

GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ CẦU PHÂN ĐOẠN

MỤC LỤC

1. Tổng quan công nghệ thi công cầu BTCT phân đoạn

- 1.1. Lịch sử phát triển cầu BTCT phân đoạn
- 1.2. Các công nghệ thi công cầu BTCT phân đoạn

2. Công nghệ thi công cầu BTCT phân đoạn theo phương pháp đổ tại chỗ:

- 2.1. Công nghệ đổ bê tông tại chỗ theo phương pháp đúc đẩy
- 2.2. Công nghệ đổ bê tông tại chỗ theo phương pháp đúc hẫng cân bằng
- 2.3. Công nghệ đổ bê tông tại chỗ theo phương pháp đúc từng nhịp
- 2.4. Công nghệ đổ bê tông tại chỗ theo phương pháp đúc tuần tự

3. Công nghệ thi công cầu BTCT phân đoạn theo phương pháp đúc sẵn:

- 3.1. Công nghệ bê tông đúc sẵn theo phương pháp lắp đẩy
- 3.2. Công nghệ bê tông đúc sẵn theo phương pháp lắp hẫng cân bằng
- 3.3. Công nghệ bê tông đúc sẵn theo phương pháp lắp từng nhịp
- 3.4. Công nghệ bê tông đúc sẵn theo phương pháp lắp tuần tự

4. Hệ thống dàn giáo di động:

- 4.1. Hệ thống MSS loại chạy dưới
 - 4.2. Hệ thống MSS loại chạy giữa
 - 4.3. Hệ thống MSS loại chạy trên
 - 4.4. Các phân cơ bản của hệ thống dàn giáo
 - 4.5. Một số vấn đề liên quan đến công nghệ
-

1. TỔNG QUAN CÔNG NGHỆ THI CÔNG CẦU BTCT PHÂN ĐOẠN:

1.1. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CẦU BTCT PHÂN ĐOẠN:

Thế kỷ 19, những nhà xây dựng cầu thép đã mở ra phương pháp thi công hẫng, lắp từng thanh xuất phát từ trụ cầu không cần dàn giáo, để vượt qua nhịp lớn.

Do kết hợp được khả năng chịu nén của bê tông với khả năng chịu kéo cao của cốt thép, đặc biệt là cốt thép cường độ cao cùng với ưu điểm dễ dàng tạo mặt cắt kết cấu chịu lực hợp lý và giá thành hạ, từ cuối thế kỷ thứ 19 kết cấu BTCT và đặc biệt vào những năm 50 của thế kỷ 20 kết cấu BTCT DUL được áp dụng chủ yếu trong các công trình cầu nhịp lớn trên thế giới, cũng bắt đầu với phương pháp thi công hẫng.

Sau thế chiến thứ 2, các nước trên thế giới có nhu cầu xây dựng cầu rất lớn. Tại Đức, nếu năm 1951 mới thi công cầu Ulrich theo phương pháp hẫng thì đến giữa những năm 1960 đã có trên 300 cầu bê tông ứng suất trước thi công theo phương pháp này. Châu Âu đã đi tiên phong trong công nghệ cầu bê tông phân đoạn đổ tại chỗ đúc hẫng cân bằng. Theo phương pháp này, không cần dàn giáo cố định, đổ bê tông đoạn sau nhờ những xe đúc neo vào đoạn trước, cấp được căng ban đầu để chịu tải trọng bản thân và các tải trọng thi công, sau đó căng tiếp để chịu hoạt tải và các tải trọng khác.

Thời gian này, dầm hộp là kết cấu lý tưởng. Vào giữa những năm 60, nhịp cầu phân đoạn bằng dầm hộp đã lên đến 150m.

Đa số các công nghệ thi công và các dạng kết cấu cầu phân đoạn hiện nay đã được phát triển từ 1960 đến 1970. Sớm nhất là các cầu phân đoạn thi công hẫng hợp long bằng chốt cho phép cầu có thể biến dạng tương thích với những tải trọng vượt thiết kế. Nhưng các biến dạng này lâu dài sẽ ảnh hưởng đến khả năng sử dụng của cầu, dẫn đến phương pháp hợp long liên tục (sơ đồ liên tục nhiều nhịp). Cầu Bouguen xây dựng ở Pháp vào năm 1963 là cầu phân đoạn đầu tiên loại khung cứng này.

Sơ đồ cầu liên tục đòi hỏi yêu cầu phát triển lý thuyết ứng xử của bê tông ở giai đoạn dẻo khi cầu chịu các tải trọng vượt tải trọng thiết kế và các mô hình toán của vật liệu phù hợp dùng để thiết kế. Sự phát triển các mô hình dự báo ứng xử của vật liệu vô tình trùng hợp với sự phát triển áp dụng các chương trình máy tính phân tích kết cấu thiết kế cầu phân đoạn.

Cầu bê tông phân đoạn đổ tại chỗ thi công phương pháp hẫng bắt đầu từ Pháp và Đức đã lan ra toàn thế giới. Tại Mỹ, năm 1974 đầu tiên đã xây dựng cầu Pine Valley ở California theo dạng này.

Những yêu cầu của kinh tế hậu chiến đòi hỏi xây dựng nhanh một số lượng lớn kết cấu bê tông thực sự đã đưa đến một cuộc cách mạng cho ngành cầu bê tông, _ra đời công nghệ đúc sẵn. Cầu bê tông phân đoạn đúc sẵn có các ưu điểm:

- _Cho phép bảo dưỡng bê tông tốt hơn, nói rộng hơn kiểm soát được chất lượng bê tông.
- _Không phụ thuộc quá lớn vào thời tiết khí hậu.
- _Có thể sử dụng một số bộ phận mố trụ đúc sẵn, rút ngắn thời gian thi công.

Nhiều công ty xây dựng lớn đã đầu tư thiết bị đúc sẵn, vận chuyển và thi công cầu phân đoạn đúc sẵn. Việc nghiên cứu Epoxy để liên kết tốt các đoạn dầm cũng được phát triển. Đặc biệt xuất hiện công nghệ thi công “match cast” đã giúp cho việc lắp các đoạn dầm đúc sẵn chính xác theo yêu cầu thiết kế hình học. Cầu bê tông phân đoạn đúc sẵn đầu tiên là cầu Choisy-Le-Roi xây dựng tại Paris vào năm 1964. .

Một số công nghệ thi công đã được phát triển sau công nghệ hẫng:

- _Thi công từng nhịp (Span-by-Span)
- _Thi công tuần tự (Progressive Placement)
- _Thi công đẩy (Incremental Launching)

_Cầu dây văng: cầu bê tông phân đoạn dây văng đầu tiên trên thế giới là cầu Lake Maracaibo tại Venezuela vào năm 1962, phát triển mạnh ở châu Âu và châu Mỹ vào cuối

những năm 60 và đầu những năm 70. Hai cầu nổi tiếng ở Mỹ giai đoạn này là cầu Pasco Kenewich tại Washington và cầu East Huntington tại Virginia.

_Các cầu dạng khác: dầm hộp được thay bằng các dạng khác. Như cầu phân đoạn đúc sẵn dạng vòm Kirk tại Yougoslavia năm 1980 nhịp 385m, cầu phân đoạn đổ tại chỗ dạng vòm Van Staden tại Nam Phi năm 1970 nhịp 195m.

Những năm 80 và 90 là những thập kỷ phát triển mạnh cầu bê tông phân đoạn trên toàn thế giới về số lượng. Tại Mỹ, vào những năm 1980, cầu bê tông phân đoạn lấn át cả cầu thép.

Nền kinh tế châu á tăng trưởng nhanh vào những năm 1990 yêu cầu phát triển nhanh mạng lưới đường cao tốc và hệ thống đường trên cao. Phát triển những thiết bị thi công đặc chủng và các bãi đúc dầm quy mô lớn phục vụ cho thi công nhanh các dự án cầu phân đoạn nhịp lớn. Ví dụ như dự án đường cao tốc Bang na tại Thái Lan vào năm 1990 dài 50km gồm 1500 nhịp liên tục trị giá trên 1 tỷ đô la.

Những dự án cầu khổng lồ như các cầu Storaebeil và cầu Oresund tại Danmark, cầu Confederation tại Canada, cầu Vịnh San Francisco tại Mỹ đã phát triển công nghệ cầu phân đoạn khổng lồ (mega), các đoạn bê tông trên 450 tấn với lượng bê tông phân đoạn lớn hơn 6800 tấn, đòi hỏi các thiết bị nâng lớn và các bãi đúc rộng nhằm làm giảm thời gian thi công. Các thiết bị nâng đặc biệt này cũng được sử dụng nhiều tại châu Âu.

Cuộc cách mạng tin học vào những năm 1990 cho phép thiết kế “hàn lâm” hơn, internet cho phép phát triển công nghệ cầu bê tông phân đoạn trên toàn cầu và là công cụ quản lý các dự án quy mô lớn.

