

## LỜI NÓI ĐẦU

*Bộ Giáo trình Thi công cầu xuất bản lần này thay thế cho bộ giáo trình Thi công và sửa chữa cầu cống đã cũ không còn phù hợp với chương trình giảng dạy hiện nay.*

*Bộ giáo trình gồm Tập 1 soạn theo chương trình Thi công cầu Phần 1 và Tập 2 theo chương trình Thi công cầu phần 2 dùng cho các lớp chuyên ngành Cầu Hàm, Cầu Đường, Cầu Đường sắt, Cầu đường KVO và trong khi chưa có điều kiện biên soạn riêng cho những lớp không chuyên thì có thể sử dụng như tài liệu giảng dạy và học tập cho các lớp Đường bộ, Đường sắt, Đường hầm & Metro.*

*Giáo trình được biên soạn phù hợp với các học phần học hiện nay và cũng phù hợp với việc chuyển đổi sang đào tạo theo tín chỉ.*

*Các chương trong giáo trình do các tác giả được phân công biên soạn và được Th.S. Nguyễn Văn Nhậm hiệu đính toàn bộ.*

*Từng chương trong giáo trình được hoàn chỉnh từ các bài giảng trước đây đã cung cấp cho nhiều khoá sinh viên nên chúng tôi đã cố gắng sửa chữa, cập nhật những đóng góp từ các thầy cô và sinh viên nhưng chắc chắn vẫn còn thiếu sót rất mong nhận được các ý kiến góp ý để lần xuất bản sau sẽ được tốt hơn nữa.*

*Chúng tôi xin cảm ơn PGS.TS. Trần Đức Nhiệm đã đóng góp những nhận xét xác đáng cho lần xuất bản đầu tiên này.*

*Mọi ý kiến xin gửi về theo xin chân thành cảm ơn.*

CÁC TÁC GIẢ

## CHƯƠNG I NHỮNG KHÁI NIỆM CHUNG

### 1.1- ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU VÀ NỘI DUNG CỦA MÔN HỌC.

#### 1.1.1- Môn học *Thi công cầu* và đối tượng nghiên cứu của môn học.

Xây dựng cầu là một chuyên ngành khoa học kỹ thuật tổng hợp liên quan đến rất nhiều lĩnh vực, trong đó thi công cầu là một bộ phận của ngành cầu chịu ảnh hưởng nhiều nhất của cuộc cách mạng khoa học công nghệ hiện nay. Cùng với sự phát triển chung của khoa học kỹ thuật, công nghệ thi công cầu không ngừng đổi mới và luôn cần được nghiên cứu ứng dụng những tiên bộ của khoa kỹ thuật để ngày càng hoàn thiện hơn.

Thi công là giai đoạn quan trọng nhất của một dự án xây dựng, thông qua các hoạt động sản xuất của con người làm cho công trình kiến trúc từ ý tưởng sáng tạo thể hiện trong bản vẽ thiết kế trở thành hiện thực vật chất trên thực địa.

Sự ra đời của một cây cầu chứa đựng ước vọng của một cộng đồng dân cư đông đúc, làm thay đổi diện mạo của cả một vùng trong bức tranh phát triển kinh tế, xã hội và văn hóa. Ngay sau khi cất băng khánh thành, trở thành tài sản chung của xã hội, chiếc cầu như một cuốn sách mở chứa đựng các kiến thức, kinh nghiệm và những sự kiện, hòa vào với đời sống xã hội. Với tuổi thọ hàng trăm năm của mình chiếc cầu là chứng nhân của biết bao biến cố lịch sử. Bản thân công trình nói lên rất nhiều điều trong đó thể hiện trình độ khoa học công nghệ không những của đội ngũ những người làm cầu mà của cả một nền khoa học kỹ thuật tại thời điểm đó. Cầu là một công trình kiến trúc có tầm vóc lớn, có đầu tư ban đầu cao, chiếm một tỉ trọng đáng kể trong nguồn lực của một ngành hay của một địa phương. Công việc thi công xây lắp khó khăn và phức tạp cần tập trung trí tuệ và công sức của nhiều người trong một thời gian dài có khi cả xương máu và sinh mạng của những người tham gia xây dựng. Các hoạt động thi công tác động không ít đến môi trường và sinh hoạt của nhân dân. Quá trình thi công một công trình cầu thu hút sự qua tâm của rất nhiều người, thậm chí của cả toàn xã hội. Có thể nhận định rằng, thi công cầu không chỉ là một hoạt động sản xuất hay công nghệ thuần túy mà nó còn mang nhiều yếu tố xã hội và nhân văn.

Để có thể trở thành một kỹ sư cầu, người học phải hội đủ kiến thức của ba lĩnh vực trong ngành cầu bao gồm : thiết kế, thi công và khai thác sửa chữa. Ba lĩnh vực này như ba điểm tựa ổn định tạo nên nền tảng kiến thức vững chắc cho hoạt động nghề nghiệp của một chuyên gia xây dựng cầu tương lai. Việc phân chia ra các môn học trong ngành cầu chỉ có ý nghĩa giúp cho việc truyền đạt và tiếp thu kiến thức được thuận lợi do đó môn học ***Thi công cầu*** không phải là một môn khoa học độc lập mà chỉ là một lĩnh vực trong chuyên ngành ***Khoa học xây dựng cầu***. Đối tượng nghiên cứu của môn học là : ***những biện pháp công nghệ*** áp dụng để thi công cho từng bộ phận của các loại cầu và tổ chức để thực hiện những biện pháp đó cho một công trình hoàn chỉnh.

