

CH- ƠNG 1

CÔNG NGHỆ

ĐÚC ĐẦY

M C L C

- 1.1. Các ph- ơng pháp đúc - đẩy cầu BTCT dự ứng lực
 - 1.1.1. Giới thiệu
 - 1.1.2. Phân loại các ph- ơng pháp lao đẩy dọc kết cấu nhịp dầm BTCT
 - 1.1.3. Trình tự và tiến độ thi công của ph- ơng pháp đúc đẩy
- 1.2. Các thiết bị và kết cấu phụ tạm phục vụ đúc đẩy
 - 1.2.1. Bộ chuẩn bị
 - 1.2.2. Mũi dẫn
- 1.3. Một số vấn đề kỹ thuật của ph- ơng pháp đúc đẩy
 - 1.3.1. Phân nhịp cầu
 - 1.3.2. Phân đoạn đúc thân dầm
 - 1.3.3. mặt cắt ngang dầm đúc - đẩy
 - 1.3.4. Cấu tạo các khối dầm đúc-đẩy
- 1.4. Nguyên tắc bố trí cáp dự ứng lực trong kết cấu nhịp đ- ợc đúc đẩy
- 1.5. Đúc bê tông các đốt dầm cho cầu đúc - đẩy
- 1.6. Trình tự tính toán thiết kế kết cấu nhịp đúc đẩy
- 1.7. Ví dụ cấu tạo dầm liên tục đúc đẩy

1.1. CÁC PH- ƠNG PHÁP ĐÚC - ĐẦY CẦU B.T.C.T DỰ ỨNG LỰC

1.1.1. Giới thiệu

Ph- ơng pháp đúc - đẩy thường đ- ợc áp dụng để thi công các kết cấu nhịp dầm liên tục nhiều nhịp với trị số nhịp dài nhất thường từ 30 đến 62m, mà chủ yếu là nhịp $L \leq 50m$.

1.1.1.1. Nội dung cơ bản của ph- ơng pháp đúc - đẩy

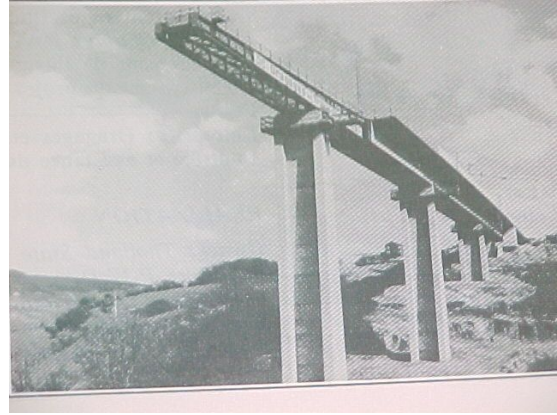
Kết cấu nhịp BTCT dự ứng lực đ- ợc đúc theo từng đốt (th- ờng có chiều cao không đổi trên bộ chuẩn bị đã đ- ợc xây dựng sẵn ở đoạn đ- ờng đầu cầu ngay sau mố, sau khi đúc thì lần l- ợt từng đốt này sẽ đ- ợc nối thành hệ thống liên tục với các đốt dầm đã đ- ợc đúc tr- ớc đó nhờ các cáp thép dự ứng lực. Kết cấu nhịp mới đ- ợc tạo ra sẽ đ- ợc đẩy dần ra sông để v- on tới các trụ cầu và tới bờ sông phía đối diện.

Nh- vậy quá trình thi công sẽ lặp lại nhiều lần công tác đúc rồi đẩy. Kết cấu nhịp đ- ợc tạo ra dần dần trong quá trình đó. Do vậy ph- ơng pháp này đ- ợc gọi là ph- ơng pháp đúc đẩy.

Để đảm bảo độ chính xác và ổn định trong quá trình đúc - đẩy cần phải chế tạo và xây dựng bộ chuẩn bị rất cứng, hầu như không biến dạng, không lún trên đoạn đỡ đầu cầu. Bộ chuẩn bị có thể làm bằng thép hoặc bê tông cốt thép với độ dài chừng 0,6 - 0,7 chiều dài của nhịp cần v-ợt.



nh 1. 1. Thi công đúc đẩy có dùng trụ tạm



nh 1.2 . Thi công cầu đúc đẩy

Để giảm bớt mô men uốn trong các mặt cắt dầm BTCT trong quá trình lao hăng ra, cần phải lắp mũi dẫn tạm thời vào đầu đốt thứ nhất của dầm. Mũi dẫn có thể làm bằng thép hoặc BTCT.

Cũng có thể dựng một khung cốt thép trên đỉnh dầm và đặt các dây căng xiên từ đỉnh cột tháp xuống một số mặt cắt dầm để tăng c-ờng cho dầm và để giảm độ võng ở đầu mút hăng trong quá trình đẩy dầm nhô hăng ra sông.

Trong suốt quá trình thi công các mặt cắt dầm phải chịu các nội lực lớn và nhiều lần đổi dấu vì sơ đồ tĩnh học của dầm thay đổi theo từng b-ớc thi công. Nội lực đó có thể khác về dấu cũng nh- trị số so với các nội lực tính toán tại các mặt cắt t-ong ứng trong giai đoạn khai thác. Do đó để tránh ứng suất kéo làm hỏng kết cấu bê tông lúc lao dọc, phải tìm cách tạo ra cho đ-ợc dự ứng lực nén đến mức độ hợp lý. Nhiều tr-ờng hợp ng-ời ta cố tìm cách tạo ra dự ứng lực nén đúng tâm trong quá trình lao dọc. Khi đó nên sử dụng các bó cốt thép dự ứng lực tạm thời mà có thể tháo lắp dễ dàng đ-ợc, do đó xuất hiện vấn đề tạo dự ứng lực ngoài.

Sau khi lao dọc xong, các bó cốt thép dự ứng lực ngoài tạm thời đó sẽ đ-ợc tháo dỡ đi, số l-ợng các bó cốt thép dự ứng lực tạm thời này và cách bố trí chúng tùy thuộc vào chiều dài nhịp lao hăng, chiều dài mũi dẫn và trọng l-ợng bản thân của dầm BTCT đ-ợc lao.

Khi lao dọc các kết cấu nhịp thép chúng ta th-ờng dùng bàn tr-ợt con lăn, hoặc xe rùa. Nh-ng để lao dọc kết cấu nhịp BTCT nặng nề không thể dùng các thiết bị đó đ-ợc mà phải dùng các thiết bị tr-ợt tiếp xúc đặt trên bộ đầu cầu và trên các đỉnh trụ.

Hiện nay ng-ời ta th-ờng dùng thiết bị tr-ợt kiểu tiếp xúc cấu tạo từ các tấm chất dẻo Teflon đặc biệt và các tấm thép nhẵn mạ Crôm.

Trong mỗi chu kỳ đúc - đẩy các đốt dầm ng-ời ta th-ờng dùng các kích thủy lực đặt trên các đỉnh trụ và trên các ụ tr-ợt để kích nâng dầm lên một chút nhằm lắp đặt hoặc thay thế các tấm chất dẻo Teflon và các tấm thép mạ Crôm, các kích nâng này th-ờng có sức nâng cỡ 500 - 1000 T.

Để lao dọc dầm BTCT không thể dùng biện pháp tạo lực kéo bằng tời - múp - cáp mà dùng biện pháp đẩy bằng các kích thủy lực đặt nằm ngang theo h-ớng dọc cầu, các kích này có b-ớc hành trình của Piston có thể đạt đến xấp xỉ 1000 mm. Lực đẩy của mỗi kích nằm ngang từ 100 - 300 tấn, tốc độ đẩy của kích từ 1,4 m/giờ đến 1,6m/giờ tùy từng loại kích.

1.1.1.2. Các - u điểm của ph-ong pháp đúc - đẩy

- Việc đúc các đốt dầm đ-ợc thực hiện trong điều kiện công x-ởng hoá trên nề đ-ờng đầu cầu, để kiểm tra hiệu chỉnh kịp thời để đảm bảo chất l-ợng đúc dầm
- Việc đúc dầm không chịu ảnh h-ởng của khí hậu, n-ớc lũ, mùa thời tiết
- Dầm và trụ có thể đ-ợc tiến hành thi công song song, nhờ đó có thể rút ngắn thời gian thi công chung của cả công trình cầu
- Công tr-ờng chiếm ít mặt bằng thi công, không đòi hỏi nhiều nhân công
- Không cần đến các thiết bị thi công loại lớn
- Các khe nối tiếp giữa các đốt dầm đảm bảo khít, chặt

1.1.1.3. Các điều kiện cơ bản để có thể áp dụng ph-ơng pháp thi công đúc đẩy

Nói chung có thể dùng ph-ơng pháp đúc - đẩy hợp lý trong những tình huống sau :

- Bán kính cong nằm ngang của cầu là không đổi hoặc bằng vô cùng (tr-ờng hợp cầu thẳng).
- Bán kính cong đứng của trắc dọc kết cấu nhịp là không đổi.
- Dầm cầu có chiều cao không đổi, dạng mặt cắt hình hộp hoặc cắt chữ TT (chữ T kép).

1.1.2. Phân lo i các ph-ơng pháp lao ẩ d c kết c u nh p dầm BTCT

Có 5 cách phân loại căn cứ vào các dấu hiệu sau:

1.1.2.1. Xét theo vào điều kiện thi công đúc các đốt dầm và đẩy ra

Toàn bộ việc đúc dầm rồi đẩy ra có thể đ-ợc tổ chức ở một phía đầu cầu hay ở cả hai phía. Nếu lao dọc từ hai phía cần phải thêm công việc hợp long ở giữa cầu. Nếu tổ chức thi công chỉ ở 1 đầu cầu sẽ có các -u điểm là khối l-ợng các kết cấu phụ tạm nh- bệ chuẩn bị v.v... giảm, đỡ tốn công vận chuyển bê tông t-ới, cũng đỡ tốn công tháo dỡ, thu dọn, sửa chữa và bảo d-ỡng thiết bị.

Việc tổ chức thi công đẩy dọc từ cả hai phía đầu cầu là hợp lý nếu cầu nhịp lớn, có các đoạn gập bờ là dầm liên tục còn đoạn giữa sông là dạng kết cấu nhịp lớn hơn và có dạng thức khác hơn nh- : cầu treo, cầu dầm thép, cầu dầm hoặc cầu khung có chiều cao mặt cắt thay đổi. Ph-ơng pháp này cũng thích hợp khi thời gian hạn chế, cần thi công nhanh mà lại có sẵn thiết bị, vật t-, nhân lực, hoặc khi nhịp giữa dài xấp xỉ gấp đôi nhịp biên khi mà cầu có số nhịp là lẻ.

