

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ‘THIẾT KẾ, THI CÔNG CẦU VÒM MỘT MẶT PHẶNG’ TẠI CẦU RỒNG (ĐÀ NẴNG)

TS. Đặng Việt Dũng

(tiếp theo & hết)

PHẦN II: MỘT SỐ CÔNG NGHỆ THI CÔNG CẦU RỒNG

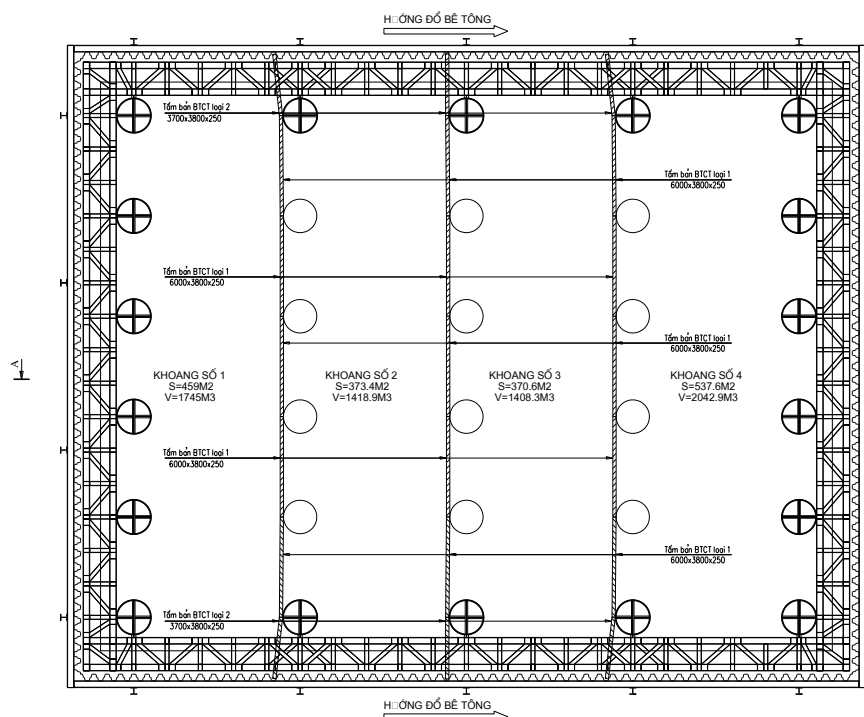
Do thiết kế của cầu Rồng có nhiều điểm đặc biệt như: khối lượng bê tông bọt đáy, khối lượng bê tông khối K0 lớn, kết cấu nhịp phức tạp (gồm cả dầm thép và dầm bê tông, kết cấu vòm thép) lần đầu tiên thi công tại Việt Nam. Vì vậy để đảm bảo chất lượng, tiến độ dự án còn trình đã sử dụng một số công nghệ chính như sau: Công nghệ thi công bọt đáy; Công nghệ thi công dầm K0; Công nghệ sản xuất dầm, vòm; Công nghệ thi công dầm, vòm;

1. Công nghệ thi công bọt đáy

Hố móng trụ P1, P2, P3, P4 có kích thước rất lớn (46x36)m, chiều dày lớp bọt đáy 3,4÷3,9 m, khối lượng bê tông bọt đáy lên tới hơn 6000m³. Do đó, để đảm bảo chất lượng bê tông bọt đáy, Nhà thầu đã thực hiện các biện pháp cụ thể như sau:

✓ Biện pháp tổ chức thi công:

Để giảm kích thước cũng như khối lượng bê tông mỗi lần đổ, Nhà thầu chia bê tông bọt đáy thành các khoang nhỏ để đổ, các khoang này được ngăn bằng các tấm bản bê tông cốt thép đúc sẵn tựa lên các cọc khoan nhồi.



Hình 1: Chia khoang đổ bê tông bọt đáy trụ P3.

Trong suốt quá trình thi công lắp đặt tấm bản, các thợ lặn phải thường xuyên kiểm tra, điều khiển và lắp đặt tấm bản vào đúng vị trí đã thiết kế. Sau khi lắp đặt, các tấm bản đảm bảo kín khít, đúng cao độ thiết kế và không rò rỉ bê tông sang khoang bên cạnh.