Mỗi biện pháp công nghệ bao hàm ba nội dung cần phải nghiên cứu :

- Trình tự công nghệ mà chúng ta quen gọi là các bước thi công.
- Kỹ thuật thi công .
- Tổ chức thi công.

Nghiên cứu trình tự công nghệ bao gồm : nội dung của các bước thi công, điều kiện tiến hành và thứ tự thực hiện. Trình tự công nghệ rất ít thay đổi theo thời gian và theo trình độ công nghệ của mỗi quốc gia, mỗi công ty. Sau này khi đi vào nội dung chính của chương trình, người học dễ hiểu làm trình tự công nghệ là biện pháp công nghệ thi công. Trình tự công nghệ chỉ đề ra giải pháp và mang tính khái quát, định hướng thực hiện, chỉ trả lời được câu hỏi : *Làm gì?* mà chưa trả lời được câu hỏi : *Làm như thế nào?* Trình tự công nghệ của nhiều biện pháp gần như một điều tất yếu, hiển nhiên ví dụ chúng ta muốn tát cạn một khu vực để thi công, giải pháp là be bờ vây kín xung quanh sau đó bơm nước nhưng làm như thế nào thì công việc này lại chiếm cả một chương sách .

Kỹ thuật thi công là nội dung quan trọng và phong phú. Kỹ thuật thi công bao gồm cách thức, kinh nghiệm, thiết bị, vật liệu, tiêu chuẩn và tính toán. Kỹ thuật làm đổi mới và thay đổi công nghệ .

Tổ chức thi công bao gồm qui hoạch mặt bằng thi công hay còn gọi là công địa, bố trí sử dụng thiết bị và nhân lực trong phạm vi công địa theo không gian và thời gian một cách hợp lý và khoa học.

### ***1.1.2- Quá trình thực hiện một dự án và các các bước tiến hành trong giai đoạn thi công cầu.***

Theo Luật Xây dựng ban hành năm 2003 và Nghị định 16/2005/NĐ-CP của Chính phủ về quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình thì các dự án xây dựng giao thông trong đó có công trình cầu ngoài dự án quan trọng mang tính quốc gia do Quốc hội thông qua chủ trương đầu tư, các dự án còn lại phân thành ba nhóm A,B và C theo giá trị tổng mức đầu tư.

- Nhóm A : > 600 tỉ (VNĐ).
- Nhóm B : 7÷ 600 tỉ .
- Nhóm C : < 7 tỉ .

Những công trình thuộc dự án nhóm C chỉ thực hiện theo hai giai đoạn là : thiết kế và thi công, trong đó giai đoạn thiết kế chỉ có một bước gọi là Báo cáo Kinh tế – Kỹ thuật ( BCKT-KT).

Những công trình thuộc nhóm A và B phải qua ba giai đoạn thực hiện gồm : giai đoạn lập Dự án đầu tư xây dựng cơ bản ( XDCB), giai đoạn thiết kế kỹ thuật (TKKT) và giai đoạn thi công.

Công trình trọng điểm quốc gia phải qua bốn bước bao gồm : Báo cáo đầu tư XDCB, lập Dự án đầu tư XDCB, giai đoạn TKKT và thi công.

TKKT được phân làm ba dạng : thiết kế một bước là TKKT và thiết kế bản vẽ thi công (BVTC). Thiết kế hai bước bao gồm : thiết kế cơ sở (TKCS) mà chúng ta thường gọi là thiết kế sơ bộ và thiết kế kỹ thuật-bản vẽ thi công. Thiết kế ba bước gồm: TKCS, TKKT và thiết kế BVTC.

Như vậy, theo Luật Xây dựng 2003 và Nghị định 16-CP năm 2005 dù công trình nhóm nào thi công cũng là một giai đoạn và là giai đoạn quan trọng quyết định cuối cùng kết quả của một dự án đầu tư.

Môn thi công cầu xem xét tất cả các công việc liên quan đến quá trình một công trình cầu bắt đầu từ giai đoạn tiếp nhận mặt bằng cho đến khi hoàn thành xây lắp đưa công trình vào khai thác. Trong giai đoạn thi công bất luận quy mô công trình như thế nào cũng trải qua ba bước cơ bản sau :

1- Công tác chuẩn bị thi công : công tác này mang tính chất nội nghiệp là chính, gồm các công việc nghiên cứu TKKT và lập các BVTC đối với công trình thiết kế ba bước , thiết kế tổ chức thi công (TKTCTC), lập các Quy trình công nghệ thi công.

2- Triển khai kế hoạch thi công là bước thi công chính bao gồm ba công tác:

- Xây dựng mặt bằng công trường, chuyển quân, mua sắm và tập kết vật tư thiết bị máy móc.
- Chế tạo các cấu kiện lắp ghép bao gồm cả kết cấu BTCT và kết cấu thép như cọc BTCT, dầm cầu, gối và các bộ phận phục vụ khai thác trên cầu.
- Thi công từng hạng mục .

3- Hoàn thiện, kết thúc quá trình thi công, đưa công trình vào khai thác bao gồm các nội dung : thi công các công trình phục vụ khai thác trên mặt cầu, xây phần tư nón và các công trình chỉnh trị dòng chảy, thử tải cầu, lập hồ sơ hoàn công, bồi hoàn lại mặt bằng và thanh thải dòng chảy cũng như không gian dưới cầu, nghiệm thu bàn giao công trình và theo dõi bảo hành trong thời hạn theo luật định.

