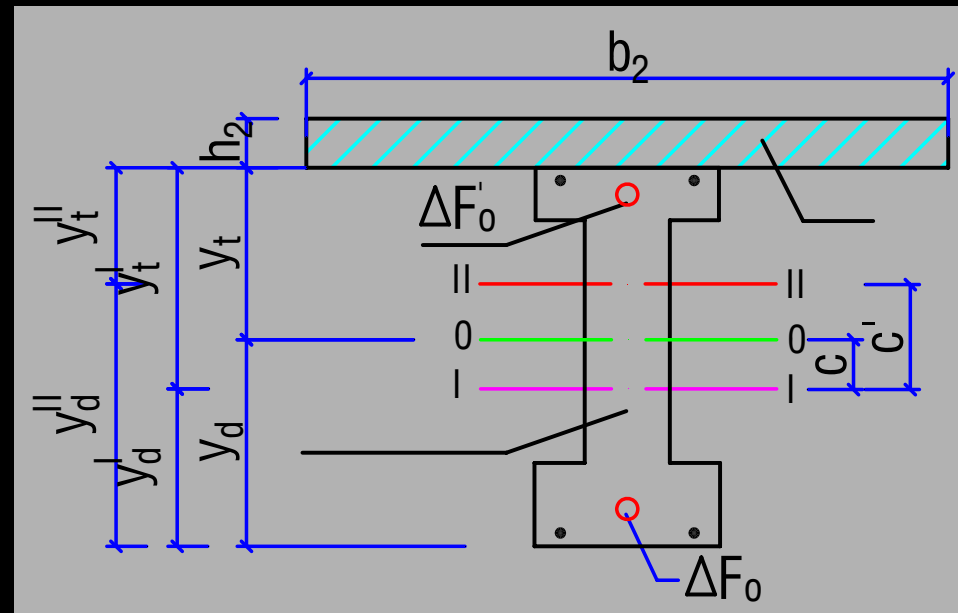
TD đã trừ lỗ, Tính toán tương tự như g/đ I của TD nguyên khối căng sau.

2. Giai đoạn II:

TD có thêm F_T, F'_T , Tính toán tương tự như g/đ II của TD nguyên khối căng sau.

2. Giai đoạn III:

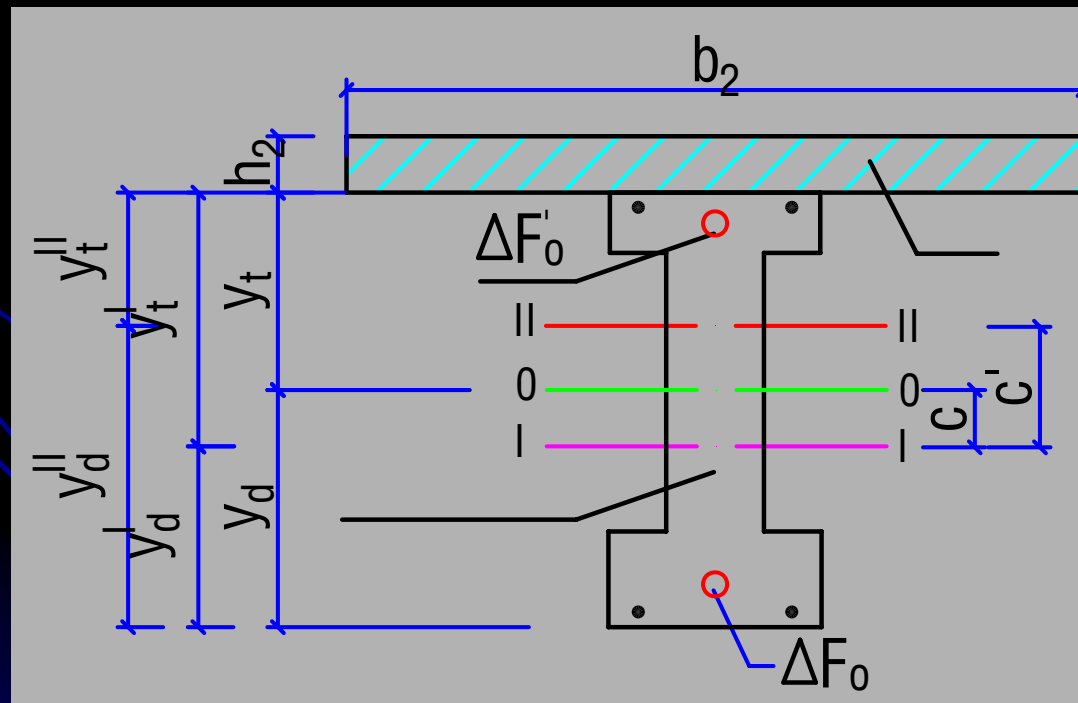
TD có thêm bản bê tông cốt thép



$$F'_{td} = F_{td} + n.b_2.h_2$$

$$c' = \frac{S_{I-T}}{F'_{td}} = \frac{n.b_2.h_2(y_t^I + 0.5h_2)}{F'_{td}} \rightarrow y_d^{II} = y_d^I + c' ; y_t^{II} = y_t^I - c'$$

$$J'_{td} = J_{td} + F_{td}.c'^2 + \frac{1}{12}n.b_2.h_2^3 + n.b_2.h_2.(y_t^{II} + 0.5h_2)^2$$



11.2.XÁC ĐỊNH SỰ HAO HỤT ỨNG SUẤT TRƯỚC TRONG CỐT THÉP CƯỜNG ĐỘ CAO

Trong q/trình chế tạo cũng như khai thác ứ/s trước trong CT bị mất mát một phần do một số n/nhân sau:

+Do co ngót trong bê tông : σ_1

+Do từ biến trong bê tông : σ_2

+Do sự chùng nhão của CTCĐC: σ_3

+Do biến dạng neo & ép sít mối nối: σ_4

+Do ma sát giữa CTCĐC và thành ống: σ_5

+Do chênh lệch to giữa bệ căng & CTCĐC: σ_6

+Do bê tông bị nén đàn hồi : σ_7

Theo quy trình 22TCN18-79 sự mất mát ứng suất có thể lấy đối với từng kết cấu như sau:

Kết cấu căng trước	Kết cấu căng sau
σ_1	σ_1
σ_2	σ_2
σ_3	σ_3
σ_4	σ_4
σ_5	σ_5
σ_6	-
-	σ_7

