

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

TS. Đặng Việt Dũng

Tóm tắt: Thiết kế Cầu Rồng được tờ tin Infonet Vietnam bầu chọn là cây cầu có thiết kế độc đáo nhất, hiện đang được hoàn thiện tại Đà Nẵng, Việt Nam. Với chiều dài toàn cầu 666m, 6 làn xe cho 2 hướng riêng biệt, Cầu Rồng là cầu dạng vòm một mặt phẳng duy nhất tại Việt Nam tính đến thời điểm hiện tại. Bắc qua Sông Hàn tại vị trí rất đắc địa, nối sân bay Đà Nẵng với bãi biển tuyệt đẹp, cầu Rồng được trông đợi sẽ giải quyết bài toán giao thông cho thành phố và hơn thế, là một điểm nhấn độc đáo cho bộ mặt kiến trúc thành phố. Với nhiều hình thức kết cấu mới lạ như: cụm 5 ống vòm thép chịu lực kiên kết qua mặt bích và tấm neoprene, liên kết dầm thép và dầm BTCT trên đỉnh trụ, hệ console vươn đỡ bản mặt cầu, gối cầu chịu ngập nước, phối hợp nhiều loại dầm chịu lực theo cắt dọc cầu, ... thiết kế cầu Rồng đạt đến sự tinh tế nhất định. Quá trình thi công cũng đạt được một số thành quả như: thi công bê tông khối lớn dưới nước, diện tích bệ trụ lớn nhất, lắp vòm bằng hệ long môn 200tấn.

Abstract: Design of Dragon Bridge is elected which has a unique design by the Infonet Vietnam e-journal, which is being completed in Da Nang, Vietnam. With the total length of 666m, 6 lanes for two separate directions, Dragon Bridge is one kind of unique single plane arch bridge in Vietnam at the present time. Spanning the Han River and being on a breeding ground, connecting Da Nang airport with beautiful beaches, Dragon Bridge is expected to solve the transport problem for the City, furthermore, the Dragon Bridge is also a original highlight for the architecture of the city. With many unusual structures such as: group of five bearing steel arch rib connected through the flange and Neoprene sheet, connection between steel girder and reinforced concrete girder on pier top, the cantilever system supporting bridge deck, waterproofing bearing and a variety of longitudinal load-bearing beams in bridges, etc...this all points have made the design of Dragon Bridge reaches a certain precise. Construction process is also achieved some results such as: construction of massive concrete under water, the largest area of the pier footing, assembling the arch system by the way moving the 200 ton quadruped-stand- crane system.

Key word: Dragon bridge, arch bridge, neopre, waterproofing bearin.

PHẦN I: MỘT SỐ NỘI DUNG VỀ THIẾT KẾ CẦU RỒNG

Dự án cầu mới qua Sông Hàn- Cầu Rồng, do Tập đoàn The Louis Berger (LBG- Hoa Kỳ), liên danh với Ammann Whitney (Hoa Kỳ) với sự tham gia của TDIC 533 lập Dự án và Thiết kế kỹ thuật. Báo cáo dự án đầu tư xây dựng và thiết

kế kỹ thuật được thẩm tra bởi Công ty cổ phần Kỹ sư và Tư vấn Việt Nam (VE&C). Chủ đầu tư dự án là Sở Giao thông vận tải TP Đà Nẵng. Điều hành dự án trong giai đoạn lựa chọn Nhà thầu và thi công xây dựng là Ban Quản lý Dự án Cầu Rồng.

Các chỉ tiêu thiết kế công trình cụ thể như sau:

1. Quy mô công trình:

- Quy mô xây dựng : Vĩnh cửu.
- Cấp công trình : Cấp I.

2. Tải trọng thiết kế và các tác động: Tuân thủ theo Phần 3 - Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN 272-05. Trong đó:

- *Hoạt tải xe thiết kế* : HL-93;
- *Tải trọng gió* :
 - + Vùng tính gió: Vùng IV.
 - + Vận tốc gió giật cơ bản trong 3 giây, chu kỳ 100 năm: 59m/s.
- *Hiệu ứng động đất*
 - + Vùng chấn động : Cấp 6 .
 - + Chấn động cực đại : $I_{max} = 7$ (MSK-64).

