

## Chương 1

### TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP

#### 1.1. TỔNG QUAN CÁC CÔNG NGHỆ THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP CẦU BTCT

Trên thế giới và trong nước ta ngành XDC có rất nhiều tiến bộ và đang không ngừng phát triển trên cả các lĩnh vực phương pháp xây dựng, máy móc thiết bị, vật liệu, công cụ tính toán... Vì vậy công nghệ thi công cầu cũng không ngừng phát triển.

Với cầu BTCT phát triển chủ yếu là BTCT dự ứng lực và các phương pháp thi công:

- **Lao lắp** bằng cần cầu: Các cấu kiện được chế tạo trong nhà máy hoặc trên bãi đúc, sau khi vận chuyển đến công trường người ta dùng cần cầu đưa vào vị trí và lắp ráp lại với nhau

- Lao lắp bằng giá lao: (Giá di động, giá cố định, giá ba chân) Các cấu kiện được chế tạo trong nhà máy hoặc trên bãi đúc, sau khi vận chuyển đến công trường đưa đến vị trí giá, dùng giá nhấc lên, nếu là giá di động thì giá sẽ chờ dầm ra vị trí rồi hạ xuống gối, nếu là giá cố định hoặc giá ba chân thì hệ thống múp và tời kéo sẽ đưa dầm di chuyển trên giá, sàng ngang trên đà ngang để đưa dầm đến vị trí và hạ xuống gối

- Thi công trên đà giáo cố định: Đúc dầm ngay trên đà giáo cố định hoặc làm đường di chuyển trên đà giáo cố định để đưa dầm ra rồi sàng ngang vào vị trí

- Thi công trên đà giáo di động: Đó là hệ thống dầm thép có chân kê lên hệ thống trụ chính và các phần đã được xây dựng trước đó. Trên các dầm này có hệ thống quang treo để treo ván khuôn để đổ bê tông một đoạn là một nhịp hoặc hơn một nhịp. Sau khi bê tông đạt cường độ dầm giáo được chuyển sang làm tiếp cho nhịp khác

- Thi công theo phương pháp hẫng: Kết cấu nhịp được đúc hoặc lắp từ một trụ đối xứng ra hai bên, khi đến giữa nhịp các mút thừa này được nối với nhau bằng cách đổ bê tông tại chỗ hoặc lắp một nhịp dầm đeo hoặc nối khớp. Kết cấu nhịp được phân thành từng đốt, các đốt được đúc tại chỗ trên ván khuôn di động hoặc lắp bằng những đốt đúc sẵn, đúc lắp đến đâu kéo cốt thép dự ứng lực tới đó.

- Thi công theo phương pháp đúc đẩy hoặc lắp đẩy: Kết cấu nhịp được đúc hoặc lắp từng đoạn liên tiếp trên nền đường đầu cầu, sau đó dùng kích đẩy theo chiều dọc cầu trên các bàn trượt để đưa kết cấu nhịp ra vị trí.

#### 1.2. TỔNG QUAN CÁC CÔNG NGHỆ THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP CẦU THÉP

+ Với cầu thép có thể lắp tại chỗ hoặc lắp ở chỗ khác sau đó mới lao dọc hoặc chở nổi đưa kết cấu nhịp vào vị trí và hạ xuống gối

- Phương pháp lắp tại chỗ:

Có thể thực hiện trên đà giáo, lắp hẫng hoặc bán hẫng

- *Lắp trên đà giáo* Theo phương pháp này phải xây dựng các đà giáo để khi lắp mỗi nút

## BÀI GIẢNG KỸ THUẬT THI CÔNG CẦU 2

dàn ở biên dưới đều được kê trên chông nề, dùng cần cầu lắp đặt các thanh, hệ liên kết sau đó hạ nhịp xuống gối

- *Lắp bán hẫng*: Trước tiên ta lắp một số khoang làm đối trọng, các khoang này thường được lắp trên đà giáo. Các khoang còn lại được lắp hẫng, tùy theo đoạn hẫng còn lại mà phải bố trí các trụ tạm để đảm bảo ổn định lật khi lắp. Chính vì còn phải làm thêm các trụ tạm nên phương pháp này gọi là lắp bán hẫng.