### **1.1.3- Nội dung của môn học thi công cầu.**

Nội dung chương trình nhằm cung cấp cho sinh viên ngành xây dựng cầu đường những kiến thức cơ bản trong lĩnh vực thi công cầu. Nội dung được hệ thống theo ba nhóm kiến thức: cơ sở, chuyên môn và tổ chức quản lý. Chương trình nghiên cứu và giảng dạy được chia thành hai học phần : học phần một bao gồm những kiến thức cơ sở và thi công kết cấu phần dưới , học phần hai gồm thi công các dạng kết cấu nhịp và tổ chức thi công cầu.

Để nghiên cứu những biện pháp công nghệ thi công cầu cần phải nắm được những kiến thức cơ sở áp dụng chung trong xây dựng và những vấn đề chung đặc trưng cho môn thi công cầu đó là :

- *Các công tác xây dựng và công nghệ thi công* nghiên cứu những công tác xây dựng phổ biến như công tác bê tông, công tác cốt thép, công tác đóng cọc ... cũng như những kỹ thuật rất cần thiết trong ngành cầu là các công việc liên quan đến công tác kích kéo.

- *Thiết kế và thi công các công trình phụ trợ* để phục vụ thi công các bộ phận trong công trình cầu. Các công trình phụ trợ có vai trò quan trọng và mang tính quyết định trong thi công cầu, được sử dụng trong tất cả các giai đoạn thi công. Kỹ sư cầu không những phải thiết kế thành thạo các công trình chính mà còn phải biết thiết kế các công trình phụ trợ.

Những nội dung thuộc về kiến thức chuyên môn hệ thống theo trình tự công việc liên quan đến quá trình thi công một công trình hoàn chỉnh bao gồm :

- *Công tác chuẩn bị mặt bằng công trường* : là những công việc khởi đầu sau khi nhà thầu nhận bàn giao toàn bộ diện tích khu vực xây dựng đã được giải phóng và tiến hành tạo lập mặt bằng công trường bao gồm : xây dựng hệ thống đường công vụ, các công trình phụ tạm , kho bãi, xưởng sản xuất, trạm cấp năng lượng và mặt bằng công nghệ thi công kết cấu nhịp. Những hạng mục này được bố trí và xây dựng theo một thiết kế riêng phù hợp với biện pháp thi công tổng thể đã được chọn .

- *Công tác đo đạc* nhằm xác định và khống chế vị trí cầu, vị trí của các bộ phận ở trên thực địa, định dạng và định kích thước cho mỗi bộ phận của công trình cầu một cách chính xác đúng như trong đồ án thiết kế .

- *Công tác chế tạo các cấu kiện lắp ghép* của cầu bê tông và cầu thép trong điều kiện công xưởng và ở trên công trường. Đây là một mảng công việc của ngành xây

dựng cầu nhằm cung cấp những sản phẩm chế sẵn cho thi công theo phương pháp lắp ghép. Đối với cầu bê tông cốt thép, các cấu kiện đúc sẵn có thể được chế tạo trong xưởng dầm chờ đến chân công trình hoặc đúc ở ngay trên bãi đúc của công trường sau. Đối với cầu thép, các bộ phận của kết cấu nhịp bắt buộc phải được gia công chế tạo tại xưởng sau đó mới lắp ráp tại công trường bằng các hình thức liên kết như hàn, bulông cường độ cao v.v..

- *Thi công móng trụ* bao gồm các công đoạn thi công móng, thi công thân mố, trụ với các biện pháp công nghệ áp dụng thích hợp cho từng loại móng và các dạng trụ, mố thi công trong những điều kiện tự nhiên phong phú, đa dạng và ở những trình độ kỹ thuật khác nhau. Đây là công đoạn khó khăn và phức tạp nhất trong thi công cầu, chiếm một nửa và hơn nửa thời gian của tiến độ thi công toàn công trình.

- *Thi công kết cấu nhịp* được chia thành 3 nhóm: *thi công kết cấu nhịp cầu BTCT*, *thi công kết cấu nhịp cầu thép*, và *thi công cầu treo, cầu dây văng*. Đối với mỗi loại cầu nghiên cứu những biện pháp công nghệ thi công phù hợp, những công nghệ này đã và đang được áp dụng ở trong nước và trên thế giới.

- *Tổ chức thi công cầu* là công tác lập kế hoạch và biện pháp bố trí nguồn lực, sử dụng trang thiết bị một cách thích hợp để tiến hành thi công một công trình cầu.

## 1.2- KHÁI NIỆM VỀ CÔNG TÁC XÂY DỰNG VÀ CÔNG NGHỆ THI CÔNG.

Trong một công trình cầu có nhiều bộ phận kết cấu hợp thành, những bộ phận kết cấu này phân ra theo hai nhóm.

- Kết cấu phần dưới gồm móng, mố và trụ cầu.
- Kết cấu phần trên bao gồm kết cấu nhịp, hệ mặt cầu và các chi tiết phục vụ khai thác trên cầu.

Mỗi bộ phận kết cấu trên có một chức năng làm việc riêng biệt được gọi là một *hạng mục công trình*.