3. Tàn suất thiết kế: $P = 1\%$ (Cho phép ngập đường dẫn đầu cầu phía Tây).

- 4. Tĩnh không** - Khổ giới hạn thông thuyền : 50,0m x 7,0m;
- Khổ giới hạn đường bộ : $H > 4,75m$;

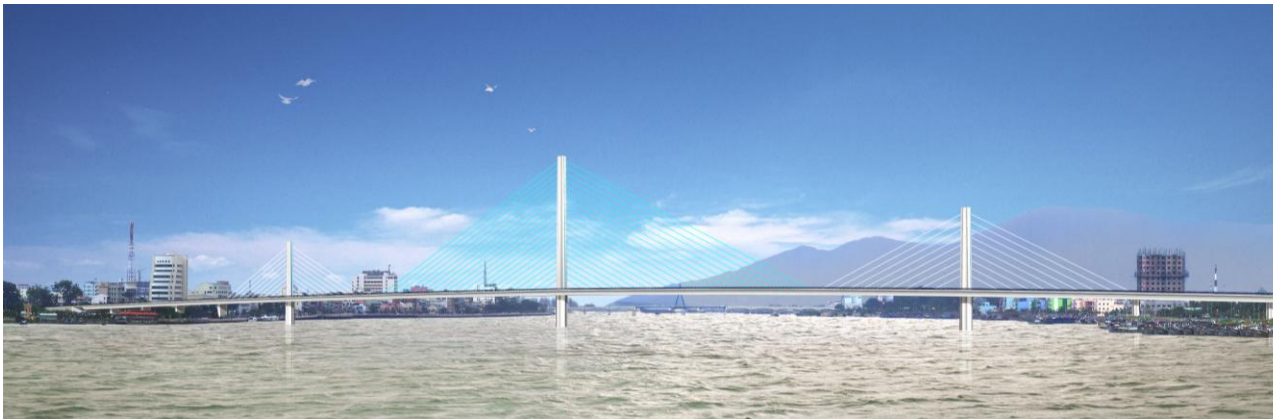
5. Mặt cắt ngang

- Bề rộng làn xe chạy : $6 \times 3,75m + 4 \times 0,50m = 24,5m$
- Bề rộng vỉa hè : $2 \times (2,75 \div 3,5)m$
- Bề rộng dải phân cách : 6,0m

I. Ý tưởng thiết kế dự án:

Thành phố Đà Nẵng với những bờ biển dài và đẹp đang phấn đấu trở thành thành phố du lịch. Do đó nhu cầu cấp thiết cần có một con đường kết nối thẳng từ sân bay đến phía Đông của thành phố, giúp du khách có thể đến với biển một cách nhanh nhất. Đặc điểm phía Tây dự án (trung tâm thành phố) là rất nhiều các công trình cao tầng đã được hoàn thiện, cùng với các công trình văn hóa cần phải được tôn trọng như Bảo tàng Chăm, chùa An Long. Do vậy, có nhiều phương án, ý tưởng kiến trúc đã được đề xuất tại cuộc thi kiến trúc quốc tế do nhiều đơn vị Tư vấn trong nước và trên thế giới đề xuất (Japan Bridge & structure Institute, Inc., Nippon Engineering Consultants Co., Ltd, (Nhật), The Louis Berger Group (LBG) Inc. (Mỹ), Egis Bceom International (Pháp), Kraus & Nguyen Architekten

Ingenieure (Đức),...) nhưng chỉ phương án của Tư vấn LBG với giải pháp gắn kết công trình với bờ Tây thành phố là cây cầu này sẽ bắt đầu và kết thúc ở mép nước để đảm bảo không cản trở tầm nhìn, không phá vỡ các công trình kiến trúc cổ kính như Bảo tàng Chăm. Tuyến đường nổi và cầu sẽ dẫn các phương tiện và con người đến thẳng quảng trường công cộng ở phía trước bảo tàng, cho phép bộ hành dạo chơi dọc bờ sông có thể lên thẳng cầu. Có thể nói, đề xuất của Tư vấn đã hoàn toàn gắn kết cây cầu vào với thành phố, tạo một sự hòa quyện đồng điệu giữa cổ điển và hiện đại.



