



CK.0000068145

S. NGUYỄN THỊ TUYẾT TRINH (Chủ biên)  
S. TS. NGUYỄN VIỆT TRUNG

# CẦU THÉP



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

**TS. NGUYỄN THỊ TUYẾT TRINH** (Chủ biên)  
**GS. TS. NGUYỄN VIỆT TRUNG**

# **CẦU THÉP**

**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG**  
HÀ NỘI - 2013

## LỜI NÓI ĐẦU

Từ thế kỷ XVIII, kết cấu thép đã được sử dụng trong ngành xây dựng cầu. Ưu điểm nổi trội của kết cấu thép là cường độ cao, trọng lượng nhẹ, thi công nhanh, thay thế sửa chữa dễ dàng và tính mỹ quan cao. Đến nay những cầu nổi tiếng về khả năng vượt nhịp lớn, về kiến trúc đẹp hầu hết đều là cầu thép.

Ở Việt Nam, ngoài những cầu thép nổi tiếng trước kia như cầu Long Biên, cầu Tràng Tiền, cầu Sài Gòn..., trong những năm gần đây, nhiều cầu thép lớn đã được xây dựng như cầu Bình, cầu Rồng, cầu Nhật Tân và cả các cầu vượt nút giao trong thành phố như cầu vượt ở Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh.

Cuốn sách “**Cầu thép**” được biên soạn theo Đề cương tin chỉ của học phần “Cầu thép” của Bộ môn Công trình giao thông thành phố và Công trình thủy, Khoa Công trình, Trường đại học Giao thông vận tải để phục vụ cho việc giảng dạy và học tập của giảng viên, sinh viên ngành Xây dựng công trình giao thông, đồng thời cũng là tài liệu tham khảo cho các cán bộ, kỹ sư hoạt động trong ngành Xây dựng công trình giao thông.

Cuốn sách bao gồm 7 chương có nội dung như sau:

Chương 1: Tổng quan về cầu thép;

Chương 2: Cấu tạo cầu dầm thép;

Chương 3: Cấu tạo cầu dầm thép liên hợp;

Chương 4: Phương pháp tính toán cầu dầm thép liên hợp theo Tiêu chuẩn 22TCN 272-05;

Chương 5: Cấu tạo cầu giàn thép;

Chương 6: Phương pháp tính toán cầu giàn thép theo Tiêu chuẩn 22TCN 272-05;

Chương 7: Cấu tạo bản mặt cầu trục hướng.

Việc biên soạn được thực hiện theo sự phân công giữa các tác giả như sau:

TS. Nguyễn Thị Tuyết Trinh: Chủ biên, đảm nhận biên soạn các chương 1, 2, 3, 4, 5, 6 và kiểm tra tổng thể;

GS.TS Nguyễn Viết Trung: Đảm nhận biên soạn chương 7.

Các tác giả xin chân thành cảm ơn độc giả đã tham khảo cuốn sách này và mong nhận được ý kiến đóng góp. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về Nhà xuất bản Xây dựng hoặc địa chỉ Email: [tuyettrinh@utc.edu.com](mailto:tuyettrinh@utc.edu.com).

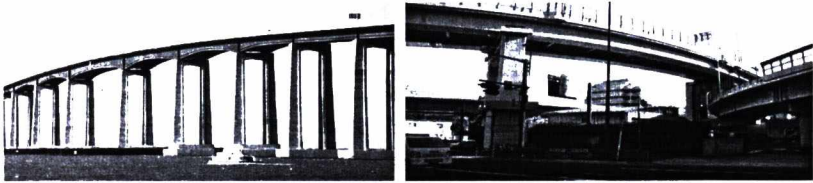
**Các tác giả**

# Chương 1

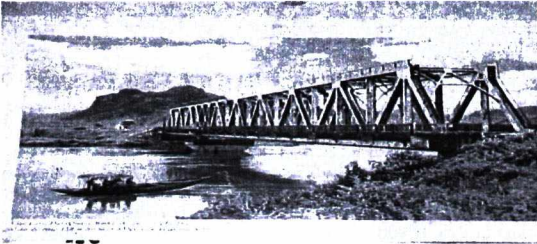
## TỔNG QUAN VỀ CẦU THÉP

### 1.1. KHÁI NIỆM CẦU THÉP

Cầu thép là cầu có kết cấu chịu lực chính (thuộc kết cấu phần trên) làm bằng thép, hợp kim thép hoặc thép liên hợp với bản BTCT trong đó thép đóng vai trò chủ yếu.



