



CK.0000068071

TS. PHẠM VĂN THOAN

# HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP

THEO 22TCN 272-05



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

TS. PHẠM VĂN THOAN

**HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ  
CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP**

---

**T H E O 2 2 T C N 2 7 2 - 0 5**

---

**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG**  
HÀ NỘI - 2013

## LỜI MỞ ĐẦU

Trên thế giới và Việt Nam, cầu bê tông cốt thép là loại kết cấu được sử dụng phổ biến trong thiết kế công trình cầu hiện nay.

Là một chuyên gia ngành cầu được đào tạo ở nước ngoài với nhiều năm giảng dạy, hướng dẫn đồ án môn học, đồ án tốt nghiệp và tư vấn thiết kế, các kinh nghiệm chuyên môn được tập hợp, đúc kết rất có ý nghĩa.

Hiện nay, việc thiết kế cầu bê tông cốt thép đối với sinh viên trong các trường Đại học và ngay cả kỹ sư làm việc trong các công ty tư vấn và đơn vị thi công còn gặp rất nhiều khó khăn. Cuốn sách **“Hướng dẫn thiết kế cầu bê tông cốt thép theo 22TCN 272 -05”** được biên soạn theo tiêu chuẩn 22TCN 272 - 05 ứng dụng thiết kế với 5 loại cầu tiết diện I, T, Super\_T, bán rộng, dầm hộp, có thể dùng làm tài liệu giảng dạy cho học viên và sinh viên các trường đại học khối chuyên ngành Cầu - Đường, đồng thời cũng là tài liệu tra cứu, tham khảo cho các cán bộ, kỹ sư hoạt động trong lĩnh vực thiết kế cầu. Với phần lý thuyết logic, cụ thể, dễ hiểu cùng các ví dụ phong phú, hi vọng cuốn sách sẽ giúp đỡ các kiến thức và kỹ năng thiết kế cầu bê tông cốt thép trên đường ô tô được tốt, đơn giản hơn.

Tác giả chân thành cảm ơn đến các bạn bè, đồng nghiệp trong khoa Công trình - Đại học Giao thông vận tải Hà Nội, khoa Công trình - Đại học Giao thông vận tải thành phố Hồ Chí Minh, khoa Công trình - Đại học Công nghệ giao thông vận tải, Khoa Cầu đường - Đại học Xây dựng Hà Nội, Bộ môn Cầu đường & Sân bay - Viện kỹ thuật công trình đặc biệt (ITSE), Khoa Kiến trúc và Công trình - Đại học Phương Đông, Khoa Công trình - Đại học Kinh doanh và Công nghệ Hà Nội, Tổng công ty Tư vấn thiết kế giao thông vận tải (TEDI), Tổng công ty Xây dựng Thăng Long, Công ty Cầu 12, Ban quản lý dự án đường cao tốc Việt Nam (VEC), Nhà xuất bản Xây dựng đã giúp đỡ nhiệt tình tạo điều kiện hoàn thành và sớm đưa đến độc giả tài liệu này.

**Xin trân trọng giới thiệu cùng bạn đọc!**

**TS. Phạm Văn Thoan**

# Phần 1

## CÁC VẤN ĐỀ CHUNG VỀ THIẾT KẾ CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP

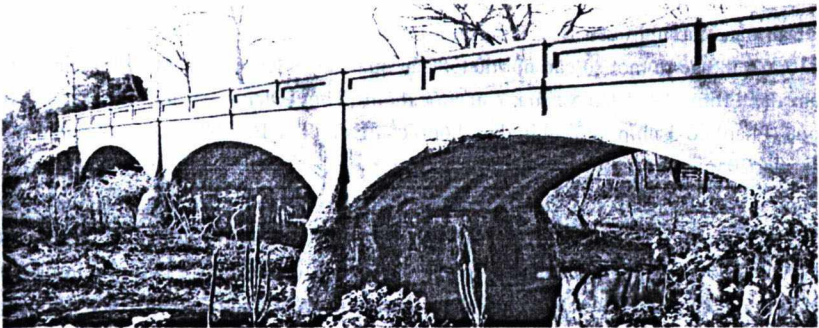
---

### Chương 1

#### CÁC KIẾN THỨC CƠ BẢN

#### 1.1. LỊCH SỬ HÌNH THÀNH VÀ PHÁT TRIỂN CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP

Năm 1875 chiếc cầu BTCT đầu tiên mới được xây dựng tại Pháp theo đồ án của kỹ sư Mônle. Cầu này có dạng vòm dài 16m, rộng 4m cho người đi bộ. Kết cấu nhịp vòm được ngàm chặt hai chân vòm vào các móng nặng bằng BTCT. Trong những năm tiếp đó, các cầu BTCT không được phát triển rộng vì thiếu những cơ sở lý thuyết tính toán và số liệu nghiên cứu thử nghiệm về sự chịu lực của kết cấu BTCT. Đến năm 1884 các thí nghiệm của Vaixơ và Bacsingơ được thực hiện ở nước Đức nhằm xác định cường độ, độ chịu lửa của BTCT, sự dính bám cốt thép với bê tông v.v...



