



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:

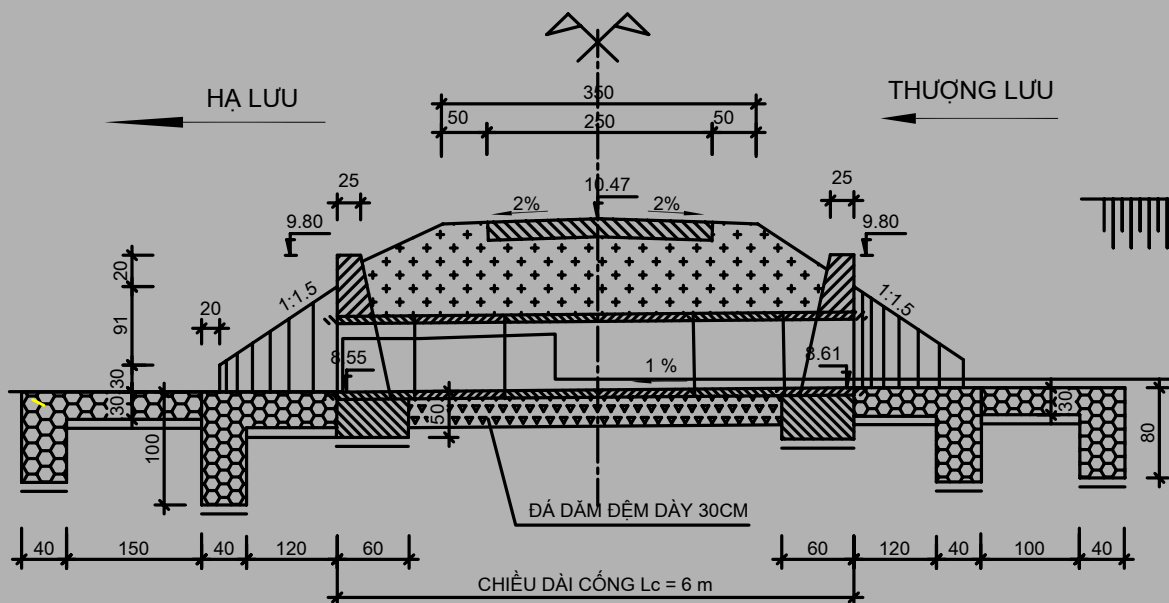
- Sông suối, khe núi, vực sâu.
- Vượt qua đường phố, khu dân cư... (cầu cạn, cầu vượt)



*Cống là gì ?

CẮT DỌC CỐNG TẠI KM0 + 33.62

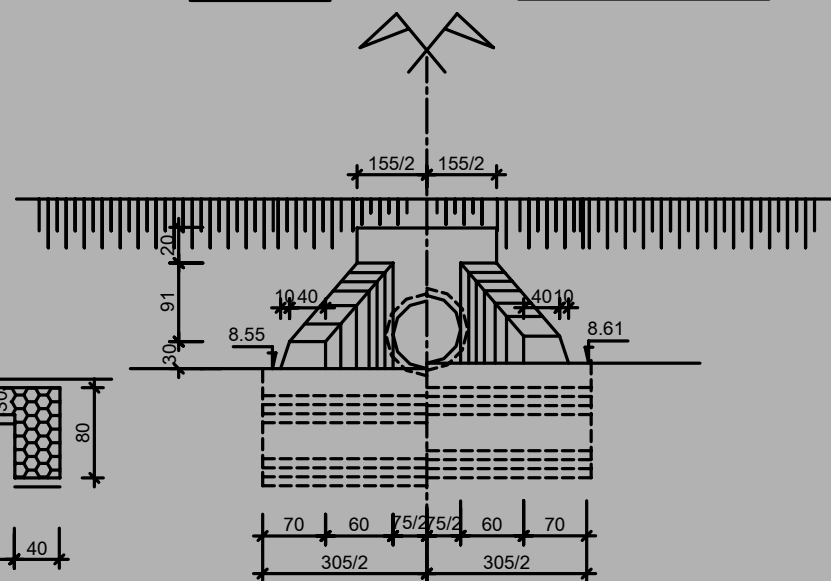
TL 1/100



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.

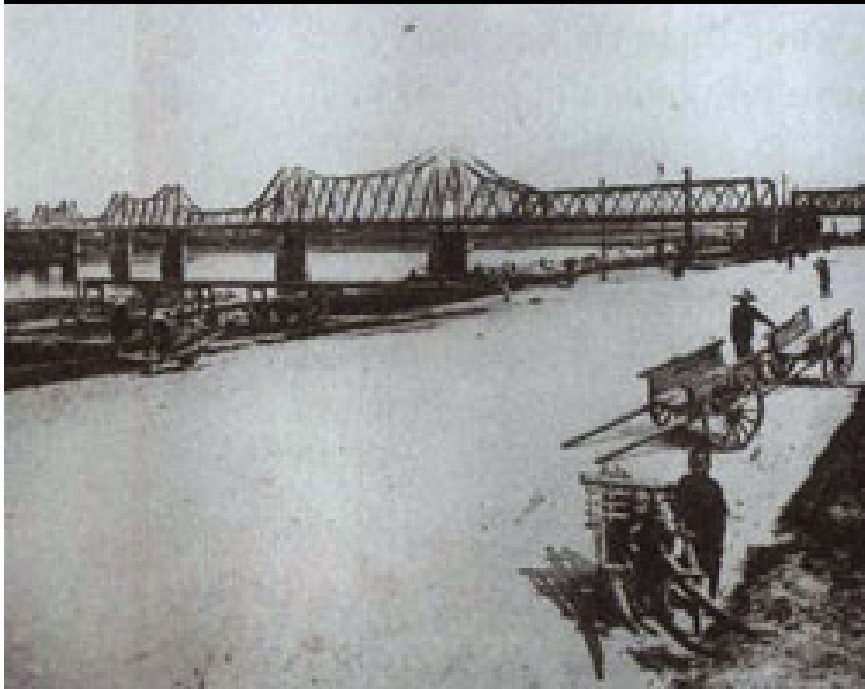
1.2. Tầm quan trọng của các công trình nhân tạo trên đường:

+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 bồng bềnh 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:

+ Mục nước:

- MNCN

- MNTN

- MNTT

-MNTK

-MNTC

+Chiều dài:

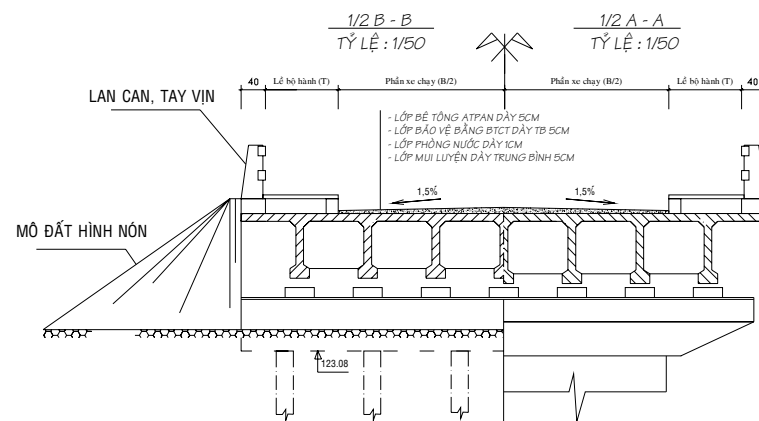
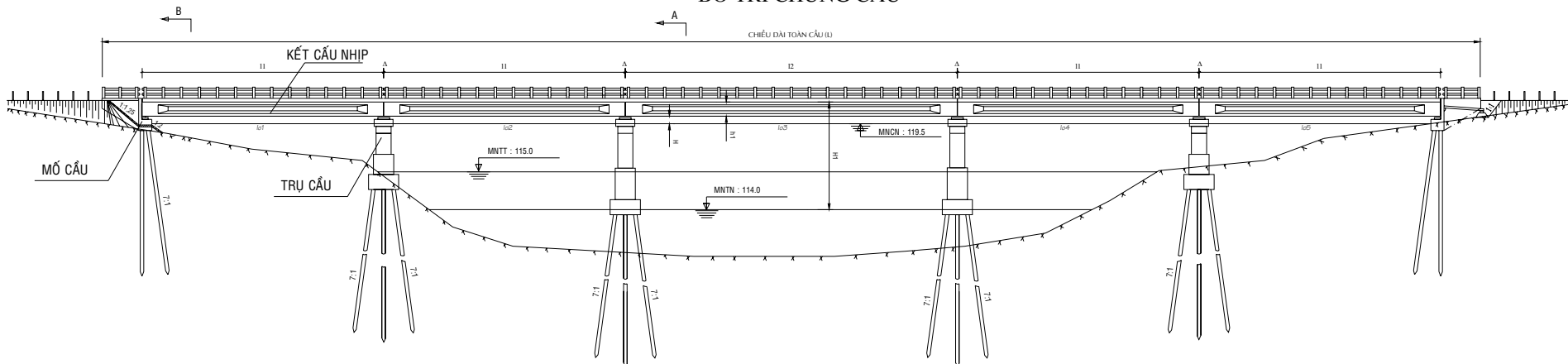
-Chiều dài toàn cầu L : k/c tính từ hai đầu mố

-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 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

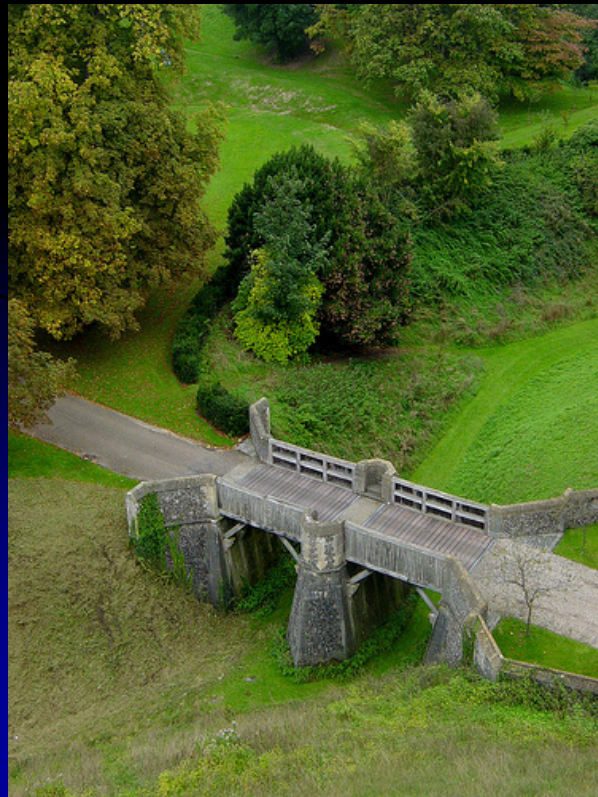
3. PHÂN LOẠI & CÁC HỆ THỐNG CẦU BTCT

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..