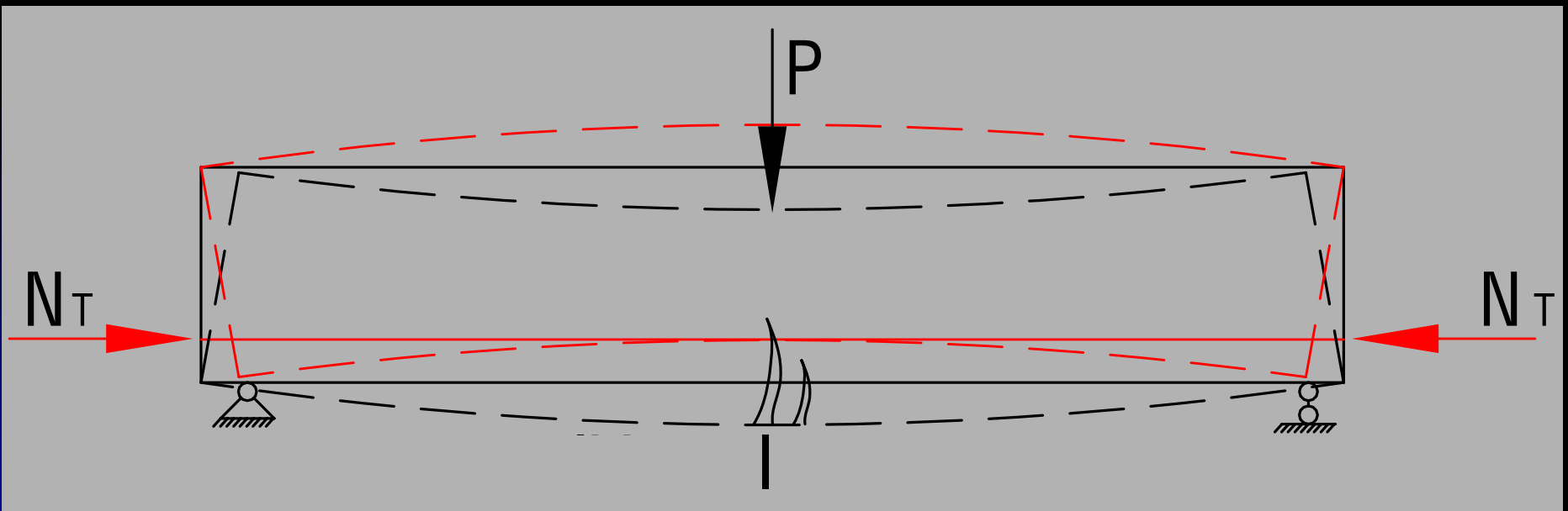
11.2.KIỂM TRA ỔN ĐỊNH CHỐNG NÚT THEO U'SP.

Ổn định chống nứt theo ứng suất pháp: gồm 4 nội dung

+ Hai nội dung trong quá trình khai thác: I & II

+ Hai nội dung trong quá trình thi công : III & VI

I.Kiểm tra ổn định chống nứt theo nội dung I:



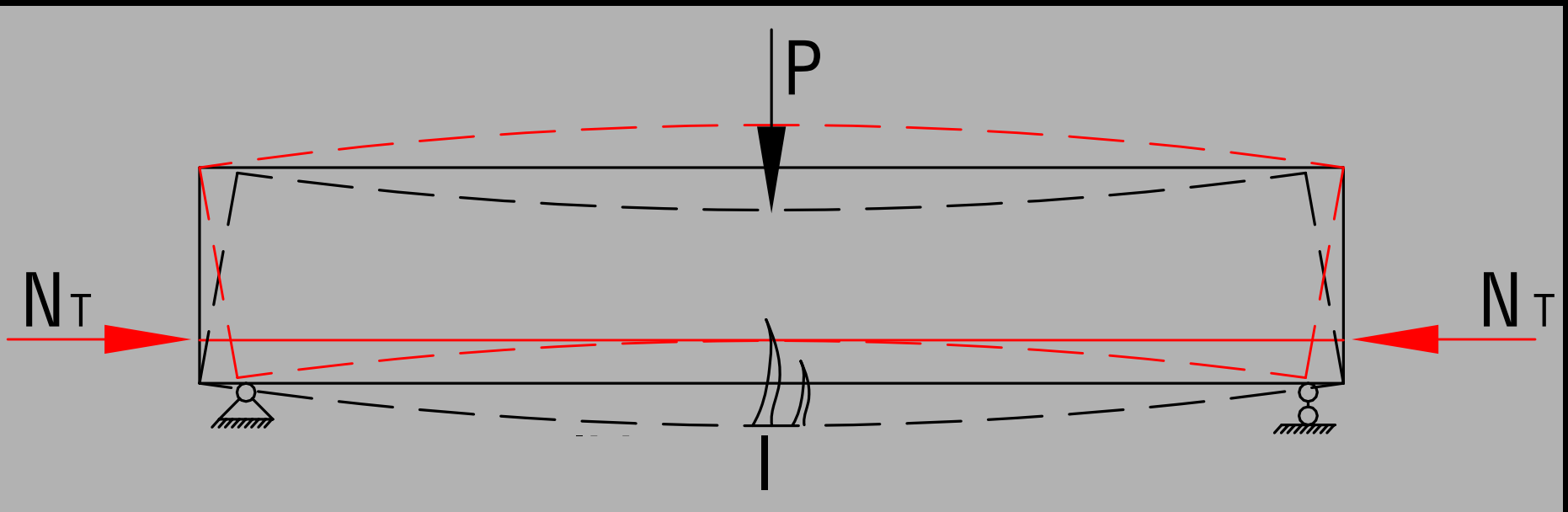
*Nội dung kiểm tra: (giai đoạn khai thác)

Ú/S tại thớ dưới không được phép xuất hiện Ú/S kéo

*Yêu cầu kiểm tra:

+Tải trọng : tải trọng tiêu chuẩn M^c_{max}

+Lực căng kéo N_T min $\rightarrow \Sigma\sigma_{hao}$ max



* công thức kiểm tra:

+TD nguyên khối, có cốt thép căng trước khi đổ BT

$$\sigma_b^d = \sigma_{bT}^d - \frac{M_{\max}^c}{J_{td}} \cdot y_d^I \geq 0$$

+TD nguyên khối, có cốt thép căng sau khi đổ BT

$$\sigma_b^d = \sigma_{bT}^d - \frac{M_{bt}^c}{J_o} \cdot y_d - \frac{M_{\max}^c - M_{bt}^c}{J_{td}} \cdot y_d^I \geq 0$$

+TD liên hợp, có cốt thép căng trước khi đổ bê tông

$$\sigma_b^d = \sigma_{bT}^d - \frac{M_{bt}^c + M_1^c}{J_o} \cdot y_d - \frac{M_{\max}^c - M_{bt}^c - M_1^c}{J_{td}} \cdot y_d^I \geq 0$$