a) Kết cấu nhịp dầm thép liên tục



b) Cầu Long Đại, Giàn thép liên tục 2 nhịp

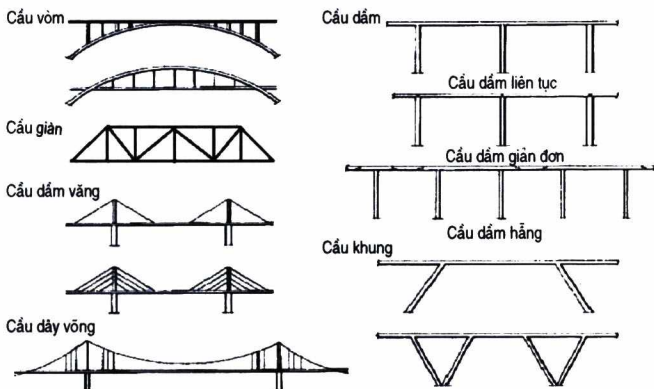


c) Kết cấu nhịp giàn thép liên tục ở Mỹ

**Hình 1.1.** Vài hình ảnh cầu thép

## 1.2. TỔNG QUAN VỀ CÁC DẠNG CẦU THÉP

### 1.2.1. Các dạng cầu thép cơ bản



Hình 1.2. Sơ họa một số dạng cầu thép

#### 1.2.1.1. Kết cấu nhịp cầu dầm

Cầu dầm là loại cầu đơn giản nhất trong các loại kết cấu cầu, bộ phận chính là dầm chủ chịu lực chủ yếu là mô men uốn và lực cắt dưới tác dụng của tải trọng thẳng đứng. Thường dùng cho những nhịp ngắn khoảng (20-30) m trở lại. Cầu đường sắt một tuyến thường có hai dầm chủ, cầu đường ô tô thì số lượng dầm chủ có thể nhiều hơn, xác định dựa trên các điều kiện kinh tế và kỹ thuật tùy theo khổ cầu, loại kết cấu mặt cầu, chiều dài nhịp...



Hình 1.3. Cầu Dầm

Các dầm chủ được liên kết lại với nhau bằng các hệ liên kết dọc và liên kết ngang, bảo đảm cho kết cấu nhịp không biến hình và có đủ độ cứng để chịu được những tải trọng ngang. Bản mặt cầu có thể là bản BTCT liên hợp hoặc không liên hợp với dầm chủ hay bản thép trực hướng. Có thể phân thành các dạng chính sau:

#### a) Cầu dầm thép cán

Dầm thép cán là một dầm thép tạo thành nhờ phương pháp cán nóng. Trong cầu đường bộ, loại dầm thép cán phổ biến nhất thường dùng là loại thép cánh rộng. Loại thép cánh



rộng khác với những loại dầm chữ I thông thường ở chỗ cánh của nó song song vát nhọn. “Khi thuận ngữ dầm chữ I được dùng cho mặt cắt này thì phải hiểu rằng nó là dầm có mặt cắt “chữ I” chứ không phải là “dầm mặt cắt chữ I” theo tiêu chuẩn Mỹ”.

#### *b) Cầu dầm thép cán có bản tấp*

Để đảm bảo tính kinh tế của vật liệu, dầm thép cán đôi khi có thêm bản tấp. Bản tấp làm tăng thêm khả năng chịu uốn của dầm dọc mà không cần phải sử dụng một lượng lớn dầm dọc. Tuy nhiên, bản tấp này làm tăng thêm mối nguy hiểm tiềm tàng của sự mỏi do chúng tạo ra ứng suất tập trung tại hai đầu bản tấp.