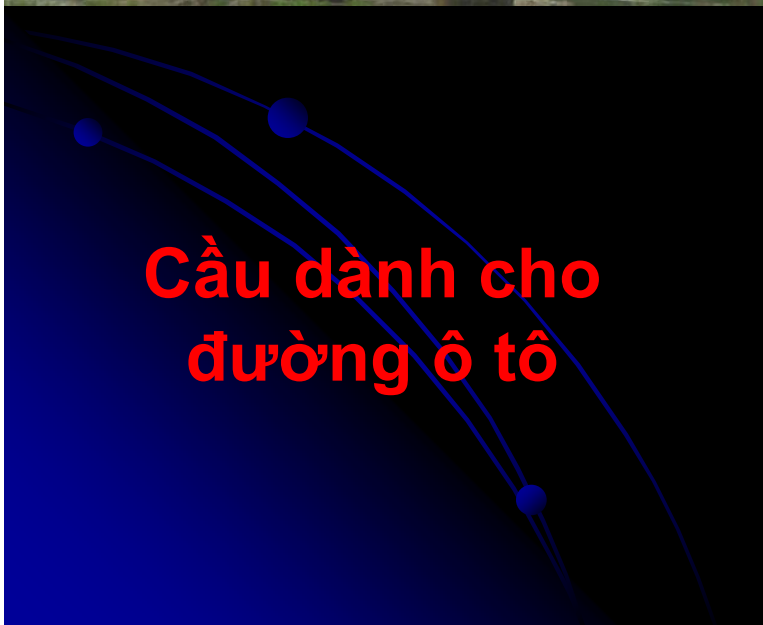
3.1.2. Dựa vào mục đích sử dụng:

* Cầu dành cho người đi bộ





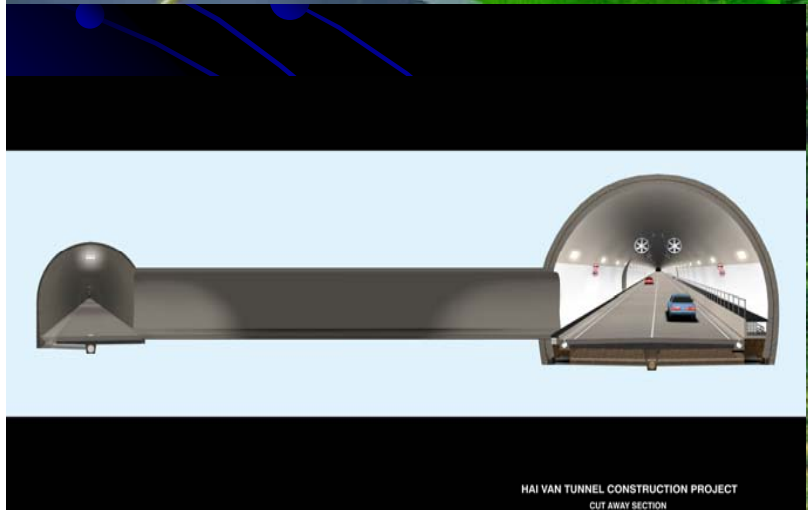
**Cầu dành cho
đường sắt**



**Cầu dành cho
đường ô tô**

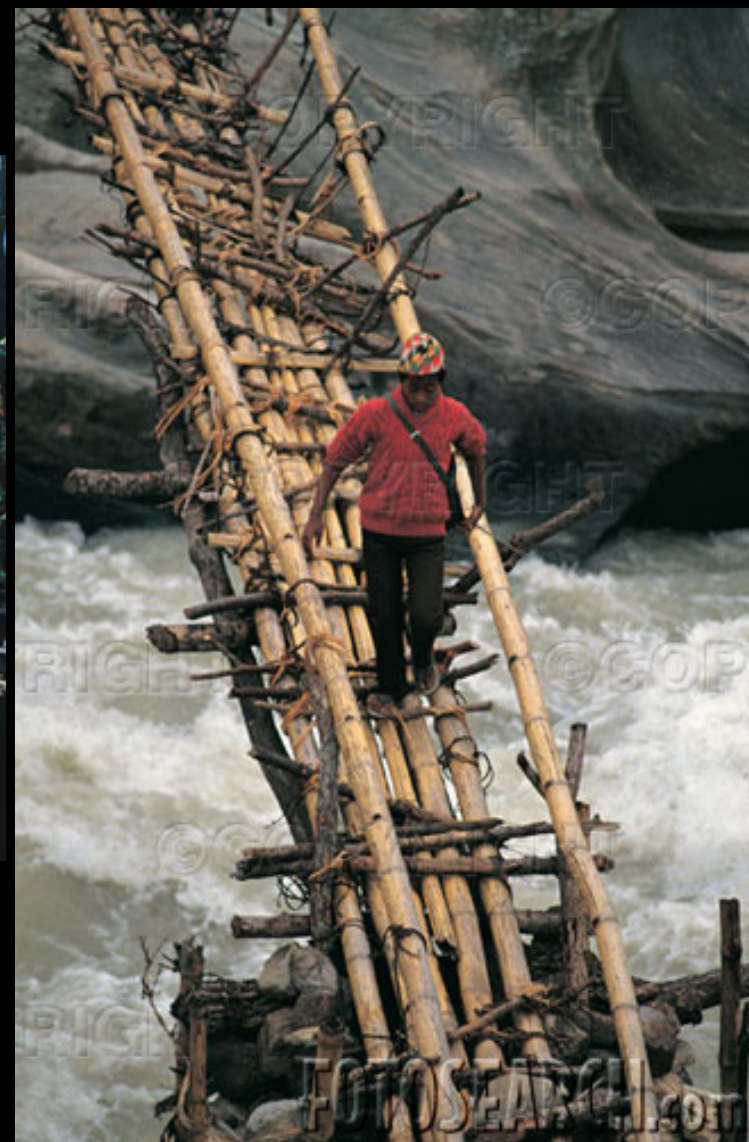


Cầu xuyên qua núi, qua biển.. → Hầm



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.