Xu hướng phát triển cầu phân đoạn: kết cấu phải bền vững lâu dài, tổng chi phí giá thành xây dựng- khai thác- bảo trì phải nhỏ, thẩm mỹ và sử dụng tốt. Nghiên cứu các công nghệ mới như sử dụng bê tông nhẹ nhưng cường độ cao cho các dầm hộp nhịp 300m, các vật liệu có khả năng chống động đất, công nghệ căng cáp, vữa chèn□

Tóm lại, ưu điểm chung của cầu phân đoạn:

- _Giá cạnh tranh
 - _Rút ngắn thời gian thi công
 - _Bảo vệ cảnh quan môi trường xung quanh
 - _Duy trì hiện trạng giao thông (đường bộ, đường thủy) đang có sẵn
 - _Thẩm mỹ
 - _Tận dụng nhân công và vật liệu tại chỗ
 - _Kiểm soát được chất lượng thi công
 - _Chi phí bảo trì nhỏ nhất
 - _Hiệu quả kinh tế cao khi so sánh cả chi phí suốt chu kỳ tuổi thọ công trình
- Nói riêng về mặt kết cấu, cầu phân đoạn có các ưu điểm sau:
- _Bạc siêu tĩnh cao
 - _Khả năng chịu được tình trạng giao thông vượt quá tải trọng thiết kế
 - _Chịu mỏi, chống cháy tốt
 - _Kiểm soát được biến dạng của cầu
 - _Bền vững
 - _Khả năng chịu tải trọng động đất tốt
 - _Sử dụng đa dạng các loại kết cấu : sàn, dầm, dàn, vòm, dây văng...
 - _Vượt được nhịp lớn :

Bắt đầu với những cầu dầm nhịp từ 24m đến 46m thi công bằng phương pháp từng nhịp, kỹ lục được lập tại Mỹ (Florida, Texas) khi thi công cầu dầm phân đoạn đúc sẵn nhịp 46m. Chiều dài nhịp cầu dầm phân đoạn đã đạt tới 228m cho đúc sẵn (cầu Houston Ship Channel, Texas) và 259m cho đổ tại chỗ. Dĩ nhiên, nhịp của cầu dây văng cũng tăng dần theo nhịp của cầu dầm, thay đổi từ 152m nhỏ nhất đến 914m lớn nhất.

1.2. CÁC CÔNG NGHỆ THI CÔNG CẦU BTCT PHÂN ĐOẠN:

Hiện nay trên thế giới thường sử dụng các công nghệ sau đây để thi công cầu phân đoạn:

1.2.1. CN. Hẫng (Cantilever):

Như trên đã trình bày, phương pháp hẫng xuất hiện khá sớm. Thường ở những nhịp giữa thi công theo phương pháp hẫng cân bằng. Dùng hai xe đúc, triển khai từ trụ ra hai phía, cuối cùng sẽ hợp long theo dạng chốt, dạng khung liên tục hay dầm dềo.

1.2.2. CN. Từng nhịp (Span- by- Span):

Các phân đoạn của cả nhịp được giữ bởi dàn giáo (dầm/dàn) cho đến khi căng cáp và đủ cường độ tự chịu tải, dàn giáo sẽ di chuyển đến trụ tiếp theo, chu kỳ thi công lại được tiếp diễn.



1.2.3. CN. Tuần tự (Progressive Placement):

Phương pháp thi công cầu phân đoạn nhiều nhịp, bắt đầu từ một đầu, thường có các trụ đỡ tạm nhằm giảm ứng suất cho kết cấu trong quá trình lắp dựng. Phương pháp này rất thích hợp cho những công trường thiếu mặt bằng hay phải chịu quy định nghiêm ngặt về môi trường. Công nghệ này áp dụng đầu tiên tại Phần Lan cho một cầu phân đoạn đổ tại chỗ.

1.2.4. CN. Đẩy (Incremental Launching):

Từng phân đoạn được thi công và được đẩy về phía trước nhờ các thiết bị đặc biệt, chu kỳ tiếp tục cho đến khi hoàn chỉnh cả nhịp. Phương pháp này áp dụng đầu tiên tại cầu Rio Caroni Venezuela vào năm 1963.



Ngòai ra do công tác bê tông cầu thường thi công theo 2 phương pháp:

- Phương pháp đúc sẵn trong công xưởng (hoặc tại công trường)
- Phương pháp đổ bê tông tại chỗ

Mà người ta còn chia chi tiết ra các công nghệ thi công cầu bê tông phân đoạn như sau:

- _Đổ bê tông tại chỗ trên dàn giáo cố định
- _Công nghệ đúc đẩy
- _Công nghệ đúc hẫng cân bằng
- _Công nghệ đúc từng nhịp
- _Công nghệ đúc tuần tự
- _Công nghệ lắp đẩy
- _Công nghệ lắp hẫng cân bằng
- _Công nghệ lắp từng nhịp
- _Công nghệ lắp tuần tự

Tuỳ theo khẩu độ nhịp, dạng sơ đồ kết cấu cầu, điều kiện địa hình và địa chất công trình, hiện trạng giao thông và môi trường, tiến độ thi công, các yêu cầu khác... mà có thể áp dụng công nghệ thi công phù hợp:

2. CÔNG NGHỆ THI CÔNG CẦU BTCT PHÂN ĐOẠN THEO PP. ĐỔ BT. TẠI CHỖ:

2.1. Phương pháp đổ bê tông tại chỗ trên dàn giáo cố định

Đây là công nghệ lâu đời nhất, đại diện điển hình cho phương pháp đổ bê tông tại chỗ. Việc đúc đầm bê tông được tiến hành trong ván khuôn là bộ phận kết cấu được đỡ bằng hệ thống đà giáo cố định dựng tại vị trí mỗi nhịp. Khi thi công kết cấu nhịp tiếp theo thì tất các công đoạn tháo lắp bộ ván khuôn và hệ thống đà giáo lại phải tiến hành từ đầu. Nhược điểm của công nghệ thất hẹp lòng sông, giảm tĩnh không giao thông khi xây dựng và bị chi phối bởi lũ lụt, mặt khác do hệ thống đà giáo được lắp dựng từ trên địa hình tự nhiên do vậy chịu ảnh hưởng, chi phối của địa hình và địa chất khu vực. Vì thế công nghệ này chỉ áp dụng chủ yếu cho các cầu có kết cấu tĩnh định, có tiết diện ngang không phức tạp, bề ngang hẹp với khẩu độ nhịp hợp lý $\leq 35m$ và cầu ít nhịp.

2.2. Công nghệ đúc đẩy

Đúc đẩy thuộc phương pháp đổ bê tông tại chỗ, hệ thống ván khuôn và bệ đúc thường được lắp đặt, xây dựng cố định tại vị trí sau mố. Chu trình đúc được tiến hành theo từng phân đoạn, khi phân đoạn đầu tiên hoàn thành được kéo đẩy về phía trước nhờ các hệ thống như: kích thuỷ lực, mũi dẫn, trụ đẩy và dẫn hướng v.v...đến vị trí mới và bắt đầu tiến hành đúc phân đoạn tiếp theo cứ như vậy cho đến khi đúc hết chiều dài kết cấu nhịp. Mặc dù công nghệ có ưu điểm: thiết bị di chuyển cấu kiện khá đơn giản, tạo được tĩnh không dưới cho các công trình giao thông thuỷ bộ dưới cầu và không chịu ảnh hưởng lớn của lũ nhưng công trình phụ

trợ lại phát sinh nhiều như: bệ đúc, mũi dẫn và trụ lực v.v... Chiều cao dầm và số lượng bó cáp nhiều hơn so với dầm thi công bằng công nghệ khác, mặt khác chiều cao dầm không thay đổi để tạo đáy dầm luôn phẳng nhằm đẩy trượt trên các tấm trượt đồng thời chiều dài kết cấu nhịp bị hạn chế do năng lực của hệ thống kéo đẩy. Cầu thi công bằng công nghệ này có kết cấu nhịp liên tục với khẩu độ nhịp lớn nhất hợp lý khoảng từ 35 ÷ 60 m. Với công nghệ này khả năng tái sử dụng hệ thống ván khuôn, bệ đúc và phụ trợ cao.

2.3. Công nghệ đúc hẫng và đúc hẫng cân bằng

Đúc hẫng thực chất thuộc pháp pháp đổ bê tông tại chỗ nhưng theo phân đoạn trong ván khuôn di động từng đợt treo đầu xe đúc. Công nghệ này thường áp dụng cho kết cấu có mặt cắt hình hộp với khẩu độ nhịp lớn từ 60÷200m. Đặc điểm của công nghệ là việc đúc các đốt dầm theo nguyên tắc cân bằng, sau đó được hợp long bằng các chốt giữa, dầm treo hoặc liên tục hoá, trong quá trình thi công trên mỗi trụ đặt hai xe đúc, mỗi xe di chuyển và đúc một nửa nhịp mỗi bên theo phương dọc cầu. Tùy theo năng lực của mỗi xe mà mỗi phân đoạn đúc có thể dài từ 5-10m và từng đốt sẽ lặp lại công nghệ từ đốt thứ nhất mà chỉ điều chỉnh ván khuôn. Công nghệ đúc hẫng phù hợp trong các trường hợp cầu có khẩu độ nhịp và tĩnh không dưới cầu lớn, với công nghệ này chiều cao dầm và số lượng bó cáp đòi hỏi cao hơn, nhiều hơn so với dầm thi công bằng công nghệ khác nhưng tiến độ thi công nhanh, công trường gọn gàng và thiết bị phục vụ thi công không đòi hỏi đặc biệt.

2.4. Công nghệ đúc từng nhịp

Hệ thống đà giáo di động được phát triển từ hệ đà giáo cố định truyền thống. Đối với cầu có kết cấu nhịp dài và điều kiện địa chất, địa hình phức tạp đòi hỏi xem xét về giá thành lắp dựng, tháo lắp hệ thống đà giáo và ván khuôn kết cấu dầm thi việc áp dụng công nghệ này giúp giảm tối đa giá thành lắp dựng và thời gian chu kỳ thi công bằng việc di chuyển toàn bộ hệ thống đà giáo, ván khuôn từ một nhịp đến nhịp tiếp theo.