+TD liên hợp, có cốt thép căng sau khi đổ bê tông

$$\sigma_b^d = \sigma_{bT}^d - \frac{M_{bt}^c}{J_o} \cdot y_d - \frac{M_1^c}{J_{td}} \cdot y_d^I - \frac{M_{\max}^c - M_{bt}^c - M_1^c}{J'_{td}} \cdot y_d^{II} \geq 0$$

II. Kiểm tra ổn định chống nứt theo nội dung II:

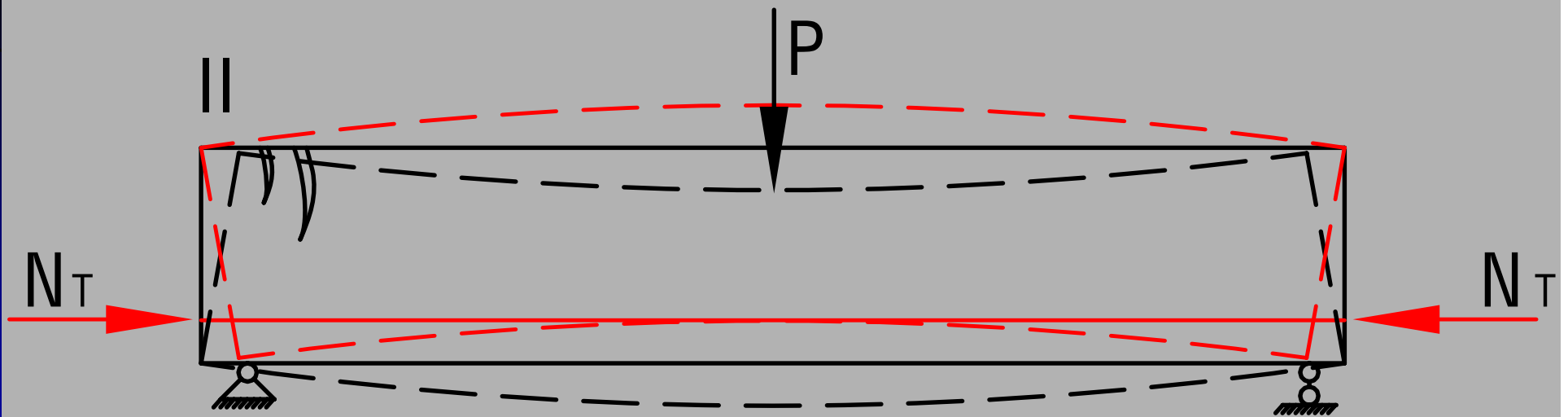
*Nội dung kiểm tra: (giai đoạn khai thác)

Ư/S tại thớ trên không được phép xuất hiện Ư/S kéo

*Yêu cầu kiểm tra:

+Tải trọng : tải trọng tiêu chuẩn M^c_{min}

+Lực căng kéo N_T max $\rightarrow \Sigma\sigma_{hao}$ min



* công thức kiểm tra:

+TD nguyên khối, có cốt thép căng trước khi đổ BT

$$\sigma_b^t = \sigma_{bT}^t + \frac{M_{\min}^c}{J_{td}} \cdot y_t^I \geq 0$$

+TD nguyên khối, có cốt thép căng sau khi đổ BT

$$\sigma_b^t = \sigma_{bT}^t + \frac{M_{bt}^c}{J_o} \cdot y_t + \frac{M_{\min}^c - M_{bt}^c}{J_{td}} \cdot y_t^I \geq 0$$

+TD liên hợp, có cốt thép căng trước khi đổ bê tông

$$\sigma_b^t = \sigma_{bT}^t + \frac{M_{bt}^c + M_1^c}{J_o} \cdot y_t + \frac{M_{\min}^c - M_{bt}^c - M_1^c}{J_{td}} \cdot y_t^I \geq 0$$

+TD liên hợp, có cốt thép căng sau khi đổ bê tông

$$\sigma_b^t = \sigma_{bT}^t + \frac{M_{bt}^c}{J_o} \cdot y_t + \frac{M_1^c}{J_{td}} \cdot y_t^I + \frac{M_{\min}^c - M_{bt}^c - M_1^c}{J'_{td}} \cdot y_t^{II} \geq 0$$

III. Kiểm tra ổn định chống nứt theo nội dung III:

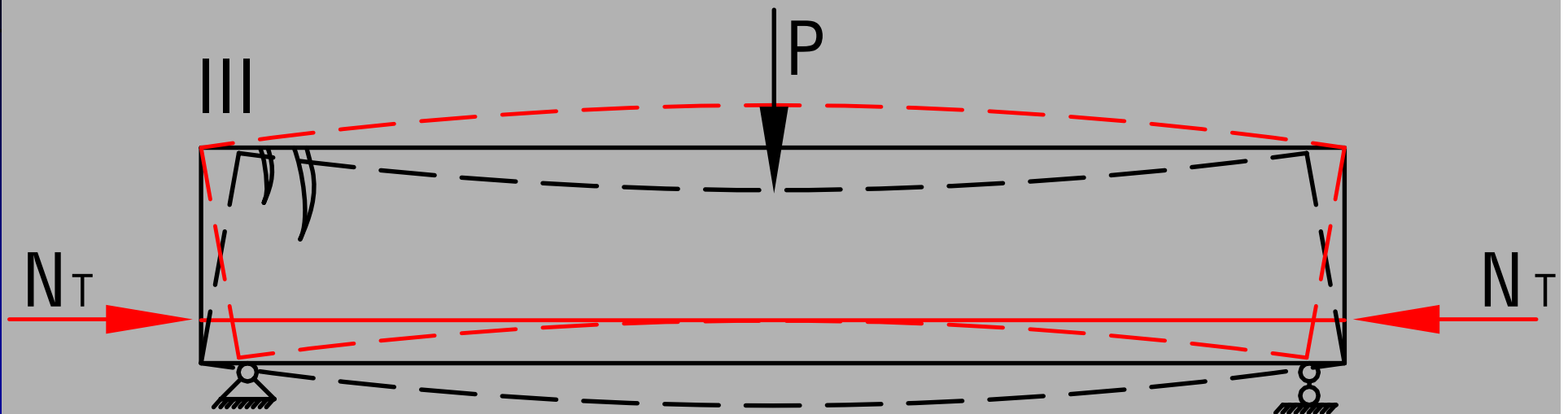
*Nội dung kiểm tra: (giai đoạn thi công)