- *Lắp hẫng*: Tương tự như phương pháp lắp bán hẫng, đầu tiên cần lắp một số khoang để làm đối trọng, sau đó tiếp tục lắp hẫng

- Phương pháp lắp ở ngoài rồi chuyển vào vị trí:

Như lao dọc, lao ngang, chở nổi cũng được dùng khá phổ biến. Theo phương pháp này KCN được lắp ráp ở trên đường đầu cầu hoặc bãi lắp, sau đó dùng biện pháp thích hợp (dùng cần cầu hoặc phương pháp lao...) để đưa ra vị trí:

- *Phương pháp dùng cần cầu* là thích hợp nhất, tuy nhiên chỉ áp dụng được cho những cầu nhịp nhỏ, và khi cần cầu có sức nâng và tầm vươn xa thích hợp

- *Phương pháp lao dọc và lao ngang*: Để lao dọc, kết cấu nhịp được lắp ráp trước trên nền đường vào cầu, sau đó kết cấu nhịp được kéo dọc ra vị trí và hạ xuống gối. Để đảm bảo ổn định khi kéo dọc có thể làm thêm mũi dẫn, trụ tạm...

- *Phương pháp lắp đặt kết cấu nhịp cầu thép lên mố, trụ bằng các phương tiện chở nổi như phao, thuyền, xà lan...*: Khi điều kiện thi công không cho phép làm đà giáo hoặc trụ tạm để lắp đặt kết cấu nhịp theo các phương pháp đã nêu, thì có thể lắp đặt kết cấu nhịp bằng phao, thuyền. Trường hợp này kết cấu nhịp được lắp trên bờ, thường ở phía hạ lưu, sau đó đưa kết cấu nhịp lên trên bệ trụ nổi làm bằng phao, thuyền, chở kết cấu nhịp ra vị trí và hạ xuống gối.

### 1.3. CÔNG NGHỆ THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP CẦU TREO VÀ CẦU DÂY VĂNG

- Đối với cầu treo :

Thi công cầu thường phức tạp hơn các loại cầu cứng vì thường phải vượt nhịp rất dài, công việc làm trên cao để lắp ráp những bộ phận mềm, đồng thời lại phải tiến hành điều chỉnh nội lực để công trình làm việc hợp lý trong suốt giai đoạn lắp ráp cũng như khai thác.

Trình tự và phương pháp xây dựng cầu treo phụ thuộc vào sơ đồ tĩnh học của cầu, đặc điểm cấu tạo và độ lớn của các bộ phận lắp ráp. Chẳng hạn đối với hệ cầu treo có lực đẩy ngang thì sau khi làm xong mố trụ ta tiến hành dựng tháp lắp dây cáp chủ, sau đó dựa vào dây cáp chủ để tiếp tục lắp quang treo dầm chủ và hệ mặt cầu mà không cần các công trình phụ phức tạp. Đặc điểm này có thể cho phép thi công cầu treo nhịp rất lớn một cách đơn giản trong điều kiện thủy văn và địa hình phức tạp (trong khi nếu xây dựng các loại cầu khác sẽ rất khó khăn).

- Đối với cầu dây văng

Cầu treo dây văng là một loại cầu liên hợp giữa dầm cứng chịu nén uốn và dây chịu kéo. Các dây văng xuất phát từ đỉnh tháp cầu tỏa ra neo vào một số điểm trên dầm cứng tạo thành các gối tựa đàn hồi. Dây văng truyền lực nén vào dầm chủ, tạo thành hệ không có

## BÀI GIẢNG KỸ THUẬT THI CÔNG CẦU 2

lực đẩy ngang. Hệ cầu có dầm cứng chịu lực đẩy ngang tránh được việc xây dựng các mố neo tốn kém và phức tạp, tuy nhiên lại phá vỡ ưu điểm cơ bản của cầu treo về trình tự thi công. Trong cầu treo dạng parabol, do dầm không chịu nén nên dây cáp chủ được thi công trước, sau đó dựa vào dây chủ mới lắp đặt dầm cứng và hệ mặt cầu. Công nghệ thi công như vậy không đòi hỏi hệ giàn giáo, trụ tạm. Ngược lại trong cầu treo dây văng do các dây phải được neo vào dầm cứng nên dầm phải được lắp đặt trước, sau đó mới lắp được dây.