#### *c) Cầu dầm thép tổ hợp*

Một dầm thép bản cũng giống như dầm thép cán đều có mặt cắt hình chữ I. Khác với phương pháp cán nóng dầm này được tạo ra từ những cấu kiện thép bản được tổ hợp với nhau nhờ hàn đỉnh tán hoặc bu lông. Ở cầu đường bộ hiện đại, phương pháp hàn thường chiếm ưu thế do các kỹ sư thiết kế đã tiêu chuẩn hoá các đặc trưng mặt cắt của dầm dọc (bề rộng, bề dày cánh, chiều cao sườn dầm...) nên đã khiến cho chúng có được hiệu quả kinh tế cao. Để giảm hơn nữa lượng thép kết cấu, chiều cao dầm thép bản có thể được thay đổi hay có thể được tạo thành dạng vòm (Hình 1.5). Mục đích là để giảm tải tại kết cấu nhịp mà vẫn đảm bảo điều kiện chịu mô men và lực cắt. Dầm thép bản có ưu điểm hơn dầm thép cán khi chiều dài nhịp lớn.

#### *d) Cầu dầm hộp thép*

Dầm hộp được cấu tạo từ dầm thép bản sử dụng 3 hoặc 4 bản thép. Vì dầm hộp có độ cứng rất tốt nên chúng không cần có sự hỗ trợ của dầm ngang. Mặc dù mặt cắt hình hộp có tính thẩm mỹ cao đem lại sự hài hoà cho công trình nhưng chúng lại đòi hỏi một lượng thép rất lớn vượt xa so với sử dụng dầm thép I tiêu chuẩn.

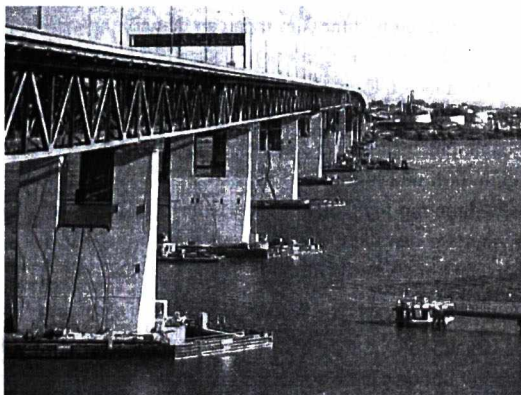
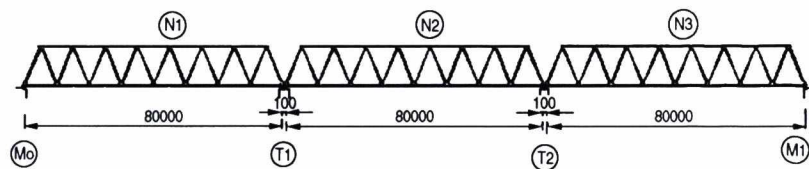
### **1.2.1.2. Kết cấu nhịp cầu giàn**

Cầu giàn là loại cầu có sơ đồ cấu tạo dạng giàn gồm các thanh ngắn, thẳng liên kết với nhau tạo thành một loạt các hình tam giác hoặc hình dạng ổn định khác. Do đặc điểm cấu tạo, đa số sơ đồ cầu giàn là sơ đồ giàn chốt nghĩa là về mặt lý thuyết các thanh giàn chỉ chịu lực kéo và lực nén mà không chịu mô men. Trong thực tế cũng có loại giàn biên dưới cứng nghĩa là hệ thanh biên dưới của giàn có chịu mô men uốn kết hợp chịu lực dọc trục. Kết cấu nhịp cầu giàn gồm có các giàn chủ và hệ thống giàn liên kết.

Nếu sử dụng cầu dầm thép khi chiều dài nhịp tăng lên, chiều cao dầm trong cầu cũng tăng trong đó khối lượng thép dùng làm sườn sẽ chiếm một phần khá lớn, còn với kết cấu giàn sẽ tiết kiệm được lượng lớn thép vị trí sườn (do thay bằng các thanh chéo và thanh đứng). Do đó đối với những nhịp lớn trên (40 - 50)m nếu sử dụng kết cấu nhịp giàn thì sẽ tiết kiệm thép hơn kết cấu nhịp dầm.

Kết cấu nhịp cầu giàn gồm có những giàn chủ do các thanh biên trên biên dưới, các thanh xiên, thanh đứng và thanh treo hợp lại. Những giàn chủ được các hệ thống liên kết

đọc và liên kết ngang ghép lại thành một kết cấu không gian cứng không biến hình. Hệ thống liên kết dọc bố trí ở biên trên và biên dưới của giàn chủ, hệ thống liên kết ngang bố trí trong mặt phẳng của các thanh đứng hoặc các thanh xiên giàn chủ.