Công nghệ này thuộc phương pháp đổ bê tông tại chỗ. Sau khi thi công xong một nhịp, toàn bộ hệ thống ván khuôn và đà giáo được lao đẩy tới nhịp tiếp theo và bắt đầu công đoạn thi công như nhịp trước, cứ như vậy theo chiều dọc cầu cho đến khi hoàn thành kết cấu nhịp. Với công nghệ này trong quá trình thi công ta vẫn tạo được tĩnh không dưới cầu cho giao thông cho thủy bộ, mặt khác không chịu ảnh hưởng của điều kiện địa hình, thủy văn và địa chất khu vực xây dựng cầu. Kết cấu nhịp cầu có thể thực hiện theo sơ đồ chịu lực là dầm giản đơn và liên tục nhiều nhịp với chiều cao dầm có thay đổi hoặc không thay đổi. Chiều dài nhịp thực hiện thuận lợi và hợp lý trong phạm vi từ 35÷60 m. Số lượng nhịp trong một cầu về nguyên tắc là không hạn chế vì chỉ cần lực đẩy dọc nhỏ và không lũy tiến qua các nhịp. Tuy nhiên các công trình phụ trợ của công nghệ này còn khá cồng kềnh: Dàn đẩy, trụ tạm, mũi dẫn nhưng với tính chất vạn năng của công nghệ có thể cải tiến được nhược điểm này như chế tạo: dàn cứng chuyên dụng dùng cho nhiều nhịp, nhiều kết cấu, kết hợp dàn cứng với mũi dẫn, thân trụ tạm lắp ghép và di chuyển được.

2.5. Công nghệ đúc tuần tự

BẢNG TÓM TẮT ĐẶC ĐIỂM CHỦ YẾU CÁC CÔNG NGHỆ

Công nghệ	Khẩu độ nhịp áp dụng hợp lý (m)	Sơ đồ kết cấu áp dụng	Tĩnh không dưới cầu khi thi công	Yếu tố tự nhiên ảnh hưởng đến công nghệ
Đổ bê tông tại chỗ trên đà giáo cố định	≤ 35	Giản đơn	Không đảm bảo	Địa hình, địa chất, thủy văn
Đổ bê tông tại chỗ theo phương pháp đúc đẩy	35 ÷ 60	Liên tục	Đảm bảo	Địa chất
Đổ bê tông tại chỗ theo	35 ÷ 60	Giản đơn, liên tục	Đảm bảo	-

phương pháp từng nhịp				
Đổ bê tông tại chỗ theo phương pháp tuần tự	35 ÷ 60	Giản đơn, liên tục	Đảm bảo	-
Đổ bê tông tại chỗ theo phương pháp đúc hẫng & đúc hẫng cân bằng	60 ÷ 200	Liên tục	Đảm bảo	-
Ghi chú: Các yếu tố tự nhiên ảnh hưởng đến công nghệ có nghĩa là điều kiện địa hình, thủy văn và địa chất ảnh hưởng đến việc thực hiện công nghệ hoặc đòi hỏi biện pháp kỹ thuật phụ trợ cho công nghệ làm tăng kinh phí xây dựng công trình.				

MỘT SỐ CẦU BTCT. PHÂN ĐOẠN ĐÃ ÁP DỤNG PP. ĐỔ TẠI CHỖ

TT	Tên nước áp dụng	Tên cầu	Tổng chiều dài cầu (m)	Mặt cắt	Chiều dài nhịp lớn nhất (m)
1	Pháp		2.410	2 Hộp	50
2	CHLB Đức	Sinn Bridge	880	Hộp đơn	44
3	Thụy Sĩ	Obbola Bridge	976	Cầu đôi, Double -Tee	42
4	Nauy	Bergen Bridge	850	Hộp đơn	42
5	Nauy	Menstad Bridge	880	Hộp đơn	60
6	Bồ Đào Nha	Lisboa - Faro	1.300	Double -Tee	42.5
7	Bồ Đào Nha	Moita	987	Double -Tee	35
8	Bỉ	Tainan Interchange	3.000	Hộp đơn	55
9	Trung Quốc	Nacha Bridge	2.300	Hộp đơn	55
10	Hồng Kong	Truen Wan	1.950	Hộp đơn	45
11	Đài Loan	Ta Tu Bridge	2.100	Hộp đơn	55
12	Cộng hoà CSECH	Ring Road Olomouc	1.500	Mặt cắt đặc	45
Ghi Chú: Các cầu nêu trên cho các vị trí vượt sông, cầu cạn trên đường sắt, đường bộ.					

3. CÔNG NGHỆ THI CÔNG CẦU BTCT PHÂN ĐOẠN THEO PP. ĐÚC SẴN:

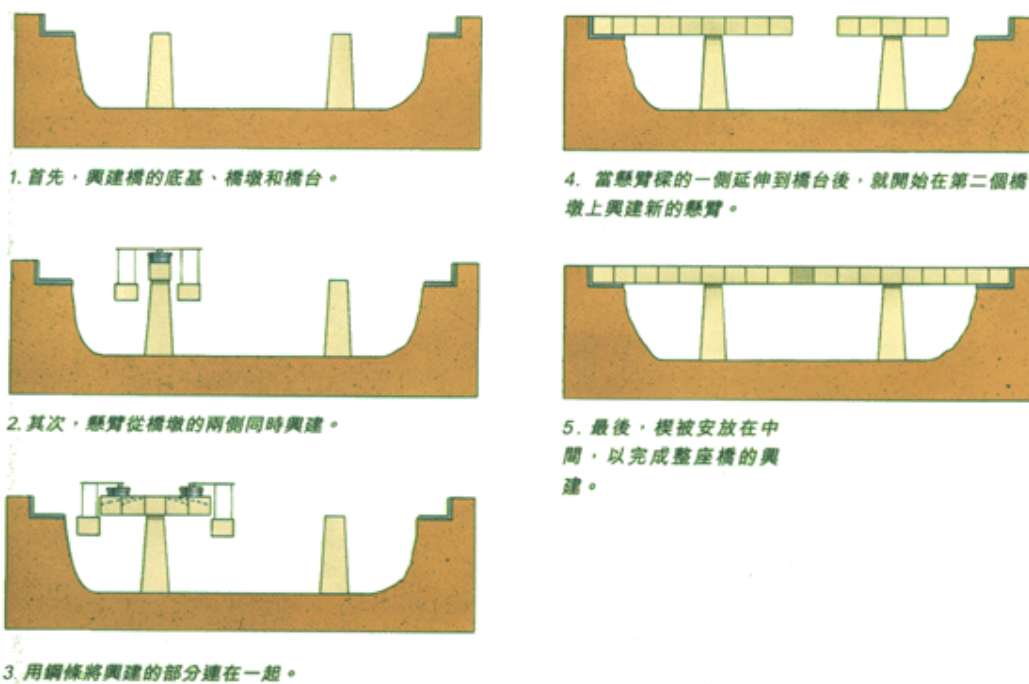
3.1. Công nghệ lắp đẩy

Lắp đẩy thuộc phương pháp bê tông đúc sẵn. Chu trình lắp được tiến hành theo từng phân đoạn, khi phân đoạn đầu tiên được cẩu lắp và kéo đẩy về phía trước nhờ các hệ thống như: kích thủy lực, mũi dẫn, v.v...đến vị trí mới và bắt đầu tiến hành cẩu lắp phân đoạn tiếp theo cứ như vậy cho đến khi đúc hết chiều dài kết cấu nhịp. Cầu thi công bằng công nghệ này có kết cấu nhịp liên tục với khẩu độ nhịp lớn nhất hợp lý khoảng từ 35 ÷ 60 m.

Công nghệ này ngoài những ưu nhược điểm chung giống công nghệ đúc đẩy, có thêm ưu thế của công nghệ đúc sẵn như kiểm soát được chất lượng bê tông, thi công nhanh, không phụ thuộc nhiều vào thời tiết khí hậu...

3.2. Công nghệ lắp hẫng và lắp hẫng cân bằng

Công nghệ này thường áp dụng cho kết cấu có mặt cắt hình hộp với khẩu độ nhịp lớn từ 60÷200m . Đặc điểm của công nghệ là việc lắp các đốt dầm theo nguyên tắc cân bằng, sau đó được hợp long bằng các chốt giữa, dầm treo hoặc liên tục hoá, trong quá trình thi công trên mỗi trụ đặt dàn giáo di động, di chuyển và lắp một nửa nhịp mỗi bên theo phương dọc cầu. Tùy theo năng lực của thiết bị mà mỗi phân đoạn lắp có thể dài từ 5-10m. Công nghệ lắp hẫng phù hợp trong các trường hợp cầu có khẩu độ nhịp và tĩnh không dưới cầu lớn, với công nghệ này chiều cao dầm và số lượng bó cáp đòi hỏi cao hơn, nhiều hơn so với dầm thi công bằng công nghệ khác nhưng tiến độ thi công nhanh, công trường gọn gàng và thiết bị phục vụ thi công không đòi hỏi đặc biệt.