Trong mỗi hạng mục công trình có những bộ phận thành phần nhỏ hơn có kết cấu độc lập cấu tạo nên, những bộ phận thành phần đó được gọi là một *hạng mục kết cấu*. Kết cấu độc lập là kết cấu có đủ các thành phần cấu tạo và nếu đặt riêng thì có khả năng chịu lực. Ví dụ móng trụ  $P_i$  là một hạng mục công trình, hạng mục này bao gồm các cọc BTCT và bệ móng đúc tại chỗ, thì các cọc BTCT là một hạng mục kết cấu và bệ móng là một hạng mục kết cấu. Kết cấu nhịp cầu dầm thép là một hạng mục công trình, trong đó bao gồm các hạng mục kết cấu là các dầm chủ, hệ liên kết ngang, hệ liên kết dọc.

Để thi công mỗi một hạng mục kết cấu chúng ta cần phải chia ra làm nhiều bước thực hiện, mỗi bước gọi là một công đoạn, trong mỗi công đoạn thực hiện một loạt các công việc xây dựng, các công việc này được tiến hành liên tục theo một trình tự nhất định.

*Công việc* là bộ phận chia nhỏ nhất của cả quá trình thi công công trình. Công việc đòi hỏi một số thao tác cơ bản và sử dụng cùng một loại công cụ lao động. Công việc được thực hiện giống nhau đối với tất cả các hạng mục kết cấu có sử dụng cùng một loại vật liệu và cho một sản phẩm xây dựng tương tự. Để có một sản phẩm xây dựng ở dạng hoàn chỉnh hoặc dạng bán thành phẩm thì cần phải thực hiện nhiều loại công việc.

Ví dụ để có được toàn bộ khung cốt thép của một phiên dầm bê tông ta cần tiến hành các công việc: nắn thẳng các thanh cốt thép; đo, cắt và uốn từng thanh cốt thép theo hình dạng và kích thước ghi trong bản vẽ; bó từng loại thanh đã uốn vào theo từng nhóm và ghi tên đánh dấu sau đó cắt vào kho hoặc đưa ra lắp dựng và buộc thành

khung cốt thép của dầm. Để chế tạo khung cốt thép của một đoạn cọc BTCT đúc sẵn cũng yêu cầu những công việc hoàn toàn như trên, chúng ta có thể liên hệ tới các ví dụ khác tương tự để hiểu rõ khái niệm. Sản phẩm của các công việc này là khung cốt thép, dưới dạng bán thành phẩm chưa phải là một sản phẩm xây dựng.

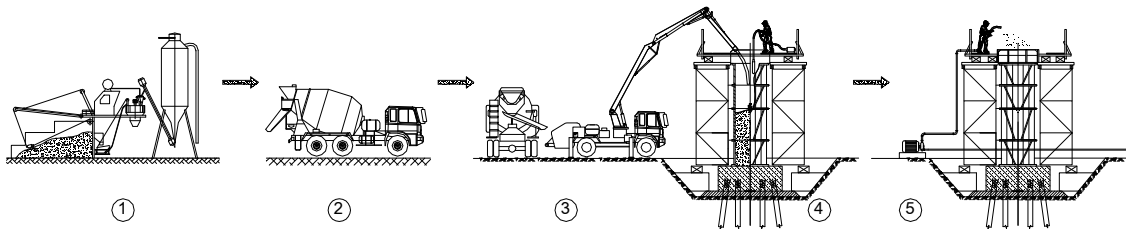
Tất cả các công việc để chế tạo nên một khung cốt thép yêu cầu một loại công nhân chuyên nghiệp là thợ cốt thép, khi thực hiện mỗi công việc, người công nhân này phải thực hiện một kỹ thuật thao tác và sử dụng một loại công cụ như: để nắn thẳng cốt thép cần tay vạm hoặc máy nắn, khi uốn cần bàn vạm hoặc máy uốn cốt thép và khi lắp dựng khung cốt thép cần kim buộc thép hoặc máy hàn. Để thi công một khung cốt thép ta phải thực hiện một loạt các công việc và được gọi chung là công tác cốt thép.

Như vậy, một nhóm các công việc cùng được thực hiện để hoàn thành một sản phẩm của một công đoạn thi công gọi là một **công tác xây dựng**.

Công tác xây dựng đòi hỏi cùng một loại công nhân chuyên nghiệp để thực hiện và sử dụng cùng một nhóm thiết bị. Kết quả hoàn thành của công tác xây dựng cho một khối lượng có thể đo đếm được, sản phẩm của công tác xây dựng không phải là một sản phẩm xây dựng hoàn chỉnh mà dưới dạng bán thành phẩm, được tiếp nhận để thi công các công đoạn tiếp theo.

Trong một hạng mục kết cấu chúng ta phải tiến hành nhiều công tác xây dựng nhưng trong đó có một công tác chính, công tác này cần có một loại thiết bị chủ đạo và phải áp dụng một kỹ thuật đặc trưng. Một công tác xây dựng được nghiên cứu và đúc rút kinh nghiệm từ thực tế sản xuất trong nhiều năm và xây dựng thành một **phương pháp xây dựng** để phổ biến rộng rãi.

Công tác xây dựng là một khái niệm chung, mỗi công tác bao gồm nhiều công việc, mỗi loại công việc có thể được thực hiện theo nhiều cách thức và công cụ khác nhau, tổ hợp các cách thức tiến hành các công việc trong một công tác chúng ta có một phương pháp, phương pháp được đặc trưng bởi biện pháp thực hiện và công cụ áp dụng của công việc chính. Những công việc thể hiện trong hình 1.1 là một phương pháp trong công tác bê tông thân trụ cầu. Phương pháp này tóm tắt như sau: vữa bê tông được sản xuất tại trạm trộn của công trường, vận chuyển ra chân công trình bằng xe chở bê tông chuyên dụng và đổ rót vào khuôn bằng xe bơm, dùng đầm dùi để đầm, bê tông thân trụ được bảo dưỡng bằng biện pháp tưới nước với chế độ tưới theo qui định của qui phạm.



