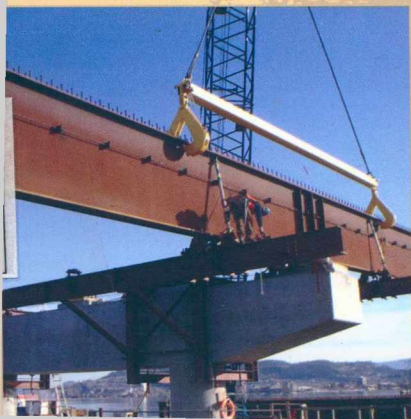




TS - CK.0000068149 DAN



CÔNG NGHỆ THI CÔNG KẾT CẤU NHỊP CẦU



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



LỜI MỞ ĐẦU

Trên Thế giới và Việt Nam, công nghệ thi công cầu đã có những bước tiến đáng kể. Thi công cầu là môn học nằm trong chương trình đào tạo của sinh viên và học viên theo học chuyên ngành cầu đường. Đặc điểm của môn học là kết hợp kiến thức lý thuyết và thực tế thi công. Yêu cầu của môn học là biết vận dụng kiến thức thiết kế đã học và quan sát, tìm hiểu ngoài công trường thi công cầu để có các kiến thức căn bản về thi công cầu của người kỹ sư.

Cuốn sách **“Công nghệ thi công kết cấu nhịp cầu”** được biên soạn theo các nội dung chính sau:

- Phần một: Các công tác căn bản trong thi công cầu như: Công tác ván khuôn, công tác thép và cốt thép, công tác bê tông...

- Phần hai: Thi công kết cấu nhịp cầu như thi công các loại kết cấu nhịp cầu thép, bê tông cốt thép, một số ví dụ tính toán...

Sách có thể dùng làm tài liệu giảng dạy, hướng dẫn đồ án môn học, đồ án tốt nghiệp cho học viên và sinh viên các trường đại học khối chuyên ngành Cầu Đường, đồng thời cũng là tài liệu tra cứu, tham khảo, chỉ dẫn thi công cho các cán bộ, kỹ sư hoạt động trong lĩnh vực thi công công trình cầu.

Tác giả chân thành cảm ơn đến các bạn bè, đồng nghiệp trong Khoa Công trình - Trường đại học Giao thông vận tải Hà Nội, Khoa Công trình - Trường đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh, Khoa Công trình - Trường đại học Công nghệ giao thông vận tải, Khoa Cầu đường - Trường đại học Xây dựng Hà Nội, Bộ môn Cầu đường & Sân bay - Viện kỹ thuật công trình đặc biệt (ITSE), Khoa Kiến trúc & Công trình - Trường đại học Phương Đông, Khoa Công trình - Trường đại học Kinh doanh & Công nghệ Hà Nội, Tổng công ty Tư vấn thiết kế giao thông vận tải (TEDI), Tổng công ty Xây dựng Thăng Long, Công ty Cầu 12 và phòng Biên tập sách KHKT - Nhà xuất bản Xây dựng đã giúp đỡ nhiệt tình và tạo điều kiện hoàn thành.

Tác giả là chuyên gia ngành cầu với nhiều năm nghiên cứu, giảng dạy, tư vấn thiết kế và thi công cầu, các kiến thức và kinh nghiệm chuyên môn được tập hợp, đúc kết rất có ý nghĩa. Tuy nhiên trong quá trình biên soạn không tránh được những thiếu sót. Tác giả mong nhận được các góp ý chân thành của bạn đọc để có thể sửa chữa, bổ sung cho lần xuất bản sau.

Tác giả

PHẦN I

CÁC CÔNG TÁC CĂN BẢN TRONG THI CÔNG CẦU

Trong thi công các hạng mục và bộ phận cầu, một số công tác căn bản như công tác ván khuôn, công tác cốt thép, công tác bê tông, công tác trắc đạc v.v... được sử dụng thường xuyên và lặp lại.

