



**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:

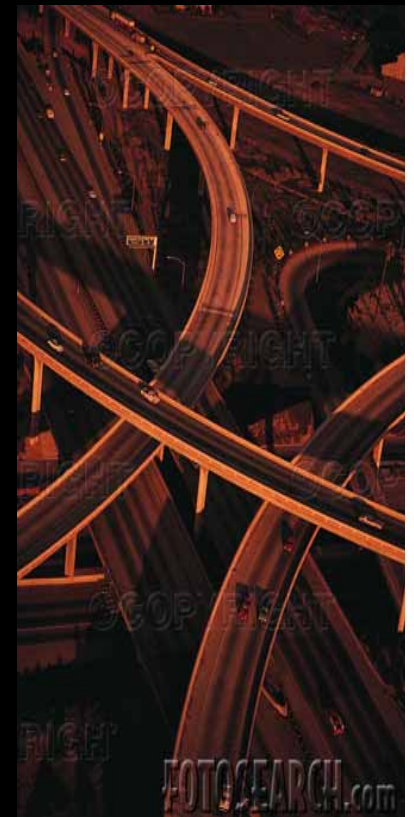
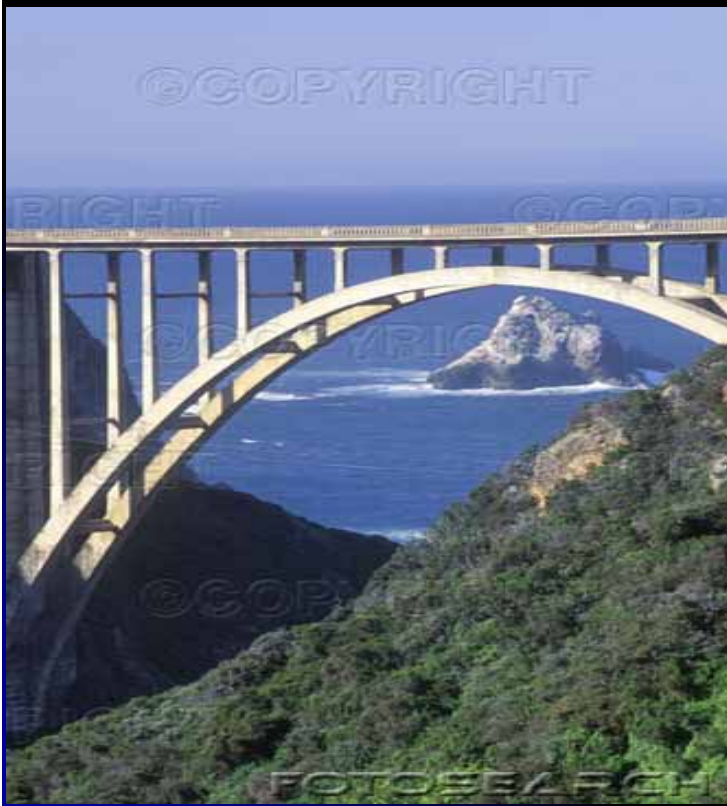
# ĐỊNH NGHĨA VỀ CÁC CÔNG TRÌNH NHÂN TẠO TRÊN ĐƯỜNG (ĐƯỜNG Ô TÔ và ĐƯỜNG SẮT)

# 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:

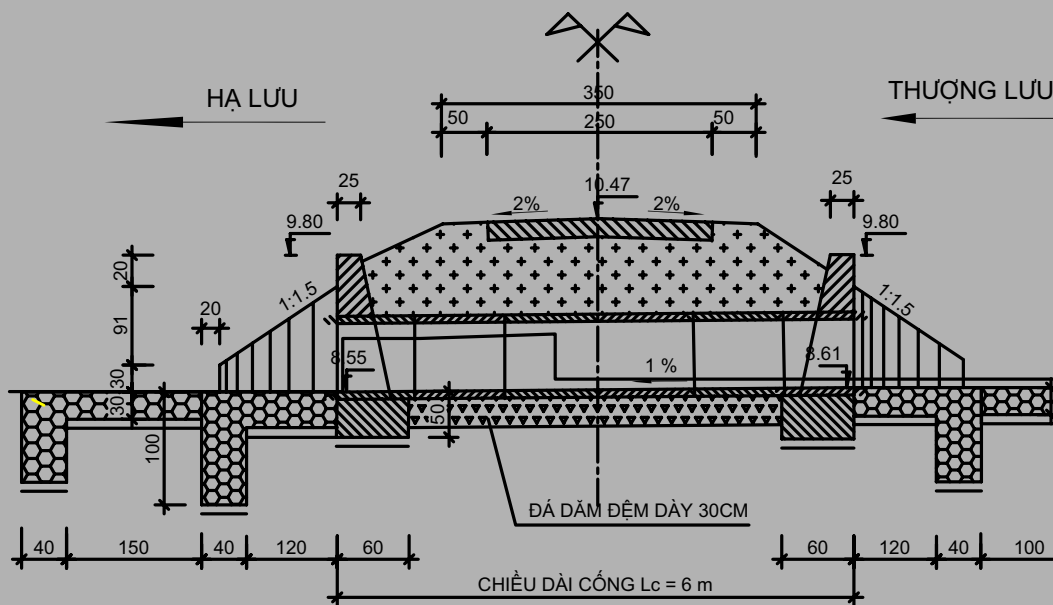
- Sông suối, khe núi, vực sâu.
- Vượt qua đường phố, khu dân cư... (cầu cạn, cầu vượt)



# \*Cống là gì ?

## CẮT DỌC CỐNG TẠI KM0 + 33.62

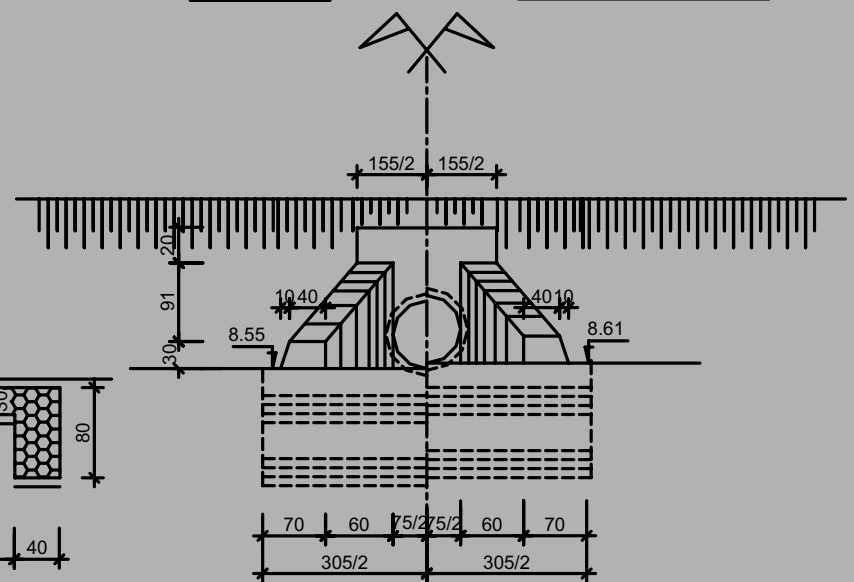
TL 1/100



## CHÍNH DIỆN CỐNG TL 1/100

HẠ LƯU

THƯỢNG LƯU

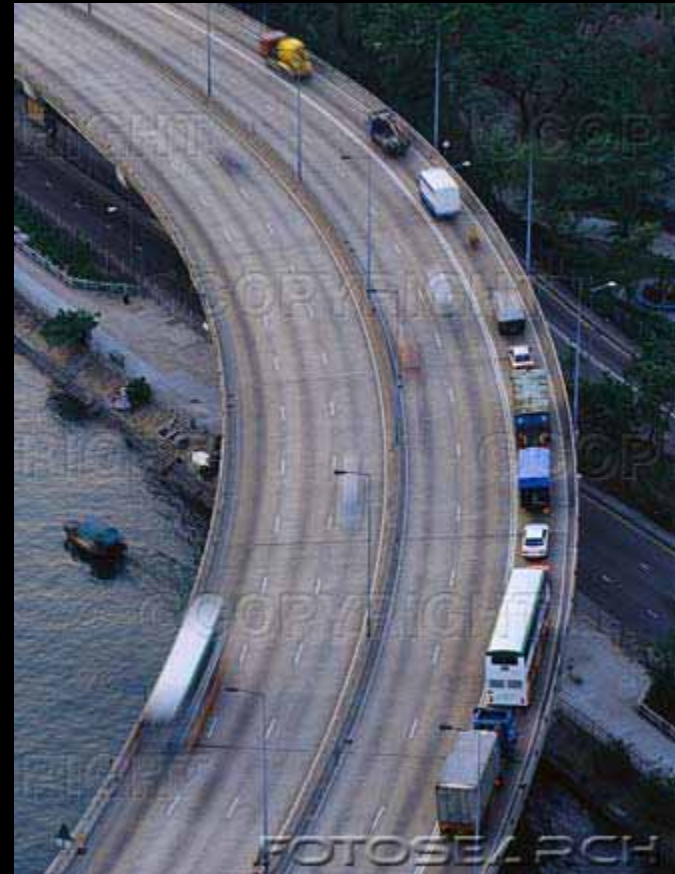


+ Cống là công trình nhân tạo đặt dưới nền đường, cho dòng nước không lớn chảy qua, xe chạy qua cống không có cảm giác bị thay đổi đột ngột.