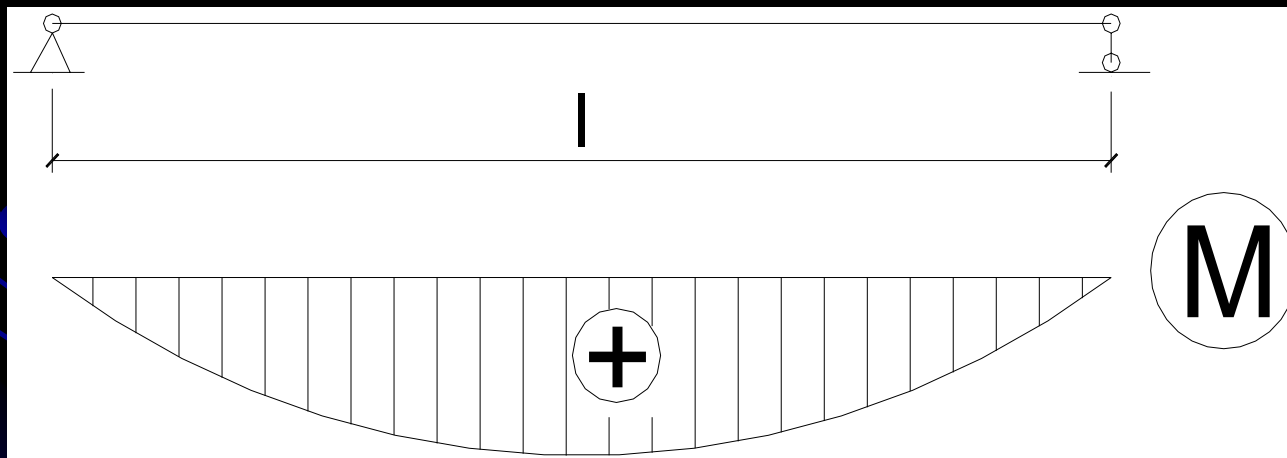


3.2.1.1 Cầu dầm đơn giản:

+ **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.



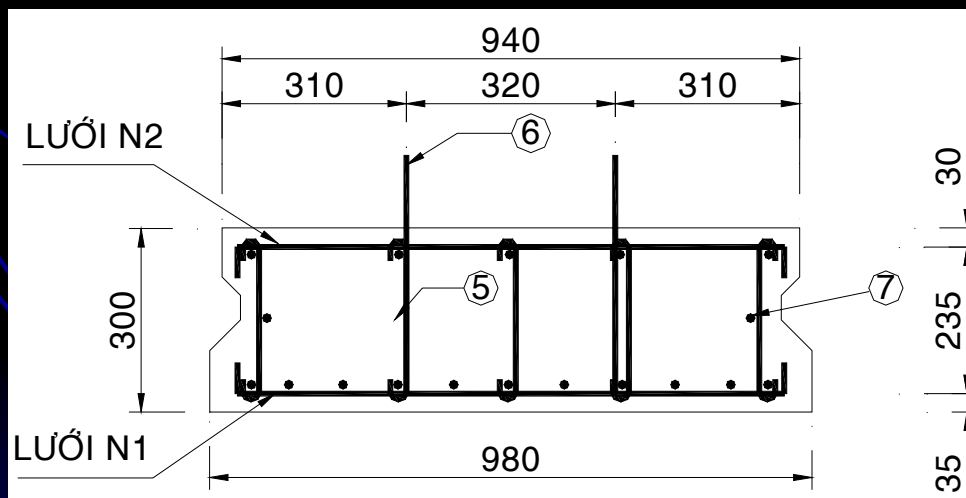
+ Tiết diện mặt cắt ngang gồm có các dạng sau:

*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)**

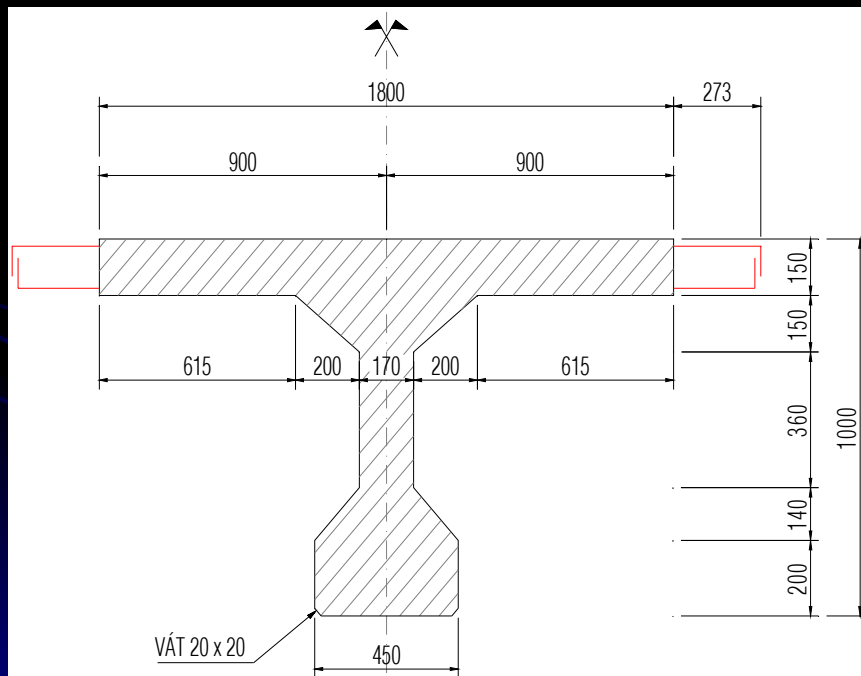


* **Dạng Dầm: Dùng cho nhịp dài**

. Bê tông cốt thép thường:

Đường ô tô $l = 10 - 22\text{m}$

Đường sắt $l = 8 - 16\text{m}$

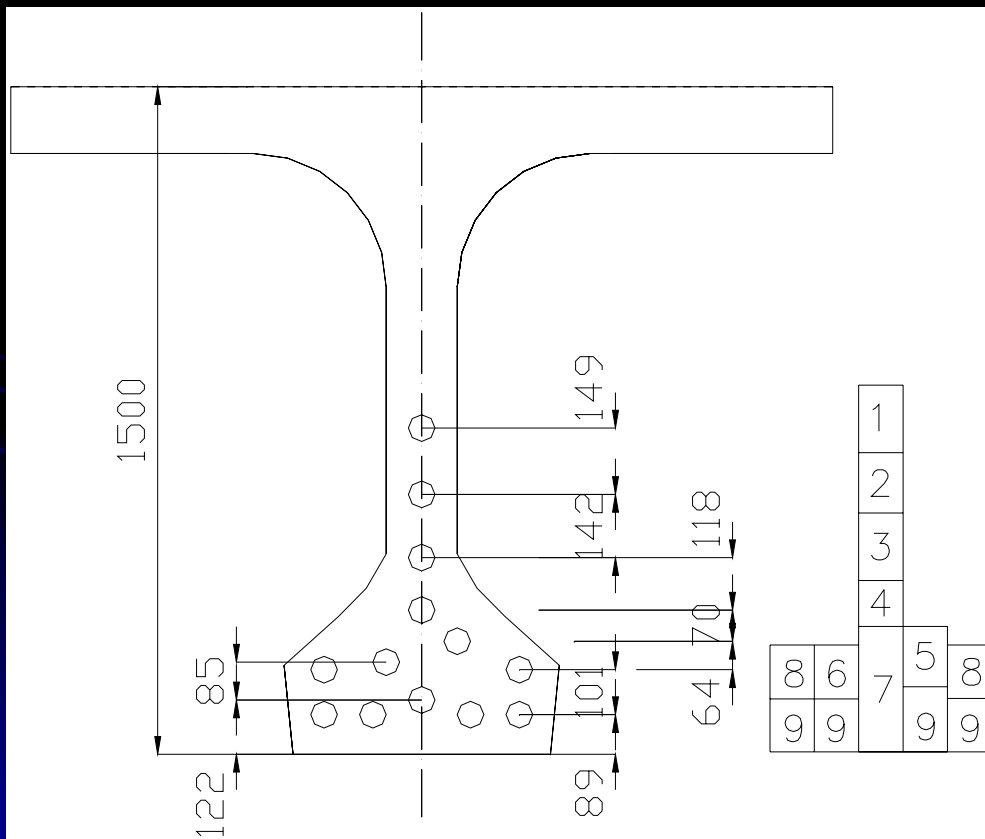


. Bê tông cốt thép ứng suất trước:

Đường ô tô $l = 15-40m$

Đường sắt $l = 16-33m$

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.

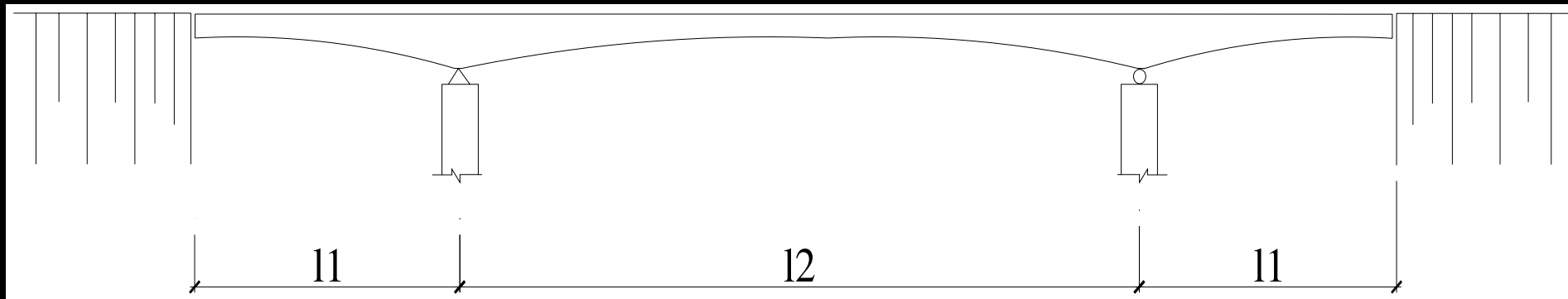
*** Nhược điểm cầu dầm đơn giản :**

- Tốn vật liệu (so với sơ đồ khác) .