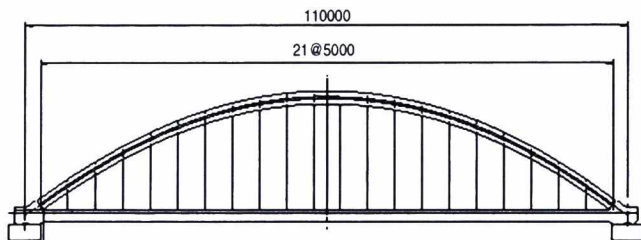
*Hình 1.4. Cầu giàn thép*

### **1.2.1.3. Kết cấu nhịp cầu vòm thép**

Cầu vòm là loại cầu có sơ đồ bộ phận chịu lực chủ yếu là vòm; vòm chịu nén và uốn là chủ yếu, các dạng sơ đồ vòm thông thường là sơ đồ vòm không chốt, vòm 2 chốt, vòm 3 chốt.

Vòm thép có thể được sử dụng đối với những cầu nhịp lớn bắc qua sông rộng. Cầu vòm là kết cấu có hình dáng kiến trúc đẹp, đặc biệt hợp lý khi xây dựng cầu trong thành phố và các khu du lịch.

Kết cấu cầu vòm có đặc điểm khác biệt với cầu dầm là có lực đẩy ngang ở chân vòm với các dạng vòm thông thường như sơ đồ vòm không chốt và vòm 2 chốt, vòm 3 chốt. Các dạng cầu vòm này nói chung lực đẩy ngang truyền lên móng trụ khá lớn, do đó phải tăng kích thước, tăng vật liệu làm móng trụ. Trường hợp nền đất càng yếu thì phí tổn xây dựng móng trụ cầu vòm càng lớn và đó là một trong các lý do làm cho cầu vòm bị hạn chế phát triển. Ngoài ra có nhiều cầu vòm với sơ đồ dầm-vòm kết hợp: dầm cứng-vòm mềm, dầm mềm-vòm cứng và dầm cứng-vòm cứng.



*Hình 1.5. Cầu vòm thép*

#### **1.2.1.4. Kết cấu nhịp cầu khung thép**

Cầu khung là loại cầu có sơ đồ kết cấu nhịp được nối nối cứng với kết cấu trụ hoặc móng phía dưới. Với loại cầu này, sơ đồ chịu lực là dạng khung, các lực tác dụng thẳng đứng tác dụng trên kết cấu nhịp sẽ gây uốn đối với cả kết cấu nhịp và uốn cả kết cấu móng trụ phía dưới. Phân lực gối kiểu liên kết chốt gồm có lực thẳng đứng  $V$  và lực đẩy ngang  $H$ , nếu chân khung liên kết kiểu ngàm thì phân lực gối có thêm cả mô men  $M$ .



*Hình 1.6. Cầu Khung thép*

Trụ và dầm được liên kết cứng với nhau để cùng chịu lực. Cầu thép có trụ thép là một hình thái kết cấu sử dụng thép khác với tư cách là thành phần chủ yếu. Không những kết cấu phần trên được làm bằng thép mà toàn bộ kết cấu phần dưới cũng được làm bằng thép.



### **1.2.1.5. Dầm thép dự ứng lực**

Những liên bộ khoa học gần đây đã cho phép sử dụng dầm thép mặt cắt chữ I dự ứng lực như dầm thép cánh rộng. Người ta có thể tạo ra dự ứng lực trong dầm thép bằng một trong những phương pháp sau đây:

- Những sợi hoặc thanh cường độ cao được neo vào hai đầu dầm chủ. Việc này được thực hiện hoặc nhờ một cần và đai ốc xiết hoặc nhờ một sợi cáp cường độ cao.
- Một phần của dầm chữ I, ví dụ như cánh trên có ứng suất và ở trong trạng thái chịu ứng suất được hàn vào mặt cắt chữ T ở bên dưới. Có một kỹ thuật tương tự nữa là hàn các bản tấp cường độ cao vào cánh trên và cánh dưới của dầm I đã bị võng.
- Một phương pháp nữa để tạo ra dự ứng lực trong thép đó là tạo độ võng trước dầm, sau đó đổ bê tông tại chỗ bên dưới nó. Dầm này sau đó được tạo dự ứng suất bằng cách chất tải lên toàn bộ hệ thống ở cánh dưới. Sau khi bản mặt cầu được dỡ tải thì bản và dầm lại võng lên.