### 1.4. NHỮNG CÔNG NGHỆ THI CÔNG HIỆN ĐẠI

Nhiều công nghệ thi công cầu hiện đại như :thi công kết cấu nhịp cầu thép và kết cấu nhịp cầu BTCT khẩu độ lớn được áp dụng trên thế giới và khu vực trong những năm gần đây, đặc biệt là vào thời kỳ đổi mới, mở cửa đã theo các dự án xây dựng lớn đưa vào nước ta. Những công nghệ này một phần được chuyển giao, một phần chúng ta đã tìm hiểu nghiên cứu và cải tiến vận dụng cho phù hợp với điều kiện thực tế của Việt nam , có công nghệ trở thành thế mạnh riêng của một vài công ty xây dựng cầu.

+ Công nghệ thi công bulông cường độ cao áp dụng phổ biến ở nước ta bắt đầu từ công trình cầu Thăng long do Liên xô(cũ) giúp ta xây dựng. Đến nay một số nhà máy của ta có thể chế tạo được bulông CĐC và trong một số công trình đã sử dụng loại bulông CĐC xiết đứt đầu, bulông có mũ tròn.

+ Công nghệ thi công lắp hẫng cầu giàn thép, được áp dụng cũng bắt đầu từ công trình cầu Thăng long để lắp tại chỗ các nhịp giàn thép liên tục ba nhịp khẩu độ  $L=112m$  nằm trong khu vực dòng chính của sông Hồng.

+ Công nghệ chế tạo kết cấu nhịp giàn thép tổ hợp hàn,liên kết bulông CĐC. Trước đây các KCN giàn thép chúng ta đều phải nhập khẩu của nước ngoài, hiện nay từ sản phẩm thép tấm và bằng công nghệ hàn tự động tiên tiến, các xưởng dầm của Tổng Công thi XD cầu Thăng long và nhiều đơn vị khác ã có thể chế tạo các nhịp giàn thép khẩu độ 50m và trên 50m phục vụ xây dựng thay thế các cầu trên đường sắt.

+ Các công nghệ chế tạo dầm **BTCT UST** (BTCT DUL) theo công nghệ căng trước và căng sau, tại công xưởng và trên bãi đúc công trường.

+ Công nghệ thi công đúc hẫng cân bằng cầu dầm BTCT, bắt đầu áp dụng vào thi công cầu Phú lương( Hải Dương) vào năm 1993, cầu Sông Gianh ( Quảng Bình). Ban đầu chúng ta phải nhập xe đúc của nước ngoài và thuê chuyên gia căng kéo cốt thép DUL, hiện nay các công ty có thể thiết kế và tự chế tạo các bộ xe đúc cải tiến gọn nhẹ hơn và tự tính toán công nghệ căng kéo cốt thép. Đúc hẫng hiện là biện pháp phổ biến được áp dụng để thi công các cầu BTCT có khẩu độ vượt từ 70m trở lên.

+ Công nghệ thi công đúc đẩy cầu dầm liên tục BTCT, đã được áp dụng ở ba công trình cầu mà đầu tiên là cầu Mẹt ( Bắc Giang). Công nghệ đúc đẩy có phạm vi áp dụng hạn chế nhưng khi có điều kiện áp dụng một số công ty cầu có thể thực hiện được.

+ Công nghệ đúc dầm BTCT trên đà giáo di động (MSS) áp dụng trong thi công các nhịp dẫn cầu Thanh trì, khẩu độ nhịp là 50m.

+ Công nghệ thi công cầu dây văng theo phương pháp lắp hẫng, dây cáp căng kéo từng

## BÀI GIẢNG KỸ THUẬT THI CÔNG CẦU 2

tao áp dụng trong thi công cầu Kiên ( Hải phòng), khẩu độ nhịp là  $85 + 200 + 85$  (m).