3.3. Công nghệ lắp từng nhịp

Công nghệ này thuộc phương pháp bê tông đúc sẵn. Sau khi thi công cầu lắp xong một nhịp, toàn bộ hệ thống dàn giáo được lao đẩy tới nhịp tiếp theo và bắt đầu công đoạn thi công như nhịp trước, cứ như vậy theo chiều dọc cầu cho đến khi hoàn thành kết cấu nhịp. Kết cấu nhịp cầu có thể thực hiện theo sơ đồ chịu lực là dầm giản đơn và liên tục nhiều nhịp với chiều cao dầm có thay đổi hoặc không thay đổi. Chiều dài nhịp thực hiện thuận lợi và hợp lý trong phạm vi từ 35÷60 m. Số lượng nhịp trong một cầu về nguyên tắc là không hạn chế vì tải trọng thi công nhỏ, không lũy tiến qua các nhịp. Vì vậy công nghệ này rất phù hợp cho việc thi công các cầu vượt (hoặc cầu dẫn) dài có chiều dài nhịp trung bình. Tuy nhiên các công trình phụ trợ của công nghệ này còn khá cồng kềnh: dàn đẩy, trụ tạm, mũi dẫn..., nhưng với tính chất vạn năng của công nghệ có thể cải tiến được nhược điểm này như chế tạo: dàn cứng chuyên dụng dùng cho nhiều nhịp, nhiều kết cấu, kết hợp dàn cứng với mũi dẫn, thân trụ tạm lắp ghép và di chuyển được.



3.4. Công nghệ lắp tuần tự

BẢNG TÓM TẮT ĐẶC ĐIỂM CHỦ YẾU CÁC CÔNG NGHỆ

Công nghệ	Khẩu độ nhịp áp dụng hợp lý (m)	Sơ đồ kết cấu áp dụng	Tính không dưới cầu khi thi công	Yếu tố tự nhiên ảnh hưởng đến công nghệ
Lắp theo pp. đẩy	35 ÷ 60	Liên tục	Đảm bảo	Địa chất
Lắp theo pp. từng nhịp	35 ÷ 60	Giản đơn, liên tục	Đảm bảo	-
Lắp theo pp. tuần tự	35 ÷ 60	Giản đơn, liên tục	Đảm bảo	-
Lắp theo pp. đúc hẫng & đúc hẫng cân bằng	60 ÷ 200	Liên tục	Đảm bảo	-
Ghi chú: Các yếu tố tự nhiên ảnh hưởng đến công nghệ có nghĩa là điều kiện địa hình, thủy văn và địa chất ảnh hưởng đến việc thực hiện công nghệ hoặc đòi hỏi biện pháp kỹ thuật phụ trợ cho công nghệ làm tăng kinh phí xây dựng công trình.				

1.1.5. Tính năng cơ bản của công nghệ

Với đặc điểm trọng lượng nhẹ, dễ dàng tháo lắp trong quá trình thi công với sự trợ giúp đặc biệt của hệ thống thủy lực, hệ thống nâng hạ hoàn chỉnh. Hệ thống đà giáo di động (MSS - Movable Scaffolding System) có những tính năng nổi bật sau:

- Có khả năng sử dụng lại hệ thống thiết bị từ công trình này đến công trình khác có cùng qui mô. Tất nhiên là có sự thay đổi một phần hệ thống ván khuôn cho phù hợp với mặt cắt kết cấu nhịp.
- Dễ dàng áp dụng cho các cầu với các loại sơ đồ kết cấu nhịp và các loại mặt cắt ngang (hộp đơn, hộp kép, Double-T ...). Đồng thời được áp dụng cho các loại dầm với chiều dài nhịp từ 18 ÷ 80 m trong đó chiều dài áp dụng hợp lý 35 ÷ 60m.
- Chiều dài cầu thường được áp dụng từ 500 ÷ vài kilômét. Trong trường hợp chiều dài cầu lớn, có thể triển khai thi công nhiều mũi bằng việc bố trí thêm nhiều hệ thống MSS.
- Thời gian chu trình thông thường thi công một nhịp: 7 ÷ 9 ngày.
- Có khả năng áp dụng cho các cầu nằm trên đường cong với bán kính nhỏ nhất $R_{\min} = 250\text{m}$.
- Độ dốc dọc lớn nhất của cầu: $i_{\max} = 5\%$
- Độ dốc ngang lớn nhất: $i_{\max} = \pm 5\%$
- Độ võng lớn nhất của hệ thống MSS: Max.1/400

4. CÁC THIẾT BỊ CHỦ YẾU THI CÔNG CẦU BT. PHÂN ĐOẠN:

Để thi công cầu bê tông phân đoạn, cần có một số thiết bị đặc biệt.

- Thiết bị chính: **GANTRIES AND ERECTION TRUSSES**

FORM TRAVELERS

STRADDLE CARRIERS



- Thiết bị phụ: **FALSEWORK**
LIFTING FRAMES
STRESSING PLATFORMS

Khi áp dụng công nghệ thi công cầu BTCTĐƯL đúc trên đà giáo di động, đối với mọi loại hình của công nghệ đòi hỏi được thực hiện trên cơ sở nguyên tắc chung nhất về sơ đồ kết cấu và các chu trình chung thực hiện công nghệ như sau:

Sơ đồ kết cấu:

1. Chiều dài nhịp biên bằng 0,8 chiều dài nhịp giữa (0.8L).
2. Chiều dài mút thừa đoạn đúc bằng 0.2 chiều dài nhịp giữa (0.2L).

Trên cơ sở khảo sát công nghệ thi công dầm BTCTĐƯL đúc trên đà giáo di động các hãng của CHLB Đức và Na Uy đã thâm nhập vào Việt Nam, dựa trên việc bố trí cao độ của hệ thống MSS so với cao độ kết cấu hệ ván khuôn , công nghệ được chia làm 3 loại:

- Hệ thống MSS loại chạy dưới
- Hệ thống MSS loại chạy giữa
- Hệ thống MSS loại chạy trên

4.1. Hệ thống MSS loại chạy dưới:

4.1.1. Bố trí hệ thống

Hệ dầm chính được bố trí dưới hệ ván khuôn và các kết cấu phụ trợ của chúng. Để di chuyển hệ thống lên phía trước và hệ thống có thể qua được vị trí trụ nên hệ ván khuôn được chia thành 2 nửa dọc theo tim kết cấu nhịp. Hai nửa này sẽ cùng di chuyển theo phương ngang cầu cùng với hệ dầm chính bằng hệ bàn trượt của hệ đỡ công son.

Trong trường hợp cần đường vận chuyển thiết bị, vật liệu trên kết cấu dầm đã được thi công thì khung trên được thiết kế với chiều cao đảm bảo đủ tĩnh không cho các phương tiện vận tải.

4.1.2. Chu trình hoạt động

a). Đổ bê tông kết cấu nhịp

Đổ bê tông, bảo dưỡng bê tông kết cấu nhịp. Sau khi bê tông đạt cường độ tiến hành căng kéo thép dự ứng lực .

Hệ dầm chính được hạ thấp xuống bằng các kích chính đặt tại vị trí hệ đỡ công son phía trước và hệ treo phía sau (Phía trước mỗi nối thi công) của nhịp dầm mới được thi công.

b). Chuẩn bị lao hệ thống MSS

Tháo dỡ liên kết giữa 2 phần dầm ngang, di chuyển ngang các dầm chính bằng xe goòng trên bệ đỡ công son theo hướng xa kết cấu trụ, đến vị trí mà các dầm ngang có thể đi qua vị trí kết cấu trụ.

c). Lao hệ thống MSS

Tiến hành lao các dầm chính đến vị trí đổ bê tông của nhịp tiếp theo bằng hệ thống mô tơ thủy lực hoặc hệ thống thủy lực. Hai dầm chính có thể được di chuyển độc lập hoặc đồng thời đến nhịp tiếp theo.

d). Sàng hệ thống MSS vào vị trí thi công

Hai dầm chính được di chuyển theo phương ngang theo hướng gần trụ bằng xe goòng trên bệ đỡ công son, liên kết các hệ thống dầm ngang .

Lắp dựng khung treo tại vị trí phía trước mỗi nối thi công, Hệ dầm chính được nâng lên bằng các kích chính đặt tại vị trí hệ đỡ công son phía trước (Truyền lực xuống kết cấu móng trụ) và hệ treo phía sau của nhịp dầm chuẩn được thi công (Truyền lực vào sườn của kết cấu dầm)

e). Chuẩn bị đổ bê tông nhịp tiếp theo

Lắp ráp, điều chỉnh hệ ván khuôn ngoài đúng vị trí yêu cầu. Bố trí, lắp dựng cốt thép thường và ống ghen kể cả cáp dự ứng lực.

Di chuyển từng phân đoạn ván khuôn trong vào vị trí bằng xe goòng và điều chỉnh hệ ván khuôn bằng các xy lanh thủy lực.

4.2. Hệ thống MSS loại chạy giữa:

4.2.1. Bố trí hệ thống

Hệ ván khuôn của kết cấu phần trên được bố trí ở giữa 2 dầm chính của hệ thống MSS. Kết cấu phụ trợ được giữ theo phương ngang bởi hệ dầm chính. Để di chuyển hệ thống MSS lên phía trước, hệ ván khuôn được chia làm 2 nửa riêng biệt dọc theo tim kết cấu nhịp và được di chuyển theo phương ngang theo hướng xa trụ trên dầm đỡ cùng với dầm chính.

Đối với loại hình của công nghệ này, thì khoảng không gian cần thiết thực hiện công nghệ nhỏ hơn loại chạy dưới. Trong trường hợp kết cấu dầm đặc thì mặt trong của kết cấu dầm chính có thể đồng thời được sử dụng như là một phần của hệ ván khuôn.

Cũng như loại chạy dưới, trường hợp cần đường vận chuyển thiết bị, vật liệu trên kết cấu dầm đã được thi công thì khung treo được thiết kế với chiều cao đảm bảo đủ tính không cho các phương tiện vận tải.