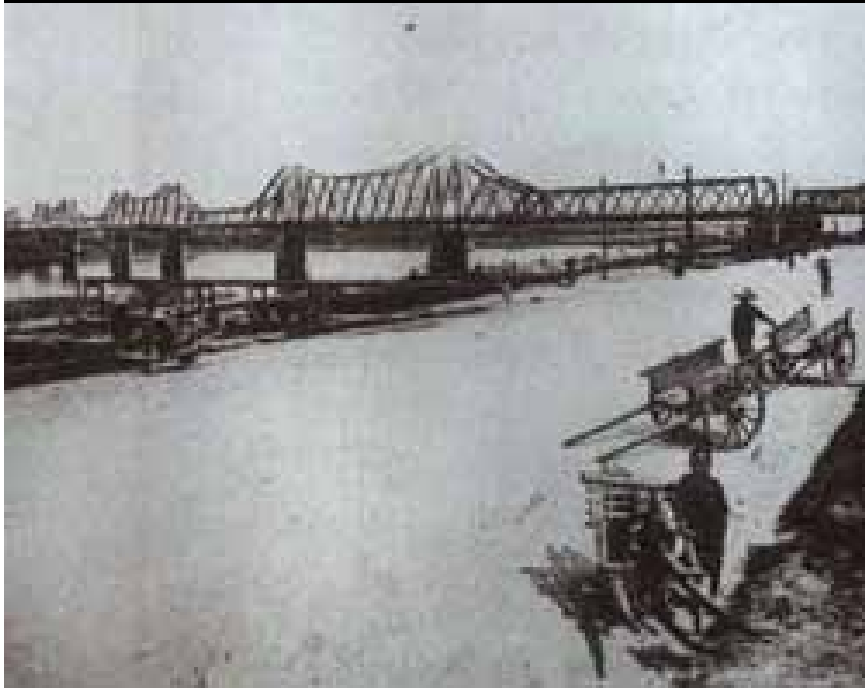
## 1.2. Tầm quan trọng của các công trình nhân tạo trên đường:

+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 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:

### + Mức nước:

- MNCN

- MNTN

- MNTT

-MNTK

-MNTC

### +Chiều dài:

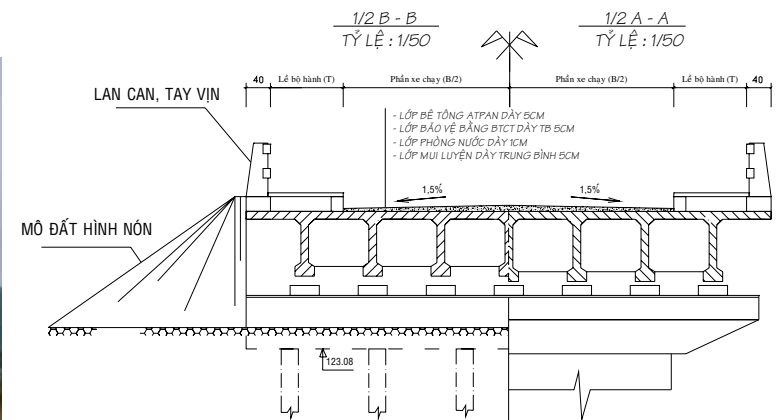
-Chiều dài toàn cầu  $L$ : k/c tính từ hai đuôi mố

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

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

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

Technical drawing of a bridge structure, showing the main span and abutments. The drawing includes labels for "KẾT CẤU NHỊP" (Joint Structure), "MỞ CẦU" (Bridge Opening), "TRỤ CẦU" (Bridge Pier), and "CHIỀU DÀI TOÀN CẦU (L)" (Total Bridge Length). It also shows elevation markers "MNCT: 119.5" and "MNTN: 114.0", and various dimensions and slopes.



### **+ 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 chương 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







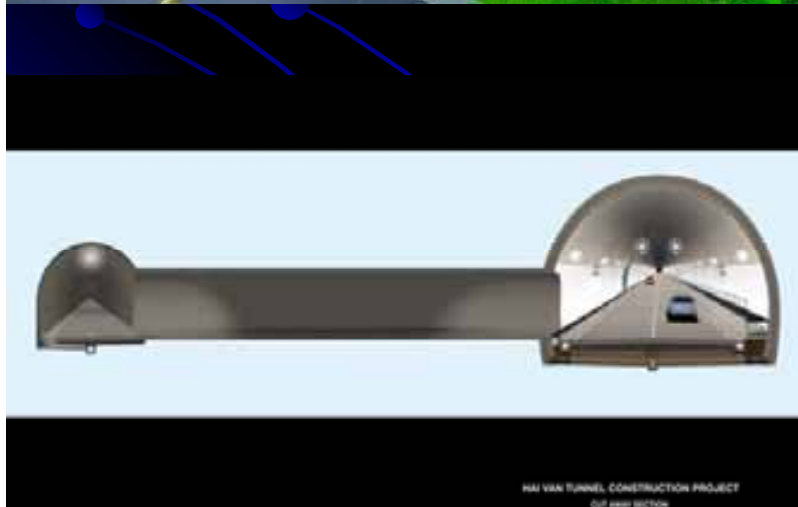
**Cầu dành cho  
đường sắt**

**Cầu dành cho  
đường ô tô**





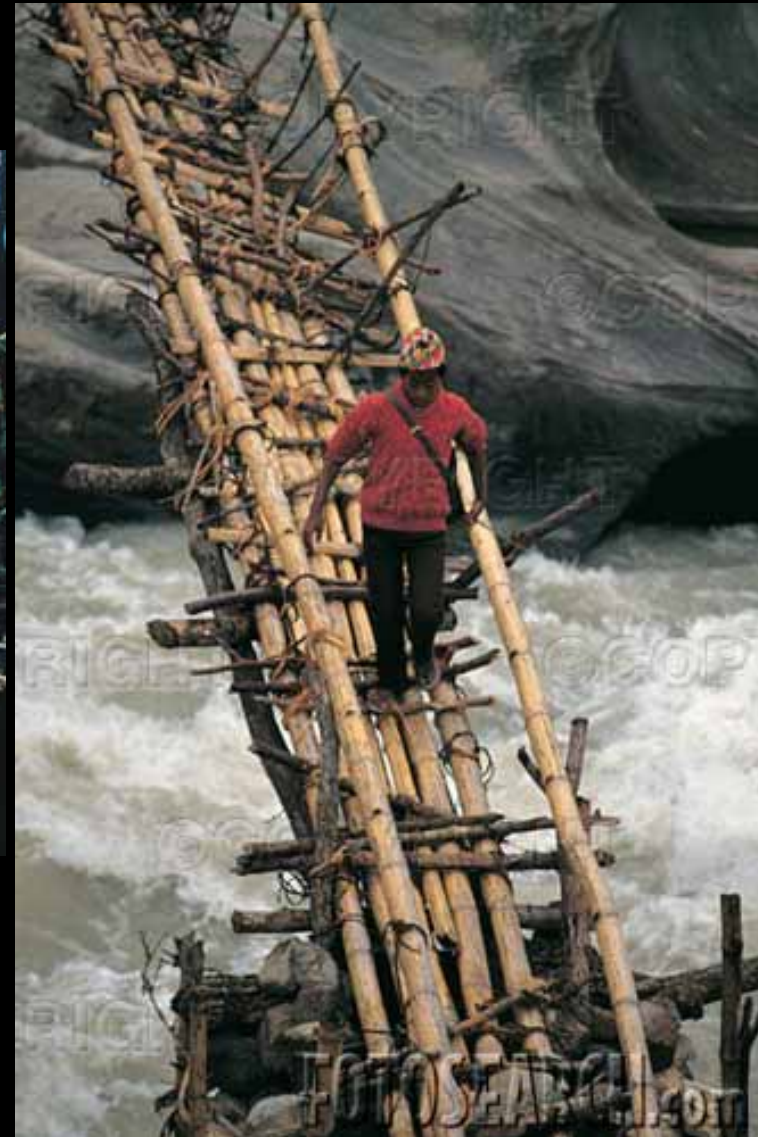
# Cầu xuyên qua núi, qua biển.. → Hầm





### 3.1.3. Dựa vào vật liệu xây dựng:

\* Cầu gỗ, tre...