+ Công nghệ thi công cầu dây văng thi công theo phương pháp đúc hẫng, đầu tiên áp dụng trong thi công cầu Mỹ Thuận (Tiền Giang) sau đó là cầu Bãi Cháy( Quảng Ninh) là chiếc cầu dây văng một mặt phẳng dây có khẩu độ lớn nhất thế giới là 435m. Trong thi công kết cấu nhịp cầu Bãi Cháy ngoài đúc hẫng dầm cứng còn phải giải quyết nhiều vấn đề kỹ thuật phức tạp khác. Mặc dù công trình do nhà thầu Nhật Bản thi công nhưng hầu hết các công đoạn là do kỹ sư và công nhân Việt Nam thực hiện , qua các công trình này chúng ta dần nắm bắt được các kỹ thuật và công nghệ thi công cầu dây văng nhịp lớn.

+ Công nghệ thi công cầu vòm ống thép nhồi bê tông tuy đã được áp dụng từ những năm 60 của thế kỷ trước đặc biệt là ở Liên xô (cũ), song gần đây kết cấu này được áp dụng trở lại với những thay đổi về kết cấu và công nghệ. Dạng cầu này được xây dựng nhiều ở Trung Quốc, gần đây bắt đầu được ứng dụng ở nước ta đầu tiên là ở các cầu nằm trong khu đô thị mới Phú Mỹ Hưng( T.P. Hồ Chí Minh) do nhà thầu Trung Quốc thi công, hiện nay đã có một số dự án khác được triển khai do chúng ta thiết kế và thi công.

### 1.5. MỘT SỐ CÔNG TRÌNH TIÊU BIỂU

Chúng ta có nhiều công trình cầu lớn mang tầm cỡ quốc gia và khu vực tiêu biểu cho trình độ kỹ thuật và công nghệ của đội ngũ những người làm cầu của Việt Nam, đánh dấu cho từng giai đoạn trưởng thành về mặt khoa học và công nghệ.



**Hình 1.2- Cầu Hàm Rồng hiện nay được xây dựng lại sau chiến tranh phá hoại Miền Bắc**

Trước năm 1975, ở miền Bắc chịu sự đánh phá ác liệt do chiến tranh phá hoại của Mỹ không một cây cầu nào được nguyên vẹn, nhiều cầu bị phá hủy. Có một chiếc cầu được xây dựng xong ngay trước khi chiến tranh nổ ra và bị đánh phá dữ dội nhất nhưng đã đứng vững cho đến ngày chiến thắng là biểu tượng anh hùng của ngành GTVT và của tỉnh Thanh Hóa, đó là cầu Hàm Rồng. Cầu **giàn** thép hai nhịp liên tục, khẩu độ 55m, móng cọc ống chôn trên nền đá và kết cấu nhịp được thi công theo phương pháp lao kéo dọc trên đường trượt con lăn. Sau khi chấm dứt chiến tranh phá hoại cầu Hàm Rồng được làm mới gồm 2 nhịp giàn thép giàn đơn khẩu độ  $2 \times 80$ m cầu đường sắt chạy chung với Quốc lộ

## BÀI GIẢNG KỸ THUẬT THI CÔNG CẦU 2

1A trong nhiều năm, hiện nay đoạn Quốc lộ 1A tách riêng chạy trên cầu Hoàng Long xây dựng phía hạ lưu.

Ở miền Nam, các cầu lớn xây dựng trong thời kỳ này phải kể đến là cầu Sài Gòn và cầu Đồng Nai lớn. Các cầu này đều là cầu dầm thép đặc khẩu độ lớn chiều cao thay đổi. Trong đó cầu Sài Gòn là cầu dầm mút thừa dầm đeo khẩu độ  $82,3+102,9+82,3$  (m) với nhịp đeo dài 61,7m. Cầu Đồng Nai là cầu dầm liên tục hai nhịp có mút thừa dầm đeo bố trí nhịp gồm hai liên đối xứng :  $43+15 +2\times 73+15+43 +15+2\times 73+15+43$  (m), tiết diện dầm thay đổi có đáy dầm là đường cong Parabol lồi.