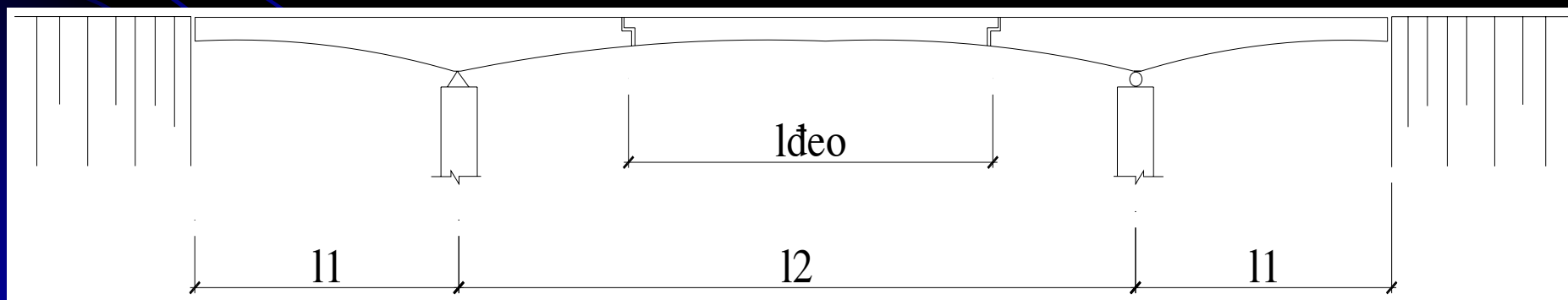
- Không vượt được nhịp lớn .

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:**

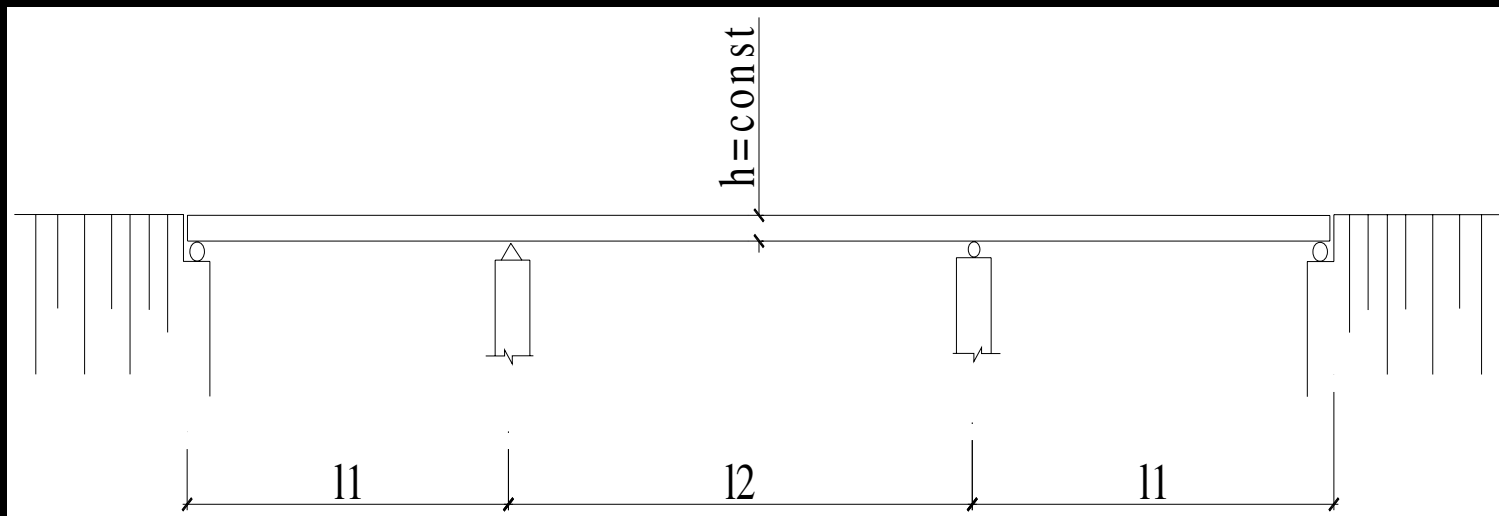
- Lực xung kích lớn (xe chạy không êm thuận)

→ cấu tạo khớp rất phức tạp.

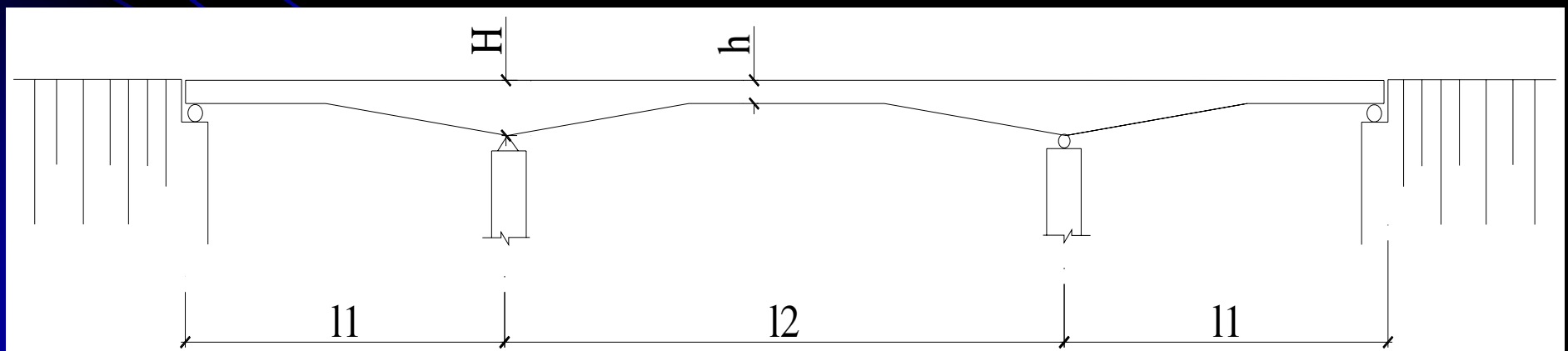
- Bố trí cốt thép, cấu tạo ván khuôn khó khăn.