Hình 1.1- Các công việc trong công tác bê tông.

- 1- Trộn vữa bê tông.
- 2- Vận chuyển vữa bê tông.
- 3- Đổ bê tông.
- 4- Đầm bê tông.
- 5- Bảo dưỡng bê tông.

Một phương pháp xây dựng được hoàn thiện nhờ nghiên cứu và áp dụng những tiến bộ của kỹ thuật mới, tiến hành theo một qui trình chặt chẽ và đồng bộ có thể kiểm soát được chất lượng của sản phẩm, định trước được thời gian hoàn thành, phương pháp đó được gọi là một ***công nghệ thi công***.

Trong thi công cầu chúng ta sẽ phải tiến hành rất nhiều công tác xây dựng, áp dụng nhiều phương pháp và công nghệ thi công. Có những phương pháp và công nghệ mang tính phổ biến áp dụng chung và giống nhau trong ngành xây dựng, nhưng có những phương pháp và công nghệ mang tính chất đặc thù mà chỉ riêng ngành cầu mới có. Ví dụ công tác đóng cọc BTCT đúc sẵn là phổ biến trong ngành xây dựng nói chung như xây dựng dân dụng, xây dựng công nghiệp, xây dựng thủy lợi và xây dựng cầu nhưng phương pháp đóng cọc trong mỗi ngành có những đặc điểm khác nhau và có những công nghệ đóng cọc khác nhau. Công tác kích kéo nói chung thì các ngành xây dựng đều phải áp dụng, nhưng công tác lao dọc kết cấu nhịp cầu trên đường trượt con lăn thì lại là một công tác đặc thù, hay công tác hạ giếng chìm chờ nổi thì chỉ trong ngành cầu mới áp dụng.

### 1.3 BIỆN PHÁP THI CÔNG VÀ BIỆN PHÁP TỔ CHỨC THI CÔNG

Biện pháp thi công và biện pháp tổ chức thi công là hai khái niệm khác nhau.

***Biện pháp thi công*** là cách thức áp dụng những phương pháp xây dựng, những công nghệ thích hợp, sử dụng hợp lý các công trình phụ trợ để thi công một hạng mục công trình theo một trình tự nhất định.

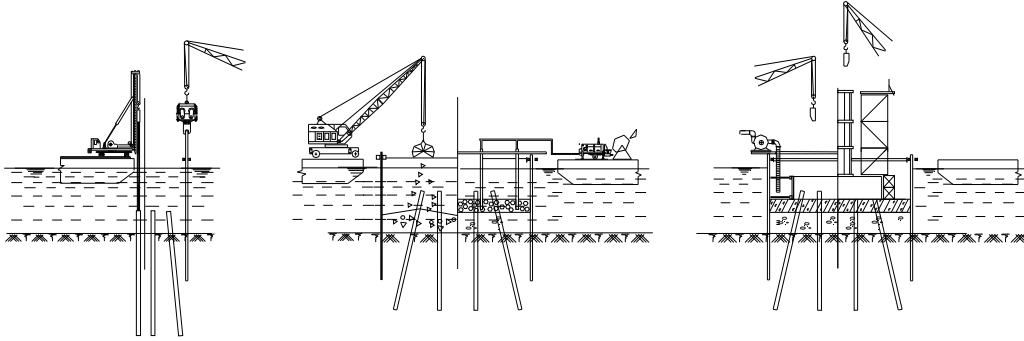
Theo định nghĩa trên để có biện pháp thi công tốt cần phải có sự tìm kiếm và sáng tạo. Đứng trước bài toán thi công bao gồm: đối tượng, điều kiện và tiến độ yêu cầu người kỹ sư phải tìm ra lời giải đúng tức là đề xuất được biện pháp thi công hợp lý.

Trong chương trình học chúng ta sẽ đi sâu nghiên cứu những biện pháp thi công của các bộ phận trong công trình cầu áp dụng cho các dạng kết cấu và trong những điều kiện thi công điển hình. Chẳng hạn nghiên cứu biện pháp thi công móng cọc bê cao trong điều kiện nước ngập nông và biện pháp thi công móng cọc bê cao trong điều kiện nước ngập sâu; biện pháp thi công kết cấu nhịp cầu BTCT theo công nghệ đúc hẫng ... Những biện pháp này được nghiên cứu kỹ, cụ thể có cả những tính toán thiết kế cần thiết nhưng không thể áp dụng ngay được trong thực tế, bởi vì cũng giống như toán học, các bài toán thi công không có lời giải sẵn mà chỉ có phương pháp giải và những lời giải mẫu. Đứng trước một công trình cụ thể với các điều kiện thực tế người kỹ sư phải xây dựng được biện pháp thi công cụ thể phù hợp với yêu cầu của nhiệm vụ dựa trên cơ sở những kiến thức đã học, những kinh nghiệm đã tích lũy được và cả sự sáng tạo của bản thân.