Cầu Thăng long mãi là niềm tự hào của những người làm cầu Việt nam bởi vì vào những năm khó khăn trong thời kỳ đất nước bị thiếu thốn về mọi mặt chúng ta đã xây dựng một chiếc cầu thép hiện đại có phần cầu chính gồm 15 nhịp thép chia làm 5 liên mỗi liên 3 nhịp giàn thép khẩu độ 112m, tổng cộng 1680m liên kết bulông CDC theo phương pháp lắp hẫng cân bằng. Cầu có hai tầng, tầng một dành cho hai chiều đường sắt với tổng chiều dài cả cầu chính và cầu dẫn là 5500m, hai bên có hai làn dành cho xe thô sơ với chiều dài 2700m, tầng trên có 4 làn đường ô tô phần cầu chính có kết cấu bản trực hướng đặt trên các thanh mạ thượng của các nhịp thép chiều dài cầu ô tô là 3200m.



**Hình 1.3- Nhịp dầm thép cầu Thăng long.**

Chiếc cầu bê tông cốt thép đầu tiên được áp dụng công nghệ đúc hẫng cân bằng là cầu Phú Lương hoàn thành vào năm 1996, mở đầu cho hàng loạt các cầu được xây dựng trong khoảng thời gian 10 năm theo công nghệ này do chúng ta tự thiết kế và thi công như cầu Hoàng Long (Thanh Hóa) với khẩu độ nhịp 120m, cầu Tân Đệ (Thái Bình) khẩu độ nhịp 120m, cầu Tạ Khoa ( Sơn La) 130m...

## BÀI GIẢNG KỸ THUẬT THI CÔNG CẦU 2



**Hình 1.4- Cầu Bãi Cháy giai đoạn thi công đúc hẫng dầm cứng.**

Để vượt khẩu độ lớn cần phải áp dụng các hệ cầu dây treo trong đó cầu treo (Suspension Bridge) dầm mềm sử dụng dây cáp bên làm cáp chủ với khẩu độ vài chục mét được áp dụng rộng rãi trong các cầu ở nông thôn miền núi, cầu treo nhịp lớn lần đầu tiên áp dụng là cầu Thuận Phước nổi ra bán đảo Sơn Trà của thành phố Đà Nẵng. Chiếc cầu dây văng khẩu độ lớn đầu tiên được xây dựng là cầu Mỹ Thuận bắc qua sông Tiền nối liền hai tỉnh Tiền Giang và Vĩnh Long có khẩu độ nhịp chính là 350m, thiết kế và thi công chính do các nhà thầu của Ôtxrâylia thực hiện. Chiếc cầu dây văng lớn thứ hai có kết cấu một mặt phẳng dây là cầu Bãi Cháy vượt qua Cửa Lục của thành phố Hạ Long( Quảng Ninh) được khánh thành 11-2006 có khẩu độ nhịp chính 435m , chiều cao tính không thông thuyền 50m.

Dự án cầu Vĩnh Thịnh được khởi công xây dựng vào cuối tháng 12/2011 với tổng chiều dài toàn dự án là 5.487m (trong đó phần cầu dài 4.480m), Vĩnh Thịnh được coi là cây cầu bê tông cốt thép và bê tông cốt thép dự ứng lực dài nhất vượt sông Hồng được xây dựng.



**Hình 1.5- Cầu Vĩnh Thịnh giai đoạn thi công đúc hẫng cân bằng.**

## *BÀI GIẢNG KỸ THUẬT THI CÔNG CẦU 2*

---

<b>Chương 1.TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP.....</b>	<b>1</b>
1.1. Tổng quan các công nghệ thi công KCN cầu BTCT.....	1
1.2. Tổng quan các công nghệ thi công KCN cầu thép.....	1
1.3. Công nghệ thi công KCN cầu treo và cầu dây văng.....	2
1.4. Những công nghệ thi công hiện đại.....	3
1.5. Một số công trình tiêu biểu.....	4