## \*Cầu gỗ tại Đức



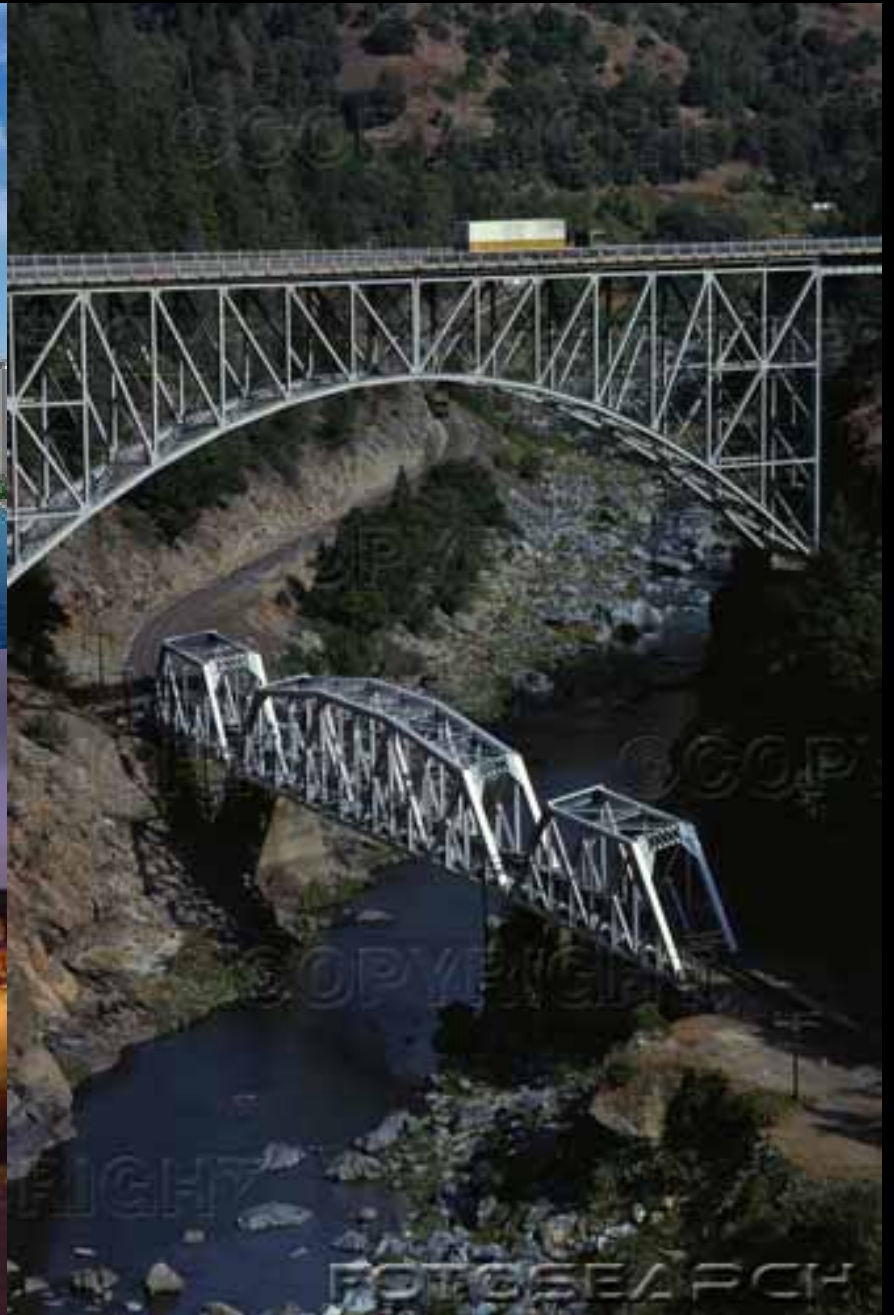


## \* Cầu đá:





## 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:

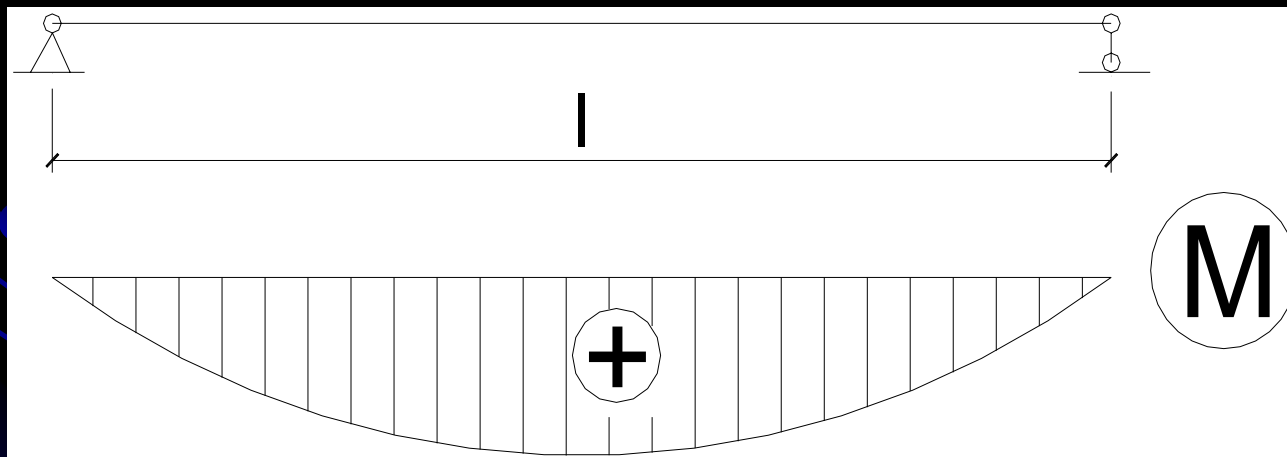
### 3.2.1. Cầu dầm:

- + 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  $\leq 40$  m (đặc biệt thì  $\leq 60-70$  m).
- Tại các gối chỉ tồn tại phản lực thẳng đứng.



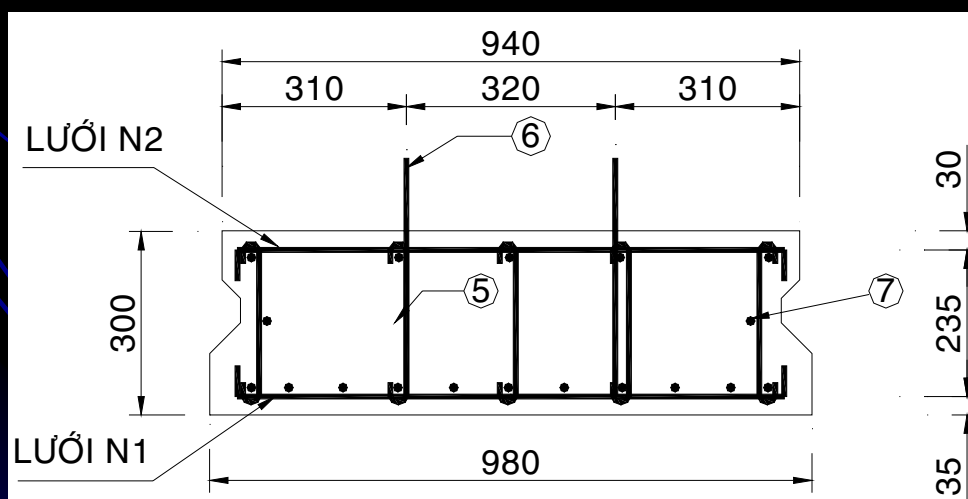
+ Tiết diện mặt cắt ngang gồm có các dạng sau:

\*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)**

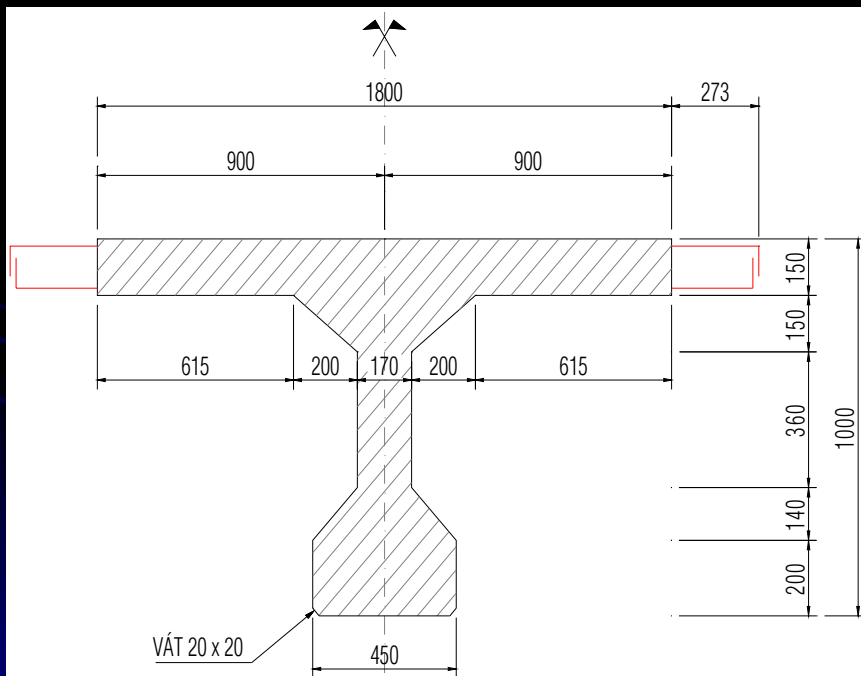


## \* Dạng Dầm: Dùng cho nhịp dài

## . Bê tông cốt thép thường:

# Đường ô tô $l = 10^{-22}\text{m}$

## Đường sắt $l = 8-16\text{m}$

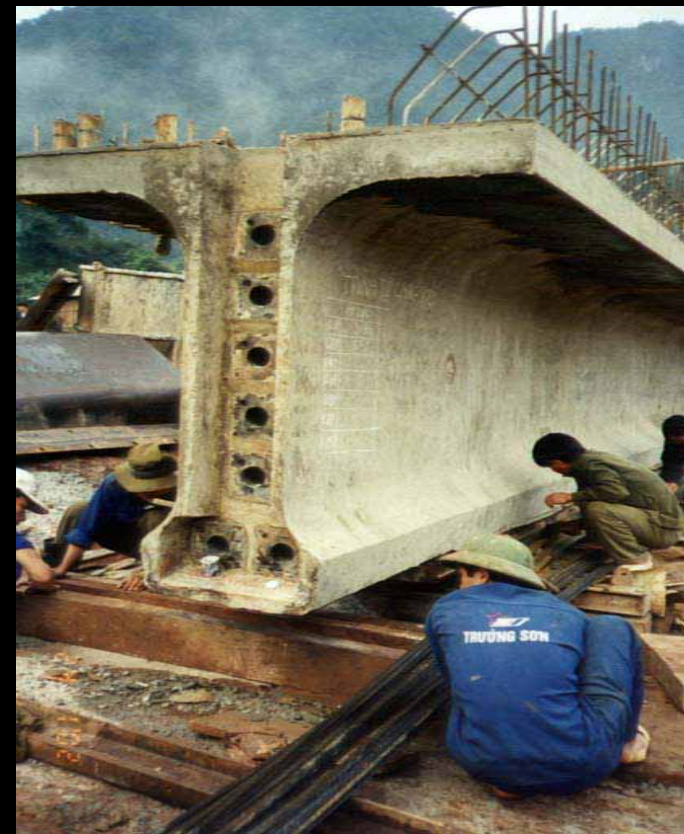
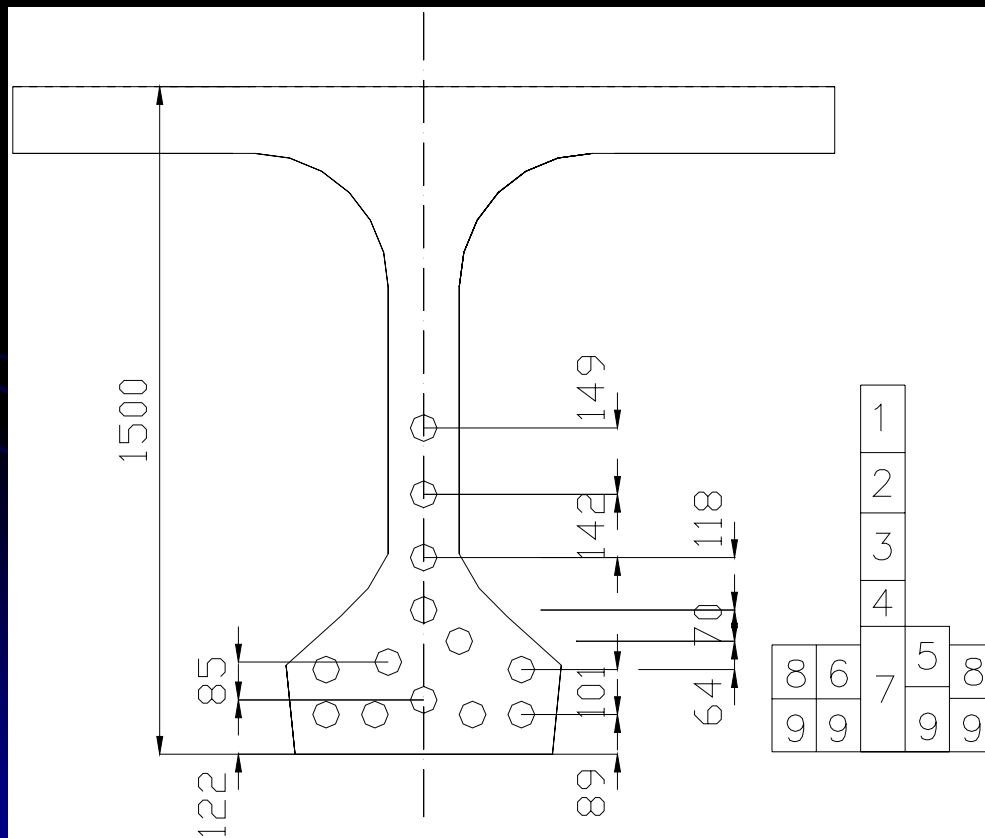