1.1.2.2. Xét theo ph-ơng pháp làm giảm các ứng lực phát sinh lúc lao dọc

Có thể có những tình huống sau xảy ra :

- Sử dụng một mũi dẫn
- Sử dụng hệ dây treo xiên và cột tháp
- Làm các trụ tạm giữa các nhịp
- Thi công lao dọc với mặt cắt dầm ch- a hoàn chỉnh, sau khi lao dọc xong mới làm nốt phần mặt cắt còn lại (để làm giảm trọng l-ợng bản thân trong lúc lao dọc)
- Kết hợp các biện pháp nói trên với nhau

1.1.2.3. Xét theo ph-ơng pháp xử lý để bảo đảm vừa chịu đ-ợc các tải trọng thi công trong quá trình lao đẩy dọc và vừa chịu lực tốt khi khai thác cầu

Toàn bộ kết cấu nhịp đã làm xong trên đ-ờng đầu cầu sẽ đ-ợc đặt các bó cốt thép dự ứng lực rất lớn và dài suốt kết cấu nhịp. Chúng có thể xô dịch vị trí theo ph-ơng thẳng đứng lên trên hay xuống d-ới nhờ các thiết bị đặc biệt tùy tình huống trong từng thời điểm để chịu các ứng lực đổi dấu xuất hiện trong quá trình lao dọc, cũng nh- khi khai thác cầu.

Theo một phương pháp khác thì kết cấu nhịp được đúc dần từng đốt trên hệ chuẩn bị, sau đó kéo căng nhiều bó cốt thép dự ứng lực ngắn hơn và không quá lớn, chỉ đủ tạo ra trạng thái ứng suất có lợi cho việc lao dầm BTCT, các bó này thường chủ yếu được đặt thẳng. Sau khi kết thúc lao cầu thì một số cốt thép dự ứng lực khác lại được đặt thêm vào các vị trí khác sao cho kết cấu nhịp cầu đảm bảo đủ khả năng chịu lực trong giai đoạn khai thác, các cốt thép dự ứng lực đặt thêm trong đợt sau cùng này thường có dạng đường cong parabol bậc hai.

1.1.2.4. Xét theo cách thức đẩy dọc một cách gián đoạn

Trong quá trình lao đẩy dọc gián đoạn sẽ thực hiện lặp lại nhiều lần các thao tác sau đây:

- Đẩy dầm tiến lên một đoạn dài bằng độ dài hành trình của pistông của kích đẩy
- Kích nâng thẳng đứng kết cấu nhịp lên vài milimét để co rút phần di động của thiết bị trượt về vị trí xuất phát ở đầu đường trượt.
- Tiếp tục đẩy dầm tiến lên

Nếu lao đẩy dọc một cách liên tục thì giảm bớt được các thao tác kích nâng và kích hạ kết cấu nhịp, do đó thời gian co rút Pistông của kích đẩy lại để chuẩn bị đẩy tiếp đợt nữa rất ngắn và hầu như quá trình đẩy là liên tục.

Phương pháp này cũng có đặt các kích nâng để dự phòng dùng khi cần thiết.

1.1.2.5. Xét theo cách tạo lực đẩy dầm BTCT tiến lên

Có những hình thức sau đây thường được áp dụng :

- Đặt kích đẩy ở cuối bệ chuẩn bị và đẩy vào cuối kết cấu nhịp (hình 1-1a)
- Đặt kích đẩy di động cùng với đốt cuối của kết cấu nhịp và có dây căng với một đầu neo vào mố (hình 1-1, c)
- Đặt kích đẩy trên mố và truyền lực qua dây kéo, qua ụ neo tạm gắn trên dầm BTCT để làm dầm BTCT di chuyển (Hình 1-1, b).
- Đặt hàng loạt các kích đẩy trên mố, trên bệ chuẩn bị và thêm cả ở trên các trụ. Như vậy giảm được các lực đẩy ngang vào đỉnh trụ nên phải điều khiển cả hệ thống hoạt động nhịp nhàng bằng một hệ thống điện tử phức tạp (Hình 1-1, d, e).

1.1.3. Trình tự và tiến độ thi công của phương pháp đẩy

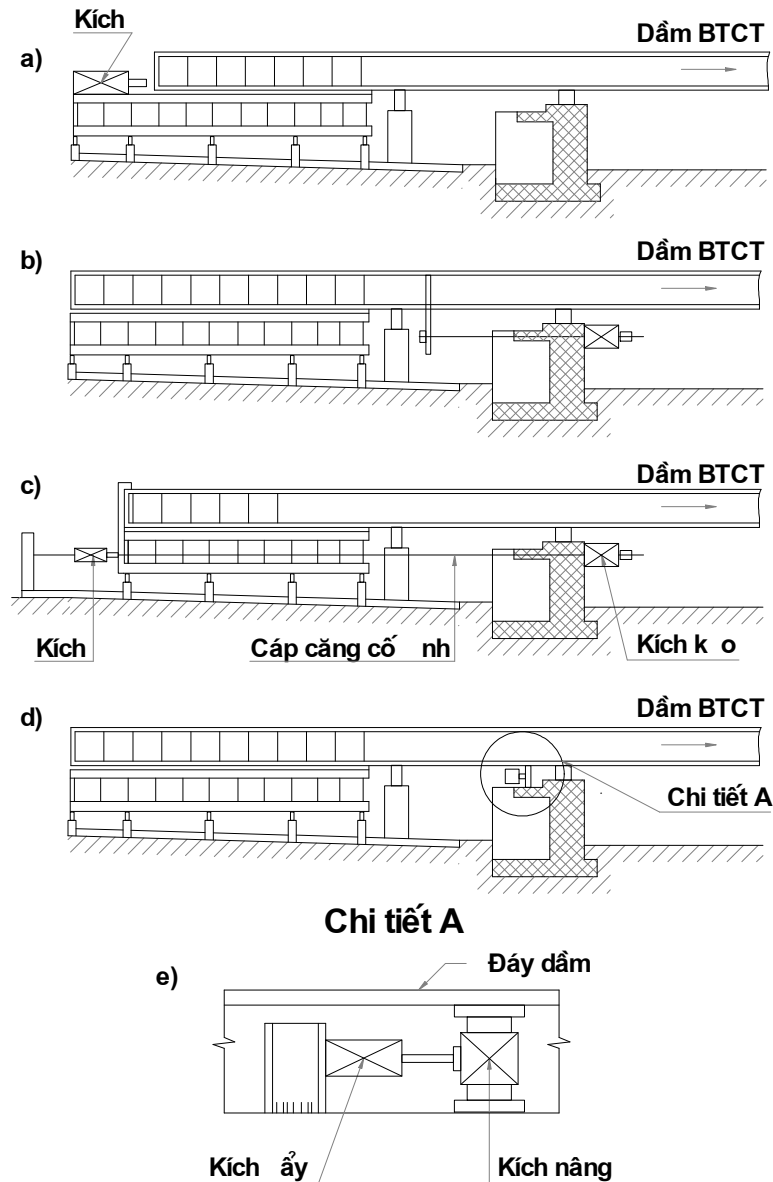
Nói chung trình tự thi công cầu theo phương pháp đúc đẩy như sau:

- 1- Xây dựng mố (đến phần đầu) và móng của bệ chuẩn bị với các ụ đỡ tạm thời.
- 2- Xây dựng các trụ cầu, bắt đầu từ trụ gần mố.
- 3- Lắp đặt các gối trượt tạm thời lên các trụ mố và các ụ đỡ gối trượt.
- 4- Lắp hệ ván khuôn với các kích nâng thủy lực của nó.
- 5- Lắp mũi dẫn thép hoặc BTCT tựa lên các gối trượt tạm thời và hãm giữ cho cố định.
- 6- Lắp đặt hệ thống tạo lực đẩy.
- 7- Đúc bê tông đốt thứ nhất của dầm cầu BTCT ngay sau mũi dẫn thép.
- 8- Khi bê tông của đốt thứ nhất đã đạt đến đủ cường độ thì tiến hành kéo căng các cốt thép dự ứng lực tạm thời để nối mũi dẫn thép với đốt thứ nhất của dầm.
- 9- Kéo căng các cốt thép thẳng cường độ cao rồi tháo hạ ván khuôn.
- 10- Lao đẩy đốt thứ nhất ra khỏi bệ.
- 11- Chuẩn bị cốt thép, ván khuôn để chế tạo đốt tiếp theo của dầm cầu.
- 12- Các bước 9-10-11 được lặp lại nhiều lần để thi công và đẩy từng đốt dầm.
- 13- Khi đốt cuối cùng đã đúc xong, được kéo căng cốt thép xong và đẩy ra vị trí cuối cùng của nó cũng tức là lúc lao xong kết cấu nhịp. Khi đó sẽ tháo bỏ mũi dẫn.
- 14- Lắp đặt các gối cầu vĩnh cửu trên các trụ.

15- Kéo căng các bó cốt thép cong parabol, đó là các cốt thép dự ứng lực cần đ- ợc thêm vào để kết cấu nhịp đủ khả năng chịu lực khi khai thác.

16- Làm nốt tường đầu của mố cho đến chiều cao thiết kế và đặt khe biến dạng, hoàn thiện đ- ờng hai đầu cầu.

17- Hoàn thiện hệ thống thoát n- ớc, lớp phủ mặt cầu, vỉa hè, lan can, v.v...



Hình 1.1. Các ph- ơng pháp lao đẩy dọc kết cấu nhịp dầm BTCT DUỖ

Tiến độ thi công đúc - đẩy th- ờng đ- ợc bố trí sao cho mỗi tuần lễ là một chu kỳ thi công hoàn chỉnh một đốt dầm. Tuy nhiên cũng có những cách làm khác tùy điều kiện cụ thể về trình độ và thiết bị, v.v...