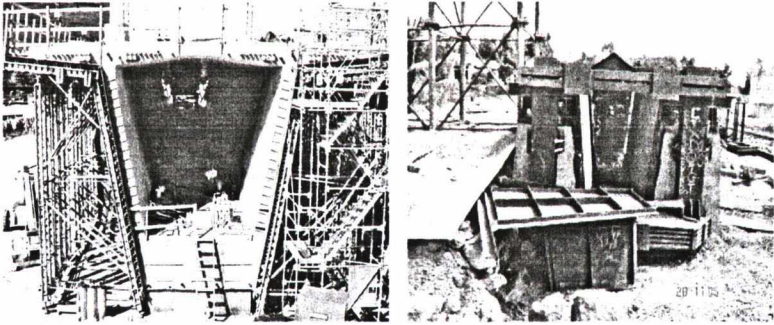
Chương 1

CÔNG TÁC VÁN KHUÔN

1.1. VAI TRÒ VÀ YÊU CẦU ĐỐI VỚI VÁN KHUÔN

Ván khuôn là khuôn đúc của kết cấu bê tông, khuôn như thế nào thì sản phẩm như thế đó. Do đó, ván khuôn có vai trò quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng của công tác bê tông:

- 1- Ván khuôn có vai trò định dạng cho kết cấu bê tông và bê tông cốt thép, đảm bảo cho kết cấu có hình dạng và kích thước đúng như thiết kế.
- 2- Giữ kín nước xi măng đảm bảo cho bê tông có cường độ như thiết kế.
- 3- Bảo vệ cho vữa bê tông đang ninh kết. Luân chuyển được nhiều lần.



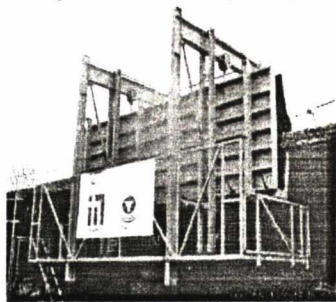
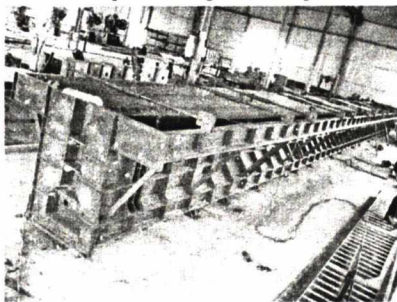
Hình 1.1: Ghép ván khuôn dàn hộp và dàn Super_T

1.2. VẬT LIỆU LÀM VÁN KHUÔN

Do các yêu cầu trên nên trước khi chế tạo ván khuôn, cần lựa chọn vật liệu làm ván khuôn thật chu đáo và đảm bảo chất lượng. Ván khuôn được chế tạo từ ba loại vật liệu: bằng gỗ, bằng thép và bằng nhựa tổng hợp. Ván khuôn dùng trong kết cấu cầu thường làm bằng thép hoặc gỗ thép kết hợp.

Vật liệu gỗ: Chọn loại gỗ không bị mối mọt, mục, có độ ẩm 18-23% cho ván khuôn ở trên cạn và 28-30% cho ván khuôn ở dưới nước nhằm giảm thiểu sự biến dạng của gỗ trong thời gian sử dụng. Ván khuôn gỗ sử dụng khi số lần luân chuyển ít và có thể khai thác được vật liệu tại địa phương.

Vật liệu thép: Thường chọn thép CTO hoặc loại thép có chỉ tiêu hóa lý tương đương.



Hình 1.2: Dàn ván khuôn thép đổ bê tông dầm

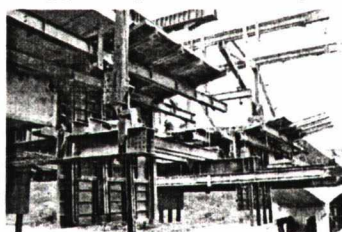
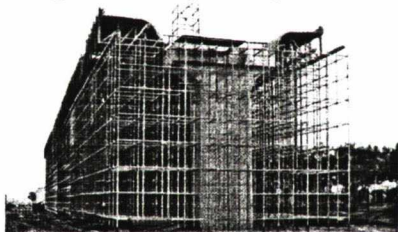
1.3. CÁC LOẠI VÁN KHUÔN

Trong xây dựng cầu, người ta thường dùng các loại ván khuôn: Ván khuôn cố định, ván khuôn lắp ghép và ván khuôn trượt (ván khuôn treo).