✓ ***Biện pháp hạ nhiệt độ hỗn hợp bê tông:***

Nhiệt độ của hỗn hợp bê tông từ trạm trộn được khống chế không lớn hơn 25°C và khi đổ không lớn hơn 32°C. Để đảm bảo điều kiện trên, ngoài việc thi công vào ban đêm để hạ nhiệt độ môi trường Nhà thầu còn sử dụng các biện pháp hạ nhiệt độ cốt liệu sau:

- Phun nước lên đá dăm, sỏi: Đá dăm, sỏi trong bãi chứa được phun nước theo chu kỳ để giữ ướt bề mặt tạo cơ chế nước bay hơi làm hạ nhiệt độ cốt liệu.
- Sử dụng nước mát để trộn bê tông, các bể chứa nước được che đậy ánh nắng mặt trời.

✓ ***Trộn và vận chuyển bê tông***

- Bê tông được trộn bằng trạm trộn tự động, hệ thống định lượng có sai số không vượt quá sai số cho phép của các thành phần.
- Độ sụt của bê tông từ 14+4/-2 cm lấy tại vị trí đổ bê tông. Không chế tốc độ giảm độ sụt của bê tông không quá 3 cm/h.
- Vận chuyển bê tông từ trạm trộn đến vị trí bơm bê tông bằng xe Mix. Sau đó bê tông được bơm từ máy bơm bê tông đến vị trí đổ bê tông bịt đáy qua hệ thống ống dẫn đặt trên cầu phao.

✓ ***Đổ bê tông theo phương pháp rút ống thẳng đứng***

2. Công nghệ thi công dầm K0.

Dầm K0 trên các trụ P1, P2, P3, P4 có kích thước cũng như khối lượng bê tông rất lớn (từ 1300 – 3900m³).

Dầm K0 được thi công trên hệ đà giáo cố định. Các bước thi công cụ thể như sau:

✓ ***Thi công cọc khoan nhồi trụ tạm D=1000mm***

✓ ***Sản xuất và lắp dựng đà giáo***

Đà giáo, ván khuôn được thiết kế để có thể chống lại bất cứ chuyển vị bất lợi nào trong quá trình thi công kết cấu thượng bộ.

✓ ***Thử tải trụ tạm và đà giáo***

Mục đích chính là kiểm tra khả năng chịu lực của đà giáo và sức chịu tải của cọc trụ tạm.



Hình 2: Thử tải đà giáo K0

✓ **Lắp đặt ván khuôn dầm, cốt thép và cáp DUL:**

- Ván khuôn đáy tổ hợp bằng ván khuôn tiêu chuẩn, đặt trực tiếp lên các dầm ngang H250, cọc ván thép Larsen IV điều chỉnh cao độ bằng kích ren và nêm thép.
- Ván khuôn thành đặt trực tiếp lên ván khuôn đáy. Phần cánh dầm được tổ hợp từ ván khuôn tiêu chuẩn, ván khuôn thành dầm chế tạo đặc biệt.
- Cao độ của ván khuôn tại mỗi mặt cắt đều tính đến độ võng thiết kế của cầu, độ võng do căng kéo dự ứng lực và biến dạng của đà giáo.



Hình 3: Lắp dựng ván khuôn thành



Hình 4: Lắp dựng ván khuôn lõi.

✓ **Trộn và vận chuyển bê tông**

- Độ sụt của bê tông từ 12+2/-2 cm lấy tại vị trí đổ bê tông. Không chế tốc độ giảm độ sụt của bê tông không quá 2 cm/h. Bê tông khi đổ vào máy bơm bê tông được kiểm tra độ sụt và lấy mẫu thí nghiệm 7 ngày và 28 ngày. Số lượng kiểm tra:
 - Kiểm tra độ sụt: tất cả các xe mix đến.
 - Lấy mẫu thí nghiệm: 300 m³/1 tổ mẫu.