Ư/S tại thớ trên không được phép xuất hiện Ư/S kéo

*Yêu cầu kiểm tra:

+Tải trọng : tải trọng tiêu chuẩn M^c_{bt}

+Lực căng kéo N_T max $\rightarrow \Sigma\sigma_{hao}$ min



* công thức kiểm tra:

+TD nguyên khối, có cốt thép căng trước khi đổ BT

$$\sigma_b^t = \sigma_{bT}^t + \frac{M_{bt}^c}{J_{td}} \cdot y_t^I \geq 0 \quad ; \quad \left(\left| \sigma_b^t \right| \leq R_{kt} \right)$$

+TD nguyên khối, có cốt thép căng sau khi đổ BT

$$\sigma_b^t = \sigma_{bT}^t + \frac{M_{bt}^c}{J_o} \cdot y_t \geq 0 \quad ; \quad \left(\left| \sigma_b^t \right| \leq R_{kt} \right)$$

IV. Kiểm tra ổn định chống nứt theo nội dung IV:

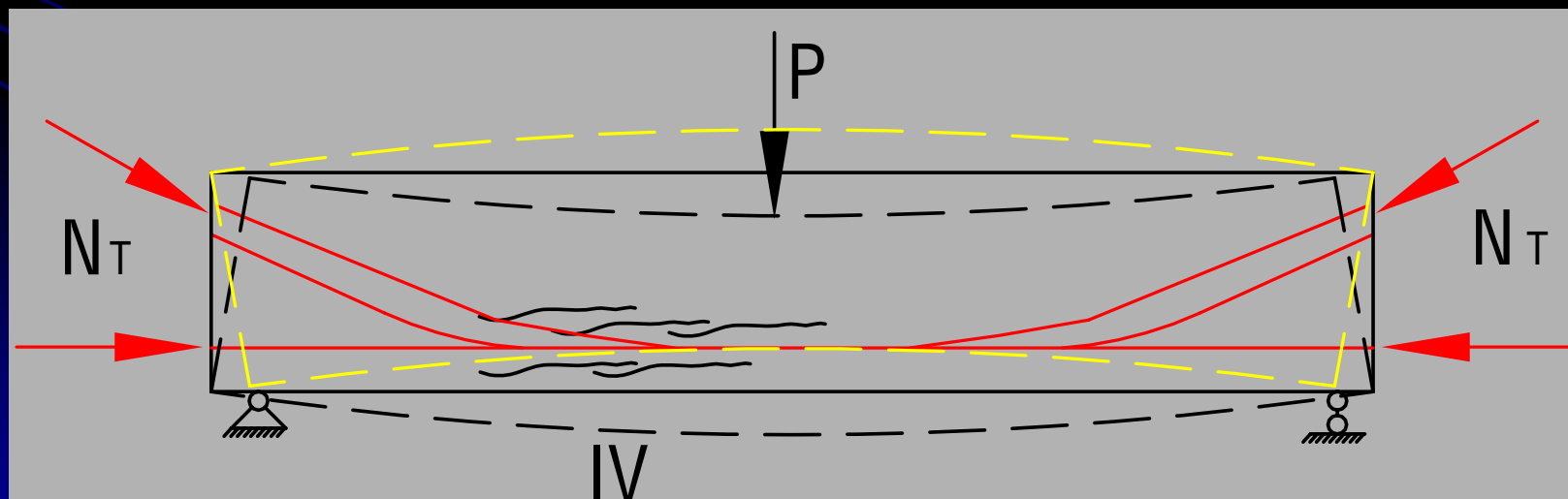
*Nội dung kiểm tra: (giai đoạn thi công)

Kiểm tra U'/S nén tại miền tập trung nhiều cốt thép cường độ cao \rightarrow chống nứt dọc theo cốt thép

*Yêu cầu kiểm tra:

+Tải trọng : tải trọng tiêu chuẩn M_{bt}^c

+Lực căng kéo N_T max $\rightarrow \Sigma\sigma_{hao}$ min



* công thức kiểm tra:

+TD nguyên khối, có cốt thép căng trước khi đổ BT

$$\sigma_b^d = \left(\sigma_{bT}^d - \frac{M_{bt}^c}{J_{td}} \cdot y_d^I \right) 1.1 \leq R_N$$

+TD nguyên khối, có cốt thép căng sau khi đổ BT

$$\sigma_b^d = \left(\sigma_{bT}^d - \frac{M_{bt}^c}{J_o} \cdot y_d \right) 1.1 \leq R_N$$

Trong đó:

1.1: hệ số xét đến tác dụng của co ngót trong bê tông

$$\left. \begin{array}{l} R_N = R_{N_u}^N : \text{nếu } \sigma_{\min} \leq \sigma_{\max} \\ R_N = R_{N_{Lt}}^N : \text{nếu } \sigma_{\min} \geq 0.85\sigma_{\max} \end{array} \right\} (1)$$

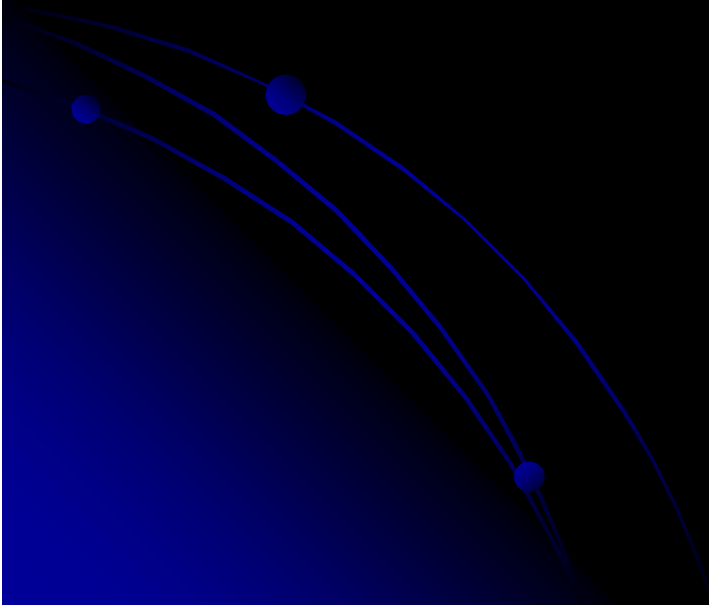
$\sigma_{\max}; \sigma_{\min}$: ứng suất max, min tại các thớ của TD

$$\left. \begin{array}{l} R_N = R_{N_u}^N : \text{nếu } b \geq 0.6b_c \\ R_N = R_{N_u}^N : \text{nếu } b \leq 0.2b_c \end{array} \right\} (2)$$

→ Từ (1) & (2) chọn giá trị R_N lớn hơn để tính toán

CHƯƠNG 12

GỖI CẦU



12.1.KHÁI NIỆM CHUNG VỀ GỐI CẦU

I.Khái niệm chung và tác dụng của gối cầu:

Gối cầu là bộ phận nối giữa kết cấu nhịp phần trên và kết cấu nhịp phần dưới (mố, trụ) với các chức năng chính của chúng như sau:

- +Truyền tải trọng từ KCN → kết cấu phần dưới.
- +Đảm bảo các chuyển vị tương đối (thẳng, xoay) giữa KCN và kết cấu phần dưới.