3.2.1.3. Cầu dầm liên tục:

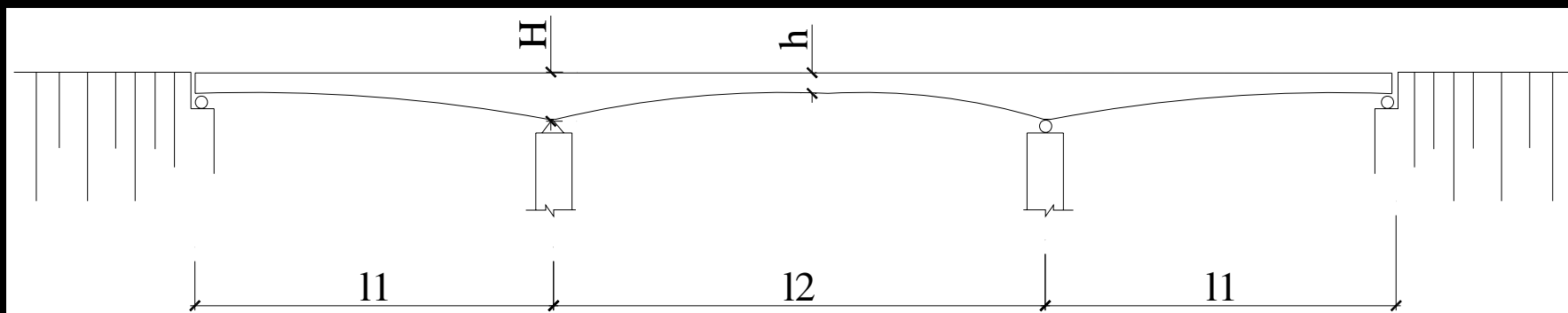
+ Dạng có chiều cao dầm không thay đổi:



+ 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:**

-Chiều 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:

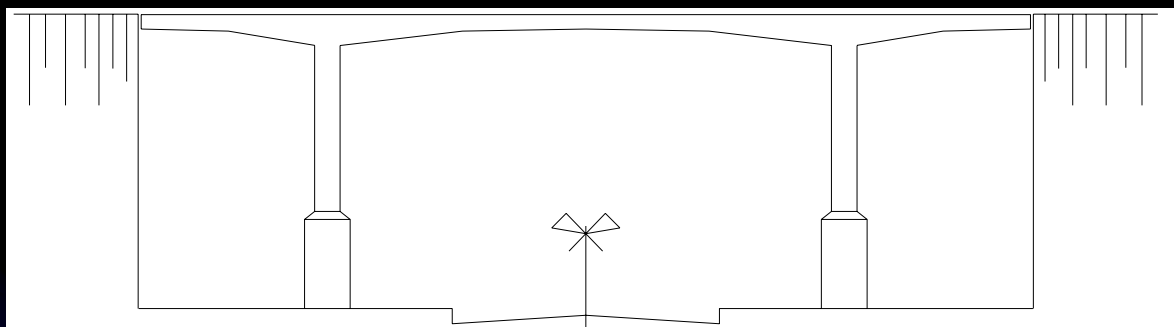
Cầu khung thường được làm:

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

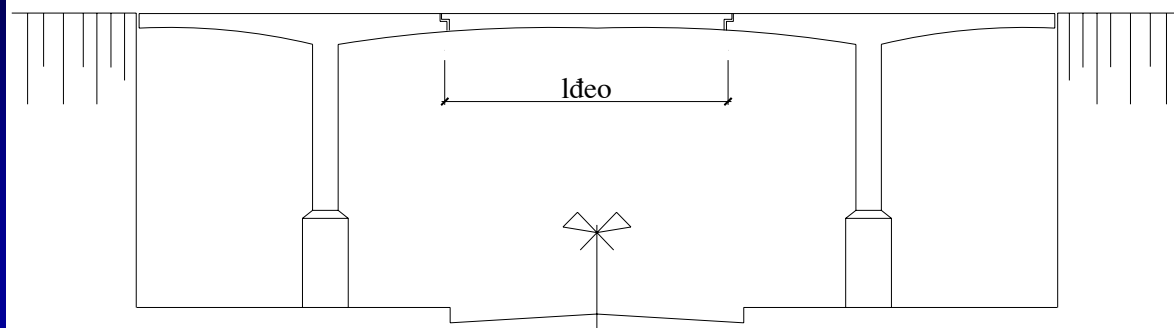
Cầu Waxian (China)

$L_{nhịp} = 420 \text{ m}$

Cầu khung (vượt qua đường ô tô)