✓ **Đổ bê tông dầm K0**

Khối lượng bê tông lớn để giải quyết tỏa nhiệt khi thi công và hạn chế mạch ngừng, Nhà thầu tiến hành đổ bê tông đầm K0 thành 02 đợt. Sau mỗi đợt đổ, bề mặt bê tông sẽ được tạo nhám tăng sự liên kết giữa các đợt đổ bê tông.

- Đợt 1: Do trong trình tự thi công cần phải căng kéo các bó cáp nhóm 8 sau khi đổ bê tông đợt 1 nên cần hạn chế chiều cao của bản bê tông ở lần đổ thứ nhất nhằm tránh xuất hiện ứng suất kéo thớ trên của bản (do độ lệch tâm khi căng kéo). Vì vậy, Nhà thầu đổ lần 1 có chiều cao là 125cm tính từ đáy đầm lên.
- Đợt 2: Phần còn lại của đầm với chiều cao 275cm sẽ sử dụng giải pháp giảm nhiệt trong quá trình đổ vì khối lượng bê tông khá lớn.
- Sau khi các công tác chuẩn bị đổ bê tông hoàn thành thì tiến hành bơm bê tông. Trong quá trình đổ bê tông, các xe bê tông đến luôn kiểm soát độ sụt để đảm bảo chất lượng bê tông cũng như khả năng bơm bê tông.
- Khi chấm dứt việc đổ bê tông, tiến hành ngay công tác tạo nhám cho bề mặt bê tông bằng phụ gia Rugasol của hãng SIKA.

✓ ***Hoàn thiện và bảo dưỡng bê tông***

- Công tác bảo dưỡng bê tông đầm đúc trên đà giáo tiến hành ngay khi hoàn thiện được một phần diện tích bê tông mặt đầm, khi bê tông bắt đầu se mặt phải dùng bao tải ướt phủ lên mặt bê tông. Thường sau khi đổ bê tông 2h tiến hành tưới nước thường xuyên lên mặt bê tông phần đã hoàn thiện mặt. Thời gian bảo dưỡng phải kéo dài tối thiểu là 7 ngày kể từ khi kết thúc đổ bê tông đầm.

✓ ***Căng kéo cáp DUL***

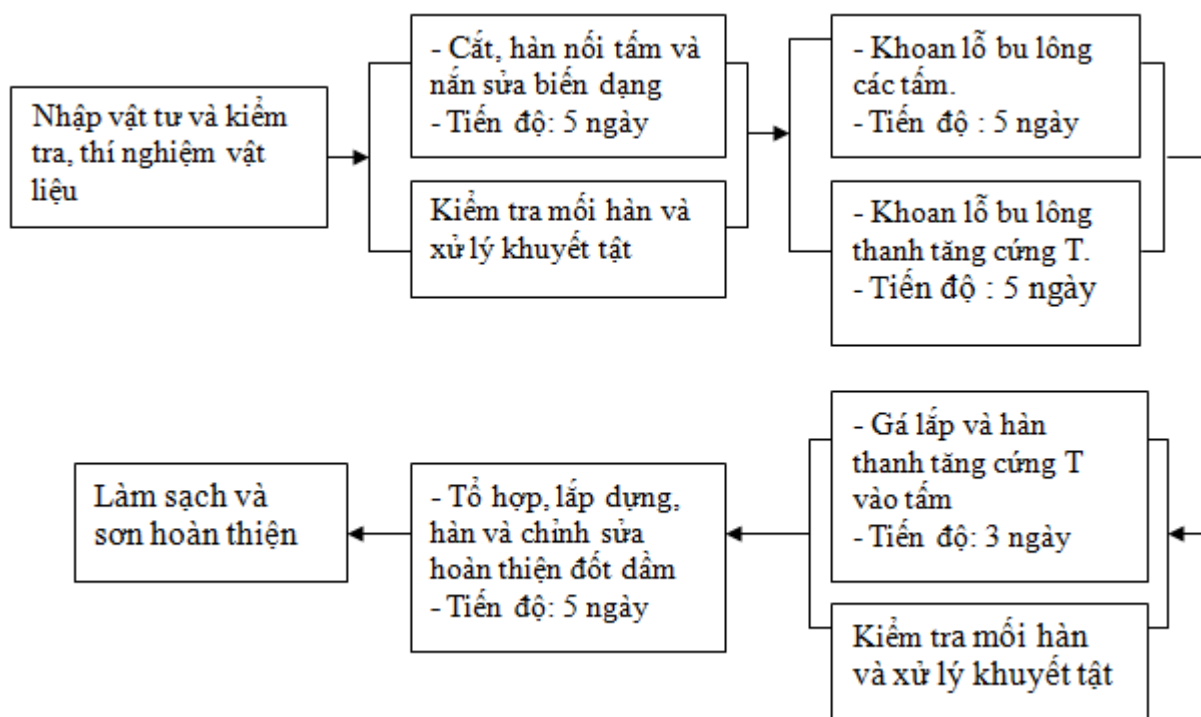
Sử dụng kích 500T căng cáp dự ứng lực loại sử dụng cho bó cáp loại 19(14) tao 15,2mm 7 sợi, Phương pháp căng theo bản vẽ thiết kế thi công được phê duyệt. Cáp căng từng đôi đối xứng qua tim đầm theo trình tự: Từ tim đầm ra ngoài; Từ trục trung hoà ra ngoài.