*Các lực chính tác dụng lên gối cầu bao gồm:

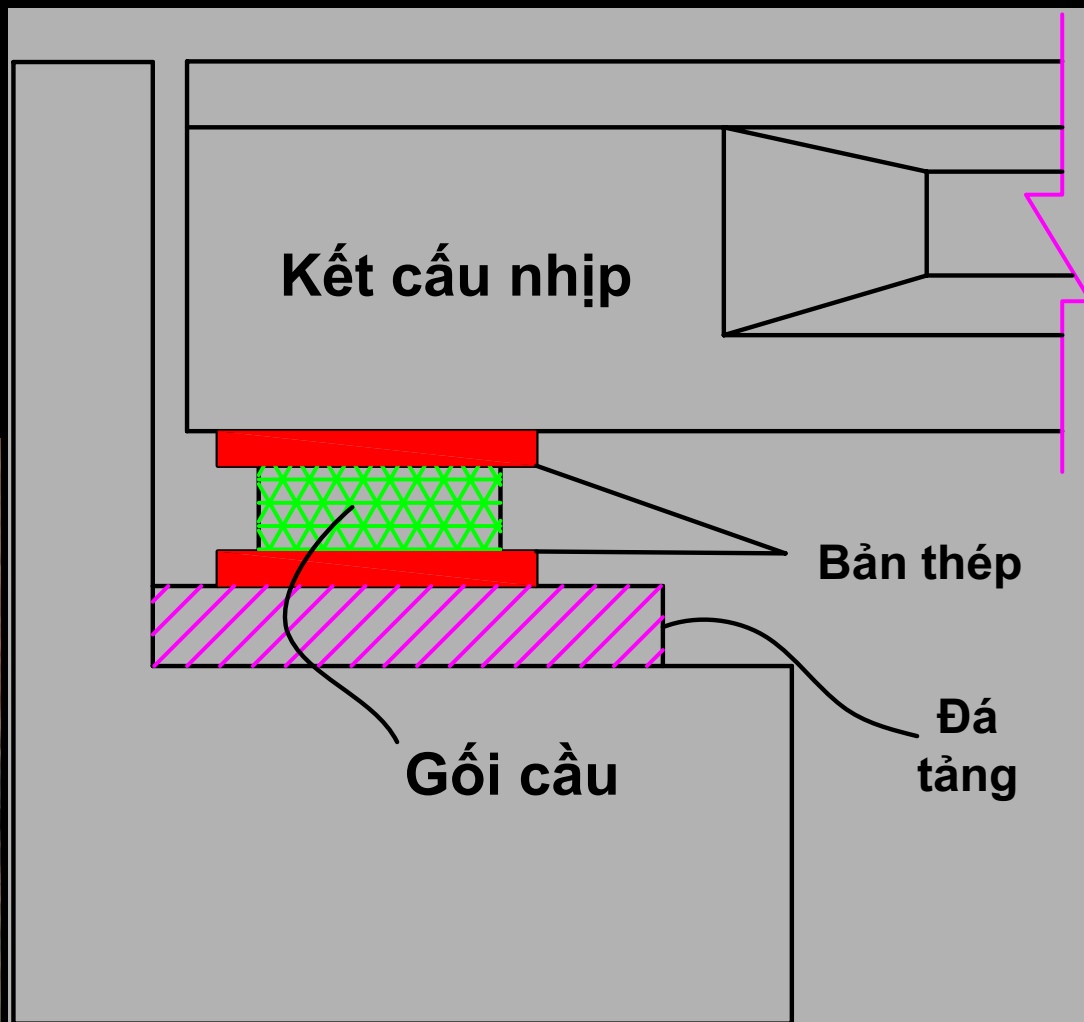
- +Trọng lượng bản thân của kết cấu nhịp phần trên
- +Tải trọng của hoạt tải.
- +Tải trọng gió và tải trọng động đất.....

*Các chuyển vị của gối cầu gồm:

+Chuyển vị thẳng : do từ biến,co ngót và hiệu ứng của nhiệt độ →Chuyển vị thẳng: hướng dọc và ngang cầu.

+Chuyển vị xoay: do hoạt tải, lún không đều của nền móng....

Cấu tạo chung của Gối cầu



II. Các dạng gối cầu:

Gối cầu có thể chia thành : Cố định và di động

+Gối cố định: cho phép chuyển vị xoay

+Gối di động cho phép chuyển vị thẳng và xoay

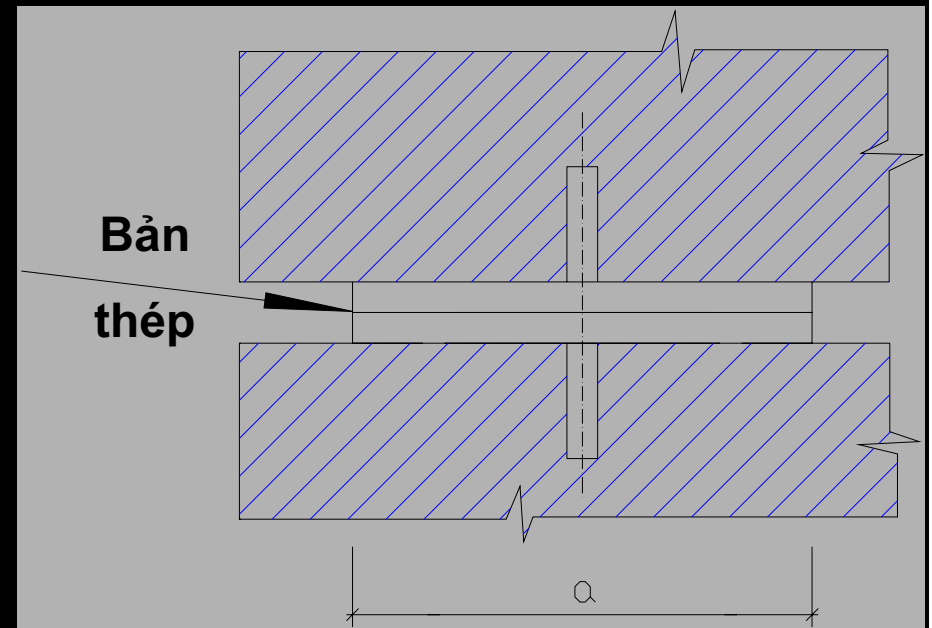
Sau đây là các loại gối thường được sử dụng.