4.2.2. Chu trình hoạt động

a). Đổ bê tông kết cấu nhịp

Đổ bê tông, bảo dưỡng bê tông kết cấu nhịp. Sau khi bê tông đạt cường độ tiến hành căng kéo thép dự ứng lực .

Hệ dầm chính được hạ thấp xuống bằng các kích chính đặt tại vị trí hệ đỡ công xon phía trước và hệ treo phía sau (Phía trước mỗi nối thi công) của nhịp dầm mới được thi công.

b). Chuẩn bị lao hệ thống MSS

Tháo dỡ liên kết giữa 2 phần dầm ngang, di chuyển ngang các dầm chính bằng xe goòng trên bệ đỡ công xon theo hướng xa kết cấu trụ, đến vị trí mà các dầm ngang có thể đi qua vị trí kết cấu trụ.

c). Lao hệ thống MSS

Tiến hành lao các dầm chính đến vị trí đổ bê tông của nhịp tiếp theo bằng hệ thống mô tơ thủy lực hoặc hệ thống thủy lực . Hai dầm chính có thể được di chuyển độc lập hoặc đồng thời đến nhịp tiếp theo.

d). Sàng hệ thống MSS vào vị trí thi công

Hai dầm chính được di chuyển theo phương ngang theo hướng gần trụ bằng xe goòng trên bệ đỡ công xon, liên kết các hệ thống dầm ngang .

Lắp dựng khung treo tại vị trí phía trước mỗi nối thi công, Hệ dầm chính được nâng lên bằng các kích chính đặt tại vị trí hệ đỡ công xon phía trước (Truyền lực xuống kết cấu móng trụ)và hệ treo phía sau của nhịp dầm chuẩn được thi công (Truyền lực vào sườn của kết cấu dầm)

e). Chuẩn bị đổ bê tông nhịp tiếp theo

Lắp ráp, điều chỉnh hệ ván khuôn ngoài đúng vị trí yêu cầu. Bố trí, lắp dựng cốt thép thường và ống ghen kể cả cáp dự ứng lực.

Di chuyển từng phân đoạn ván khuôn trong vào vị trí bằng xe goòng và điều chỉnh hệ ván khuôn bằng các xy lanh thủy lực.

4.3. Hệ thống MSS loại chạy trên

4.3.1. Bố trí hệ thống

Hệ dầm chính được bố trí ở phía trên kết cấu nhịp dầm đã được xây dựng. Hệ ván khuôn được bố trí thành khung bao quanh kết cấu phần trên và kết cấu dầm chính thông qua kết cấu dầm ngang hoặc kết cấu khung.

Để có thể lao dầm qua vị trí trụ, hệ ván khuôn được chia làm 2 nửa tách rời nhau có khả năng di chuyển ra ngoài phạm vi không gian của trụ. Lúc này hệ thống MSS mới có thể bắt đầu lao bằng cách trượt (Lăn), trên hệ bàn trượt đặt trên trụ đỡ được liên kết với trụ. Đối với loại hình này của công nghệ, thì yêu cầu tĩnh không dưới cầu được đáp ứng cao.

Lợi thế của loại hình này là áp dụng xây dựng những cầu nằm ở vị trí sườn đồi, sườn núi hoặc các cầu nằm trên đường cong bán kính nhỏ. Mặt khác khu vực làm việc dễ dàng bảo vệ khỏi ảnh hưởng thời tiết bằng các tấm che mưa.

4.3.2. Chu trình hoạt động

a). Đổ bê tông kết cấu nhịp

Đổ bê tông, bảo dưỡng bê tông kết cấu nhịp. Sau khi bê tông đạt cường độ tiến hành căng kéo thép dự ứng lực .

Hệ dầm chính được hạ thấp đặt trên bàn trượt lao dầm bằng các kích chính đặt tại vị trí trụ đỡ trước và sau nhịp dầm đổ bê tông

b). Chuẩn bị lao hệ thống MSS

Tháo bỏ liên kết hệ ván khuôn với thanh treo cường độ.

Hạ thấp hệ thống ván khuôn, tháo bỏ liên kết giữa 2 phần của hệ và đưa hệ ván khuôn ngoài đến vị trí thấp nhất mà hệ ván khuôn có thể đi qua vị trí kết cấu trụ.

Hệ thống MSS bây giờ đã sẵn sàng chuẩn bị lao.

c). Lao hệ thống MSS

Tiến hành lao các dầm chính đến vị trí đổ bê tông của nhịp tiếp theo bằng hệ thống mô tơ thủy lực hoặc hệ thống thủy lực .

d). Lắp đặt khung treo

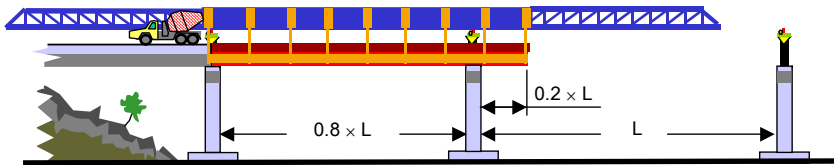
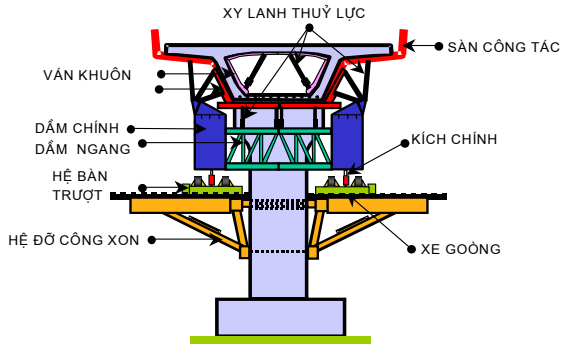
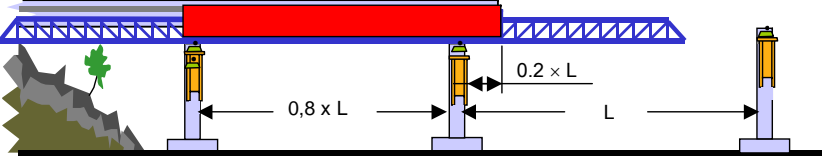
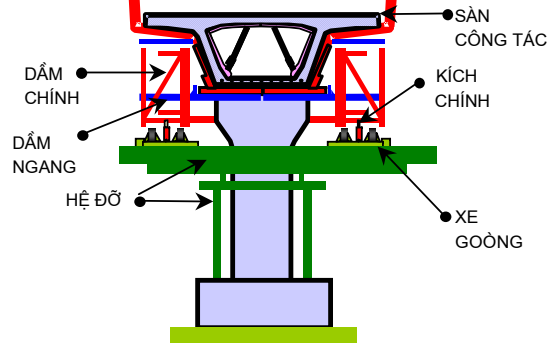
Thời điểm này không có trụ đỡ nào tại vị trí đầu dầm chính phía sau. Lắp dựng khung treo tại vị trí phía trước mỗi nối thi công(Đầu dầm chính phía sau).

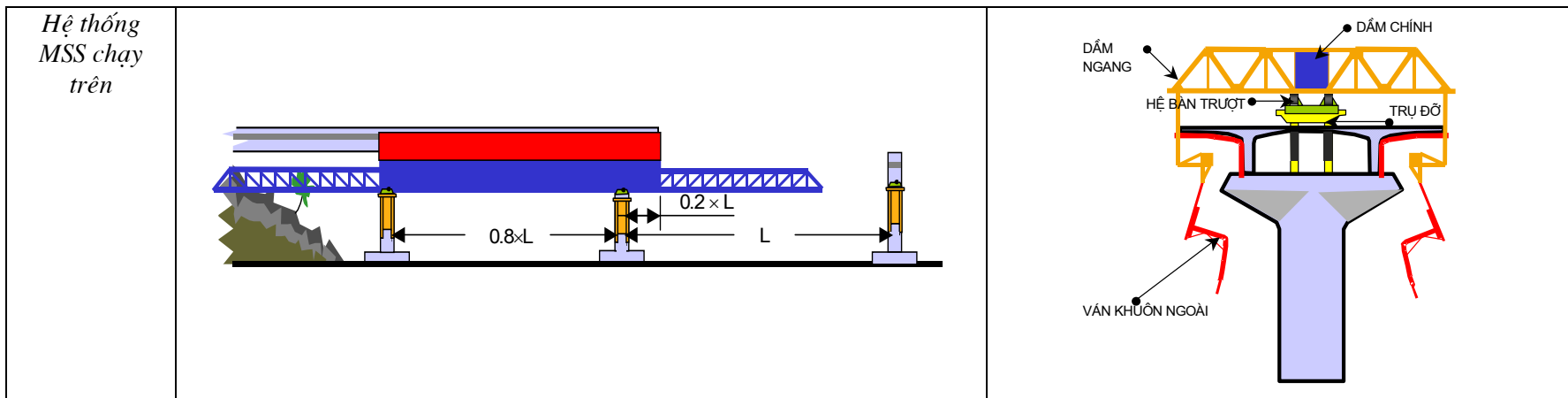
e). Chuẩn bị đổ bê tông nhịp tiếp theo

Ở vị trí đổ bê tông nhịp tiếp theo, hệ ván khuôn được lắp đặt và liên kết vào vị trí thiết kế. Các thanh treo cường độ cao được điều chỉnh.