Sau đây là một ví dụ điển hình về tiến độ thi công trong 1 tuần:

- Thứ hai: + Kéo căng các cốt thép thẳng dự ứng lực
+ Đẩy dầm ra thêm một đốt
+ Chuẩn bị ván khuôn cho đốt tiếp theo
+ Lắp đặt các cốt thép
- Thứ ba: + Lắp đặt cốt thép bản đáy hộp và thành hộp

- Thứ tư : + Lắp ván khuôn phía trong của thành hộp
- Thứ năm: + Tháo dỡ ván khuôn phía trong của thành hộp
+ Lắp ván khuôn của bản mặt cầu (bản nắp hộp)
+ Đặt cốt thép bản mặt cầu (bản nắp hộp)
- Thứ sáu: + Đặt cốt thép bản mặt cầu
+ Đổ bê tông bản mặt cầu
- Thứ bảy và chủ nhật:
+ Bảo dưỡng bê tông

1.2 CÁC THIẾT BỊ VÀ KẾT CẤU PHỤ TẠM PHỤC VỤ ĐÚC ĐẦY

Trong công nghệ đúc - đẩy, có những vấn đề đặc biệt về cấu tạo và thiết bị, điển hình là những vấn đề sau :

- Cấu tạo của bệ chuẩn bị (nền móng, dầm bệ, ụ bệ).
- Cấu tạo ván khuôn và hệ kết cấu phụ tạm phục vụ việc tháo lắp ván khuôn.
- Cấu tạo các ụ tr-ợt và thiết bị tr-ợt đặt trên ụ tr-ợt.
- Giải pháp kê độn đ-ờng tr-ợt đối với dầm có chiều cao mặt cắt thay đổi.
- Cấu tạo các thiết bị đẩy và dẫn h-ớng, nâng hạ kết cấu nhịp.
- Hệ thống đo đạc ứng suất, chuyển vị và phản lực xuất hiện trong dầm tại các ụ tr-ợt trên mố và thân trụ.
- Hệ thống điều khiển đồng bộ các thiết bị.
- Cấu tạo mũi dẫn và liên kết mũi dẫn vào đầu đốt dầm thứ nhất.
- Cấu tạo hệ cột tháp và dây căng xiên tạm thời để tăng c-ờng dầm lúc thi công lao dọc.
- Cấu tạo các ụ neo và bó cốt thép dự ứng lực ngoài tạm thời để tăng c-ờng dầm trong lúc lao dọc.
- Cấu tạo các bộ phận nối, các mẫu neo của các đoạn cốt thép dự ứng lực trong các đốt dầm đ-ợc tạo ra dần dần trong quá trình thi công.

1.2.1. Bệ chuẩn bị

Trên bệ chuẩn bị sẽ thực hiện các công việc sau:

- Đúc các đốt dầm,
- Kéo căng các đốt thép
- Kịch đẩy kết cấu nhịp.

Do đó bệ này phải chịu trọng l-ợng bản thân, trọng l-ợng các đốt dầm và lực đẩy dọc do các kích thủy lực gây lên vì các kích này đ-ợc liên kết với cuối bệ.

Độ chính xác và ổn định của các đốt dầm đúc trên bệ phụ thuộc vào trắc dọc của bệ chuẩn bị, độ bền và tính không biến dạng học của kết cấu bệ đ-ối tác động của trọng tải trong mọi giai đoạn thi công các đốt dầm.

nh 1.3. Kịch đẩy



Bệ đỡ làm ở sau mố, trên nền đ-ờng đắp đầu cầu. Độ lún của nền đắp đầu cầu có ảnh hưởng quyết định đến sự thay đổi trục dọc của bệ. Bệ chịu ứng lực thay đổi theo thời gian.

Các kết cấu chịu lực của bệ chuẩn bị đ-ợc làm bằng BTCT hay bằng cốt thép.

Do sự liên kết lệch tâm của các thiết bị tr-ợt với bệ chuẩn bị nên bệ này phải chịu kéo lệch tâm ở phần cuối của bệ. Các ứng lực lớn nhất xuất hiện ngay d-ới các vị trí liên kết các thiết bị đẩy, vì vậy phần cuối của bệ phải đ-ợc tăng c-ờng.

Trong những tr-ờng hợp khi mà nền đ-ờng đắp bằng cát đã đ-ợc ổn định một năm tr-ớc khi đúc các đốt dầm thì biến dạng của bệ chuẩn bị rất nhỏ và hầu nh- không ảnh hưởng đến trục dọc của các đốt dầm đang đ-ợc đúc ở trên bệ.

Cần l-u ý là dù đầm chặt nền đất đến hệ số 0.98 thì vẫn không đảm bảo sự không biến dạng của bệ chuẩn bị, bởi vì từ 2/3 đến 3/4 độ lún của nền đất đắp đầu cầu không phải là do đất đắp mà do nền bên d-ới nó. Nếu bệ nằm trên nền đất mới đắp cao hơn 6-8m thì phải có móng cọc cho bệ này.

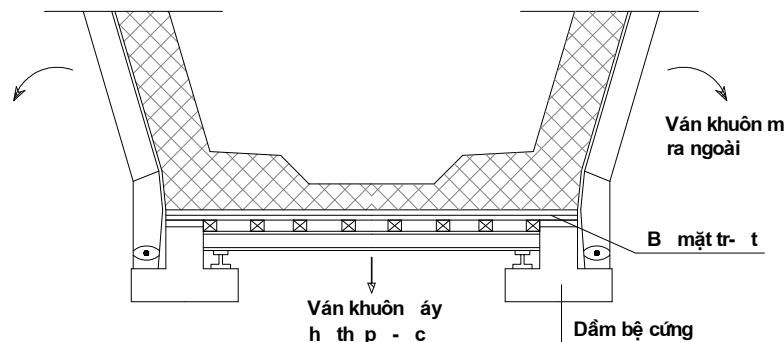
Chiều dài của bệ chuẩn bị nói chung phải đủ để đúc bê tông đ-ợc đốt dài nhất bằng xấp xỉ 1/2 chiều dài nhịp lao hằng nhất. Nhiều cầu đã làm bệ dài bằng 0,6 - 0,7 chiều dài của nhịp dài nhất.

Chiều cao của bệ so với mặt đất phải đủ để dễ dàng hạ tháo ván khuôn đáy của các đốt đã đúc xong sao cho việc lao dọc đ-ợc thực hiện thuận tiện. Ván khuôn đáy có thể đặt trên đỉnh hệ mạng dầm thép, hệ này có thể đặt trên các kích thủy lực để có thể điều chỉnh nâng hay hạ tùy tình huống thực tế. Mặt cắt của hệ mạng dầm thép ở chỗ có bề mặt tr-ợt phải đủ cứng để đảm bảo độ chính xác của ván khuôn, trong suốt quá trình thi công không bị biến dạng quá mức $\pm 1,5$ mm.

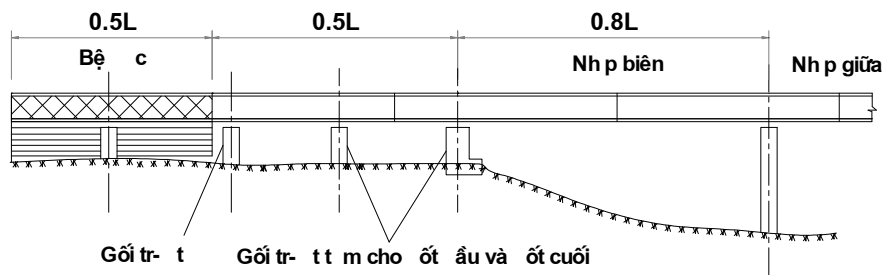
Chiều dài của bệ chuẩn bị có thể đ-ợc chia thành 2 đoạn. Đoạn phía sau cách xa mố hơn dùng để đổ bê tông phần bản đáy hộp của mỗi đốt, đoạn này có ván khuôn đáy tựa trên các kích thủy lực để có thể hạ ván khuôn đáy. Đoạn phía tr-ớc của bệ dùng để đúc bê tông phần thành hộp và bản nắp của mỗi đốt.

Để đảm bảo cho hệ đủ cứng, không biến dạng, không lún có thể phải đặt bệ trên các móng cọc đóng sâu vào nền đ-ờng đầu cầu. Cũng có thể thay hệ mạng dầm thép của bệ bằng hệ dầm bê tông cốt thép đúc tại chỗ, nh- vậy có thể tốn kém hơn vì sau mỗi khi thi công xong phải bỏ lại.

Khi thi công một số cầu ng-òi ta đã làm các ụ tr-ợt nhô cao dài 0,6-1,0m, rộng 0,4-0,5m trong phạm vi chiều dài của bệ chuẩn bị. Các ụ tr-ợt này cách nhau 3-5m. Trên bề mặt các ụ đặt các gối tr-ợt tạm thời mà tấm thép trên cùng của nó làm nhiệm vụ ván khuôn đáy hộp của nó ở đó. Đầu bệ đ-ợc bố trí lùi lại sau mố từ 8-20m đủ để có thể lắp mũi dẫn trên khoảng đó, trên khoảng này, cần đặt một vài ụ tr-ợt nữa.



Hình 1-2 : Sơ đồ bố trí ván khuôn dầm đúc-đẩy



Hình 1-3 : Vị trí các gối tr-ợt, bệ đúc, móng, trụ

1.2.2. Mũi dẫn

Khi thi công lao động thường dùng các kết cấu phụ tạm phục vụ thi công như: mũi dẫn, các trụ tạm..., nhằm giảm bớt và điều chỉnh các ứng lực xuất hiện trong kết cấu nhịp lúc thi công. Các ứng lực này khác với ứng lực lúc khai thác cầu cả về trị số và về dấu. Nhờ có các kết cấu phụ tạm mà tránh được việc phải tăng kích thước mặt cắt dầm hoặc tốn thêm cốt thép mà chỉ để chịu các ứng lực lúc thi công.

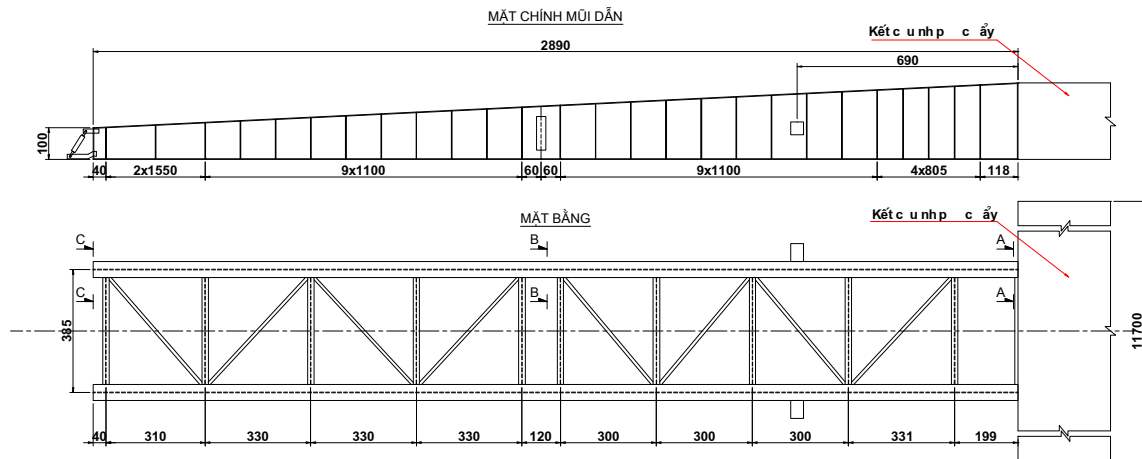
Đối với mỗi điều kiện cụ thể của từng cầu và tùy thiết bị vật tư, tay nghề sẵn có của đơn vị thi công, các kết cấu phụ tạm được chọn trên cơ sở so sánh nhiều phương án để tìm cấu tạo hợp lý nhất. Cấu tạo của các kết cấu phụ tạm rất đa dạng.