*Một số hình ảnh phối cảnh kiến trúc cầu qua sông Hàn
(đề xuất của các đơn vị Tư vấn dự thi)*

Cầu Rồng bắt đầu với hình dáng cơ bản của vòm; một trong những hình dáng cổ điển nhất được sử dụng cho nhịp vượt sông. Điểm đặc biệt của thiết kế là áp dụng vòm liên tục, cả ở trên và dưới bề mặt đường trên cầu; một xương sống liên tục gợi cho chúng ta liên tưởng đến hình ảnh một con Rồng trên sông. Vòm sẽ nâng giữ bản mặt cầu bằng các cáp được bố trí so le, cho phép phần đường và đường bộ hành như nổi trên sông. Tầm nhìn từ các phương tiện giao thông và của người đi bộ không bị che chắn bởi kết cấu của cầu. Thiết kế này kết hợp một hình dáng rất độc đáo của vòm với các công nghệ thiết kế cầu lớn hiện đại.

Một đặc điểm được xem xét đó là tính ưa chuộng “phong thủy” của người dân địa phương. Tự hào là “con Rồng, cháu Tiên”, một mô phỏng của hình dáng Rồng sẽ mang lại niềm tự tin cho cư dân địa phương. Thêm nữa, Long và Phụng là

hai linh vật trong tâm niệm của người Á Đông, nếu nhìn sang cầu Trần Thị Lý mới, chúng ta sẽ thấy hình dáng của chim Phụng với 2 sải cánh bay bổng và thân mình hướng lên trên. Thêm một linh vật Rồng sẽ tô điểm thêm cho cảnh quan và niềm tự hào nơi mảnh đất này.

Thực ra, “Rồng” ở giai đoạn thi tuyển kiến trúc cũng như thiết kế cơ sở ban đầu chỉ mang tính hình tượng. Qua quá trình nghiên cứu, tính toán qua từng giai đoạn, hình dáng Rồng cũng dần được hiệu chỉnh để trở nên gần gũi, thân thiện hơn.



Hình phối cảnh cầu Rồng ở giai đoạn Thiết kế cơ sở.



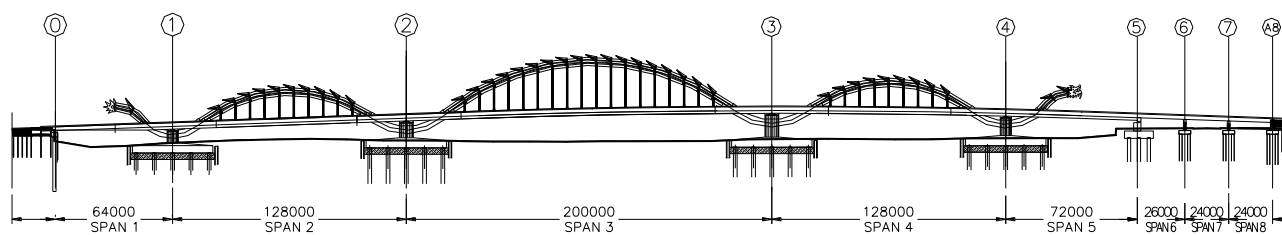
Hình phối cảnh cầu Rồng ở giai đoạn Thiết kế kỹ thuật



Hình ảnh cầu Rồng ở giai đoạn hoàn thiện

II. Giải pháp kỹ thuật chủ đạo:

Cầu chính gồm 5 nhịp (từ trụ P0 đến trụ P5) : $(64+128 + 200+128+72)$ m = 592m. Sử dụng dầm hộp bê tông có chiều cao thay đổi từ 1,775m – 3,5m cho nhịp số 1 (64m) dầm bê tông có chiều cao không đổi là 3,5m cho nhịp 5 và dầm thép có chiều cao không đổi cho các nhịp từ nhịp 2 đến nhịp 4.