✓ ***Bơm vữa ống gen***

3. Công nghệ sản xuất đầm – vòm thép.

Đầm, vòm thép cầu được thiết kế dựa trên nền tảng là thép tấm, các tấm thép được liên kết với nhau tạo thành đầm hộp, vòm thép thông qua công nghệ hàn tổ hợp. Để đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật đối với gia công hàn theo yêu cầu thiết kế, nhà thầu đưa ra các qui trình hàn tiêu biểu dựa trên các yêu cầu của tiêu chuẩn hàn thông dụng 22TCN 280-01 và AWS D1.1, D1.5.

Quy trình gia công chế tạo và tiến độ sản xuất dầm hộp thép theo sơ đồ công nghệ và tiến độ thực hiện sau:



Hình 5: Quy trình gia công dầm

Theo thiết kế vòm thép là đường cong tròn trơn, để đạt được yêu cầu trên ống vòm phải được sản xuất theo công nghệ uốn nóng và chưa thể sản xuất ở trong nước. Theo một số chuyên gia, công nghệ này hàm chứa nhiều hạn chế do tính chất vật liệu bị thay đổi trong quá trình gia nhiệt và hạ nhiệt; Ngoài ra còn phụ thuộc vào tiến độ nhập khẩu. Để khắc phục khó khăn trên thành phố đã đồng ý cho Nhà thầu sử dụng công nghệ vòm đa giác nội tiếp, ống vòm được phân thành các đoạn nhỏ để sản xuất sau đó hàn nối với nhau thành kết cấu hoàn chỉnh tại công trường. Quy trình gia công chế tạo như sau:

+ Sản xuất ống vòm: Pha cắt thép tấm → Lóc ống → Hàn đường sinh, nắn sửa biến dạng → Hàn chu vi nối ống, nắn sửa biến dạng.

+ Sản xuất mặt bích liên kết: Pha cắt thép tấm → Lóc các chi tiết tròn → Hàn tổ hợp, nắn sửa biến dạng.

+ Tổ hợp ống vòm vào mặt bích, kiểm tra nghiệm thu kích thước hình học.

+ Làm sạch và sơn hoàn thiện ống vòm và mặt bích.

4. Công nghệ thi công lắp dầm – vòm.

4.1. Lựa chọn phương án, thiết bị thi công



Dùng long môn 200 T cầu lắp dầm thép, vòm thép.

Hình 6: Phương án dùng long môn cầu lắp long môn cầu lắp

- **Ưu điểm:**

- ✓ Chủ động về vật tư thiết bị, thời gian thi công.
- ✓ Long môn được thiết kế thay đổi chiều cao phù hợp trong cả hai giai đoạn thi công dầm thép và vòm thép.
- ✓ Tiết kiệm chi phí do không phải nhập khẩu công nghệ hoặc thuê thiết bị từ nước ngoài.

- **Nhược điểm:**

- ✓ Phương án này lần đầu tiên được Nhà thầu áp dụng trong thi công cầu vòm, do đó không tránh được những khó khăn ban đầu về thiết kế cũng như gia công.
- ✓ Hệ long môn được di chuyển trên hệ cọc tạm giữa sông do đó đòi hỏi độ an toàn rất cao.