Mũi dẫn có thể làm bằng thép hoặc bằng BTCT dự ứng lực, có thể được dùng độc lập hoặc kết hợp với hệ cột tháp - dây treo xiên, hoặc kết hợp với hệ thống trụ tạm. Tuy nhiên rất nhiều cầu đã được thi công mà chỉ dùng mũi dẫn thép. Cách làm này có các ưu điểm sau đây:

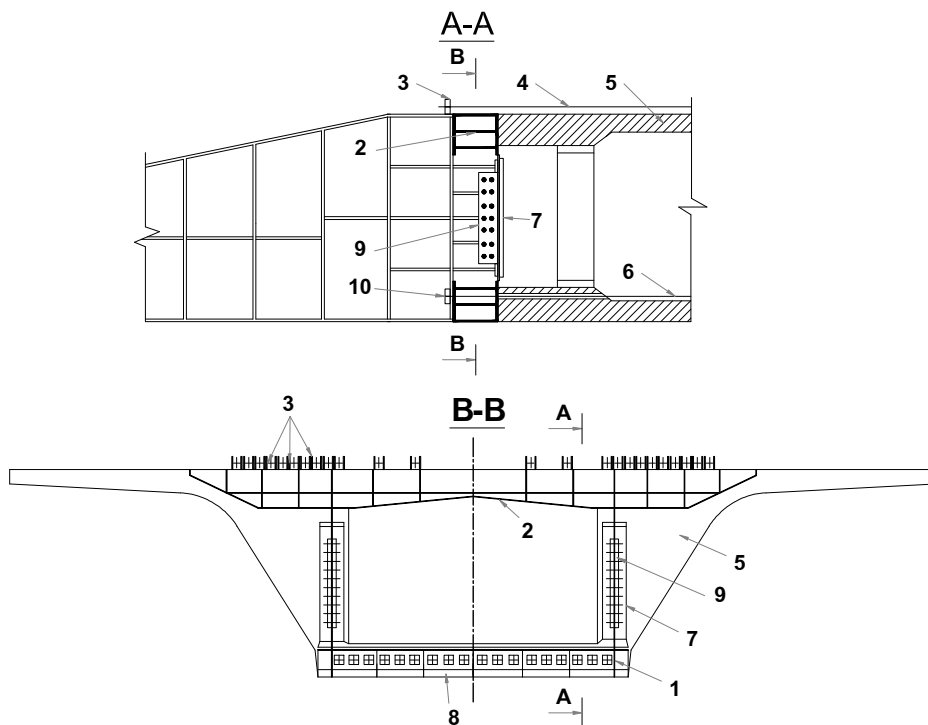
- Chế tạo mũi dẫn tương đối đơn giản từ các kết cấu dầm giáo, thép hoặc dầm thép phụ tạm sẵn có, cũng có thể làm riêng loại mũi dẫn để sử dụng cho nhiều cầu.
- Giá thành không cao, dễ tháo-lắp, vận chuyển đến công trường dù đường xấu.
- Dễ dàng nối ghép với dầm BTCT dự ứng lực cần lao động, cũng dễ tháo dỡ chúng.
- Không cần bảo dưỡng mũi dẫn trong quá trình lao động.

Các vấn đề liên quan đến thiết kế mũi dẫn bao gồm:

- Chọn chiều dài hợp lý cho mũi dẫn:
 - + Xét về mặt chịu lực trong quá trình kích dầm cầu, lấy bằng $2/3$ của khẩu độ nhịp là thích hợp.
 - + Chiều dài hợp lý của mũi dẫn là làm sao để mômen âm cực đại phát sinh trong dầm khi kích dầm (tải trọng thời kỳ đầu) bằng mômen âm tại gối trong giai đoạn khai thác cầu.
 - + Có thể lấy trong khoảng $(0,65 \div 0,7)L_{max}$, phải qua tính toán so sánh mà xác định



Hình 1-4, a: Sơ đồ cấu tạo mũi dẫn



Hình 1-4, b: Ví dụ cấu tạo nối tạm thời giữa mũi dẫn và đầu dầm BTCT đầu tiên

- 1- Dầm chính của mũi dẫn; 2- Đà ngang tựa của bản cánh trên
- 3- ụ neocác cáp liên kết ở bản cánh trên; 4- cáp liên kết ở bản cánh trên
- 5- Dầm bê tông cốt thép; 6- cáp liên kết ở bản cánh d-ới
- 7- Thép chờ; 8- Đà ngang tựa của bản cánh d-ới
- 9- Bản táp mối nối bụng dầm I của mũi dẫn với đầu dầm BTCT
- 10- Mấu neo cáp liên kết

- Chọn độ cứng của mũi dẫn :

+ Phân tích về mặt chịu đựng của dầm: khi kích đẩy trong dầm xuất hiện hai lần mômen âm cực trị, cực trị lần đầu (cực trị 1) xuất hiện khi mũi dầm tới sát trụ phía tr-ớc mà ch- a đặt lên trụ, khi dầm dẫn đã gác lên trụ, mômen âm giảm hẳn, sau đó dầm càng tiến lên, mômen âm dần dần lại tăng lên cho tới một vị trí nào đó thì xuất hiện cực trị lần thứ hai (cực trị 2).

Độ cứng của dầm dẫn lớn thì cực trị 1 lớn, cực trị 2 nhỏ, ngược lại độ cứng dầm dẫn nhỏ thì cực trị 1 nhỏ, cực trị 2 lớn. Xét về mặt chịu lực, độ cứng của dầm dẫn phải chọn sao cho để

cực trị giảm nhỏ, đồng thời cực trị 1 và cực trị 2 gần bằng nhau. Căn cứ vào yêu cầu đó, tỷ lệ độ cứng thích hợp là $1/9 \div 1/15$

1.3. MỘT SỐ VẤN ĐỀ KỸ THUẬT CỦA PHƯƠNG PHÁP ĐÚC ĐẪY

1.3.1. Phân nh p cầu

Trong quá trình đ- ọc lao dọc, dầm BTCT không ngừng biến đổi sơ đồ chịu lực, nghĩa là nội lực trong dầm không ngừng biến đổi, trị số của nhịp dài nhất sẽ quyết định nội lực lớn nhất trong dầm. Khi một mặt cắt nào đó phải v- ợt qua nhịp lớn nhất của cầu thì nội lực lớn nhất của mặt cắt đó đều do độ dài của nhịp này quyết định. Bởi vậy cách phân nhịp cho cầu một cách hợp lý kinh tế nhất là làm cho các nhịp dài bằng nhau.

Trong tr- ờng hợp phải v- ợt một khẩu độ đặc biệt lớn, thì có thể bố trí trụ tạm để trong giai đoạn thi công lao dọc thì dầm phải v- ợt qua các nhịp với chiều dài gần bằng nhau.

Tại các nhịp sát với bãi đúc dầm đầu bờ trong phạm vi $(1, 3 - 1, 5) L_{max}$ nên bố trí 2-4 nhịp có khẩu độ t- ơng đối nhỏ để mômen dầm phải chịu sẽ tăng dần từ phía bờ ra phía ngoài sông.

Biện pháp thực hiện có thể nh- sau:

- Lợi dụng các khẩu độ nhỏ của các nhịp cầu dẫn
- Bố trí các trụ tạm

Mục đích của các biện pháp đó là:

- Đảm bảo cho dầm thẳng bằng, ổn định
- Không để cuối dầm phát sinh góc quay, đảm bảo chỗ khe tiếp giáp nối bê tông không phát sinh gãy góc.

- Trong quá trình kích dầy, các đoạn dầm mới đúc đầu tiên đi qua vài khẩu độ nhỏ, mômen phải chịu sẽ tăng dần từ nhỏ đến lớn, có thể tăng dần số l- ợng các bó cáp dự ứng lực, tránh đ- ọc việc phải căng kéo một lúc nhiều bó cáp dự ứng lực ngay trong lúc tuổi bê tông của cốt dầm còn ít ngày, giảm bớt ảnh h- ớng bất lợi của từ biến, giảm đ- ọc số l- ợng căng kéo đầu nối các bó cáp dự ứng lực.

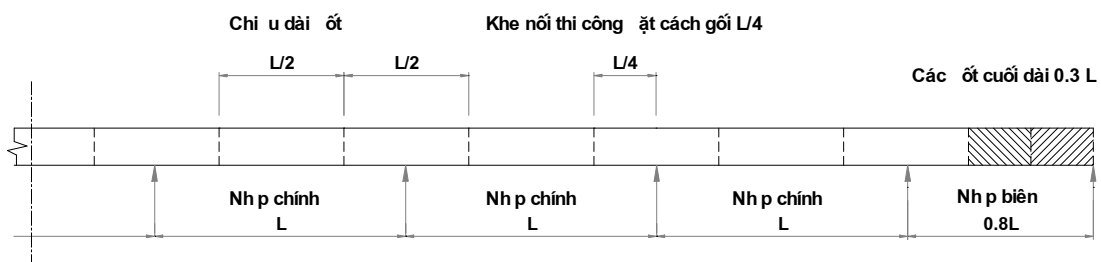
1.3.2. Phân o n c thân dầm

- Khi lựa chọn cách phân đoạn, phải tránh bố trí khe nối các đốt vào vị trí có trị số mômen lớn nhất M_{max}

- Tránh vị trí M_{max} nh- ợng phải đồng thời xét đến tình trạng chịu lực trong giai đoạn thi công và tình trạng sau khi lao dầm xong, mà chủ yếu là xét đến các tình huống khi kích dầy

- Trong tr- ờng hợp điều kiện thi công cho phép (năng lực cung cấp bê tông, thời gian đúc liền một mạch), để đẩy nhanh tiến độ thi công, các đoạn dầm nên có độ dài lớn một chút càng tốt.

- Nói chung theo kinh nghiệm, các đoạn đúc sẵn lên bằng $1/3 - 1/4$ chiều dài nhịp



Hình 1-5: Sơ đồ phân đoạn để đúc bê tông của dầm đúc dầy

1.3.3. Mặt cắt ngang dầm c - ấy

Dạng mặt cắt hình hộp có các thành nghiêng thường được dùng vì các lý do sau:

- Có vẻ đẹp kiến trúc và dạng l-u tuyến khi xét về mặt khí động học
- Giảm bớt được kích thước trụ móng và tạo vẻ đẹp thanh thoát, giảm sức cản dòng nước của trụ móng.