Cầu khung - Dầm



** 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:

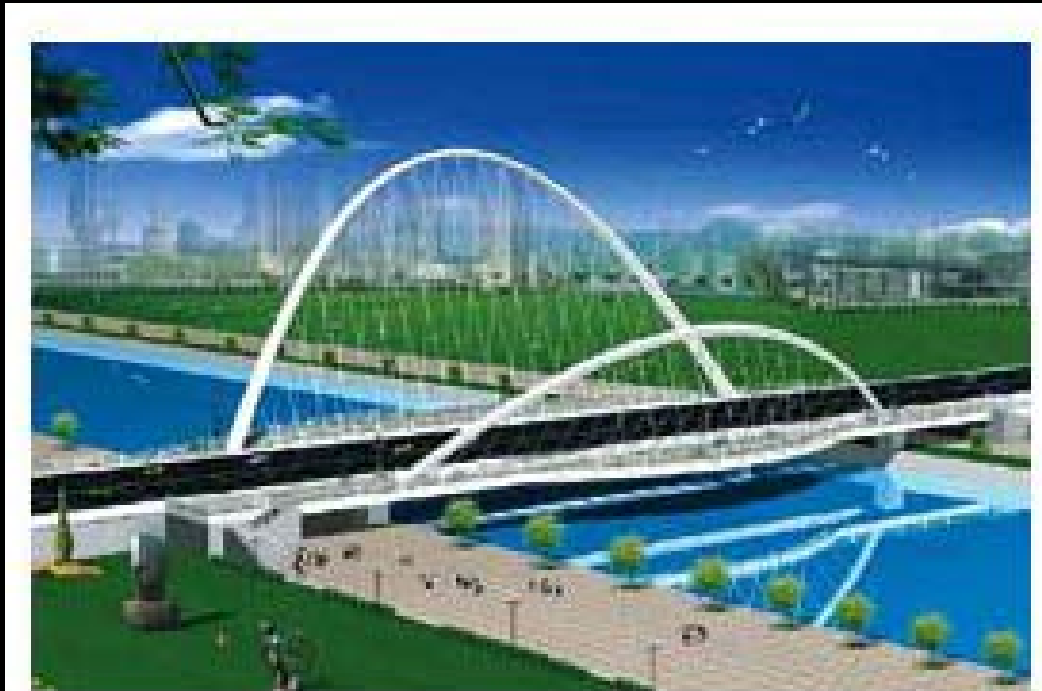
+ Phân loại theo sơ đồ:

- . 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)
Lnhịp = 290 m**

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

**Phương án 1 (P/án chọn)
Cầu CaiYuanba (China)
Lnhịp = 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.**

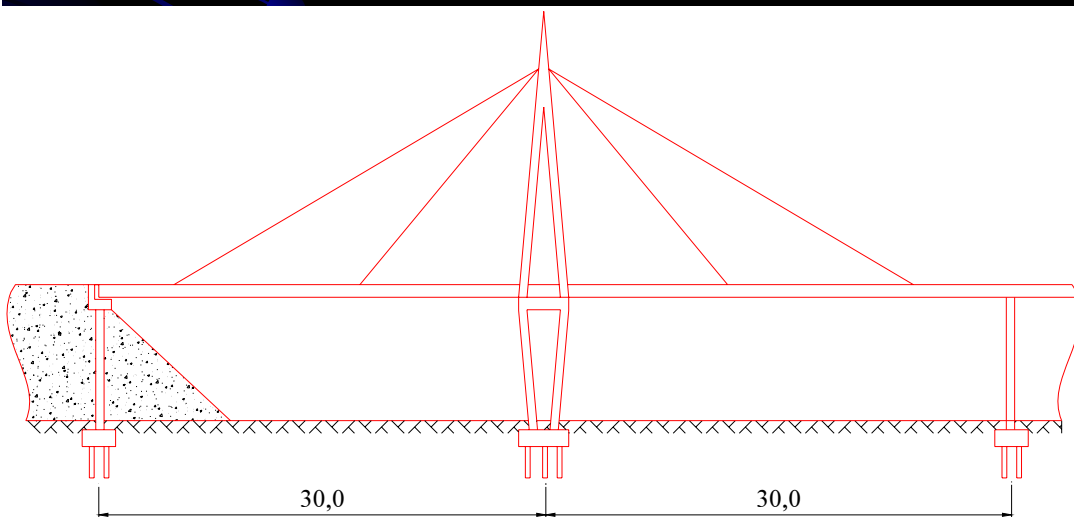
3.2.1.6. Hệ liên hợp - hệ treo (cầu treo):

. 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**

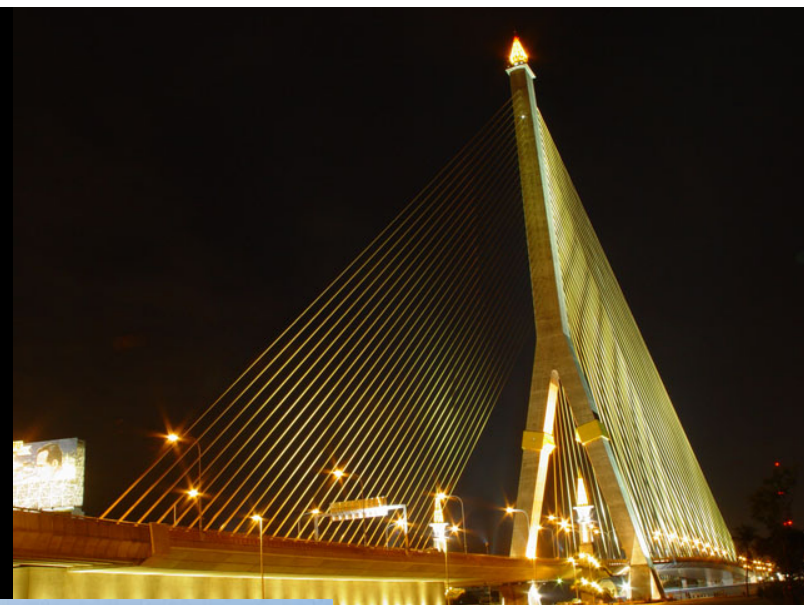
- Nhịp chính bố trí hai mặt phẳng dây dạng nhà quạt
- Nhịp biên ngắn hơn bố trí hai dây neo



. 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) $l = 404m$

. Cầu Skarnsundet - 1991 (Na Uy) $l = 502m$

. Cầu Thượng Hải - 1993 (Trung Quốc) $l = 602m$

. Cầu Normandie - 1995 (Pháp) $l = 856 m$

. Cầu Tatara - 1999 (Nhật) $l = 890m$

. Cầu treo qua vịnh Messina (Italia) $l = 3300m$

*** 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 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