## . Bê tông cốt thép ứng suất trước:

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.**

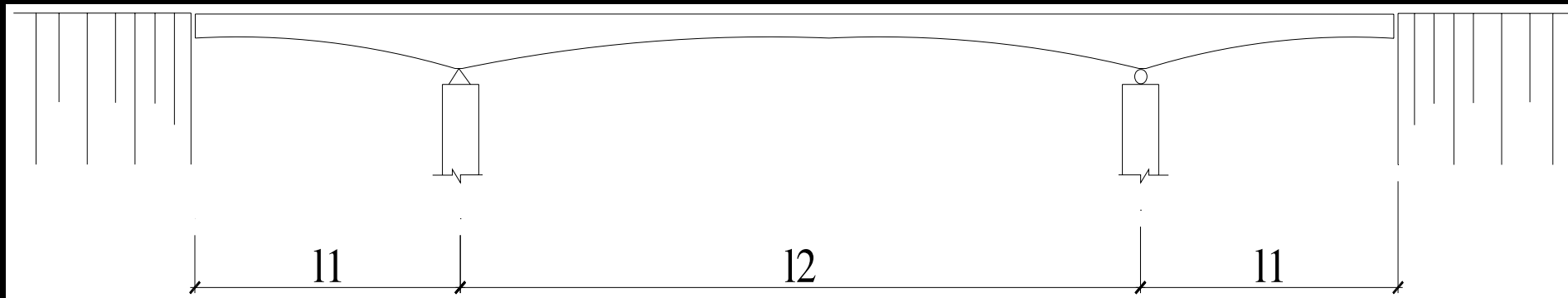
*\* Nhược điểm cầu dầm đơn giản :*

- **Tốn vật liệu (so với sơ đồ khác) .**

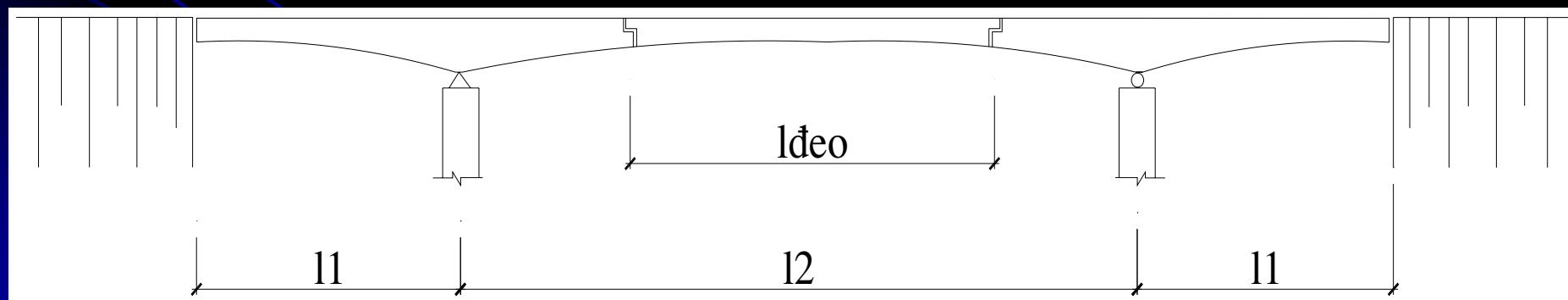
- **Không vượt được nhịp lớn .**

### 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)**

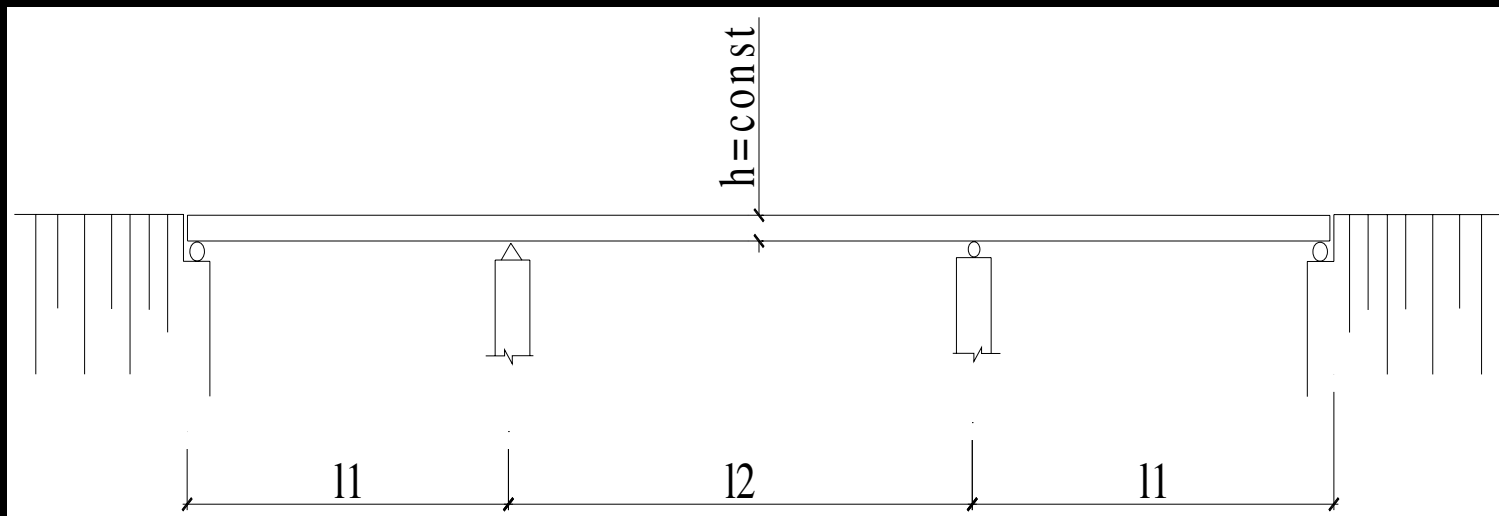
**→ cấu tạo khớp rất phức tạp.**

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

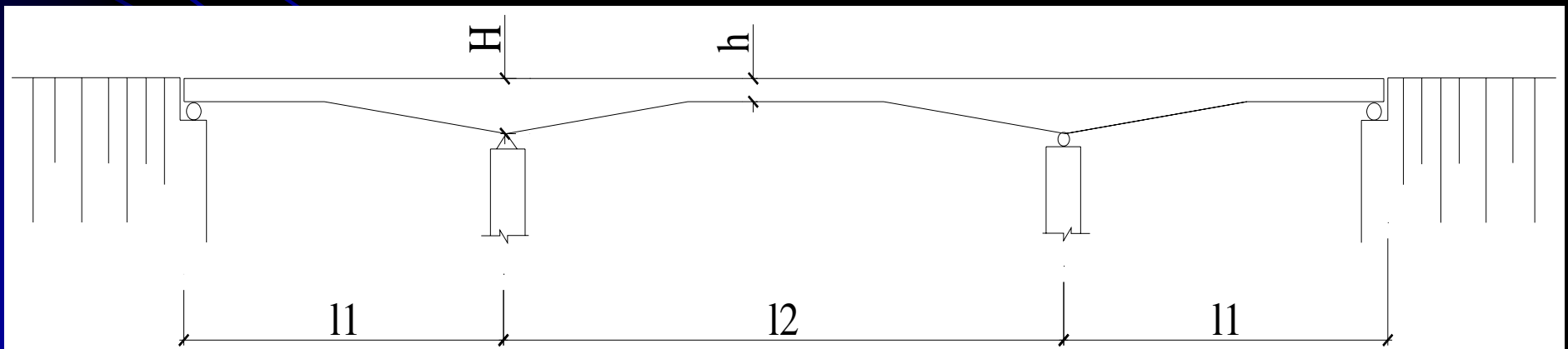


### 3.2.1.3. Cầu dầm liên tục:

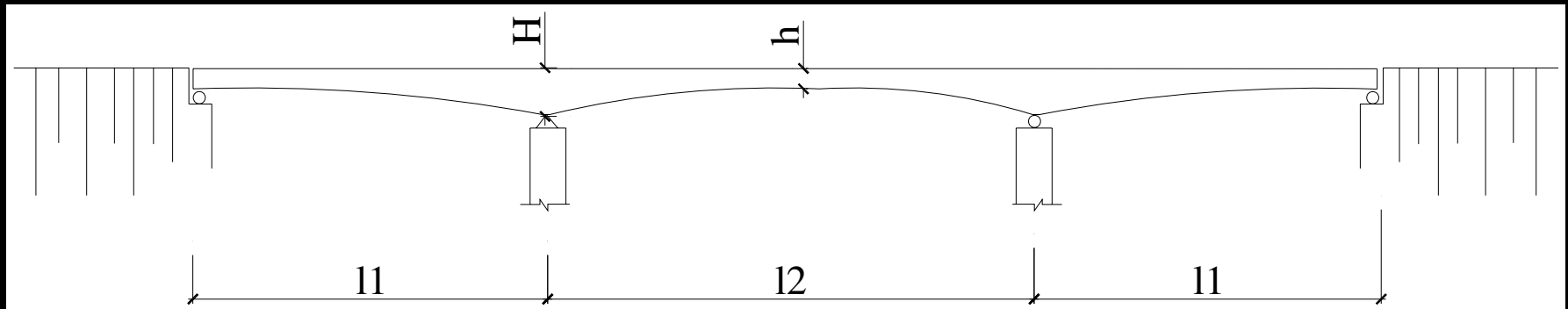
+ Dạng có chiều cao dầm không thay đổi:



+ 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  $l = 30-60\text{m}$

. Với BTCT UST  $l = 60-300\text{m}$

-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.**

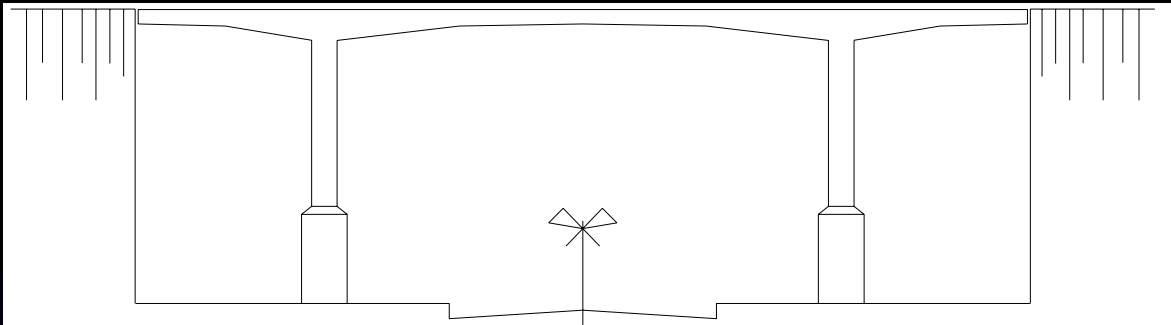
**-Công tác thi công đòi hỏi trình độ kỹ thuật cao và máy móc hiện đại.**

### 3.2.1.4. Cầu khung:

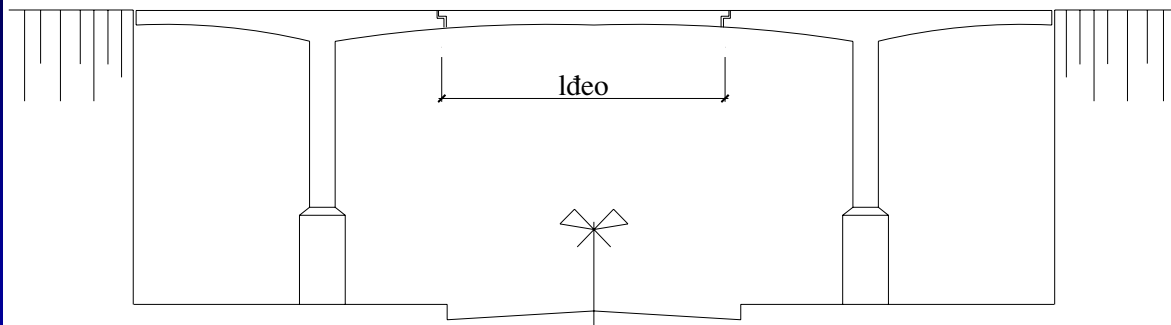
Cầu khung thường được làm:

**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  $\rightarrow$  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 CaiYuanba**  
**(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  $l = 90-100\text{m}$ . Hiện nay đã đạt  $500\text{m}$ .**
- **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.**



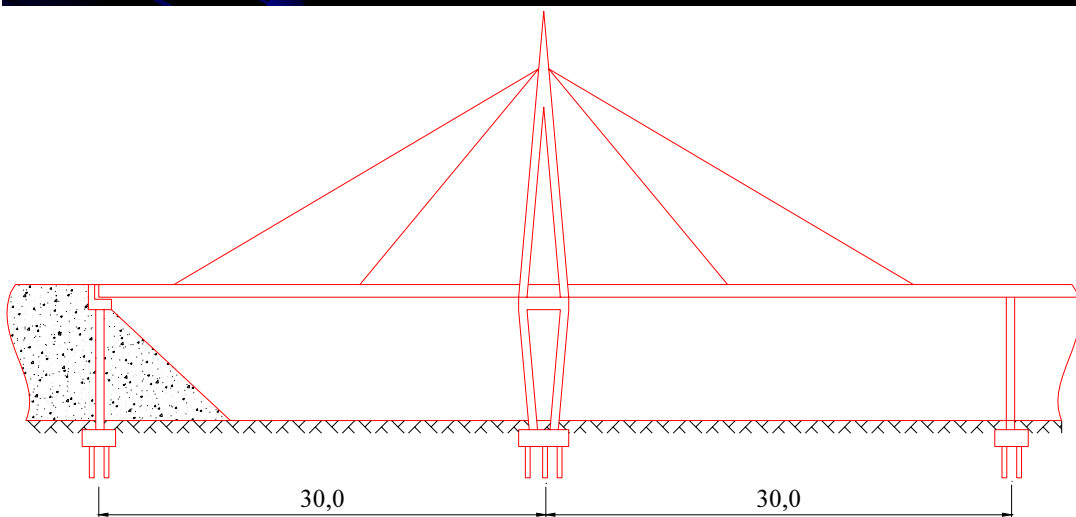
### 3.2.1.6. Hệ liên hợp - hệ treo ( cầu treo):

#### . 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 Tế bằng đá (China) được  
xây dựng năm 605

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



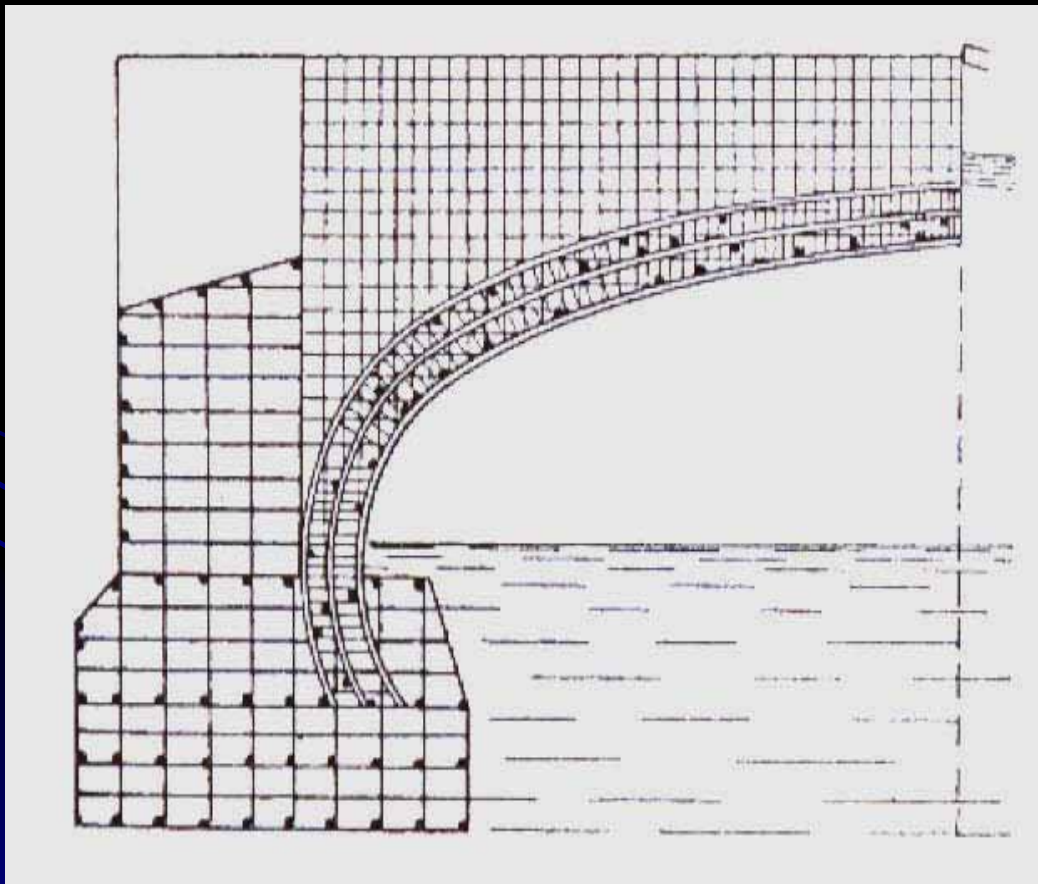
**Cầu vòm kim loại (gang) ở Anh đầu tiên  
từ năm 1776-1779**