- Đảm bảo bề rộng phân xe chạy thông thường nhất (từ 7m đến 11,5m)

- Thuận tiện bố trí các thiết bị bề, kích, ụ tr-ợt, mũi dẫn, v.v... phục vụ thi công đúc - đẩy dọc

Độ nghiêng của thành hộp được lựa chọn căn cứ vào các điều kiện cụ thể và điều kiện thi công. Ngoài ra, chiều rộng của đáy hộp được chọn có xét đến khổ phân xe chạy, độ lớn của mô men xoắn, hình dạng và kết cấu của mũ trụ, điều kiện đặt gối cầu. Nói chung có xu hướng giảm chiều rộng đáy hộp.

Chiều cao dầm hộp được chọn tùy theo chiều cao kiến trúc cho phép của cầu tương ứng điều kiện bố trí tổng thể của cầu, yêu cầu về bố trí các thiết bị thông tin trong lòng hộp dầm, yêu cầu về vẻ đẹp kiến trúc. Nói chung chiều cao dầm nên được lấy không đổi, tuy nhiên cũng có thể dùng loại dầm có chiều cao thay đổi, nhưng mức độ thay đổi không nên quá lớn, quá phức tạp dẫn tới nhiều khó khăn trong tính toán.

Trong trường hợp trụ cầu rất cao thì chiều cao kiến trúc hộp được coi là hợp lý nhất bằng $1/17$ trị số nhịp dài nhất. Nếu trụ cầu không cao thì để tạo vẻ đẹp nên lấy $h = 1/20$ trị số nhịp dài nhất.

Chỗ mặt cắt gãy góc nên bố trí vách nối quá độ, bộ phận vách đỡ này có thể bố trí bó thép, cần chú ý đến cường độ nách đỡ phía dưới (điểm tác dụng lực kích đẩy). Nếu mặt cầu rộng, dầm nặng, nên chia thành hai dầm hộp riêng rẽ, mỗi hộp sẽ được thi công lao đẩy lần lượt riêng rẽ. Cuối cùng sẽ thi công bản mặt cầu ở chỗ nối giữa hai hộp dầm nói trên (nói chung mặt cầu rộng quá 8-10 mét, có thể chia làm hai hộp kích đẩy riêng rẽ).

Vách ngăn ngang : mỗi đoạn dầm có thể bố trí một vách ngăn ngang, Riêng chỗ sẽ đặt gối tựa của kết cấu nhịp, do vách ngăn ngang phải chịu phản lực gối rất lớn nên cần phải dày hơn một chút (có thể đến 80 cm), còn cách vách ngăn thông thường chỉ cần dày 25cm là được. Trên các vách ngăn thường bố trí các lỗ rộng đủ để cho người đi, hoặc để luồn dây cáp điện, ống dẫn khí, ống dẫn nước. v.v...

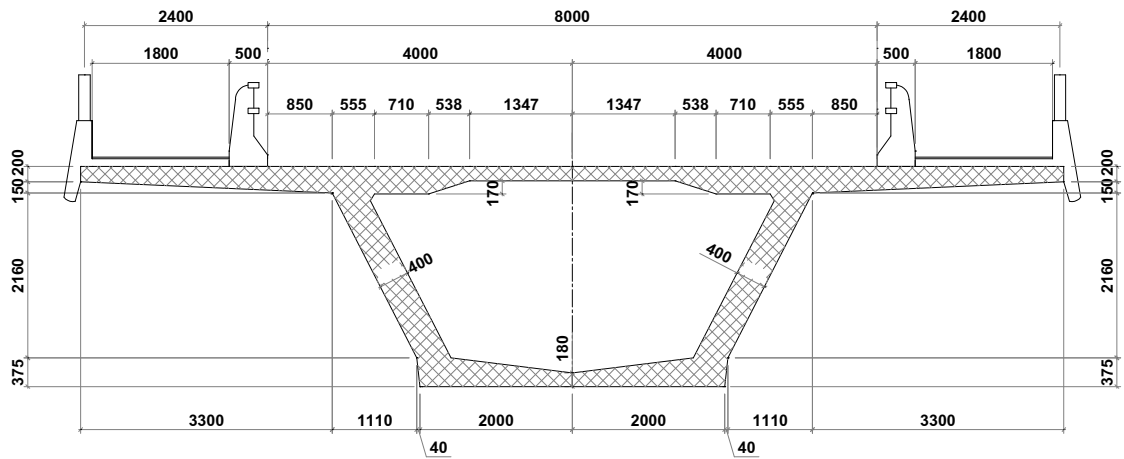
Do yêu cầu bố trí các bó cốt thép dự ứng lực, cần phải bố trí bản rãnh c-a với kích thước đảm bảo đủ chịu lực cắt và yêu cầu đỡ kích căng kéo. Phía trước bản rãnh c-a, vì có lực kéo do căng kéo dự ứng lực gây ra, cần bố trí dày đặc cốt thép để tăng cường.

Cũng cần xét tới việc bố trí các rãnh rãnh c-a, các lỗ để cốt thép đi qua vách ngăn trong hộp, cần thiết cho việc căng kéo các bó cốt thép dự ứng lực tạm.

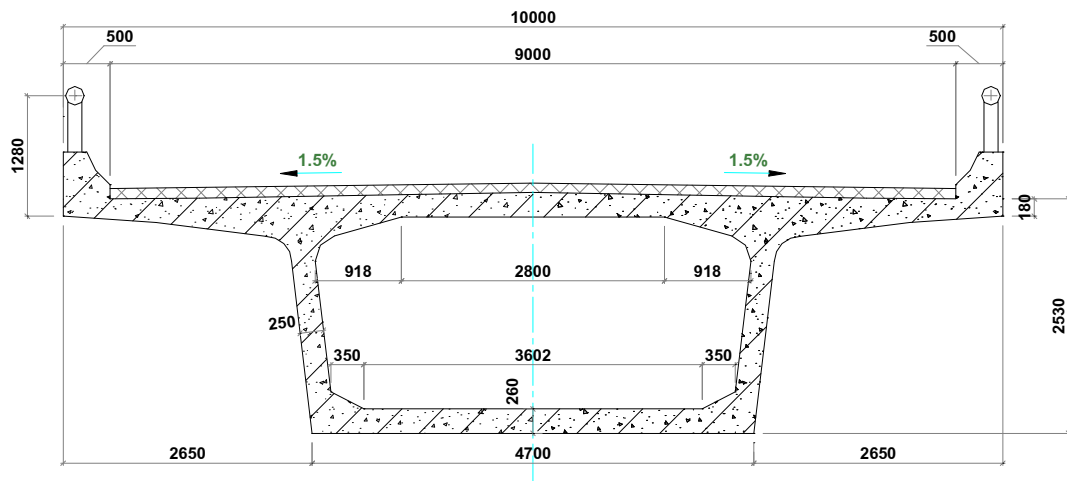
Các vách ngăn giữa hai hộp có thể bố trí cùng một chỗ với vách ngăn trong hộp, liên kết trong- ngoài thành 1 tầng liên tục, nhưng cần tăng thêm cốt thép thường ở đó để tăng cường độ cứng chống xoắn.

Via hè có thể đặt trên các bản nắp hộp hoặc trên các bản đặt sau nhô hẫng ra trên bản nắp hộp.

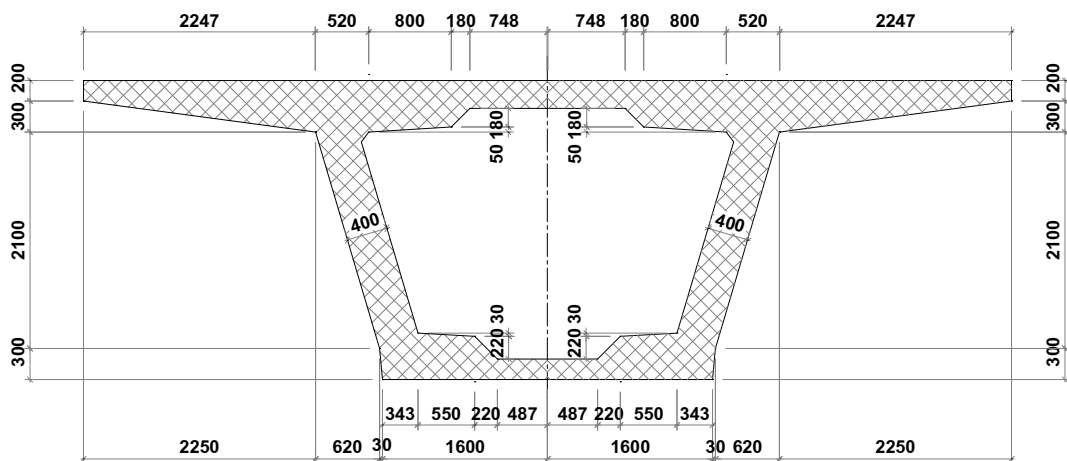
Hình dạng và kích thước bao ngoài của mặt cắt ngang được giữ nguyên theo dọc chiều dài kết cấu nhịp để thuận tiện cho thi công đúc - đẩy. Ngược lại, hình dạng, kích thước thường bao trong lòng hộp có thể thay đổi dọc theo chiều dài kết cấu nhịp để tăng giảm chiều dày, các bản đáy, sườn hộp, nắp hộp cho phù hợp với tình trạng chịu tải của kết cấu nhịp cũng như yêu cầu cấu tạo mấu neo, ụ đỡ, kích.



Hình 1-6, a. Mặt cắt ngang điển hình hình dầm đúc đẩy nhịp 35 m



Hình 1.6, b. Mặt cắt ngang điển hình hình dầm đúc đẩy nhịp 42, 5 m



Hình 1.6, c. Mặt cắt ngang điển hình hình dầm đúc đẩy nhịp 49 m

1.3.4. C u t o các khối dầm c- ậy

Nói chung các khối dầm trong lúc đúc hoặc đẩy dọc th- ờng có dạng mặt cắt đã chế tạo hoàn chỉnh. Tuy vậy một số cầu đặc biệt đã có mặt cắt h- ỡ hình lòng máng trên một phần hoặc trên toàn chiều dài kết cấu nhịp ở thời kỳ đúc và đẩy dọc, sau khi đẩy xong mới đúc một phần bản nắp hộp còn lại, nhằm làm giảm trọng l- ợng bản thân của kết cấu nhịp khi lao dọc.

Cách bố trí cốt thép dự ứng lực (đặt h- ỡ trong rãnh hay đặt trong ống kín chừa sẵn, đặt thẳng hay đặt cong) và cấu tạo mấu neo, hộp nối neo đều ảnh h- ưởng tới việc chọn cấu tạo khối hộp dầm. Nhiều cầu đã đặt cáp dự ứng lực thẳng trong rãnh h- ỡ, có các ụ neo bằng thép đ- ợc liên kết chặt vào bề mặt của bản đáy hộp, bản nắp hộp và cửa thành hộp. Nhiều cầu khác có cốt thép dự ứng lực ngoài, nằm bên ngoài bề mặt bê tông khối hộp nh- ờng đ- ợc bảo vệ bởi các ống polyetylen mật độ cao và đ- ợc bơm vữa lấp lòng ống sau khi căng cốt thép, có dùng ụ neo BTCT đ- ợc liên kết vào hộp dầm nhờ các bu lông c- ờng độ cao xuyên qua thành hộp.