1. Gối trượt:

Cấu tạo bằng cách cho một tấm thép trượt trên một tấm khác → chuyển vị dọc.

Để giảm ma sát giữa hai bản thép thường dùng PTFE (Poly Tetra Fluoro Ethylene) hoặc Teflon...

Gối trượt chỉ áp dụng khi chuyển vị xoay có thể bỏ qua áp dụng cho nhịp $L < 15\text{m}$ (theo AASHTO)



2. Gối tiếp tuyến:

Gối tiếp tuyến bao gồm thớt trên phẳng tựa vào mặt trụ tròn của thớt dưới → thực hiện được các chuyển vị xoay, chuyển vị thẳng nhờ sự trượt của thớt trên và thớt dưới. Chúng được chế tạo từ các thép tấm dày 30-50 mm.

*Phạm vi áp dụng:

-Gối di động: kết cấu nhịp giản đơn, liên tục, công xôn... $L_{nhịp} = 8-18m$, áp lực thẳng đứng tác dụng lên gối có thể đạt đến 50 tấn

-Gối cố định: chiều dài kết cấu nhịp có thể đạt đến 60m và có thể hơn, áp lực thẳng đứng tác dụng lên gối có thể đạt đến 300 tấn

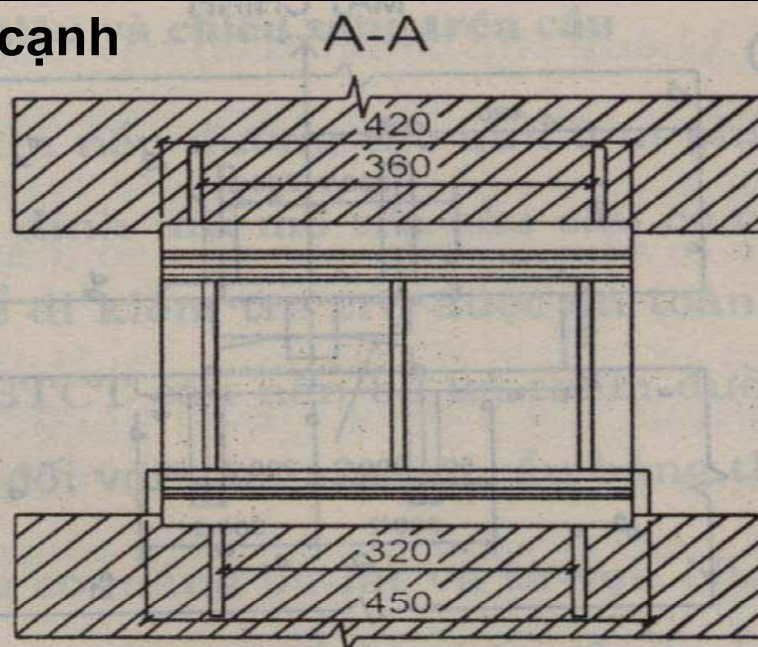
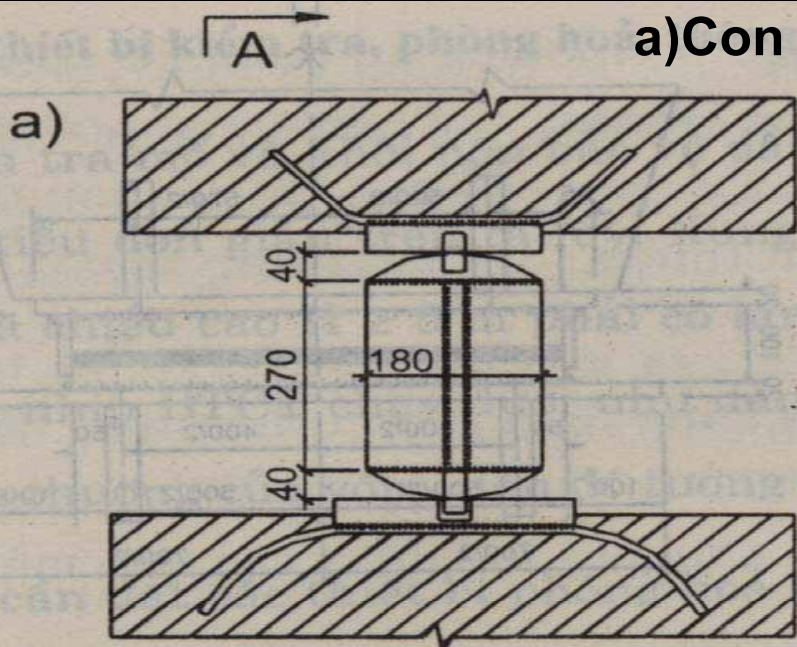
3. Gối con lăn:

Khi chiều dài nhịp tăng lên ($L > 18\text{m}$) áp lực thẳng đứng tác dụng lên gối cầu lớn gối di động kiểu tiếp tuyến không còn \rightarrow sử dụng gối con lăn. Giữa thớt trên và thớt dưới có đặt con lăn tròn hoặc vát cạnh. Số con lăn tùy theo độ lớn của áp lực thẳng đứng