1.3.1. Ván khuôn cố định

1.3.1.1. Phạm vi ứng dụng

Dùng để đổ bê tông các bộ phận cầu có hình dạng phức tạp hoặc khối lượng ít.



Hình 1.3: Ván khuôn cố định đổ bê tông dầm cầu

1.3.1.2. Các loại

Ván khuôn cố định gồm: Ván khuôn có ván lát dọc, ván khuôn có ván lát ngang và ván khuôn có đầu lượn tròn.

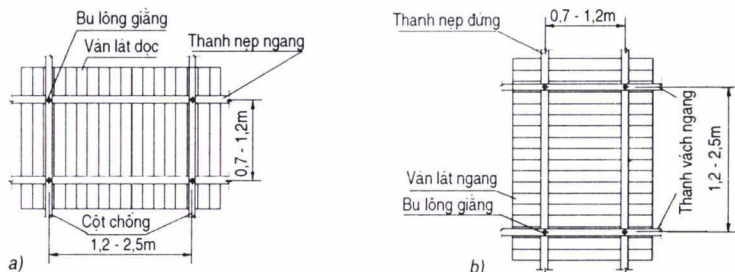
1.3.1.3. Cấu tạo

Ván khuôn có cấu tạo gồm ván lát, hệ thống thanh nẹp, cột chống, vách đai và các bulông hoặc đinh liên kết các chi tiết của ván khuôn.

a. Ván lát: làm bằng gỗ xẻ dày từ 3-5 cm, rộng 18-20 cm và dài từ 3-5 m. Bề rộng ván lát phải được bào nhẵn, mép ván phải thẳng, ghép xít với nhau, có thể tạo hèm để ghép ván được kín khít và chắc chắn.

b. Các thanh nẹp: Làm bằng gỗ đều cạnh, tiết diện chữ nhật kích thước 5-20 cm. Khoảng cách giữa các thanh nẹp thông thường từ 0,7-1,2 m và các thanh ngoài từ 1,2 - 2,5 m.

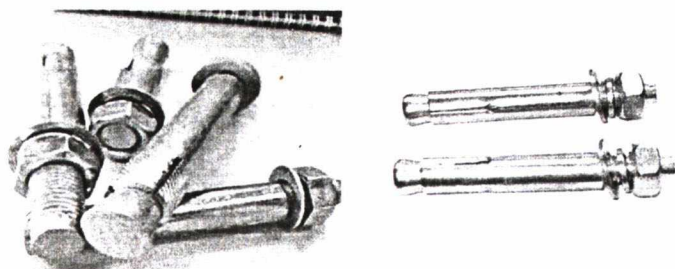
c. Bulông liên kết: Làm bằng thép tròn có đường kính từ 14-20 mm, được bố trí ở tất cả các nút giao nhau của các thanh nẹp.



Hình 1.4: Các loại ván khuôn cố định

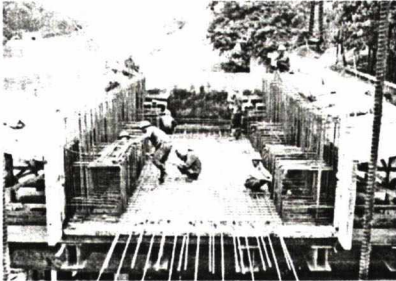
Nó sẽ nằm lại trong bê tông sau khi tháo dỡ ván khuôn. Bulông giằng gồm 2 đoạn: Đoạn nằm lại trong bê tông và đoạn hình côn có thể tháo ra. Đoạn hình côn có ren trong để nối với đoạn nằm trong bê tông. Đầu ngoài của đoạn hình côn có ren ngoài để bắt êcu định vị ván khuôn. Khi tháo dỡ ván khuôn ngoài, người ta tháo luôn cả đoạn hình côn, phần bê tông bị khuyết hình côn, được trát đầy bằng vữa xi măng. Như vậy, đoạn hình côn vừa có tác dụng giúp tháo dỡ ván khuôn dễ dàng vừa sử dụng lại được nhiều lần và phần đầu bulông giằng lại được bịt kín bằng vữa xi măng nên tránh được gỉ.