*Hình 1.1: Cầu vòm BTCT tại Pháp năm 1875*

Tiếp theo đó là các thí nghiệm của Kenen về bản và các phương pháp tính toán bản BTCT do ông đề ra lần đầu tiên năm 1896. Còn ở nước Nga từ những năm (1891-1896) có các thí nghiệm về bản, dầm, vòm của Beleliuxki. Năm 1892 kỹ sư Enkxobicơ, người Pháp, đề xuất hệ thống kết cấu có sườn bằng BTCT và phương pháp thi công kết cấu

BTCT toàn khối không có dầm thép đỡ như trước. Ông này không chỉ dùng BTCT để làm bản dầm mà còn làm cột, móng tường chắn, cọc v.v... Sau sáng kiến này, có thể coi là từ cuối thế kỷ XIX đã bắt đầu giai đoạn đầu tiên phát triển rộng rãi các kết cấu BTCT và áp dụng phương pháp tính toán theo lý thuyết ứng suất cho phép. Sang đầu thế kỷ XX cầu BTCT được phát triển ngang hàng với các cầu bằng thép, gỗ. Trong giai đoạn đầu, các cầu BTCT thường có dạng kết cấu bản dầm và vòm. Đến trước đại chiến thế giới I (1914-1918) phần lớn các cầu BTCT thuộc hệ thống dầm đơn giản, dầm liên tục và cầu khung với kết cấu có sườn, khẩu độ nhịp đến 30m, cá biệt đến 40m.



*Hình 1.2: Cầu vòm bê tông ở Lon Don - Anh xây dựng năm 1935*

Dần dần, các nhịp cầu BTCT dài hơn đã được xây dựng, đặc biệt vào những năm 1930. Có thể kể ra một số cầu nổi tiếng. Cầu qua sông Maxcova, năm 1935, dạng nhịp vòm dài 116m cho 4 làn xe lửa, cầu Stóckhôm (Thụy Điển) với nhịp dài 181m, cầu Eooe (Pháp) có 3 nhịp, mỗi nhịp dài 186m, cầu Esla (Tây Ban Nha) có 3 nhịp cầu mỗi nhịp dài 205m.

Từ sau chiến tranh thế giới II, các cầu BTCT ứng suất trước bắt đầu phát triển rộng rãi ở châu Âu. Thực ra ý định tạo ứng suất trước kéo cho cốt thép đã được đề ra từ năm 1896 do Măngđen (người Áo) và Dodecxon (người Mỹ). Nhưng những thử nghiệm lúc đầu đã thất bại vì họ dùng loại cốt thép có cường độ thấp (khoảng  $600\text{kg/cm}^2$ ), dù có tạo được ứng suất kéo thì cũng sẽ mất mát hết. Mãi đến năm 1928 kỹ sư Freyssinet (người Pháp) mới đề xuất được những cơ sở lý thuyết và thực nghiệm ban đầu cho kết cấu BTCT ứng suất trước. Ông đã chứng minh rằng phải dùng bê tông mác cao và cốt thép cường độ cao, trị số ứng suất kéo cốt thép phải lớn hơn  $4000\text{kg/cm}^2$ , đồng thời phải xét đến các mất mát ứng suất trước trong cốt thép do co ngót và từ biến bê tông.

Công cuộc phục hồi và phát triển kinh tế ở châu Âu sau chiến tranh thế giới II đã thúc đẩy khoa học kỹ thuật xây dựng cầu lên một bước mới: Sử dụng các kết cấu lắp ghép và các kết cấu ứng suất trước rất đa dạng. Số lượng cầu BTCT chiếm tỷ lệ đáng kể trong số các cầu mới xây dựng.