**+ 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 bản 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.

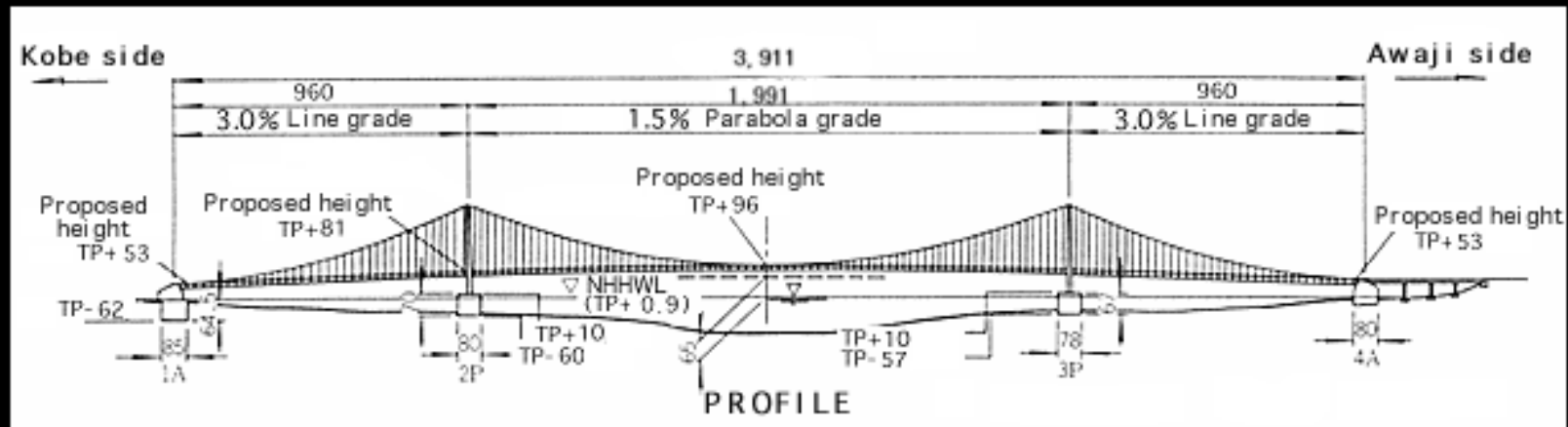
-Khoảng vào năm 1860 phát minh ra móng giếng chìm  
→ giải quyết vấn đề xây dựng trụ ở vùng nước sâu