Chiều dài thành hộp đ- ợc lấy trong khoảng 25-40cm, đốt dầm trên trụ phải có chiều dài thành lớn hơn các đốt khác. Chiều dài bản đáy 18-25cm, riêng các vị trí đặt ụ neo cần có chiều dài đến 30cm. Bản nắp hộp dày trung bình 12 - 24cm. Cốt thép th- ờng của hộp dầm đ- ợc bố trí sao cho đủ chịu đ- ợc các tác động lực làm uốn bản và uốn thành dầm ngoài mặt phẳng của chúng cũng nh- chịu lực cắt trong dầm hộp. Các lực này xuất hiện do sự làm việc không gian của toàn kết cấu nhịp d- ới hoạt tải thẳng đứng, dầm hộp th- ờng bị xoắn do hoạt tải đặt lệch tâm, . Riêng tại chỗ đặt mấu neo còn phải bố trí cốt thép th- ờng theo yêu cầu chịu ứng suất cục bộ rất lớn do dự ứng lực gây ra.

Khi chỉ đặt cốt thép dự ứng lực thẳng nằm trong bản nắp hộp và đáy bản hộp thì để tránh xuất hiện các vết nứt trong các thành hộp do ứng suất kéo chủ, cần phải dự kiến tăng chiều dài thành hộp ở một số đoạn dầm cần thiết và tăng số l- ợng cốt đai th- ờng hoặc bố trí cốt đai dự ứng lực ở đó.

Cáp dự ứng lực đ- ợc đặt trong các ống thép nh- ờn l- ợn sóng mềm, các ống này đ- ợc đặt trong ván khuôn dầm từ tr- ớc lúc đổ bê tông đúc dầm, nh- vậy các cốt thép đ- ợc bảo vệ chống rỉ tốt.

Đối với những cầu rộng có hai hộp cạnh nhau thì để tạo đ- ợc độ dốc ngang mặt cầu, có thể dùng các hộp có thành cao khác nhau và bản đáy hộp nằm ngang. Tuy nhiên khi đó sự bố trí cốt thép dự ứng lực dọc sẽ phức tạp hơn. Do đó ng- ời ta th- ờng làm các khối hộp có chiều cao thành giống nhau và tạo độ dốc ngang mặt cầu bằng cách tạo ra độ cao khác nhau của các bệ kê gối khác nhau.

Nh- vậy trong quá trình đẩy dọc có thể vẫn giữ cho đáy bản đáy nằm ngang, nh- ờng sau khi lao dọc xong thì dùng các kích để làm nghiêng ngang toàn bộ dầm nhằm đạt độ dốc ngang chừng 2% trên bề mặt bản phân xe chạy.

Trong quá trình thi công đúc-đẩy, ng- ời ta th- ờng sử dụng một bộ ván khuôn đúc chomọi đoạn dầm với chiều dài bằng khoảng nửa chiều dài nhịp giữa cầu để tiết kiệm. Khe nối giữa các đốt dầm khi đó th- ờng bố trí ở khoảng 1/4 nhịp thì hợp lý nhất về mặt trạng thái ứng suất và về thuận tiện cho việc cấu tạo dầm.

Chiều dài nhịp biên nên lấy không dài quá 0, 75 chiều dài nhịp giữa, nh- vậy để v- ợt qua nhịp biên cần chừng chiều dài của một đốt r- ời dầm, còn để v- ợt qua các nhịp khác thì đều cần hai đốt dầm.

Nếu chọn chiều dài đốt càng dài càng làm tăng thêm trọng l- ợng của các thiết bị để đổ bê tông đốt dầm và phải làm bộ chuẩn bị quá dài. Còn nếu chọn chiều dài đốt quá ngắn thì nhịp thi công sẽ bị chậm lại.

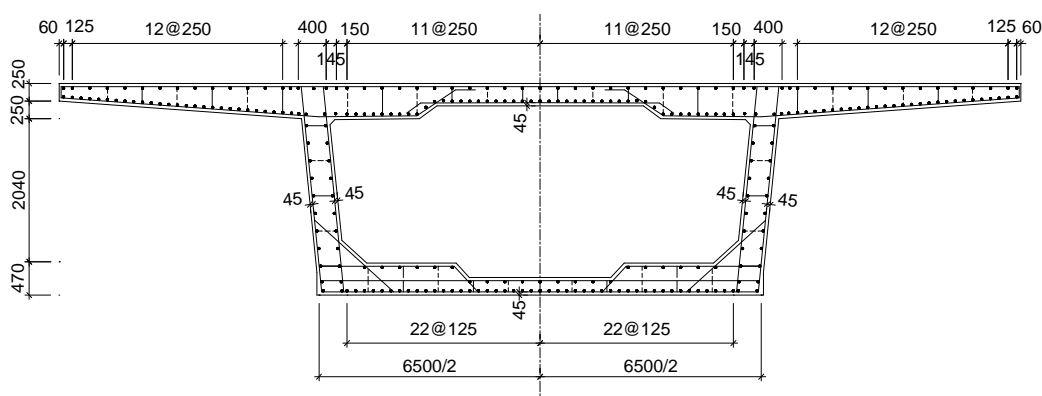
1.4. NGUYÊN TẮC BỐ TRÍ CÁP DỰ ỨNG LỰC TRONG KẾT CẤU NHỊP Đ- ỢC ĐÚC ĐẦY

Do đặc điểm của quá trình lao động đẩy dọc dầm BTCT, trong các mặt cắt dầm lúc đẩy dọc xuất hiện các mô men uốn khác về dấu và về trị số so với mô men cũng ở mặt cắt đó trong giai đoạn khác thác cầu. Vì vậy cần có những cốt thép dự ứng lực chỉ để phục vụ cho giai đoạn thi công đẩy dọc. Đến giai đoạn khai thác cầu thì một số cốt thép trở lên thừa hoặc có hại. Và cần phải tháo bỏ chúng sau khi thi công đẩy dọc xong. Như vậy cần có các ụ neo và ống chứa cốt thép dự ứng lực phù hợp với điều kiện có thể tháo - lắp các cốt thép dự ứng lực và mấu neo của chúng, sau khi lao động xong có thể phải đặt thêm một số cốt thép dự ứng lực ở những đoạn dầm nào đó đảm bảo khả năng chịu lực của dầm khi khai thác cầu.

Trong công nghệ đúc đẩy của nhịp cầu có xu hướng dùng một số bó cáp dự ứng lực di chuyển vị trí tùy theo thời điểm thi công (lắp thêm vào hoặc tháo bỏ ra). Các nhịp khác ít dùng giải pháp như vậy.

Để đơn giản cấu tạo, nhiều cầu đã có cốt thép dự ứng lực đặt thẳng trong bản nắp hộp và bản đáy hộp dầm, đến ụ neo thì các cốt thép đó được uốn nghiêng 1:7 trong mặt phẳng đứng để đến vị trí đặt kích kéo căng.

Tại vị trí ụ neo cần đặt vài tầng lớp thép hàn để chịu ứng suất cục bộ. Bề mặt từ mấu neo lên ụ neo phải có bản thép dày 20 mm được đúc gắn với bê tông của hộp. Bản này có khoét lỗ để luôn cáp dự ứng lực đi qua.



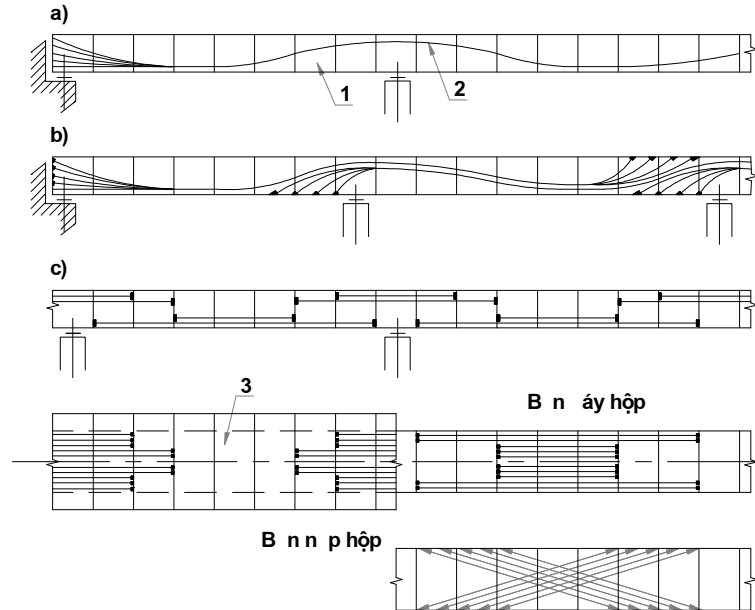
Hình 1-7: Bố trí cốt thép trong mặt cắt ngang dầm đúc đẩy

Trên hình là ví dụ cấu tạo ụ neo lõi đúc sẵn bằng BTCT. Bán kính cong của ống chứa cốt thép trong ụ neo này là 4m, bề mặt tấm thép đệm được đặt nghiêng để thuận tiện đặt mấu neo và kích kéo căng cốt thép.

Các dạng cốt thép dự ứng lực hiện đại của một số hãng ngoài nước xây dựng cầu ở Việt Nam đã được nêu ra trong Phụ lục tham khảo. ở Tập 1 của Giáo trình này

Các ụ neo dù bằng thép hay bằng BTCT đều nên đảm bảo cho các cốt thép song song nhau là hợp lý nhất.

Để chống rỉ tạm thời cho các cốt thép dự ứng lực trong lúc thi công có thể quét lên chúng hỗn hợp polime bê tông. Tốt hơn cả là nên dùng loại cốt thép mạ kẽm chống rỉ. Các cốt thép đặt trong ống chôn sẵn trong ống chôn sẵn trong lòng bê tông được chống rỉ tốt.



Hình 1-8: So sánh sơ đồ đặt cáp dự ứng lực trong dầm liên tục đúc trên đà giáo và dầm liên tục đúc đẩy

a, b- Dầm liên tục lắp ghép hoặc đúc trên đà giáo

c- Dầm liên tục đúc đẩy

1- Khối lắp ghép hoặc đốt đúc tại chỗ; 2- Cáp dự ứng lực; 3- Bản nắp hộp

Các cốt thép phục vụ thi công sẽ đ- ợc đặt trong ống thẳng.