Để đảm bảo tháo dỡ ván khuôn dễ dàng không gây nứt, vỡ bê tông và phần bulông giằng nằm lại không bị hờ ra ngoài, để gây ra gỉ người ta dùng loại bulông giằng có cấu tạo như sau:



Hình 1.5: Cấu tạo bulông giằng

1.3.2. Ván khuôn lắp ghép



Hình 1.6: Bộ ván khuôn lắp ghép

1.3.2.1. Phạm vi sử dụng

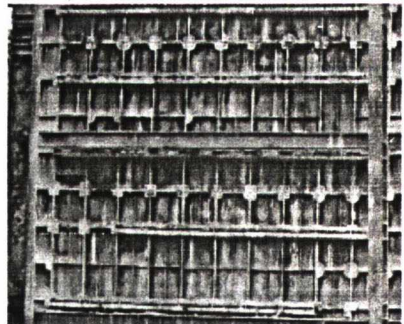
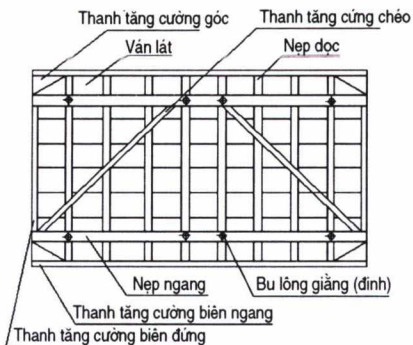
Dùng ván khuôn lắp ghép để đổ bê tông các bộ phận cầu có kích thước lớn, luân chuyển được nhiều lần sẽ tiết kiệm được vật liệu làm ván khuôn và giảm được thời gian thi công.

1.3.2.2. Các loại

Ván khuôn lắp ghép bằng gỗ và bằng thép.

1.3.2.3. Cấu tạo

- Ván khuôn gỗ: Cấu tạo gồm: Ván lát, các thanh nẹp, thanh liên kết. Để giúp cho công việc lắp dựng được dễ dàng, các tấm ván được nối với nhau nhờ hệ thống bulông và các bản néo. Diện tích của một tấm ván thường từ 4-12m² và tối đa 20m².

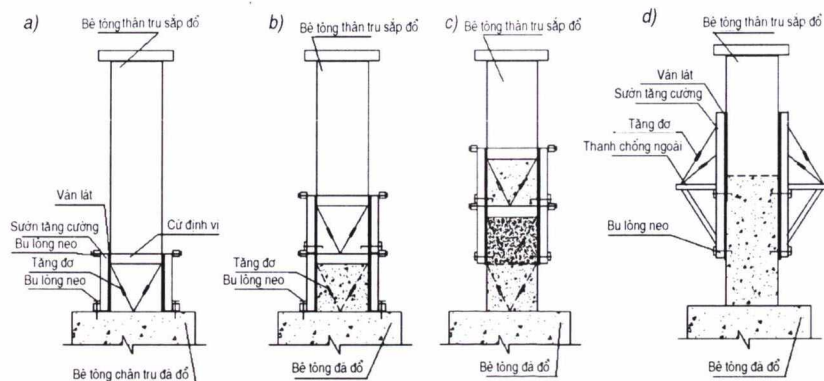


Hình 1.7: Cấu tạo ván khuôn lắp ghép

-Ván khuôn thép: Làm bằng thép bản có sườn tăng cường bằng thép góc hoặc thép hình loại nhỏ.

- Sử dụng ván khuôn lắp ghép, sau đó luân chuyển nhiều lần sẽ tiết kiệm được vật liệu làm ván khuôn. Hình dưới đây giới thiệu về hình thức luân chuyển của ván khuôn lắp ghép khi đổ bê tông thân trụ. Đầu tiên, ta lắp dựng ván khuôn và đổ bê tông cho đoạn 1 và 2 (hình 1.8a,b). Sau đó giữ nguyên ván khuôn đoạn 2, tháo ván khuôn đoạn 1 để lắp lên đoạn 3 và đổ bê tông đoạn 3 (hình 1.8c).