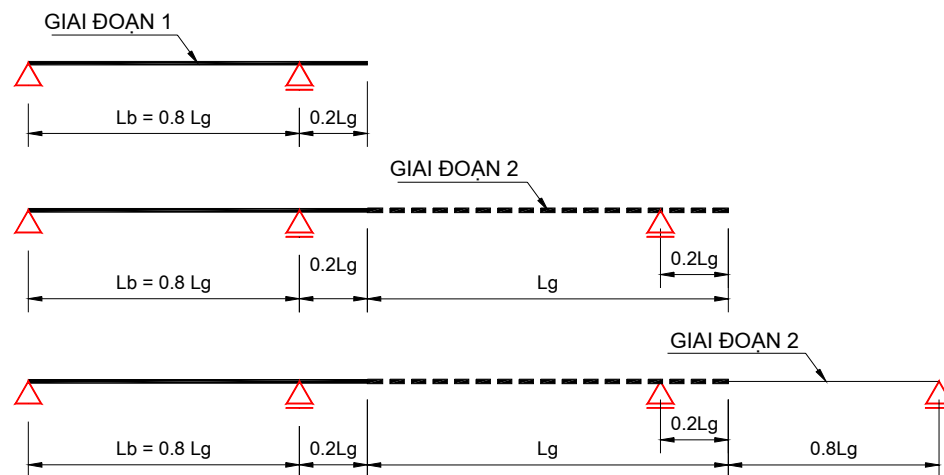
Hệ dầm chính được nâng lên bằng các kích chính đặt tại vị trí đầu dầm chính phía sau và trụ đỡ phía trước đến vị trí đổ bê tông.

Bố trí, lắp dựng cốt thép thường và ống ghen kể cả cáp dự ứng lực. Di chuyển từng phân đoạn ván khuôn trong vào vị trí bằng xe goòng và điều chỉnh hệ ván khuôn bằng các xy lanh thủy lực.

<p><i>Hệ thống MSS chạy dưới</i></p>		
<p><i>Hệ thống MSS chạy giữa</i></p>		



Hình 1.1. Bố trí hệ thống MSS loại chạy trên, chạy giữa, chạy dưới



Hình 1.2. Ví dụ một chu trình thi công dầm liên tục 3 nhịp

4.4. Các phần cơ bản của hệ thống đà giáo

Các bộ phận cơ bản hệ thống MSS bao gồm:

1. Dầm chính - Girders
2. Mũi dẫn - Nose
3. Dầm ngang - Transverse beam
4. Hệ thống bàn trượt lao dầm - Launching Wagons
5. Khung treo - Suspension Gallows
6. Trụ đỡ - Pier Support
7. Hệ đỡ công son - Supporting Brackets
8. Hệ ván khuôn - Formwork
9. Sàn công tác - Platform
10. Thiết bị lao, thiết bị thủy lực - Launching Equipment / Hydraulic Equipment

4.4.1. Dầm chính

Kết cấu dầm chính có 2 loại:

- Hệ dầm thép hình, bản tổ hợp
- Hệ dầm thép

a) Hệ dầm thép hình, bản tổ hợp

Hệ dầm chính được cấu tạo theo kiểu dầm thép hình, thép bản tổ hợp và được chia thành các đoạn có kích thước thích hợp để vận chuyển, được liên kết với nhau bằng bu lông cường độ cao. Cấu tạo kết cấu dầm bao gồm: 2 dầm sườn được liên kết với nhau bằng các thanh giằng, dầm ngang và thanh giằng có cấu tạo tấm phẳng để cấu tạo thành dầm chính có mặt cắt hình hộp hở hoặc hình hộp hở có hệ thanh giằng chống xoắn. Các thanh giằng có cấu tạo tấm phẳng ngoài tác dụng về mặt kết cấu còn có tác dụng làm đường công tác. Tại hai đầu dầm có bộ nối kiểu chốt để liên kết mũi dẫn với dầm chính.



Hình 1.3. Dầm chính

Trọng lượng một đơn vị kết cấu lớn nhất là 1.5 tấn, nhờ đó dầm chính có thể được lắp dựng thủ công bằng các cần cẩu quay bình thường. Bề rộng đường bao của kết cấu dầm lớn nhất là 2.5 m, do vậy hệ thống cho lắp sẵn để vận chuyển đến công trường từng phân đoạn của kết cấu dầm. Dầm sườn được cấu tạo từ dầm dọc cánh trên, dưới và các tấm sườn được chế tạo sẵn với chiều dài tiêu chuẩn 2m, 4m và 6m, từ đó có thể lắp ráp thành dầm chính có chiều dài yêu cầu.

Hệ dầm chính gồm 2 dầm. Bản cánh dưới dầm hộp được gắn các ray, khi lao hệ thống MSS các ray này được đỡ trên bàn trượt lao dầm.

Trong quá trình đổ bê tông hệ thống MSS được đỡ trên bốn kích được đặt tại vị trí khung treo và hệ thống bàn trượt lao dầm trước, sau nhịp dầm cầu đang thi công. Dầm chính mang

theo hệ ván khuôn ngoài và các xylanh thuỷ lực để đảm bảo thuận tiện cao nhất cho việc tháo, lắp và điều chỉnh ván khuôn.

Đối với công nghệ CHLB Đức các cấu kiện của kết cấu dầm được thiết kế định hình hoá lấy tên gọi kiểu **HV** (Horizontal - Vertical). Tuỳ theo chiều cao, kiểu mà dầm chính có mô men chịu lực từ $\pm 3200 \div \pm 36000$ kNm (Trường hợp đặc biệt có thể lên đến ± 46000 kNm). Trong trường hợp cầu trên đường cong tuỳ khả năng chịu xoắn của dầm ta có thể xác định độ lệch tâm cho phép của kết cấu với độ võng của tấm sườn nhỏ. Mặt cắt dầm dọc cánh thượng, hạ đều có khả năng cho phép đặt các lực cục bộ lớn tại bất kỳ điểm nào của dầm.

b). Kết cấu dầm chính kiểu dàn thép

Kiểu kết cấu dàn thép cho dầm chính là hệ đà giáo chuyên dụng phục vụ thi công các nhịp từ 20m ÷ 30m được chấp thuận và sử dụng ở CHLB Đức, được công ty Thyssenkrupp áp dụng làm dầm chính trong công nghệ đà giáo đẩy có tên gọi là: **Heavy Duty Truss 50**

Kết cấu dầm chính được tổ hợp từ các phân đoạn dàn thép tam giác chế tạo sẵn, trong đó các phân đoạn đầu dầm dài 2.5m, 3.0m và các phân đoạn giữa có chiều dài 4.0m, 6.0m , mặt khác tuỳ theo cấu tạo dầm mà đầu dàn được lắp các thanh chống.

Sự tổ hợp các phân đoạn và các thanh gia cường phụ thuộc vào chiều dài và sơ đồ kết cấu mà kết cấu dầm là giản đơn, liên tục hay nút thừa mà lắp thêm các thanh tăng cường ở thanh mặ trên, dưới và mặ dưới kết hợp với thanh chống đầu dầm

Kết cấu dàn bao gồm các thanh giằng ngang được liên kết với dàn chủ bằng bu lông cường độ cao tại vị trí chốt, với khoảng cách 2m ở trên mặ thượng, mặ hạ.

4.4.2. Mũi dẫn:

Như là phần kéo dài của kết cấu dầm chính là phần mũi dẫn ở hai đầu. Mũi dẫn gồm 2 phần. Phần đầu của mũi dẫn sẽ được uốn cong theo chiều đứng tạo góc theo phương ngang $4^\circ \div 5^\circ$. Mặt khác khả năng quay theo phương ngang của bàn trượt lao dầm có tác dụng định hướng của hệ thống MSS.



Hình 1.4. Hệ mũi dẫn cho loại chạy dưới



Hình 1.5. Hệ mũi dẫn cho loại chạy trên

Mũi dẫn được liên kết với dầm chủ bằng bulông cường độ cao tại hiện trường. Khớp nối giữa dầm chính và mũi dẫn sẽ cho phép điều chỉnh phương ngang, khi khớp nối theo phương đứng giữa mũi dẫn phần I & II được sử dụng cho điều chỉnh dốc dọc của hệ thống đà giáo.

Kích thước chiều cao, bề rộng của mũi dẫn bằng kích thước của dầm chính. Mũi dẫn được thiết kế như là dàn thép với mặt cắt chữ H hoặc tam giác - và các thanh xiên. Mũi dẫn được lắp với ray đặt tại thanh mặ dưới phía trong.

4.4.3. Hệ thống bàn trượt lao dầm

Hệ thống bàn trượt lao dầm là hệ thống đỡ định hướng cho hệ thống đà giáo di động (MSS) và là phần cốt yếu của hệ thống. Tùy theo hệ thống MSS là loại chạy trên, chạy dưới mà hệ bàn trượt được đặt trên trụ đỡ hay hệ công xon đỡ dầm.



Hệ thống bàn trượt lao dầm chính sẽ đỡ hệ thống MSS trong quá trình lao. Khi đổ bê tông kết cấu nhịp cầu, dầm chính sẽ được đỡ bằng hệ thống kích thủy lực. Đối với MSS loại chạy dưới, hệ bàn trượt lao dầm được sàng ngang nhờ các xylanh thủy lực và đưa dầm chính vào vị trí đổ bê tông kết cấu nhịp. Nhờ giá đỡ hệ bàn trượt có khả năng xoay theo phương ngang do vậy việc chỉnh hướng lao của dầm chính được thực hiện dễ dàng

Có 2 loại hệ bàn trượt: Hệ bàn trượt với hệ thống lao bằng mô tơ thủy lực và hệ bàn trượt với hệ thống lao thủy lực. Đối với hệ bàn trượt thứ nhất, mô tơ thủy lực truyền động vào bánh xe chủ động có tác dụng định hướng và đẩy dầm và chức năng của các bánh xe bị động phía ngoài có tác dụng chống lại sự lệch của dầm chính nhằm đảm bảo an toàn. Bánh xe này sẽ không có lực tác dụng khi hoạt động bình thường.