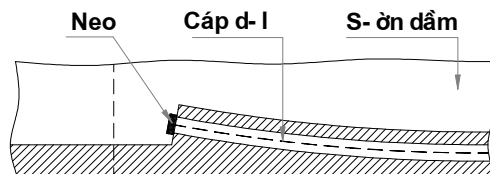
Các cốt thép vĩnh cửu đ- ợc chia làm hai nhóm:

1- Nhóm các cốt thép đ- ợc đặt thẳng từ tr- ớc lúc lao đẩy dọc kết cấu nhịp.

2- Nhóm các cốt thép đ- ợc đặt sau khi kết thúc lao đẩy dọc, chúng có dạng đ- ờng cong.

Nh- vậy khi tính toán dự ứng lực trong giai đoạn đẩy dọc có thể chỉ xét đó là các lực nén dọc dầm.

Hình 1-9: Sơ đồ cấu tạo ụ neo cáp dự ứng lực trên bề mặt bản đáy hộp



Một ví dụ điển hình cho các cầu thi công đúc - đẩy là cầu Boivre ở Pháp, Các cốt thép dự ứng lực dọc đ- ợc kéo căng đến 170 tấn, nằm trong bản và đ- ợc neo ở bên trong lòng hộp.

Có ba nhóm cốt thép:

- Cốt thép vĩnh cửu đ- ợc kéo căng và bơm vữa từ tr- ớc lúc lao đẩy dọc dầm.

- Cốt thép vĩnh cửu đ- ợc kéo căng sau khi kết thúc lao đẩy dọc dầm.

- Cốt thép tạm thời, đ- ợc căng từ tr- ớc lúc lao đẩy dọc và sẽ đ- ợc tháo ra bớt một số nào đó tỏ ra không cần thiết nữa trong giai đoạn khai thác cầu.

Khối l- ợng sợi thép c- ờng độ cao là 55 tấn cốt thép vĩnh cửu và 25 tấn cốt thép tạm thời.

Các cốt thép dự ứng lực ngang trong bản nắp hộp đ- ợc kéo căng từ một phía và đặt neo cố định sẵn ở phía đối diện. Trong thành hộp của đoạn dầm gần trụ có đặt các cốt thép thanh dự ứng lực làm cốt đai dự ứng lực.

Một ví dụ khác về dạng kết cấu nhịp đ-ợc tạo dự ứng lực theo cả ba trục là ở cầu SEMORIL (n-ớc Italia), cốt thép dự ứng lực dọc ở đây đ-ợc neo vào ụ neo lõi ra trên thành hộp.

Các cốt thép của cầu này đã đ-ợc kéo căng theo ba giai đoạn là:

- Tr-ớc khi lao đẩy dọc
- Sau khi lao đẩy dọc nh-ng tr-ớc khi đổ bê tông làm liền khối mối nối giữa bản nắp hộp và phân kết cấu nhịp hình lòng máng.
- Sau khi đã làm liền khối các mối nối nói trên.

Đối với giao đoạn tạo dự ứng lực thứ nhất, chỉ đặt các cáp dự ứng tạm thời (phục vụ thi công) và các cáp vĩnh cửu nào sao cho tất cả chúng gây ra nén đúng tâm vào mặt cắt ngang hình lòng máng với lực nén đủ lớn.

Sau khi lao đẩy dọc xong, các bản nắp hộp lắp ghép đ-ợc đặt vào vị trí thiết kế thì bắt đầu giai đoạn tạo dự ứng lực thứ 2 tháo các cáp tạm thời và đặt thêm các cáp vĩnh cửu bổ sung vào những chỗ cần thiết.

Giai đoạn tạo dự ứng lực thứ 3 gồm việc kéo căng các cáp sau khi mối nối đã đạt đến c-ờng độ tính toán.

Hiện nay ở một số n-ớc nh- Đức, Pháp, có nhiều cầu đã thi công mà không tháo bỏ các cáp dự ứng lực tạm thời để đỡ tốn công và để làm tăng thêm tính chất đàn hồi của BTCT và độ tin cậy của nó khi phải chịu những ứng lực ngẫu nhiên, đặc biệt là do lún mố trụ gây ra.

Nếu làm các trụ tạm thì sẽ giảm khá nhiều trị số ứng lực lúc thi công, thậm chí ở cầu Inh (n-ớc o) đã cho đặt cốt thép th-ờng mác thép 50 để chịu dự ứng lực thi công. Các ứng suất kéo bê tông lúc đó không lớn hơn 15Kg/cm^2 .

1.5. ĐÚC BÊ TÔNG CÁC ĐỐT DẦM CHO CẦU ĐÚC - ĐẨY

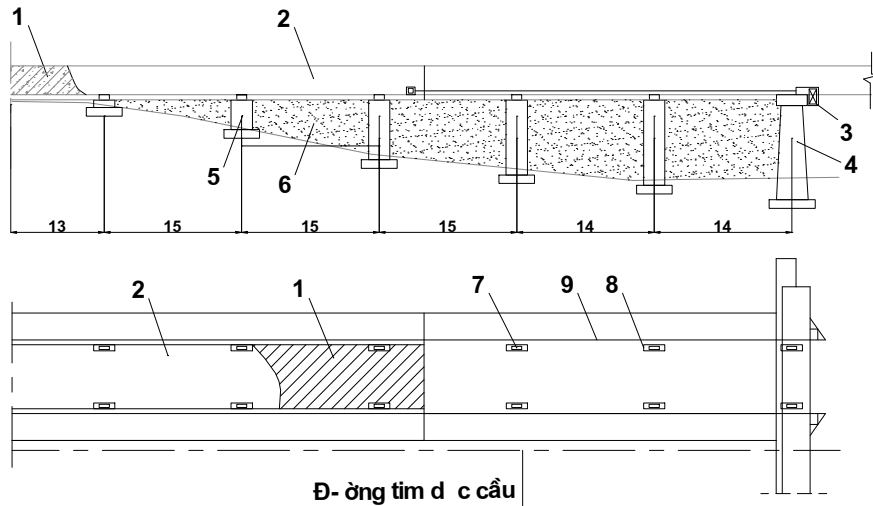
Đối với các cầu thi công đúc - đẩy ở các n-ớc th-ờng đổ bê tông theo chu kỳ một tuần lễ, cụ thể là hỗn hợp bê tông đ-ợc đổ vào ngày thứ sáu để có hai ngày cuối tuần cho bê tông hoá cứng trong điều kiện có gia nhiệt bằng hơi n-ớc. Theo chu kỳ này th-ờng chế tạo 20-30m dầm (coi là một đốt). Hỗn hợp bê tông đ-ợc đổ theo hai giai đoạn: tr-ớc tiên đúc bản đáy hộp, sau đó đúc nốt các phần còn lại của mặt cắt dầm.

Ván khuôn ngoài th-ờng gồm hai khối cứng, quay đ-ợc quanh các chốt ở bên d-ới.

Ván khuôn trong đ-ợc ghép từ 2 phần thành bên và một phần đổ bản đáy nắp hộp, chúng đ-ợc đặt lần l-ợt vào vị trí thiết kế. Sau đó, phân đổ đáy bản nắp hộp đ-ợc liên kết sao cho khi dỡ ván khuôn thì nó có thể hạ thấp xuống đ-ợc, tiếp theo cho phần thành bên sẽ đ-ợc rút ra khỏi lòng hộp.

Để dỡ và điều chỉnh các phần ván khuôn lòng hộp phải dùng các tăng-đơ hay các kích thuỷ lực. Cấu tạo ván khuôn phải đảm bảo đ-ợc sự thay đổi chiều dày của thành hộp dầm và của bản đáy dọc theo chiều dài kết cấu nhịp. Các vách ngăn ngang và vách ngăn ở mặt cắt gối dầm th-ờng đ-ợc đổ bê tông ở cuối của các đốt của kết cấu nhịp.

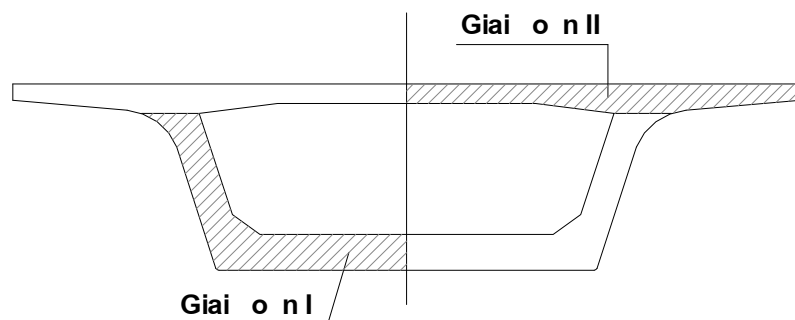
Để rõ hơn, có thể lấy ví dụ đổ bê tông kết cấu nhịp cầu Boivre ở Pháp. Bãi đúc đ-ợc bố trí ở phía trái, trên đ-ờng đầu cầu và phía sau mố trái của cầu (hình). Sàn để đổ bê tông là một bản có s-ờn đơn giản dày 0, 15m nằm trên nền đất đã đầm chặt. Để tr-ợt dầm trong phạm vi bãi đúc bê tông đã phải đúc 5 ụ tr-ợt nh- hình vẽ. Tải trọng từ kết cấu nhịp đè lên ụ tr-ợt không lớn hơn 500 T. Chiều dài toàn bộ bãi đúc, bao gồm cả đoạn dầm đ-ợc lao đầu tiên, dài 66m (gấp đôi nhịp dài nhất). Chiều dài này đ-ợc chọn theo điều kiện ổn định lật của nửa dầm trong lúc thi công lao hẳn ra nhất ở nhịp đầu tiên.



Hình 1-10: Bãi đúc kết cấu nhịp cầu Boivre.

- 1- Đoạn dầm đ- ọc đổ bê tông 2- Ván khuôn để đổ bê tông dầm
 3- Kịch đẩy 4- Mổ tr- ợt 5- ụ tr- ợt 6- Nền đ- ờng đắp
 7- Bàn tr- ợt 8- Kịch để nâng kết cấu nhịp 9- Thanh kéo, nối với kịch đẩy.

Kết cấu nhịp đ- ọc đổ bê tông và lao dọc theo từng đốt dài 43m. Mỗi đốt đ- ọc đổ bê tông theo 2 phân đốt ngắn (hình 1-11) mỗi phân đốt dài 21, 5m; đầu tiên đúc bản đáy hộp và thành hộp, sau đó đúc bản nắp hộp. Trình tự nh- vậy sẽ làm đơn giản ván khuôn và thuận tiện tổ chức dây chuyền đổ bê tông các đốt dầm.