Bố trí chung cầu Rồng



Vòm thép đang thi công

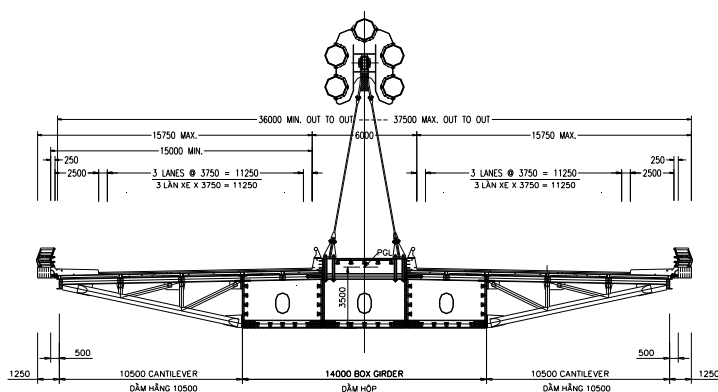
1. Vòm:

Vòm trên gồm 5 ống thép đường kính 1200mm, dày 19mm. Bê tông được nhồi bên trong ống 5m kể từ chân vòm để tạo được độ cứng cần thiết cho kết cấu vòm. Các ống thép sẽ được bó lại thành cụm và

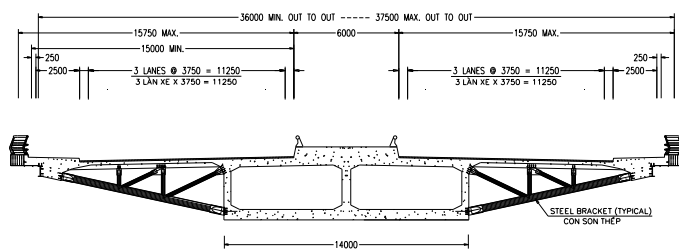
cố định bằng mặt bích ống cáp, bố trí cách nhau 8m. Lớp đệm cao su neoprene dày 10mm tại phần tiếp xúc giữa mặt bích và ống vòm để tải trọng được truyền đều lên các ống và loại bỏ liên kết momen. Tư vấn đã kiểm tra bằng cách loại bỏ lớp đệm cao su này trong sơ đồ tính kết cấu, kết quả momen trong các ống vòm có sự khác biệt. Mỗi cáp treo gồm một bó cáp đường kính 3×65 mm. Cả hai đầu bó cáp đều có lỗ hở (socket) bằng kẽm. Chốt đường kính 350mm, với bản đỡ tựa lắp tại mặt bích, sẽ có nhiệm vụ giữ các lỗ hở bằng kẽm. Ở đầu kia, lỗ hở bằng kẽm gắn vào neo cáp treo sẽ được liên kết bằng bu lông vào bản cánh trên của dầm hộp.

Tỉ lệ đường tên vòm trên chiều dài nhịp thông thường từ $1/4 \div 1/6$. Cầu Rồng: $25/200=1/8$. Do kết cấu nhịp ở đây là cầu khung 5 nhịp liên tục, 3 vòm thép đóng vai trò là kết cấu kết hợp chịu lực cùng hệ khung do đó thiết kế lựa chọn chiều cao kết cấu rất thấp. Tỉ lệ chiều cao dầm / chiều dài nhịp là $1/57$ (tỉ lệ thông thường là $1/30$ đến $1/60$). Như vậy, Tư vấn đã lựa chọn chiều cao kết cấu dầm thép

ở giới hạn rất thấp. Chính điều này sẽ làm giảm chiều cao kiến trúc chung của cầu để thỏa mãn các điểm không chế 2 đầu cầu cũng như khổ thông thuyền.



Mặt cắt ngang dầm thép – vòm thép



Mặt cắt ngang dầm bê tông

trên các dầm cánh. Chiều cao không đổi của dầm mặt bê tông cốt thép liên hợp thép là $h = 3,5\text{m}$. Dầm hộp bê tông dự ứng lực (DUL) gắn với trụ (các trụ từ số 1 đến số 4) tạo vòm thành bụng Ròng kết cấu phần trên bao gồm một dầm hộp bê tông ứng suất trước, hốc ngăn đôi, nằm đối diện với một vòm bê tông (bụng ròng) và nối vào mảng thân bê tông.