Để phân biệt biện pháp thi công mang tính sách vở có ý nghĩa như một lời giải mẫu với biện pháp thi công được thiết kế cho một công trình cụ thể, trong thực tế người ta gọi các thiết kế biện pháp thi công của một công trình là ***biện pháp thi công chỉ đạo***. Tại sao gọi nó là biện pháp chỉ đạo, bởi nó được các chuyên gia thống nhất đánh giá là phù hợp với điều kiện thực tế, được cơ quan có thẩm quyền duyệt chấp thuận và buộc nhà thầu thi công phải thực hiện theo. Biện pháp thi công chỉ đạo mang tính định hướng, trong hồ sơ thiết kế nó được thể hiện một cách khái quát bằng lời thuyết minh ngắn gọn và một bản vẽ mô tả trình tự các bước công nghệ. Trong trao đổi hàng ngày người ta có thể nói tắt là biện pháp thi công nhưng cần phải hiểu đó là biện pháp thi công chỉ đạo.

Biện pháp thi công chỉ đạo được lập cùng với TKCS và TKKT do tư vấn thiết kế thực hiện .

**Biện pháp công nghệ thi công** là biện pháp thi công mà trong các phương pháp có áp dụng và/hoặc gắn liền với một công nghệ thi công nào đó. Ví dụ biện pháp công nghệ thi công cọc khoan nhồi, khi thi công cọc áp dụng hàng loạt những công nghệ như công nghệ khoan tuần hoàn nghịch và công nghệ đổ bê tông dưới nước theo phương pháp rút ống thẳng đứng. Trong thi công cầu có nhiều biện pháp thi công được gọi là biện pháp công nghệ.



Hình 1.2- Biện pháp chỉ đạo thi công trụ cầu.

- Bước 1: đóng cọc BTCT bằng giá búa lắp dựng trên hệ phao và hạ vòng vây cọc ván thép bằng búa rung.
- Bước 2: Đổ đất tôn cao nền và đổ bê tông bịt đáy bằng công nghệ vữa dâng.
- Bước 3: thi công bệ cọc bằng biện pháp đổ bê tông tại chỗ.
- Bước 4: Thi công thân trụ bằng biện pháp đổ bê tông tại chỗ .

Trong một công trình cầu( hoặc hạng mục công trình) có nhiều hạng mục ( công trình hoặc kết cấu) tương tự nhau như cùng một dạng móng và thân trụ, cùng một dạng nhịp với điều kiện thi công không khác xa nhau được thi công theo cùng một biện pháp. Cần phải bố trí thi công hạng mục nào trước, hạng mục nào sau, qui hoạch mặt bằng thi công của mỗi hạng mục như thế nào cho gọn , phối hợp các công đoạn thi công với nhau để có thể điều hành được công việc, kiểm soát được chất lượng và tiết kiệm được chi phí, đẩy nhanh tiến độ thi công. Một cách thức sắp xếp, bố trí thi công các hạng mục của một công trình theo một trình tự thời gian và không gian thích hợp để thực hiện các biện pháp công nghệ đã được lựa chọn gọi là **biện pháp tổ chức thi công** .

Biện pháp tổ chức thi công được lập để thi công mỗi hạng mục công trình và lập cho toàn công trình. Tổ chức thi công được hiểu nôm na là cách bày binh, bố trận để thực hiện công việc xây dựng theo biện pháp thi công chỉ đạo. Thời gian là trình tự công nghệ, không gian là mặt bằng. Để thực hiện theo biện pháp thi công chỉ đạo sẽ có nhiều biện pháp tổ chức thi công bởi cách sử dụng thiết bị khác nhau, con người khác nhau, tổ chức mặt bằng khác nhau và trình độ công nghệ, trình độ tổ chức khác nhau. Thực tế đã cho thấy rằng trên cùng một công trình, mỗi nhà thầu thi công một nửa hoàn toàn đối xứng theo cùng một biện pháp thi công chỉ đạo nhưng theo những biện pháp tổ chức thi công khác nhau và tất nhiên hiệu quả xây dựng của mỗi bên là không giống nhau. Loại trừ trình độ tổ chức quản lý, việc lựa chọn biện pháp tổ chức thi công thích

hợp có vai trò quan trọng trong thành công của nhà thầu. Như vậy có biện pháp tổ chức thi công của từng hạng mục công trình và biện pháp tổ chức thi công của toàn bộ công trình. Khi lập biện pháp tổ chức thi công của toàn công trình phải phù hợp với biện pháp tổ chức thi công của mỗi hạng mục. Biện pháp tổ chức thi công do nhà thầu lập khi tiến hành lập hồ sơ **thiết kế tổ chức thi công**.

Thiết kế tổ chức là hồ sơ trong đó thể hiện biện pháp tổ chức thi công và các kế hoạch để triển khai thi công. Hồ sơ thiết kế tổ chức thi công bao gồm các bản vẽ và các bảng biểu, biểu đồ thể hiện biện pháp tổ chức thi công, quy hoạch mặt bằng công trường, kế hoạch cung cấp vật tư, thiết bị máy móc, kế hoạch thực hiện khối lượng và các biểu đồ tiến độ thi công.

Thiết kế tổ chức thi công và **thiết kế thi công** là hai khái niệm khác nhau vì, thiết kế thi công là thiết kế các công trình phụ trợ phục vụ thi công như đà giáo, ván khuôn, vòng vây, hệ nổi... và cũng do nhà thầu thi công lập.

#### 1.4 ĐẶC ĐIỂM CỦA MÔN HỌC THI CÔNG CẦU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.

Môn thi công cầu có ba đặc điểm chính sau :

1- Nội dung bao quát rộng, có rất nhiều vấn đề yêu cầu phải nghiên cứu, tìm hiểu. Biện pháp thi công của từng hạng mục phải được xem xét dưới những góc độ bao gồm tính thực tế, tính hiện đại và tính khả thi. Mỗi bộ phận của công trình cầu lại có nhiều dạng thức kết cấu khác nhau, vật liệu khác nhau đòi hỏi phải áp dụng những biện pháp thi công khác nhau. Công nghệ thi công phải xem xét cả mới và cũ, thiết bị cần đề cập đến cả thô sơ và hiện đại để phù hợp với những điều kiện thi công và trình độ thi công ở những địa phương khác nhau.