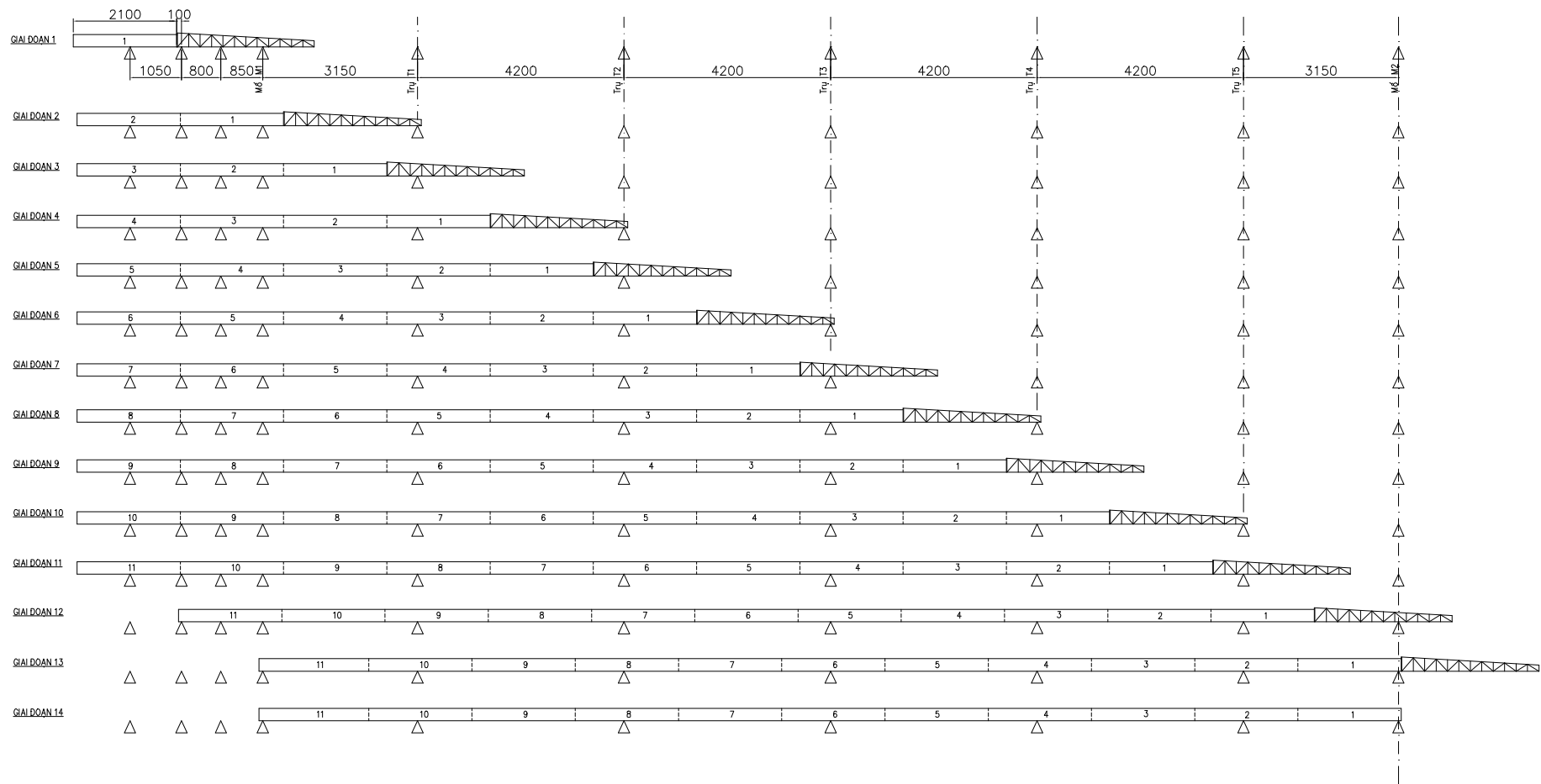
Hình 1-11: Các giai đoạn đúc bê tông kết cấu nhịp
 I- Đúc bản đáy và thành hộp ; II- Đúc bản nắp hộp.

1.6. TRÌNH TỰ TÍNH TOÁN THIẾT KẾ KẾT CẤU NHỊP ĐÚC ĐẦY

Các b- ớc thiết kế chính gồm có :

- Lựa chọn sơ đồ nhịp, dạng và kích th- ớc chính trong mặt cắt ngang của cầu, phân các đoạn đúc lần l- ợt của dầm căn cứ vào kinh nghiệm và các tài liệu tham khảo, các đồ án đã thực hiện tr- ớc đó
- Xác định ph- ơng pháp đúc phân đoạn, ph- ơng pháp đẩy, thiết bị đẩy và các b- ớc thi công đúc - đẩy dầm
- Xác định các sơ đồ cấu tạo và bố trí của các bộ chuẩn bị, trụ tạm, mũi dẫn, trụ tháp tạm và dây treo xiên tạm (nếu có)
- Xác định các sơ đồ tính học của kết cấu nhịp thay đổi qua từng b- ớc thi công đúc-đẩy
- Tính toán nội lực dầm, nội lực mũi dẫn, các phản lực gối đỡ phát sinh trong quá trình đúc-đẩy. Vẽ các hình bao nội lực trong giai đoạn thi công

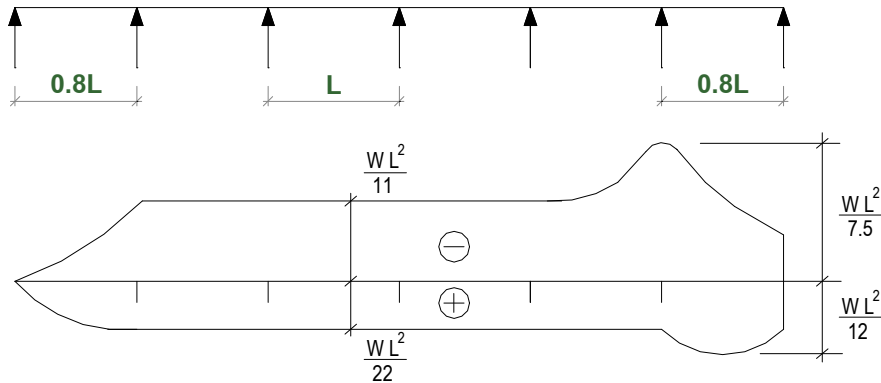
- Tính toán số lượng cốt thép cần thiết tại các mặt cắt đặc trưng của dầm trong giai đoạn thi công
- Tính toán nội lực dầm, các phản lực gối đỡ phát sinh trong quá trình khai thác cầu đối với các tổ hợp tải và hoạt tải. Vẽ các hình bao nội lực trong giai đoạn khai thác cầu
- Tính toán số lượng cốt thép cần thiết tại các mặt cắt đặc trưng của dầm trong giai đoạn khai thác
- Kết hợp các kết quả tính toán cốt thép trong giai đoạn thi công và giai đoạn khai thác để bố trí hợp lý cốt thép dự ứng lực
- Tính duyệt các mặt cắt đặc trưng theo các trạng thái giới hạn trong giai đoạn thi công cũng như giai đoạn khai thác cầu. Hiệu chỉnh kích thước mặt cắt và bố trí cốt thép thông thường cũng như cốt thép dự ứng lực.
- Tính toán mũi dẫn và mối nối mũi dẫn vào đầu dầm
- Tính toán lực đẩy, chọn thiết bị đẩy
- Tính toán và thiết kế bộ chuẩn bị căn cứ các trị số kết quả tính toán phản lực gối : đặc biệt chú ý phân tính toán độ lún không đều
- Tính toán chọn loại gối trượt và bố trí chúng trên bộ chuẩn bị cũng như trên các móng trụ
- Tính toán ứng suất cục bộ phát sinh ở khu vực neo và đáy dầm lúc lao đẩy
- Tính toán ảnh hưởng của co ngót và từ biến trong giai đoạn khai thác
- Tính toán ảnh hưởng của gối lún không đều trong giai đoạn thi công và giai đoạn khai thác
- Tính toán về xoắn kết cấu nhịp
- Tính toán hạ dầm xuống gối sau khi đã lao đẩy xong và tháo dỡ mũi dẫn
- Tính toán trụ cầu trong giai đoạn đẩy dầm
- Thiết kế móng trụ cầu theo cách thông thường như đối với các cầu khác



Hình 1-12 : Các sơ đồ chính để tính toán nội lực trong thi công dầm đúc đẩy

Trên hình 1-12 mô tả các sơ đồ tính toán chủ yếu đối với một cầu dầm liên tục 6 nhịp thi công đúc đẩy. Trên bộ chuẩn bị có 6 ụ tr-ợt cánh đều nhau 5m. Bộ đúc nằm cách sau mố 20m. Mũi dẫn dài 30m. Đặc điểm chính của các sơ đồ đó là xét đến các tình huống nhô ra hăng tối đa bất lợi nhất khi đầu mũi dẫn đã đến trụ nh-ng ch- a tỳ đ-ợc lên trụ. Sau đó cũng xét tình huống lúc đầu mũi dẫn bắt đầu tỳ lên trụ.

Dạng gập đúng của hình bao mô men uốn dầm trong quá trình đúc đẩy d-ới tác dụng của trọng l-ong bản thân dầm và mũi dẫn đ-ợc vẽ trên hình 1-13. Có thể căn cứ hình bao gập đúng này để sơ bộ chọn mặt cắt dầm khi thiết kế ban đầu.



Hình 1.13. Hình bao mô men gập đúng quá trình lao đẩy dầm 6 nhịp L chiều dài nhịp chính; W . Tĩnh tải rải đều của dầm đ-ợc lao

1.7. VÍ DỤ CẤU TẠO DẦM LIÊN TỤC ĐÚC ĐẨY

Hiện nay ở n-ớc ta đã thi công xong một số cầu s- dụng ph-ong pháp lao đẩy nh- :

- Cầu Mẹt trên Quốc lộ 1A, tại địa phận tỉnh Bắc Giang. Đây là cầu đầu tiên ở n-ớc ta đ-ợc thi công đúc đẩy. Sơ đồ dầm liên tục là $33 + 45 + 33$ m. Khổ cầu $8 + 2 \times 1, 0$ m. Hoạt tải ô-tô H-30, xe bánh XB-80. Mặt cắt ngang cầu dạng hình hộp.

- Cầu Hiền -L-ong trên Quốc lộ 1A, bắc qua sông Bến Hải, thuộc địa phận tỉnh Quảng Trị cũng đã thi công đúc đẩy. Cầu gồm 6 nhịp liên tục BTCT UST, s- đồ cầu là $30.75 + 4 \times 42 + 30.75$ m dựa theo công nghệ đúc đẩy của Cộng hoà liên bang Nga. Khổ cầu: $8 + 2 \times 1.5$ m. Tải trọng H30, XB80. Mặt cắt ngang kết cấu nhịp có tiết diện hình hộp, t-ờng nghiêng, chiều cao không đổi.