3. Trụ:

Trụ liên hợp và bụng bê tông bằng bê tông cốt thép (BTCT) đổ tại chỗ. Các trụ 1, 2, 3 và 4 rộng 7,5m để tạo khả năng chịu lực ngang và chịu tác động của momen uốn. Tuy nhiên các trụ sẽ có lõi rỗng để giảm trọng lượng và khối lượng bê tông. Phần bụng BT bên trong trụ vẫn đặc.

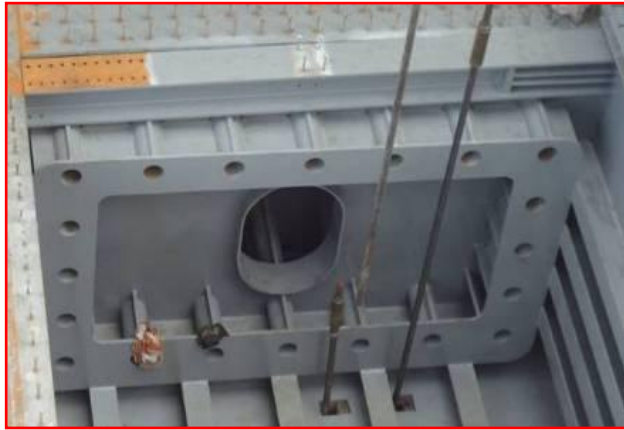
4. Mối nối giữa dầm bê tông và dầm thép:

Phần mối nối liên kết giữa dầm thép và dầm bê tông:

Trong các cầu phần dầm bê tông và dầm thép thường không liên kết với nhau mà được phân cách bằng khe co giãn. Đối với cầu Ròng đây là mối nối rất đặc biệt vì nó tạo ra liên kết giữa thép và bê tông, đồng thời tạo sự liên tục cho kết cấu. Trên mặt cắt ngang bố trí 64 bó cáp dự ứng lực để tạo lực nén trước trong kết cấu.

2. Dầm:

Dầm thép của 3 nhịp liên tục từ nhịp 2 đến nhịp 4 rộng 14m, kết hợp với các trụ bê tông cốt thép, và được nâng bởi một seri vòm đơn, vòm trên bố trí ở giữa cầu. Cáp treo kết cấu nối bản mặt cầu với vòm trên. Công xon 10,5m kết thúc mặt cắt thép định hình với tổng chiều rộng 35m giữa các tim dầm bản cánh. Bản mặt cầu bê tông kéo dài ra mỗi bên 0,5m – 1,25m để tạo thành bản mặt cầu có chiều rộng thay đổi. Bản mặt cầu là bản



Mặt neo cáp tại đầu dầm thép



Cáp DUL mỗi nối đang được căng kéo



Cáp DUL đang được lắp đặt

5. Hệ côngxôn thép trên dầm bê tông và dầm thép:

Để đạt được bề rộng mặt cầu lớn đối với các công trình cầu thường áp dụng giải pháp sử dụng dầm 1 hộp có bề rộng lớn hoặc thiết kế mặt cắt ngang có nhiều hộp rỗng, các giải pháp này thường dẫn đến tăng khối lượng tĩnh tải hoặc chiều cao dầm phải lớn.

Đồ án thiết kế cầu Rồng đã không đi theo con đường trên mà sử dụng các dầm consol thép bố trí trên mặt cắt ngang cầu (xin xem ảnh mặt cắt ngang cầu ở trên) mục đích kéo dài phần hẫng mặt cầu lên kích thước **10,5m** trong khi bề rộng dầm hộp (bê tông và thép) chỉ là 14m. Trên phần cánh hẫng mặt cầu để sử dụng các bó dự ứng lực ngang như đã nêu ở trên để chịu momen âm xuất hiện trong bản mặt cầu.

...

(còn nữa)