Với hệ bàn trượt thứ hai xylanh thủy lực truyền lực đẩy vào tim trục dầm chính, dầm được định hướng và lao trượt trên các tấm Teflon hoặc lăn trên các bánh xe chủ. Trong đó bánh xe chủ có tác dụng chịu lực chính và bánh xe phụ các tác dụng như bánh xe bị động của hệ bàn trượt thứ nhất.

Đối với MSS chạy dưới các kích thủy lực của hệ thống bàn trượt cùng với các thanh kéo của khung treo và với MSS chạy trên các kích thủy lực là các vật đỡ hệ thống MSS chủ yếu khi đổ bê tông. Kinh nghiệm cho thấy, đối với kết cấu nhịp cầu 50m thì tải trọng trên một kích vào khoảng 600 tấn phía trước / 400 tấn phía sau.

Khi dầm chính vào vị trí, tất cả các kích thủy lực được đặt dưới điểm kích của dầm chính, là điểm kê trên cho kích của hệ đỡ công son. áp lực dầu bắt đầu nâng trục đẩy của kích. Sau khi trục đẩy của kích chuyển động khoảng 50mm, trục đẩy của kích tiếp xúc mặt đế dưới của điểm kích và kích bắt đầu nâng hệ thống MSS.

Khi đạt cao độ khởi đầu, nút an toàn của kích được vận chặt và áp lực dầu được giảm.

4.4.4. Khung treo

Đối với hệ thống MSS loại chạy dưới, khung treo bao gồm khung chịu lực bằng thép và các thanh treo bằng thép cường độ cao, nó được dùng cho tất cả các nhịp dầm, trừ các vị trí nhịp dầm đầu tiên và nhịp dầm có khe co giãn. Khi đổ bê tông phần sau của dầm chính được treo bởi hệ thống khung treo và truyền lực xuống phần kết cấu dầm cầu BT đã đủ khả năng chịu lực.

Khung chịu lực bằng thép hình được đỡ trực tiếp tại các vị trí của sườn dầm kết cấu cầu. Hệ khung này đảm bảo các bộ thanh treo đi qua lỗ chừa sẵn trên bản mặt cầu, bắc qua kết cấu nhịp dầm. Khung treo được đỡ trên 2 kích thủy lực cùng loại với kích trên hệ thống bàn trượt

lao dầm nhưng khả năng nâng thấp hơn (Khoảng 400 tấn). Chiều cao của khung treo tùy thuộc vào sự cần thiết tĩnh không cho xe tải phục vụ thi công hay không.

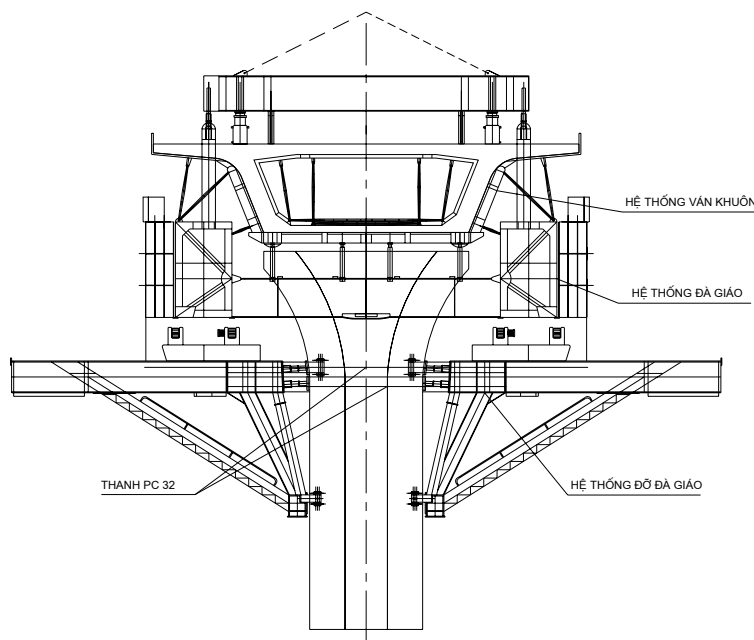
Đối với hệ thống MSS loại chạy trên, giá treo cũng có kết cấu tương tự như hệ thống MSS loại chạy dưới. Được liên kết với dầm ngang tại vị trí đầu dầm kết cấu nhịp cầu và truyền lực phản lực kích vào dầm ngang.

Khi đổ bê tông kết cấu nhịp hệ 2 kích dưới giá treo kết hợp với 2 kích trên trụ đỡ có tác dụng chịu toàn bộ tĩnh tải kết cấu và thiết bị thi công.

Nói chung giá treo của các loại hệ thống MSS có tác dụng truyền tĩnh tải thi công vào kết cấu nhịp dầm BT đã đủ khả năng chịu lực, để tiết kiệm vật liệu cho kết cấu nhịp chính và sơ đồ chịu lực của kết cấu nhịp dầm cầu trong thi công tương ứng với giai đoạn khai thác.

4.4.5. Hệ đỡ công son

Hệ đỡ công son được thiết kế để truyền lực từ trên dầm chính xuống nền móng của trụ khi đổ bê tông và di chuyển cho hệ thống MSS loại chạy dưới. Chúng được bố trí ở 2 mặt bên của trụ, ngoài 2 cặp hệ đỡ công son là cặp thứ 3 rất cần thiết cho trụ đỡ tiếp theo khi lao dầm.



Hình 1.8 . Hệ đỡ đà giáo

Hệ đỡ công son bao gồm các dầm hẫng thép hình đặt theo phương ngang cầu và được đỡ bởi các thanh chống xiên. Một thanh kéo thẳng đứng truyền một phần lực thanh kéo lên dầm hẫng thép hình ở gần vị trí thân trụ. Thanh ngang của hệ đỡ được đặt sâu vào trong thân trụ thông qua hốc trống để chờ sẵn và thanh kéo bằng thép cường độ cao dùng để liên kết chặt hai hệ đỡ công son với nhau. Từ đó hệ đỡ công son sẽ truyền lực thẳng đứng vào trụ.

Đối với hệ đỡ công son có kích thước ngang lớn thì hệ còn được liên kết với hệ thanh treo lên đỉnh trụ.

Với hệ thống MSS theo công nghệ của CHLB Đức, trong quá trình lao dầm thì sự di chuyển của hệ đỡ công son cũng được di chuyển theo tại các vị trí 2 trụ của nhịp đổ bê tông và 1 lần cận theo chiều tiến của hướng lao.

Ngược lại hệ đỡ công son theo công nghệ Naury được lắp đặt sẵn tại 3 vị trí như trên, khi lao dầm thì sự tháo lắp luân chuyển được thực hiện tuần tự.

4.4.6. Trụ đỡ

Đối với hệ thống MSS loại chạy trên, giống như hệ đỡ công son lao dầm trong hệ thống MSS loại chạy dưới, trụ đỡ được đặt trên đỉnh trụ được thiết kế để cùng các kích dưới khung treo truyền lực từ trên dầm chính xuống nền móng mố trụ và phục vụ công tác lao hệ thống MSS.

Trụ đỡ thường được thiết kế bằng kết cấu thép hình và thép bản liên hợp và được liên kết với trụ cầu bằng các thanh thép dự ứng lực nhằm đảm bảo an toàn trong quá trình lao hệ thống MSS. Trên trụ đỡ được liên kết hệ bàn trượt, kích thuỷ lực có tác dụng định hướng, lao hệ thống đến vị trí qui định.

Trụ đỡ tại vị trí trụ phía cuối nhịp dầm đã được đổ bê tông trong quá trình đổ bê tông nhịp tiếp theo không có tác dụng lực. Lúc này khung treo dưới dầm ngang đầu tiên tại vị trí cuối nhịp trước cùng với trụ đỡ cuối nhịp mới sẽ có tác dụng chịu toàn bộ tải trọng trong quá trình thi công đổ bê tông kết cấu nhịp. Giai đoạn này trụ đỡ này sẽ được di chuyển, lắp dựng tại vị trí trụ đầu tiên của chu trình mới.

4.4.7. Hệ ván khuôn

Hệ thống MSS có khả năng phục vụ đổ bê tông dầm cầu với mặt cắt bất kỳ, kể cả đối với kết cấu có mặt cắt đặc với chiều cao thay đổi. Riêng đối với dầm hộp (Rỗng) công nghệ đòi hỏi mặt cắt ngang có chiều cao không đổi để có thể cơ giới hoá việc tháo lắp ván khuôn trong. Để nắm bắt được đặc điểm và nguyên tắc hệ ván khuôn của hệ thống MSS, luận văn chỉ mô tả hệ ván khuôn đối với kết cấu dầm hộp bao gồm hệ ván khuôn trong, ngoài dưới đây.

Hệ ván khuôn trong bao gồm:

- Ván khuôn trần
- Ván khuôn thành bên
- Và hệ thống phụ trợ

Hệ ván khuôn được chia thành các phân đoạn riêng biệt theo phương ngang cầu dọc theo tim của kết cấu nhịp, chiều dài phân đoạn khoảng 6m . Mỗi phân đoạn các tấm ván khuôn trần, ván khuôn thành và các kết cấu phụ trợ như: xà đỡ chịu lực, xylanh thuỷ lực □. được liên kết với xe goòng chạy bằng mô tơ thuỷ lực.