→ 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**

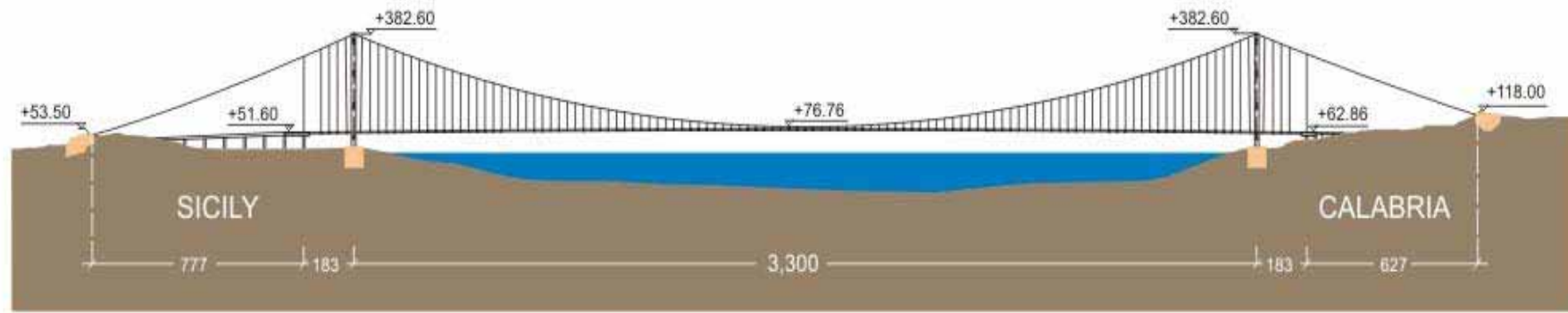


**Cầu AKASHI-KAKYO (NHẬT BẢN) có nhịp chính L=1991m**  
**Kỷ lục lớn nhất thế giới hiện nay, được hoàn thành năm 1998**



# THE BRIDGE OVER THE STRAIT OF MESSINA

## LONGITUDINAL SECTION



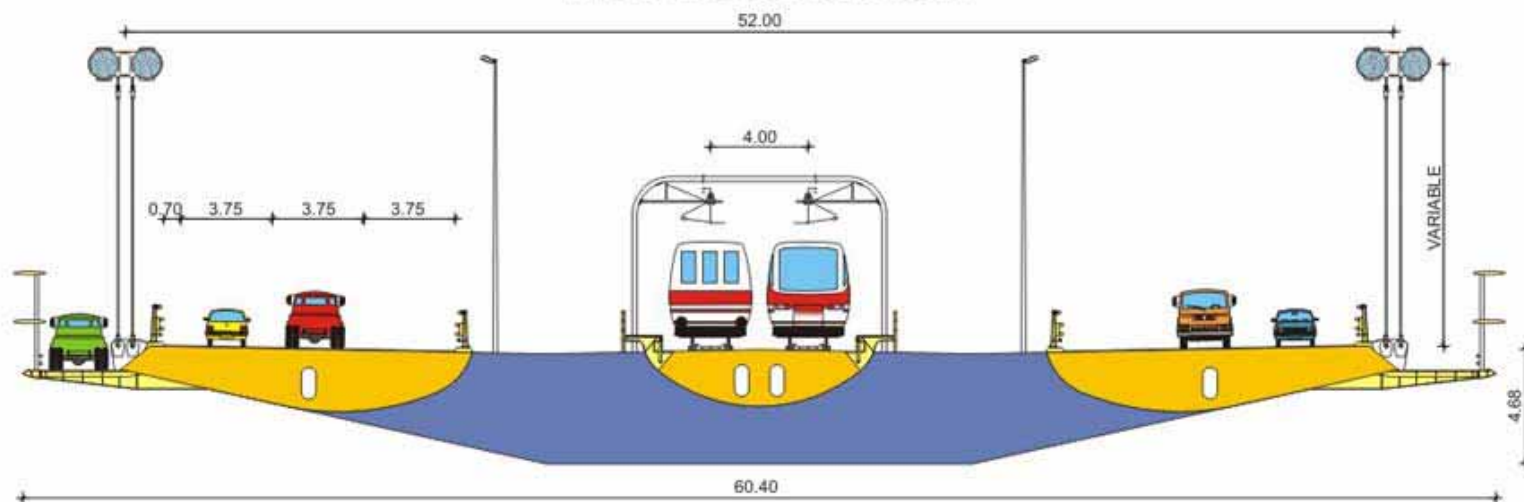
## GENERAL DATA

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**



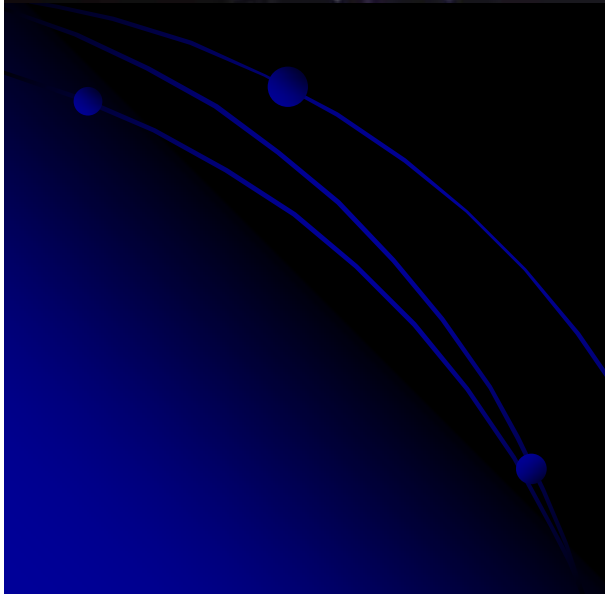
**DECK**

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

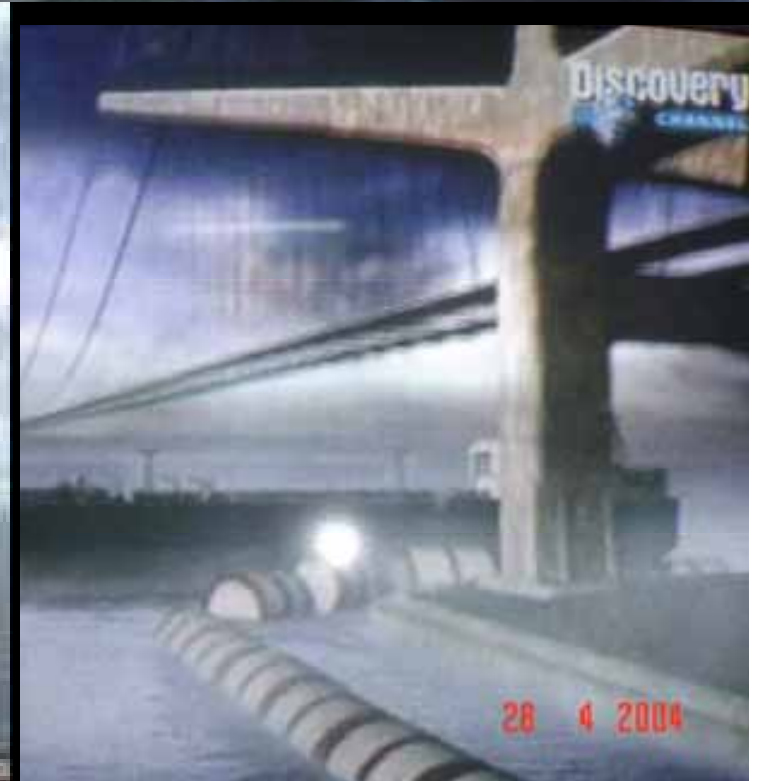
## \*Dự án Cầu Gibraltar



# \*Dự án Cầu Gibraltar



# \*Dự án Cầu Gibraltar





# Lịch sử phát triển cầu ở Việt Nam

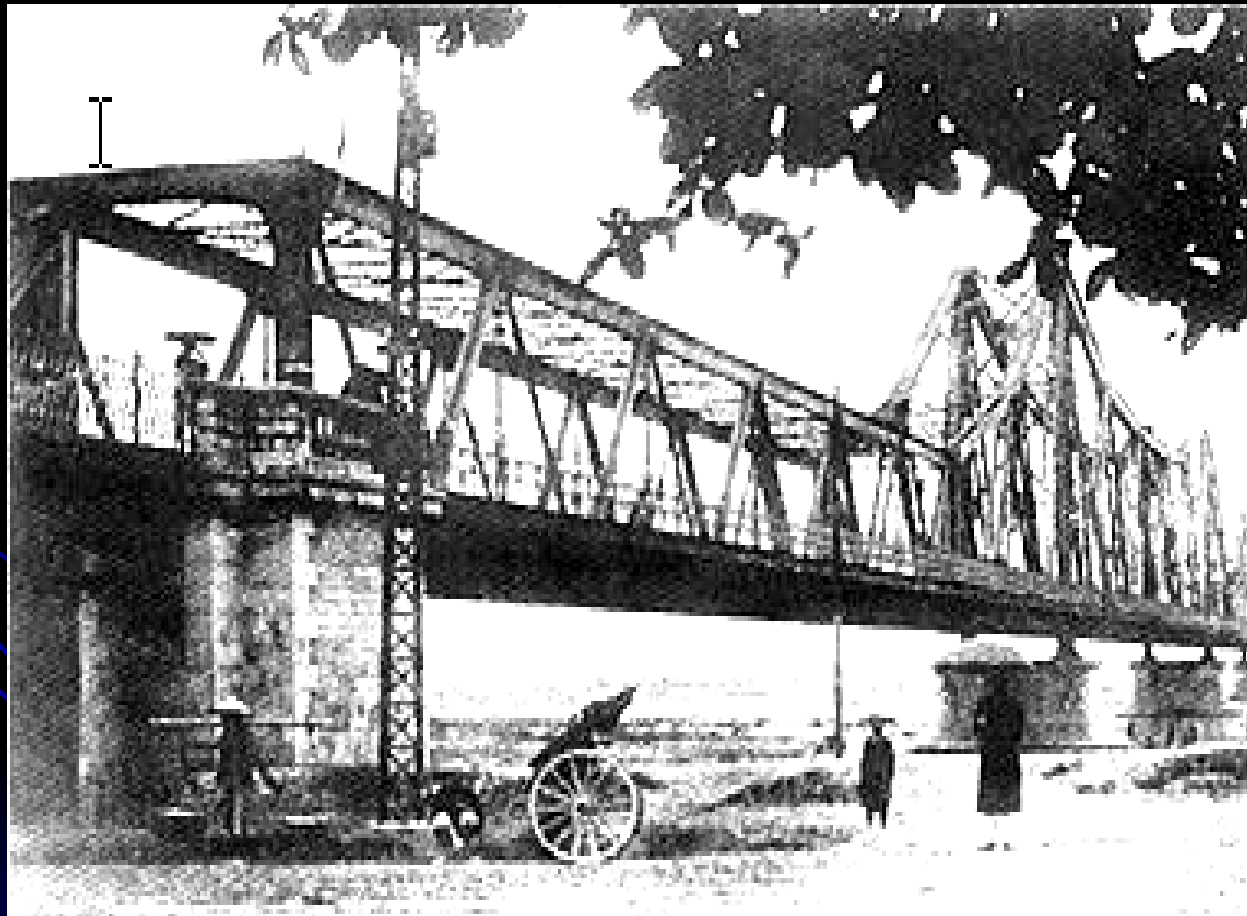
-Thời phong kiến: Cầu gỗ, đá, gạch... Dạng đơn giản, vòm bán nguyệt bắc qua sông suối nhỏ.



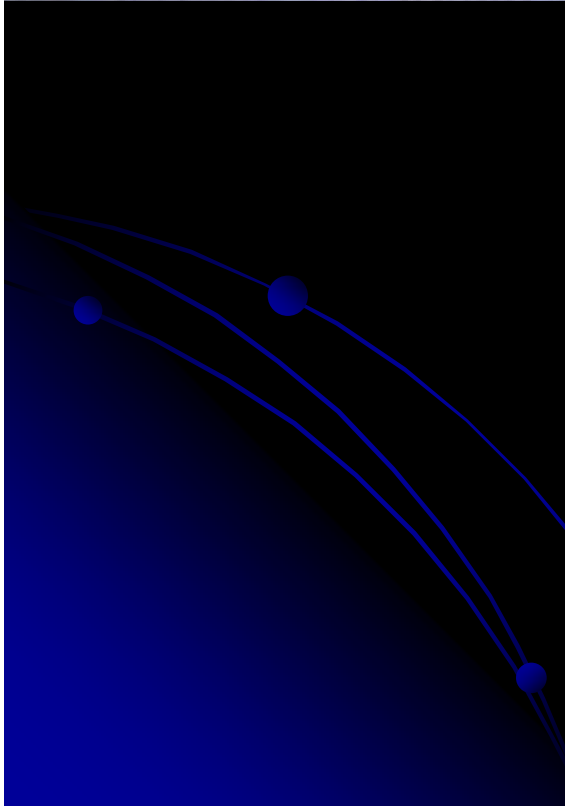
Chùa Cầu Hội An xây dựng vào thế kỷ 17, trụ bằng đá và mặt cầu bằng gỗ