Căn cứ vào những ưu nhược điểm của các phương án trên và tình hình thực tế thi công trên công trường Nhà thầu đã quyết định dùng **phương án long môn thay đổi chiều cao, có sức nâng 200T** để thi công dầm, vòm thép.

4.2. Cấu tạo Long môn thi công dầm, vòm thép

Trên cơ sở cần khắc phục những hạn chế của hai biện pháp trên, cũng như đảm bảo an toàn chất lượng và hiệu quả trong thi công dầm thép và vòm thép, Cienco 1 đã “Nghiên cứu thiết kế và chế tạo long môn có chiều cao thay đổi để thi công dầm thép và vòm thép cho cầu Ròng”. Long môn được thiết kế thay đổi chiều cao theo 2 giai đoạn thi công:

- ✓ Thi công dầm thép: Long môn cao 14,149m tính từ mặt ray đến đỉnh dàn H250.
- ✓ Thi công vòm thép: Long môn cao 32,149m tính từ mặt ray đến đỉnh dàn H250.

Để có thể nâng chiều cao của long môn thêm 18m phục vụ thi công vòm, 04 chân của Long môn được đẩy lên cao dần, mỗi lần đẩy 3m theo nguyên lý nâng của cần cầu tháp. Do đó các đốt chân của Long môn sẽ được chế tạo theo môđun, mỗi đốt có chiều dài 3m.



Hình 7: Long môn thi công dầm



Hình 8: Long môn thi công vòm

❖ Cấu tạo Long môn

Long môn được thiết kế bao gồm các bộ phận sau:

- Cơ cấu di chuyển Long môn (vận tốc di chuyển tối đa 6 m/ph).
- Cơ cấu nâng hàng (vận tốc nâng hàng tối đa 0,69 m/ph)
- Kết cấu khung dàn thép.
- Cơ cấu đẩy.

Ở mỗi giai đoạn lắp dầm, vòm Long môn đều được tiến hành thử tải theo qui trình và được cơ quan Kiểm định an toàn cấp phép thi công.

4.3 Trình tự thi công

a. Long môn cầu lắp dầm thép

Bước 1: Sử dụng Long môn trên bãi Thuận Phước di chuyển dầm ra cầu cảng .

Bước 2: Dùng xà lan đưa đốt dầm ra vị trí thi công



Hình 9:
Dùng Xà lan
đưa dầm
vào vị trí thi
công.

- Dùng tàu kéo 150CV lai dất xà lan tới gần vị trí cầu cảng.
- Dùng Long môn trên bãi Thuận Phước hạ đốt dầm xuống xà lan.
- Sử dụng tàu kéo 150CV lai dất xà lan về vị trí thi công(Khoảng cấp dầm)

Bước 3: Dùng long môn đưa dầm vào vị trí thiết kế

- Di chuyển long môn vào vị trí cầu dầm
- Dùng long môn cầu nhắc dầm lên khỏi xà lan
- Di chuyển long môn tới vị trí thiết kế
- Hạ dầm xuống vị trí thiết kế
- Tiến hành vi chỉnh dầm về tọa độ và cao độ theo thiết kế.



Hình 10: Long môn chuyển dầm vào vị trí thiết kế.

Bước 4: Liên kết các đốt dầm bằng mối nối bulông.



Hình 11: Súng xiết bu lông

- Sử dụng phương pháp Cơ lê lực để xiết bu lông, giá trị lực căng yêu cầu trong thân bu lông là 250kN

- Nguyên tắc xiết bu lông :

- o Dùng súng xiết bu lông để xiết và trình tự xiết

theo nguyên tắc, xiết từ tim ra ngoài trên bản liên kết. Súng xiết cấp lực 1 dao động từ trị số 60% : 90% lực căng tối thiểu. Kiểm tra kích thước và độ khép kín của tập bản liên kết bu lông cường độ cao.

- Sau khi xiết bu lông bằng súng, dùng cờ lê lực để kiểm tra giá trị đã xiết.

b. Long môn cầu lắp vòm thép

Bước 1: Hạ một xe hàng xuống, nâng chiều cao Long môn.