Hệ thống đường ray phục vụ sự di chuyển của xe goòng được đặt trên các con kê bê tông đúc sẵn với tổng chiều dài bằng 1,5 lần chiều dài nhịp đúc và được luân chuyển trong quá trình đúc kết cấu từ nhịp này đến nhịp tiếp theo.

Hình 1.9. Ván khuôn trong



Trong quá trình di chuyển xe goòng các tấm ván khuôn thành, ván khuôn trần và kết cấu phụ trợ được gấp lại, thu vào nhờ hệ thống các xylanh thuỷ lực, sao cho đường bao của các phân đoạn có kích thước nhỏ nhất có thể đi qua các vị trí vách ngăn tại đỉnh trụ của kết cấu nhịp dầm.

Sau khi vận chuyển các phân đoạn ván khuôn vào vị trí, hệ các xylanh sẽ kéo, đẩy trực tiếp các tấm ván khuôn trần, ván khuôn thành nhằm điều chỉnh hệ ván khuôn trong vào vị trí hình dạng thiết kế. Hệ thống các xylanh thuỷ lực được chia làm 2 phần chính:

Phần thứ nhất: các xylanh được gắn kết cố định với xe goòng có tác dụng kéo, đẩy các ván khuôn thành, ván khuôn trần vào vị trí và sau khi định dạng xong phân đoạn ván khuôn trong, các xylanh này cùng với xe goòng quay trở về vị trí xuất phát ban đầu (Nơi cung cấp các phân đoạn ván khuôn) để chuẩn bị chuyển chở, lắp đặt các phân đoạn ván khuôn tiếp theo.

Phần thứ hai: là hệ các xylanh liên kết các tấm ván khuôn thành, ván khuôn trần với nhau và chúng kết hợp với các kết cấu phụ trợ giữ ổn định hệ ván khuôn trong suốt quá trình đổ bê tông kết cấu nhịp.

Các phân đoạn ván khuôn được lắp đặt và liên kết tuần tự từ xa đến gần, theo chiều tiến của quá trình đúc dầm với số lượng đủ cho chiều dài lớn nhất của kết cấu nhịp cầu. Số lượng các xylanh thuỷ lực phần một khoảng từ 10 ÷ 12 và số lượng các xylanh thuỷ lực phần hai phụ thuộc vào lựa chọn thay thế bằng các kết cấu thanh chống sau khi cố định, điều chỉnh cao độ ván khuôn theo yêu cầu thiết kế.

Hệ ván khuôn ngoài bao gồm:

- Ván khuôn sườn (Kể cả ván khuôn bản đỡ bán cánh)
- Ván khuôn đáy
- Và hệ thống phụ trợ

Hệ ván khuôn được chia thành các phân đoạn riêng biệt theo phương ngang cầu và dọc theo tim của kết cấu nhịp, chiều dài phân đoạn khoảng 6m trừ phạm vi trụ. Các phân đoạn được liên kết với dầm chính của hệ thống MSS và di chuyển theo khi lao dầm. Khi lao dầm đến vị trí nhịp đổ bê tông, việc đưa hệ ván khuôn vào vị trí được thực hiện bởi việc sàng ngang kết cấu dầm chính bằng hệ thống bàn trượt lao dầm. Mỗi phân đoạn ván khuôn sườn được liên kết với hệ thống dầm chính bằng các xylanh thuỷ lực và các xà đỡ chịu lực. Hệ thống xylanh có tác dụng điều chỉnh vị trí và cao độ ván khuôn sườn theo yêu cầu thiết kế.

4.4.8. Thiết bị lao, thiết bị thuỷ lực

Trong quá trình đổ bê tông, hệ thống MSS được đỡ trên bốn kích chủ yếu . Chúng được đặt tại hệ đỡ công xon trước và sau nhịp chuẩn bị đúc (và trên mặt cầu, bên dưới khung treo). Kích được trang bị ốc hãm để chịu lực một cách an toàn và khớp khuyên yên ngựa.

Sau lao hệ thống MSS bốn kích bắt đầu hoạt động. Dầm chính được nâng lên khoảng 200mm phía trên kích. Khi đạt tới cao độ khởi đầu, ốc hãm an toàn được vận chặt và áp lực dầm được giảm xuống.

4.5. MỘT SỐ VẤN ĐỀ LIÊN QUAN ĐẾN CÔNG NGHỆ:

4.5.1. Nối thi công dầm

Đối với cầu BTCT DU'L liên tục nhiều nhịp, công nghệ thi công đổ bê tông trên đà giáo di động cũng như phần lớn các công nghệ thi công khác đều đòi hỏi mỗi nối trong quá trình thi công kết cấu dầm. Mỗi nối thi công một mặt cho phép thi công từng đoạn một liên tiếp một cách hiệu quả nhưng mặt khác chúng là điểm yếu trong kết cấu công trình.

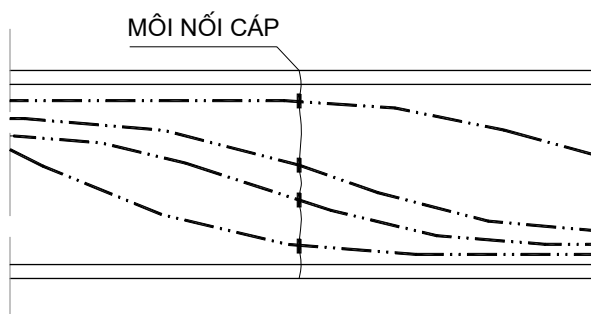
Hầu như tất cả các biện pháp thi công đều dự kiến đặt neo, nối các bó cáp dự ứng lực tại mỗi nối thi công và mặt cắt bê tông tiếp tục giảm yếu gây ra bởi hệ thống neo. Chính vì vậy trong phạm vi này cốt thép thường được bố trí đặc biệt cẩn thận. Để bù lại sự giảm cường độ chịu kéo tại mỗi nối thi công thì cốt thép dọc được đặt như cốt thép nối.

Trong đoạn mới đổ bê tông, cốt thép được yêu cầu đặt song song cho mỗi nối để chịu ứng suất kéo sinh ra do co ngót. ứng suất kéo sinh ra do nhiệt độ của quá trình Hydrat hoá, đặc biệt với các bộ phận kết cấu dày hơn có thể giữ ở giá trị nhỏ thông qua theo dõi để giữ nhiệt độ ở giới hạn hợp lí.

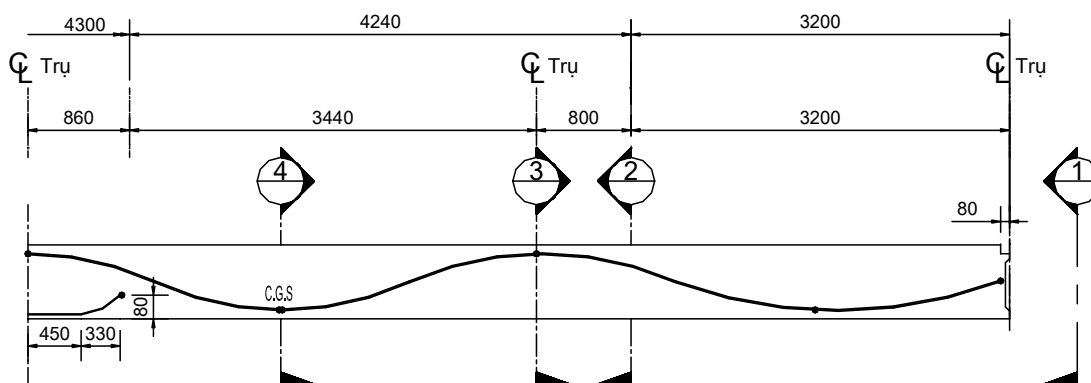
Nếu các cáp dự ứng lực được neo tại mỗi nối thi công, bê tông của các đoạn lân cận tiếp theo bị hạn chế ra khỏi ảnh hưởng của biến dạng do từ biến của đoạn trước vì ứng suất nén lớn đằng sau neo. ứng suất kéo vì thế phát sinh ở các vị trí gần và sau neo, có thể dẫn tới nứt bê tông nếu các ứng suất này không được cân bằng bởi tạo ứng suất trước liên tục. ứng suất nén cũng phát sinh vì những lí do tương tự, nhưng ở chừng mực nào đó chúng đã được mất khỏi phạm vi neo. Chính vì vậy cốt thép thường phải được bố trí gần neo để đem lại vết nứt nhỏ.

4.5.2. Mỗi nối cáp dự ứng lực

Mỗi nối cáp trước khi tạo dự ứng lực cho bó cáp đã được nối (The Coupled Tendon) có cơ cấu làm việc như mỗi nối thi công với một bó cáp đã neo. Sau khi tạo DUL cho bó cáp thì cơ cấu làm việc cũng như vậy nhưng với điều kiện ngược lại. Gần các bó cáp hiện tượng tăng ứng suất nén xảy ra và chỉ trong phạm vi ứng suất kéo phát sinh cần bố trí cốt thép thường. Những ứng suất kéo này còn lại vô cùng nhỏ nếu các bộ nối (The Couplers) được phân bố xa nhau bằng tám đệm ở đoạn đổ bê tông tiếp theo. Toàn bộ DUL được truyền vào bê tông thông qua mỗi nối cáp. Tất nhiên tốt nhất là nên tránh bố trí vị trí nối cáp trên cùng một mặt cắt.



Hình 1.10 . Mỗi nối cáp suốt chiều cao dầm trong sườn hộp



Hình 1.11. Bố trí cốt thép dọc cầu