2- Môn thi công cầu có liên quan đến nhiều kiến thức cơ bản và cơ sở và những lĩnh vực khác. Ngoài kiến thức của các môn học thiết kế cầu đương nhiên phải nắm vững vì nằm trong hệ thống kiến thức chuyên ngành, ngoài ra để tiếp thu và đi sâu nghiên cứu môn học cần phải được trang bị nền kiến thức cơ bản tốt đặc biệt là về Vật lý. Cần phải vận dụng các qui luật, nguyên lý của vật lý trong tính toán và giải quyết các bài toán thi công. Hầu hết các kiến thức cơ sở của ngành Công trình đều được sử dụng một cách thành thạo trong thi công cầu. Chúng tôi muốn nhấn mạnh yêu cầu sử dụng thành thạo có nghĩa là làm chủ được kiến thức đó để áp dụng đúng và linh hoạt, ví dụ đối với kết cấu thép trong thi công cầu chúng ta sẽ gặp những trường hợp như phải chế sửa, vá đắp kết cấu cũ để sử dụng lại, chế tạo những kết cấu phi tiêu chuẩn phù hợp với yêu cầu sử dụng, và thiết kế sao cho tận dụng những loại vật tư sẵn có... Những bài toán cơ học trong thi công ngoài yêu cầu những tính toán chi tiết và chính xác còn cần cả kỹ năng tính nhanh và ước lượng gần đúng để trong thức tế thi công có thể có được những quyết định kịp thời. Những lĩnh vực khác như máy móc cơ khí, điện kỹ thuật, vật tư tổng hợp là những kiến thức cũng đã được trang bị trong trường, còn những lĩnh vực khác như pháp lý, xã hội cũng cần được tự hoàn thiện bởi như phần đầu đã nêu thi công cầu còn chứa đựng những yếu tố xã hội và nhân văn trong quá trình triển khai trên thực địa.

3- Kiến thức của môn thi công về cơ bản được hình thành và xây dựng trên cơ sở lý luận, nhưng gắn liền với thực tiễn sản xuất, những vấn đề nảy sinh trong thực tế được nghiên cứu hoàn thiện, những kinh nghiệm được chất lọc và kiểm chứng bằng cơ sở khoa học mới được đưa thành lý thuyết. Vì vậy có những nội dung, những thiết bị và

phương tiện thi công đối với nhiều người chưa được tiếp xúc với thực tế rất khó hình dung. Ngoài ra kiến thức thi công thường xuyên được cập nhật do sự phát triển của khoa học và công nghệ, cần phải theo dõi và tìm hiểu ở thực tế sản xuất, phải hiểu và nắm bắt ngay khi được tiếp xúc với thực tế.

Yêu cầu khi nghiên cứu môn học này trước hết là phải nhận thức đầy đủ ba nguyên tắc sau :

*1- Không được coi thi công cầu như một môn dạy nghề và học nghề mà phải xác định là một bộ môn khoa học kỹ thuật thuộc chuyên ngành khoa học xây dựng cầu với đối tượng nghiên cứu là các công nghệ thi công cầu và tổ chức xây dựng cầu.*

Từng vấn đề đặt ra của môn học đều phải được phân tích trên cơ sở khoa học, được tổng hợp thành phương pháp và công nghệ, có triển khai áp dụng hoặc kiểm chứng qua thực tiễn sản xuất. Những kinh nghiệm thực tế, những hiện tượng hiện trường được tập hợp và phân tích qua đó có thể bổ sung cho biện pháp và công nghệ để hoàn thiện thêm cho kiến thức về mặt lý thuyết.

Từ nhận thức này yêu cầu về cách dạy và cách học môn học thi công cầu trong trường Đại học giao thông không thể như cách dạy và cách học ở trong các trường Cao đẳng hoặc dạy nghề. Sự khác biệt là ở tính chất nghiên cứu, người dạy và người học đều là những người đang nghiên cứu không phải là ở các đề tài được đăng ký mà ở ngay trong quá trình dạy và học. Nghiên cứu không phải là chỉ để tìm ra cái mới, bản thân việc học tập của sinh viên đại học là nghiên cứu khoa học, trong đó người thầy hướng dẫn cho sinh viên phương pháp và cung cấp những thông tin cần thiết cho sinh viên, trên cơ sở đó sinh viên tự tìm hiểu và hoàn thiện kiến thức của bản thân mình.

*2- Không được tách rời giữa thiết kế và thi công mà phải đặt sự hiểu biết của mình về hai lĩnh vực này trong mối liên hệ hữu cơ của một hệ thống kiến thức thống nhất .*

Sự thực trong các công trình cầu, khi kết cấu dự định thi công theo công nghệ nào thì phải được thiết kế để có cấu tạo và năng lực chịu tải phù hợp theo điều kiện thi công của công nghệ đó và ngược lại, khi kết cấu đã được thiết kế để thi công theo một công nghệ ấn định thì khi triển khai thi công phải thực hiện theo công nghệ mà người thiết kế đã đề ra.