Dầm thép ứng suất trước có ưu điểm là cường độ cực hạn được tăng thêm khả năng chịu mỏi tốt hơn và giảm được lượng lớn thép yêu cầu. Vì bản bê tông cũng đã được nén cho nên nó phù hợp hơn với những sự thay đổi lực do nhiệt độ. Tuy nhiên dầm thép ứng suất trước cũng có hạn chế bắt nguồn từ lợi điểm chính của nó: Đó là lượng thép được giảm đi. Trong khi tính kinh tế của vật liệu đứng trên quan điểm giá cả chính bản thân nó lại gây ảnh hưởng tổng thể tới độ cứng của kết cấu phần trên có thể dẫn tới độ võng lớn.

### **1.2.1.6. Kết cấu nhịp cầu treo dây văng**

Cầu dây văng là loại cầu có sơ đồ cấu tạo gồm một dầm liên tục bằng thép với một hoặc nhiều tháp được dựng trên các trụ, dây văng được kéo xuống theo đường chéo (thường được kéo theo cả hai phía) để liên kết với dầm cầu và tháp cầu. Bộ phận chịu lực chủ yếu là dầm, cáp, tháp. Dây văng chịu kéo còn cột tháp và dầm thép chịu nén-uốn kết hợp.



**Hình 1.7.** Cầu dây văng

### **1.2.1.7. Kết cấu nhịp cầu treo dây võng**

Cầu dây võng là loại cầu cho phép vượt được nhịp dài nhất, có cấu tạo gồm một dầm thép nhịp liên tục hoặc nhịp giản đơn được treo lơ lửng thông qua các dây treo thẳng đứng hoặc nghiêng, các dây treo này được liên kết vào cáp chủ được kéo qua 2 đỉnh tháp, hai đầu của cáp chủ được neo vào trong đất, bộ phận chịu lực chủ yếu là dầm, cáp, tháp, mỏ neo.



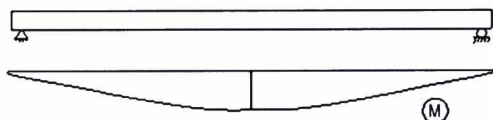
**Hình 1.8.** Cầu dây võng

Tương tự cầu dây văng bộ phận chịu lực chủ yếu của cầu là dầm, cáp, tháp. Tuy nhiên cách truyền lực khác với cầu dây văng và mỏ neo chịu lực nhỏ lớn hơn nhiều so với cầu dây văng.

## 1.2.2. Các sơ đồ tĩnh học cầu thép

### 1.2.2.1. Sơ đồ giàn đơn

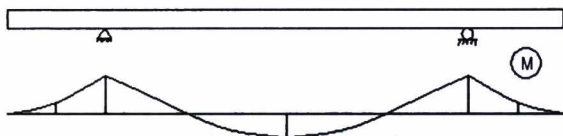
Áp dụng cho các nhịp nhỏ hơn 40 m đối với cầu dầm thép và nhỏ hơn 60 m đối với cầu giàn thép



Hình 1.9. Sơ đồ cầu giàn đơn

### 1.2.2.2. Sơ đồ hẫng (mút thừa)

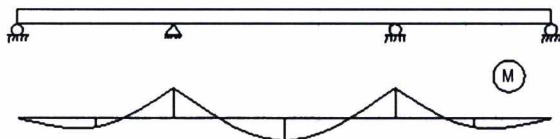
Áp dụng cho cầu giàn hẫng nhịp lớn hơn 60 m



Hình 1.10. Sơ đồ cầu dầm hẫng

### 1.2.2.3. Sơ đồ liên tục

Áp dụng cho các cầu nhịp lớn hơn 40 m đối với cầu dầm và lớn hơn 60 m đối với cầu giàn



Hình 1.11. Sơ đồ cầu dầm liên tục

## 1.3. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN

### 1.3.1. Lịch sử phát triển cầu thép trên thế giới

Ở thế kỷ XVI vật liệu sắt đã được sử dụng ở châu Âu để chế tạo pháo, máy móc, nhưng cho đến cuối thế kỷ XVIII, trong sự trỗi dậy của cuộc cách mạng công nghiệp, sắt lần đầu tiên được sử dụng cho kết cấu. Cây cầu sắt đầu tiên trên thế giới là cây cầu