Bước 2 : Cầu và lắp đặt đà giáo kê tạm ống vòm



Hình 12 : Đà giáo đỡ vòm.

Bước 3: Cầu các phân đoạn ống vòm lên vị trí kê tạm:



Hình 13 : Vận chuyển vòm từ xưởng ra cầu cảng.

- Xà lan được lai dắt đến hạ lưu hai đầu K0 và bố trí 02 cầu 50T cầu các phân đoạn ống vòm lên vị trí kê tạm trên dầm hộp thép

Bước 4: Di chuyển long môn, nhắc vòm vào vị trí thiết kế.

- Di chuyển Long môn vào vị trí đốt vòm cần lắp.

- Hệ đà giáo tạm được kê trên mặt dầm, được lắp dựng dần trong quá trình thi công vòm.

- Hệ đà giáo đảm bảo đủ khả năng chịu lực, ổn định trong quá trình thi công.

- Các phân đoạn ống vòm được vận chuyển bằng xe chuyên dụng từ xưởng gia công đến mỏ nhô ở hai bờ công trường, sau đó được cầu xuống xà lan.

- Dùng Long môn nâng mâm kẹp vào vị trí thiết kế. Tiến hành vi chỉnh, cao độ toạ độ mâm kẹp, khi đạt yêu cầu tiến hành cố định lại.
- Lắp đặt trước các tấm Neoprene vào vành vòm.
- Dùng Long môn nâng các đốt vòm vào vị trí. Tiến hành vi chỉnh, khi đạt yêu cầu, cố định mặt bích và các ống vòm với nhau.
- Tiến hành hàn nối tại hiện trường giữa các đốt vòm.
- Tương tự tiến hành thi công các đốt vòm khác.



Hình 14 : Long môn lắp đốt chân



Hình 15 : Lắp mâm kẹp

Bước 5: Lắp đặt dây treo

- Dùng Pa lăng xích kéo dây treo vào vị trí.
- Liên kết dây treo vào tai treo.
- Tương tự thi công toàn bộ dây treo cho đến hết.

Bước 6: Lắp vẩy rồng.

Bước 7: Hạ cột chống đỡ các đốt vòm và hệ đà giáo đỡ dầm thép.

Bước 9: Thực hiện truyền tải dây treo.

Bước 10: Tháo dỡ hệ cột chống, lắp dựng congxon thép và đổ bê tông mặt cầu.

Bước 11: Thanh thải dòng, hoàn thiện cầu.



Hình 16: Nắp tấm Neoprene.

Ngoài ra, còn một số giải pháp công nghệ khác như thiết kế hiệu ứng chiếu sáng mỹ thuật làm nổi bật các chi tiết của kết cấu như phân đầu, thân, “vẩy Rồng”, ánh sáng chuyển động tạo hiệu ứng mây trôi bồng bềnh dưới dạ cầu; công nghệ thiết kế chế tạo thiết bị “phun lửa, phun nước” tạo nên sự sống động cho kết cấu công trình dù nhìn xa hay gần; công nghệ sản xuất, chế tạo gối chỏm cầu cho môi

trường thường xuyên ngập nước,...đã được nghiên cứu, xây dựng và hoàn chỉnh trong quá trình triển khai dự án.

PHẦN III: KẾT LUẬN

Với sự mạnh dạn ứng dụng tiến bộ khoa học và công nghệ mới trong lĩnh vực xây dựng cầu đường, sự tranh thủ tối đa sự hỗ trợ của các Bộ ngành, các chuyên gia hàng đầu trong suốt quá trình triển khai xây dựng công trình cầu Ròng, tin chắc rằng thành phố Đà Nẵng sẽ có thêm một cây cầu hiện đại, độc đáo, một công trình mang tầm vóc thế kỷ.

Công trình cầu Ròng được xây dựng hoàn thành sẽ đánh dấu một bước trưởng thành vượt bậc của đội ngũ cán bộ, kỹ sư công nhân Việt Nam trong làm chủ công nghệ thiết kế- thi công một dạng kết cấu cầu phức tạp và hiện đại của thế giới./.