- Khi dùng ván khuôn lắp ghép đổ các bộ phận như thân trụ, thân móng có kích thước rất lớn, hoặc rất mỏng sẽ gặp khó khăn trong việc định vị bằng bulông giằng và thanh văng chống do quá dài hoặc quá ngắn ta cần dùng thanh văng, thanh chống, tầng đỡ phía ngoài (hình 1.8d).



Hình 1.8: Ván khuôn lắp ghép luân chuyển đổ bê tông thân trụ

1.3.3. Ván khuôn trượt (ván khuôn treo)

1.3.3.1. Phạm vi áp dụng

Dùng để đổ bê tông các bộ phận cầu có kích thước rất lớn nhất là các phần có tiết diện không đổi.

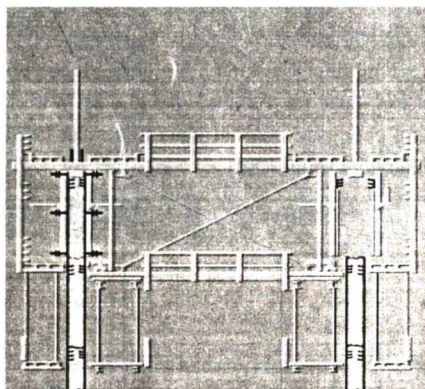
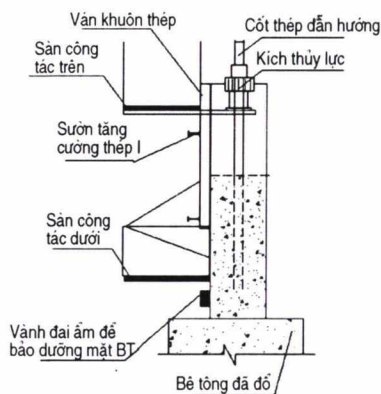
1.3.3.2. Cấu tạo chung

Gồm bộ phận ván khuôn, bộ phận giúp cho ván khuôn di chuyển và bộ phận thiết bị phụ trợ.

a. Ván khuôn: Làm bằng thép bản dày 3-6mm, thường cao là 1,1m được tăng cường bằng các sườn thép góc. Theo chu vi tấm và mép dưới được tăng cường bằng các nẹp lá thép I.

b. Bộ phận di chuyển: gồm các cốt thép dẫn cắm trong lòng kết cấu suốt từ dưới lên trên. Chuyển động dọc theo các cốt thép dẫn là các kích thủy lực. Hệ kích này gắn chặt với với hệ ván khuôn và các thiết bị phụ trợ. Cho nên, khi hệ kích di chuyển sẽ kéo theo toàn bộ hệ ván khuôn.

c. Các thiết bị phụ trợ gồm hệ sàn công tác trên và dưới dạng treo (đà giáo treo) và các thiết bị an toàn.



Hình 1.9: Cấu tạo ván khuôn trượt

1.3.3.3. Cấu tạo chi tiết ván khuôn leo và ván khuôn trượt

Đặc điểm thi công trụ cầu treo và cầu dây văng là đổ bê tông phần tháp cầu phải vượt chiều cao rất lớn, phải chia thành nhiều đợt, do vậy công tác ván khuôn đòi hỏi phải được nghiên cứu sao cho việc tháo dỡ, lắp dựng được thuận lợi và nhanh chóng.

Đáp ứng được yêu cầu trên có hai loại ván khuôn leo và ván khuôn trượt. Cả hai loại ván khuôn này đều có khả năng tự di chuyển lên cao nhưng mỗi loại có một hình thức di chuyển riêng.

a. *Ván khuôn leo* (Climbing form) di chuyển theo từng đợt đổ bê tông, kết cấu bê tông được chia thành từng đốt theo chiều cao và mỗi đợt đổ một đốt. Sau mỗi đợt đổ bê tông, từng mặt ván khuôn hoặc một phần của mặt ván được tháo rời ra khỏi khuôn và nâng lên cao lắp cho đốt tiếp theo. Thiết bị cầu nâng tự leo lên theo chiều cao của phần bê tông đã đúc kéo theo hệ đà giáo thi công.