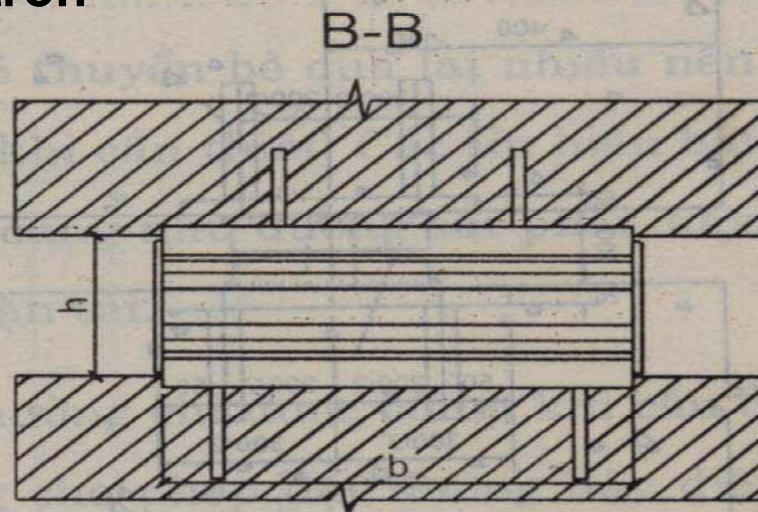
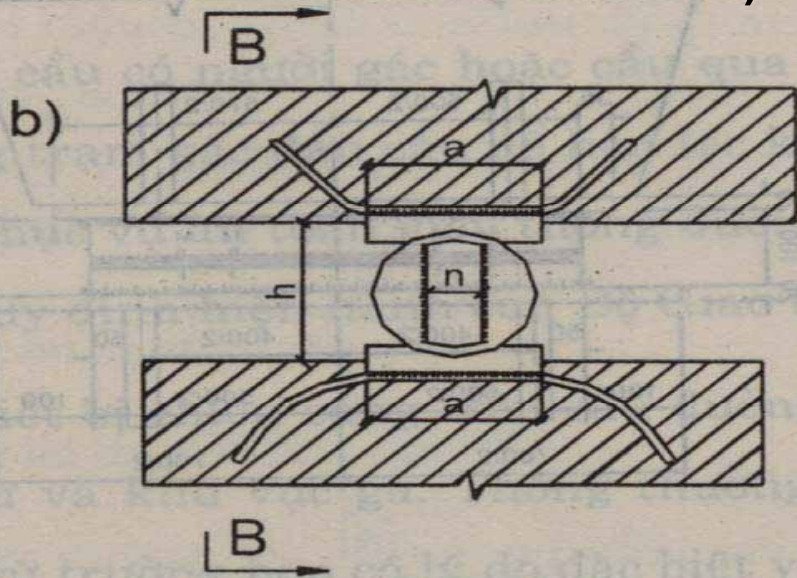
*Phạm vi áp dụng:

- Áp dụng với hệ thống dầm liên tục, mút thừa $L_{nhịp} = 30-70\text{m}$, tương ứng với phản lực gối 70-500 tấn.
- Khi áp lực tăng lên có thể tăng đường kính con lăn, chiều cao con lăn, hoặc số con lăn

a) Con lăn vát cạnh



a) Con lăn tròn

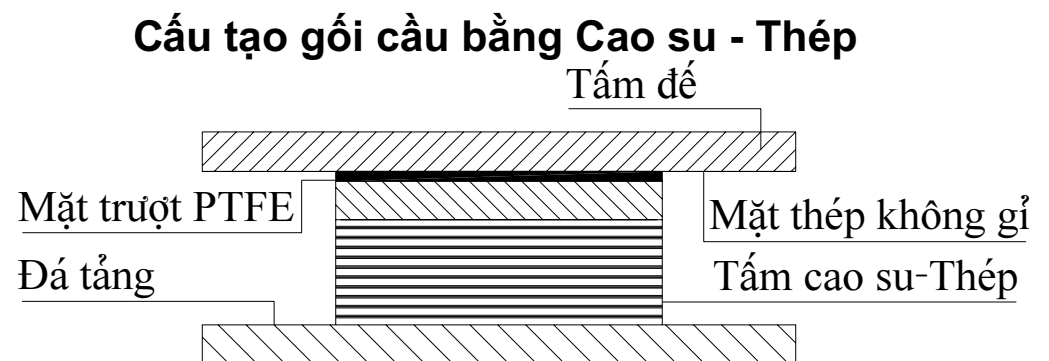
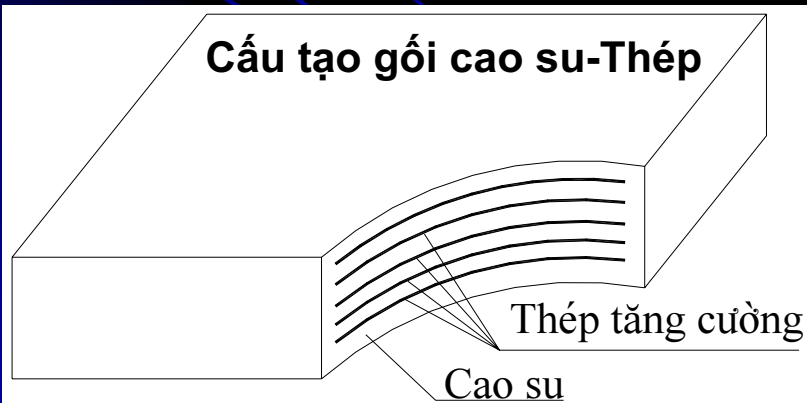
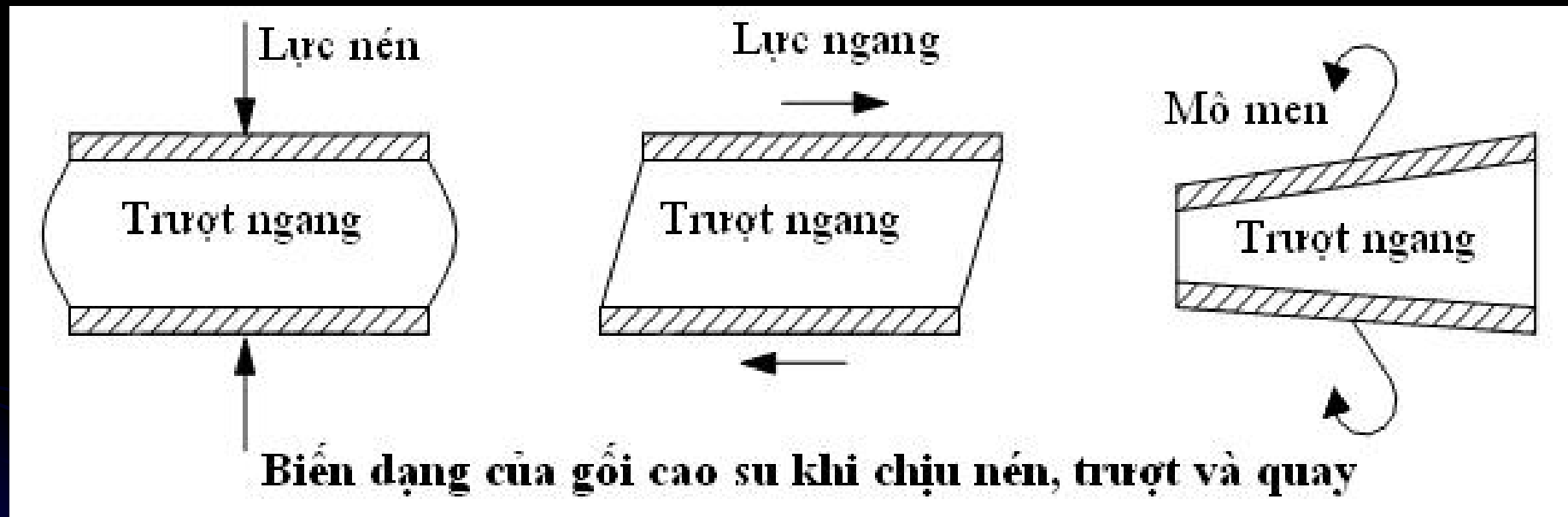


Gối con lăn thép - Cầu Tràng Tiền (Huế)



4. Gối cao su:

Gối cao su được chế tạo từ những vật liệu đàn hồi (cao su tự nhiên hoặc nhân tạo). Nó đảm bảo chuyển vị thẳng và chuyển vị xoay nhờ biến dạng của vật liệu đàn hồi.