-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**



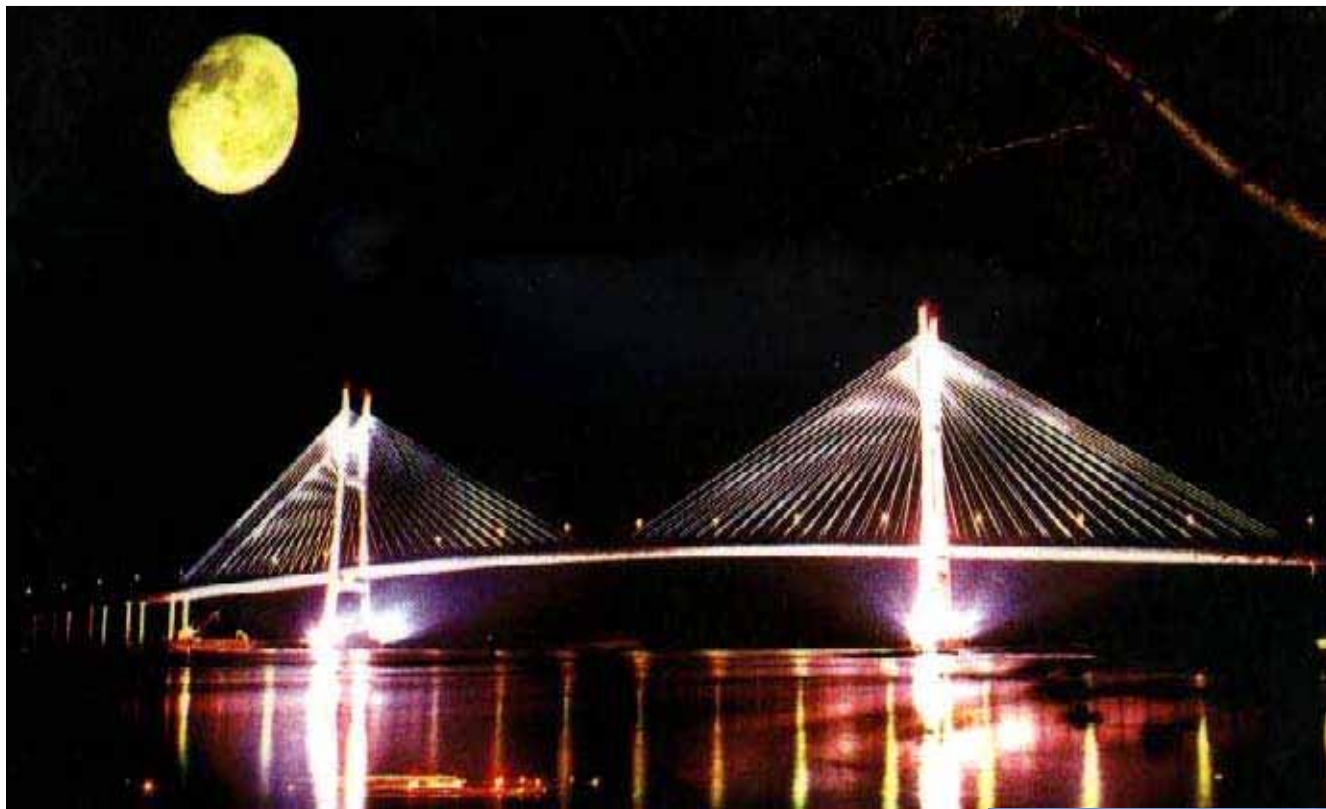




Một số hình ảnh trong quá trình thi công Cầu Sông Hàn-Đà Nẵng

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

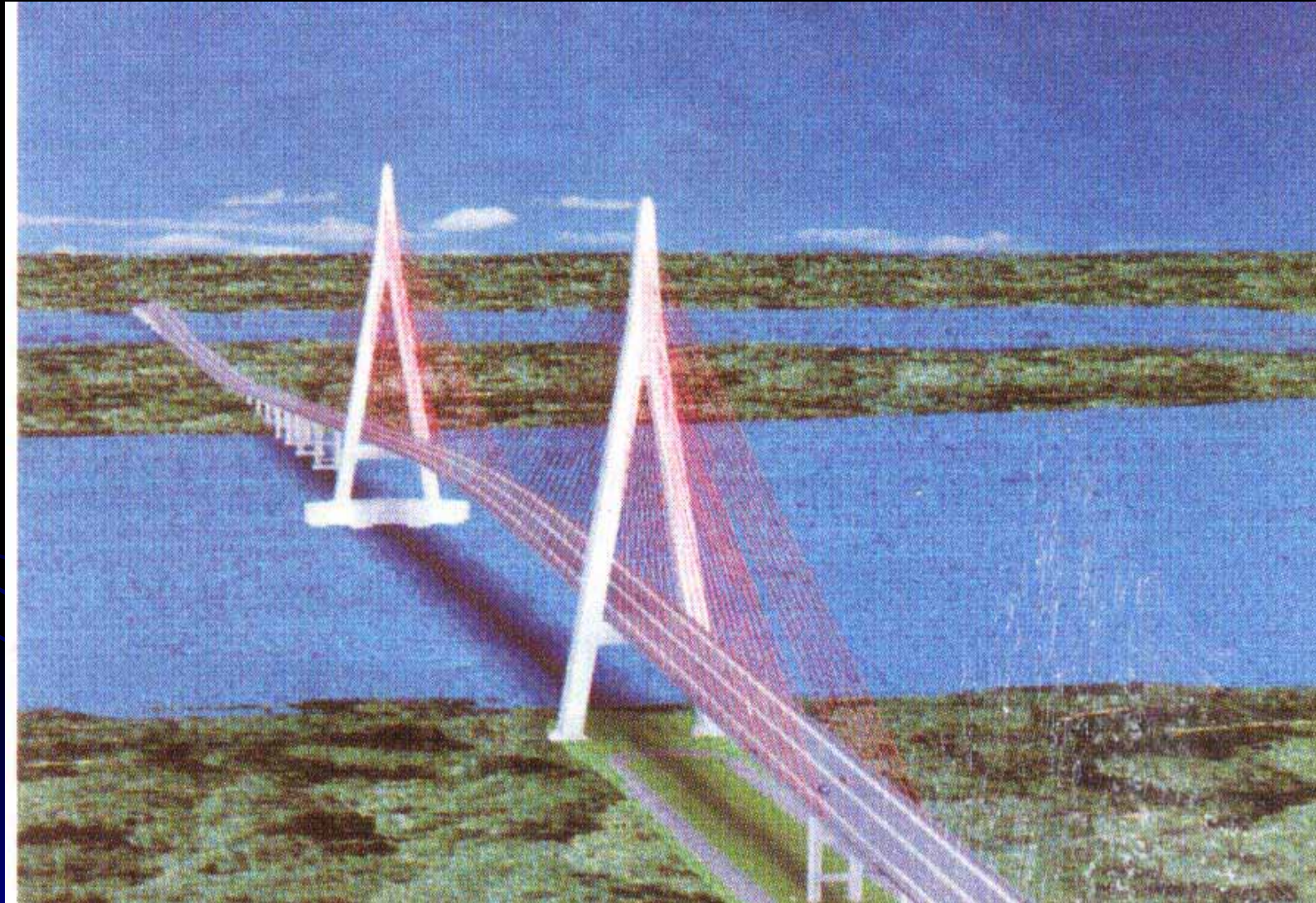


## Thi công Tháp Cầu Mỹ Thuận



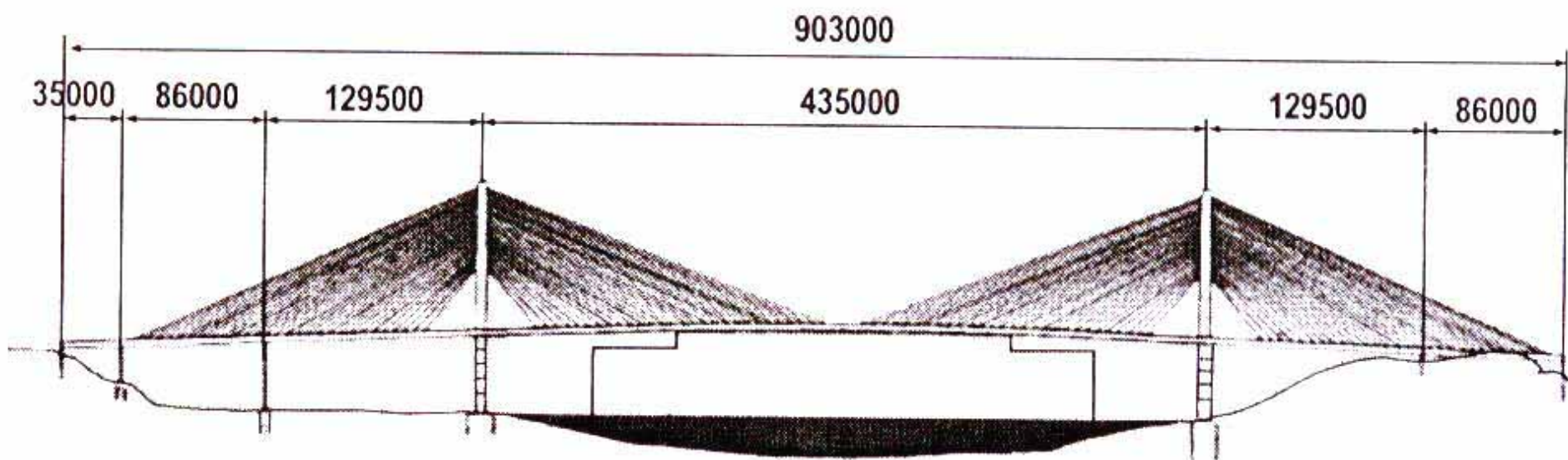


## Khởi công Cầu Cần thơ nhịp chính L= 500m đầu năm 2004



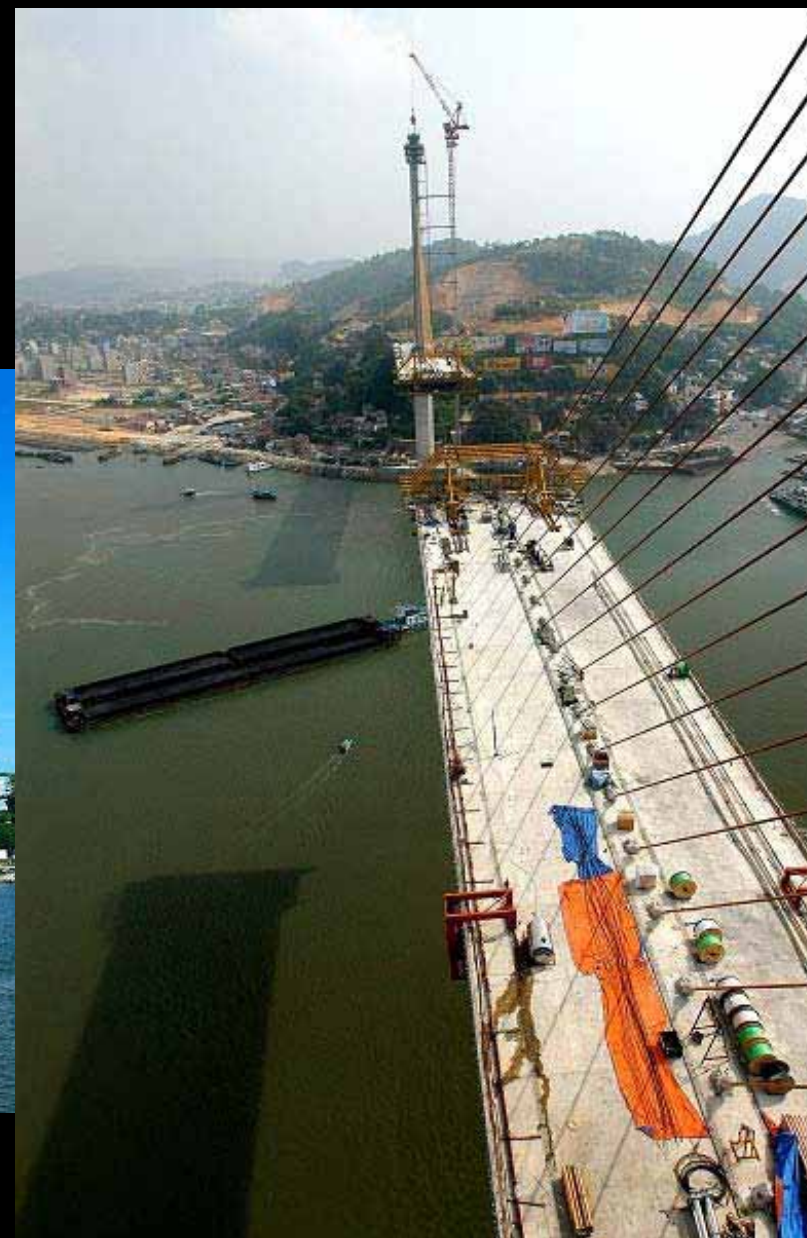


## Cầu Bãi Cháy Cầu – Quảng Ninh. Cầu một mặt phẳng dây Sơ đồ nhịp 215.5+435+215.5



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  
mạnh, 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 văng 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.