Căn cứ vào biện pháp di chuyển, ván khuôn leo được chia thành ba loại sau đây:

- Ván khuôn leo theo khung chôn sẵn

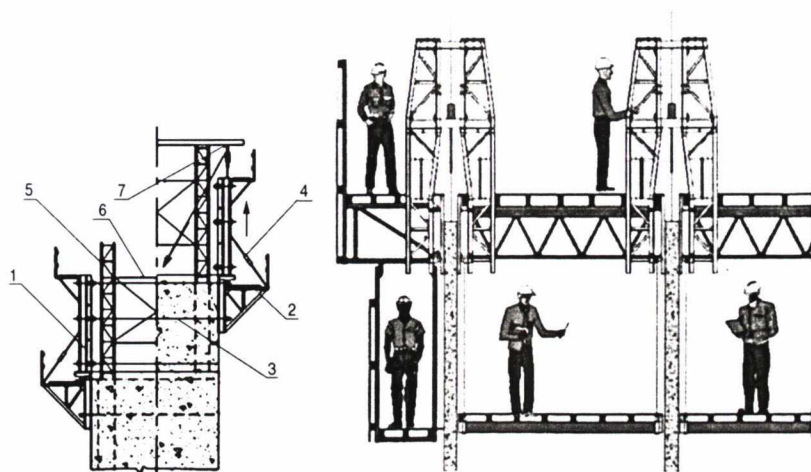
Bộ phận quan trọng của bộ ván khuôn leo này là hệ khung thép chôn sẵn vào trong kết cấu của tháp cầu. Khung thép cấu tạo từ các thanh thép hình hàn thành những cột chịu lực chôn vào giữa bê tông của thành hộp cột tháp, từng cặp cột thép kết hợp với thanh ngang lắp trên đầu cột làm thành giá long môn để treo puli chuyển hướng hoặc palăng kéo nâng từng mảnh của khuôn cùng với sàn công tác lên đốt trên. Các cột chôn sẵn còn có vai trò như đà giáo để neo giữ ván khuôn chống các tác động ngang.

Cột thép hàn sẵn thành từng đốt, lắp nối dần lên cao theo chiều cao của tháp và chôn vào trong bê tông cùng với khung cốt thép.

Ván khuôn gồm các tấm ván đơn chế tạo sẵn ghép lại với nhau thành tấm lớn có các nẹp tăng cứng liên kết vào ván đồng thời lắp sẵn giàn giáo làm sàn công tác. Khi nâng từng mảng ván lên đến cao độ thiết kế, trước tiên lắp sàn công tác vào phần bê tông đã đúc bằng thanh giằng chôn sẵn, tấm ván phía trên tựa lên thanh đứng của khung giàn giáo và giằng với mặt ván đối diện hoặc với bulông liên kết vào cột khung thép.

Các mảng ván nâng lên và ghép lại thành khuôn thông qua liên kết các phần khung nẹp lại với nhau.

Trường hợp thân tháp rộng bên trong, ván khuôn có hai lớp trong và ngoài, liên kết giữa hai lớp bằng bulông giằng xuyên qua chiều dày thành hộp.



Hình 1.10: Cấu tạo và cách lắp dựng ván khuôn leo theo khung chôn sẵn
 1 - ván khuôn; 2 - sàn công tác; 3 - thanh giằng; 4 - thanh chống tầng đơ;
 5 - cột thép chôn sẵn; 6 - liên kết giằng các cột thép; 7- thiết bị kéo nâng.