Như vậy khi thiết kế phải dự kiến trước biện pháp thi công và hiểu rõ công nghệ của biện pháp đó để lựa chọn hình thức cấu tạo và phân tích nội lực đúng đắn. Ví dụ nội lực phát sinh và tồn tại trong kết cấu nhịp dầm BTCT thi công theo công nghệ đúc hẫng cân bằng khác kết cấu nhịp dầm BTCT thi công theo công nghệ đúc trên đà giáo di động. Mặc dù cũng là dạng cầu dầm liên tục, số bậc siêu tĩnh có thể như nhau, cùng thi công đúc tại chỗ nhưng cấu tạo khác nhau, phân tích nội lực khác nhau và bố trí cốt thép DƯỠ trong dầm chủ khác nhau.

Đương nhiên là không có bản vẽ kết cấu thì không thể thi công được, nhưng đọc và hiểu bản vẽ chưa đủ mà phải phân tích được bản vẽ như chính tác giả của bản thiết kế đó mới có thể thực hiện đúng thiết kế.

*3- Gắn kiến thức học với thực tế, không những biết vận dụng kiến thức đã học mà vận dụng một cách sáng tạo.*

Thi công cầu là một môn khoa học ứng dụng, học để làm , để áp dụng đúng đắn những kiến thức đã học được vào trong thực tế. Trong khi nghiên cứu môn học luôn phải đặt ra các tình huống liên hệ với thực tế để tìm cách giải quyết.

Việc làm các bài tập thi công là một cách rèn luyện kỹ năng vận dụng kiến thức. Người kỹ sư cũng là người thợ cầu, cần phải có bản lĩnh của một người thợ dù không trực tiếp thao tác nhưng phải có những khái niệm về các công việc của người thợ. Việc tham gia vào các nội dung chương trình thực tập, tham quan dã ngoại một cách chủ động tích cực là một hình thức giáo dục nghề nghiệp tốt và cần thiết đối với sinh viên ngành cầu.

Sinh viên thường hỏi những câu hỏi như : kiến thức thi công học nhiều như thế sau này đi làm thực tế có sử dụng hết không? Tại sao thấy ở công trình A, công trình B công việc này người ta lại không tiến hành giống như những điều đã học, có phải kiến thức chỉ là để học còn thực tế là kinh nghiệm không? Sau này ra trường sẽ có người chuyên làm công việc tư vấn thiết kế, có người làm công tác nghiên cứu, có người làm tư vấn giám sát, có người sẽ đi chỉ đạo thi công, vậy có nên ưu tiên cho lĩnh vực nào theo định hướng việc làm sau này hay không?

Lượng kiến thức mà môn học này cung cấp là cần thiết đủ cho sinh viên có thể vận dụng vào các hoạt động nghề nghiệp sau này của mình bất kể ở cương vị công tác nào trên công trường xây dựng cầu.

## 1.5 NHỮNG CÔNG NGHỆ THI CÔNG CẦU HIỆN ĐẠI ỨNG DỤNG CẤP D( NGÀNH CÔNG ) VIỆT NAM .

### 1.5.1- Những công nghệ thi công hiện đại:

Nhiều công nghệ thi công cầu hiện đại trong các lĩnh vực gồm thi công móng, 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 CDC và trong một số công trình đã sử dụng loại bulông CDC 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 CDC. 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 đã 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 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 Mệt ( 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 áp dụng trong thi công cọc 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 tao áp dụng trong thi công cầu Kiên ( Hải phòng), khẩu độ nhịp là ...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.

+ Các công nghệ thi công cọc khoan nhồi, đầu tiên được nhập thiết bị và áp dụng để thi công móng trụ chính cầu Việt trì( Phú Thọ) là cầu giàn thép có đường sắt và đường bộ chạy chung vào năm 1990. Hiện nay công nghệ thi công cọc khoan đã trở thành phổ biến với những công nghệ khoan tạo lỗ khác nhau và chúng ta có thể thi công những cọc có đường kính lớn trên 2m và ở độ sâu đến 100m.

+ Thi công giếng chìm và giếng chìm hơi ép là biện pháp thi công truyền thống nhưng hiện nay với các thiết bị tiên tiến, các công nghệ này có nhiều thay đổi. Trong biện pháp thi công giếng chìm, chúng ta đã áp dụng biện pháp giếng chìm chỡ nổi trong thi công móng các trụ chính cầu Thăng long với đường kính trụ tròn 18m và xuống độ sâu 30m. Công nghệ thi công giếng chìm hơi ép với những kỹ thuật tiên tiến đã được chuyển giao từ nhà thầu thi công Nhật bản trong dự án công trình cầu Bãi Cháy .

#### ***1.5.2 – 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 1.3- 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 giản đơn khẩu độ  $2 \times 80\text{m}$  cầu đường sắt chạy chung với Quốc lộ 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 1.4- Nhịp giàn 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...



Hình 1.5- 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 nối 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 Ôtxrâyliia 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 tĩnh không thông thuyền 50m.

---

#### CÂU HỎI TỰ KIỂM TRA .

- 1- Trình tự các bước tiến hành để thực hiện một dự án xây dựng cầu.
- 2- Hãy giải thích các khái niệm : hạng mục kết cấu, hạng mục công trình.
- 3- Phân biệt một công việc xây dựng với một công tác xây dựng. Phương pháp xây dựng khác công nghệ xây dựng ở chỗ nào.
- 4- Hãy giải thích các khái niệm: biện pháp thi công, biện pháp thi công chỉ đạo, biện pháp công nghệ thi công và biện pháp tổ chức thi công.
- 5- Nội dung Thiết kế thi công khác Thiết kế tổ chức thi công như thế nào.