+Do tính chất vật liệu đàn hồi là mềm khi trượt nhưng rất cứng khi chống lại sự thay đổi thể tích. Dưới tác dụng của tải trọng nén → gối bị nở hông. Để chịu được tải trọng lớn mà không bị biến dạng quá mức → các tấm thép được sử dụng để ngăn cản sự nở hông.

+Lực nén thẳng đứng mà các tấm cao su phải chịu sẽ giảm nhiều do ứng suất tiếp tiếp xuất hiện ở chỗ tiếp xúc giữa các tấm cao su và các tấm thép, các tấm thép sẽ chịu thêm lực kéo ngang (do nở hông). Chiều dày một tấm thép từ 0.5 – 3mm, chiều dày tấm cao su từ 5-25 mm.

+Từ định hướng này đã phát triển một vài kiểu tấm gối phẳng cao su đơn giản, có cốt sợi thủy tinh, cốt vải cotton và gối cao su thép tăng cường.

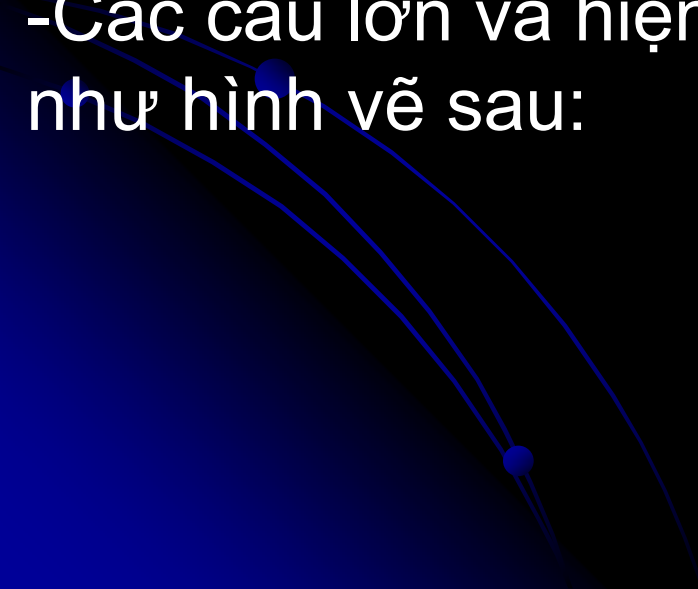
*Ưu điểm:

- Giá thành rẻ, chi phí duy tu bảo dưỡng ít.
- Các loại gối cao su – thép nhiều lớp đều có ưu điểm có thể chấp nhận tải trọng và chuyển vị vượt quá giá trị thiết kế lớn nhất.

*Nhược điểm:

- Nếu chế tạo không đảm bảo (lưu hoá cao su không tốt, không đủ thép tăng cường, không đủ kích thước....) → nhanh chóng bị hư hỏng → gối biến dạng không đều gây ra ứng suất phụ trong kết cấu nhịp → sửa chữa phải kích dầm lên rất khó khăn và tốn kém.
- Sự tác động của môi trường có thể ảnh hưởng đến tính chất vật liệu theo thời gian

*Phạm vi áp dụng:

- Rất phổ biến . Khả năng chịu tải trọng thẳng đứng : 15-700 tấn, chuyển vị dọc lớn nhất từ 4-69 mm.
 - Có thể áp dụng cho kết cấu nhịp bố trí trên độ dốc thông qua sử dụng gối cầu có mặt nghiêng với độ dốc lớn nhất 6% - 8%
 - Đối với cầu cong có thể sử dụng gối cao su phía trên có hình cầu (có tính chất làm việc theo mọi hướng như nhau)
 - Các cầu lớn và hiện đại thường hay áp dụng gối chịu như hình vẽ sau:
- 

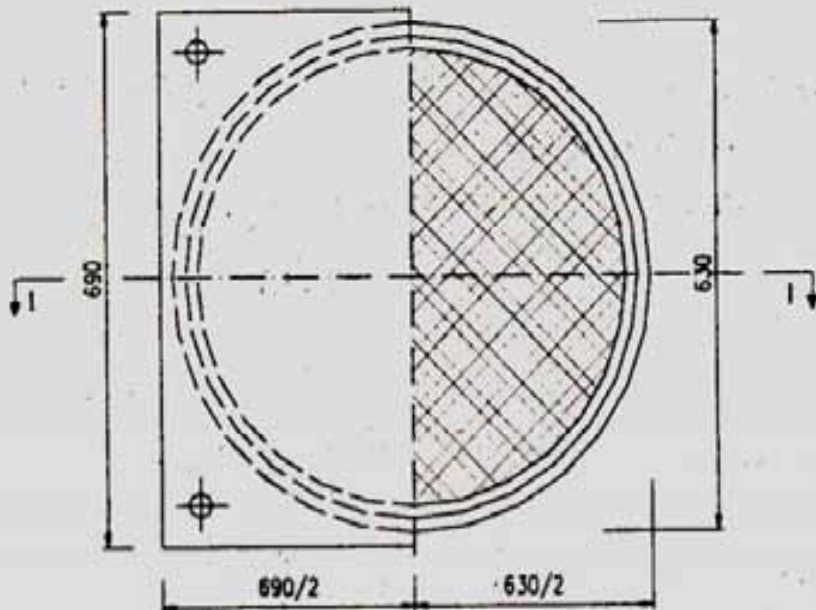
-Các cầu lớn và hiện đại thường hay áp dụng gối chấu như hình vẽ sau:

Chi tiết Gối chấu



1/2 MẶT BẰNG

1/2 MẶT CẮT 2-2



1/2 MẶT BẰNG

1/2 MẶT CẮT 4-4