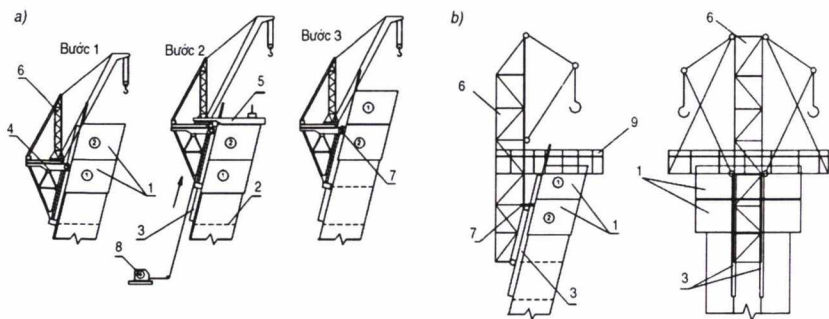
- Ván khuôn nâng bằng cần cầu leo và cần cẩu

Di chuyển ván khuôn gồm hai nấc: nấc một là di chuyển cần cầu chân cứng bằng cách trượt lên theo đường ray lắp vào các chi tiết chôn sẵn (bulông, thép chờ) trong bê tông thân tháp và kéo lên bằng hệ thống tời, múp có ròng rọc cố định treo vào dầm congxon lắp ở mặt cốt trên. Dầm này chỉ lắp khi di chuyển cần cầu sau đó tháo ra để đổ bê tông cốt tiếp theo. Nấc thứ hai là sử dụng cần cầu chân cứng để tháo dỡ ván khuôn theo từng mảng ván sau đó cầu đưa lên lắp cho cốt trên.

Biện pháp di chuyển này phù hợp với cột tháp dạng chữ A, chữ Y ngược và chữ H biến thể có hai bên nhánh cột xiên một góc so với phương thẳng đứng, mỗi bên nhánh cột bố trí một bộ ván khuôn và tổ chức thi công ở hai bên gần như đồng thời.

Ván khuôn gồm hai tầng để luân chuyển đúc hai đốt trụ tháp liền kề nhau, trong khi bê tông tầng trên chưa đủ thời gian bóc ván khuôn thì tháo tầng dưới đưa lên lắp để đúc đốt trên tiếp theo. Ván khuôn tầng dưới đỡ ván khuôn tầng trên.

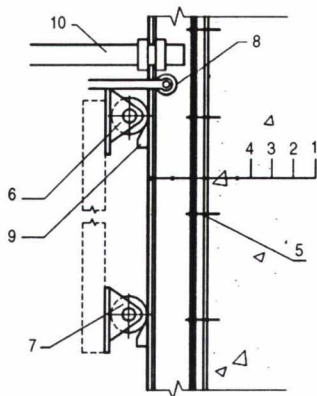
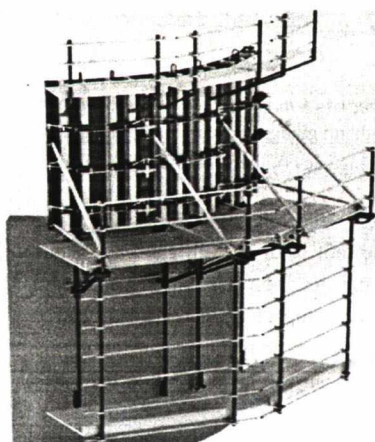
Đường ray trượt lắp vượt lên cả phần chưa dỡ ván khuôn và nối dài liên tục từ dưới lên đỉnh tháp, tại vị trí lắp đường ray trượt ván khuôn để lại và cấu tạo mỗi nối ở hai bên đường ray để tháo các mảnh còn lại của ván khuôn.



Hình 1.11: Cấu tạo và biện pháp di chuyển của ván khuôn leo bằng cần cầu kéo theo.

a) Trường hợp cần cầu chân cứng lắp trên giá trượt. b) Cần cầu lắp bằng các thanh vạm nâng.

- 1 - ván khuôn đốt đúc; 2 - thanh bulông giằng; 3 - đường ray trượt; 4 - giá trượt; 5 - dầm công xon; 6 - cần cầu chân cứng; 7 - hàm kẹp cố định cần cầu; 8 - tời kéo; 9 - sàn công tác.



Hình 1.12: Hệ thống trượt và hãm của giá trượt cần cầu chân cứng.

- 1 - bê tông cột tháp; 2 - ván khuôn; 3 - dầm I; 4 - ray; 5 - bulông neo; 6 - bánh xe trên; 7 - bánh xe dưới; 8 - bánh xe bên treo; 9 - guốc hãm; 10 - thanh ngang có hàm kẹp.