Nhiều dạng sơ đồ kết cấu và phương pháp thi công khác nhau đã được sáng chế và áp dụng rộng rãi trên khắp thế giới. Việc lựa chọn áp dụng sơ đồ nào hay áp dụng phương pháp thi công nào thường căn cứ vào việc so sánh, xét tổng hợp nhiều yếu tố như Các điều kiện địa lý, địa hình, địa chất, khí hậu, trình độ công nghiệp xây dựng, và nhiều yếu tố kinh tế xã hội khác, thể hiện đặc điểm riêng của mỗi nước, mỗi nền kinh tế.

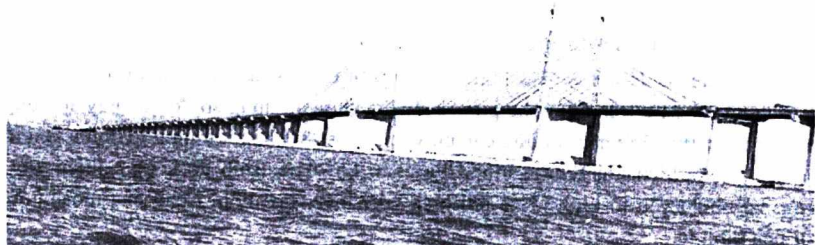
Trước đây, khi kết cấu BTCT ứng suất trước chưa phát triển thì kết cấu vòm có lực đẩy ngang vào mô trụ là kiểu cầu chủ yếu để vượt qua các nhịp dài. Tuy nhiên, nó chỉ phù hợp với một số loại địa hình, địa chất tốt. Ngày nay do kỹ thuật xây dựng cầu BTCT ứng suất trước đã đạt tới mức hoàn thiện nên các cầu vòm rất ít được xây dựng. Hầu hết các nhịp BTCT dài từ 21m đến 200m đều là kết cấu ứng suất trước có cấu tạo rất đa dạng và hợp lý.

Kết cấu BTCT ứng suất trước đã được dùng không những chỉ trong kết cấu nhịp cầu mà cả trong mô trụ khi cần thiết. Cùng với phương pháp thi công đúc tại chỗ trên đà giáo hoặc lắp hẫng, lắp ghép nguyên dài, các phương pháp đúc hẫng, đúc đẩy, đúc trên đà giáo di động để thi công các dạng cầu hệ khung liên tục, dầm liên tục nhịp lớn đã phát triển khắp thế giới. Đôi khi phương pháp chở nổi cũng được áp dụng.

Để đạt hiệu quả kinh tế cao và giảm thời gian thiết kế, thi công, các đồ án điển hình hóa hoặc đồ án thống nhất hóa được áp dụng rộng rãi khắp thế giới, đặc biệt là đối với các hệ thống nhịp dầm giản đơn. Hiện nay có khuynh hướng dùng các bó cáp thép lớn cường độ cao cho các cầu lớn. Nói chung cáp có sức kéo cỡ 200 tấn được dùng rộng rãi.



Hình 1.3: Cầu Vasco Da Gama Bridge (Tây Ban Nha) dài 17,2 Km



*Hình 1.4: Cầu cầu Penang Bridge (Malaysia) dài 13,5 Km*

Hoàn chỉnh lý thuyết tính toán: Với sự hỗ trợ của công nghệ tin học, đẩy mạnh việc nghiên cứu tính toán chính xác kết cấu cầu có xét tới đầy đủ các yếu tố phi tuyến, không gian. Nghiên cứu tính toán các tác động của môi trường đến kết cấu cầu như nhiệt độ, gió bão, động đất. Tiến hành các thí nghiệm trong phòng và hiện trường để kiểm chứng với lý thuyết.

Tại Việt Nam có thể chia quá trình phát triển cầu BTCT thành các giai đoạn tương ứng với các giai đoạn của lịch sử đấu tranh giành độc lập, giữ nước và xây dựng nước.

Trước cách mạng tháng 8, nước ta đã có nhiều cầu thuộc hệ thống nhịp bán, dầm giản đơn, dầm hẫng, vòm BTCT thường với nhịp 2 đến 20m được xây dựng trên các tuyến đường sắt và đường bộ. Ví dụ chỉ trên tuyến đường sắt Hà Nội – TP Hồ Chí Minh có khoảng hơn 600 cầu BTCT nhịp từ 8 đến 11m xây dựng từ 1927 – 1932, đến nay vẫn còn tận dụng được sau khi gia cố sửa chữa nhiều đợt. Trên các tuyến đường ô tô ở Nam bộ còn nhiều cầu dầm hẫng, cầu vòm chạy dưới thuộc loại này đang được khai thác, ở miền Bắc hầu hết cầu BTCT do Pháp xây dựng đã bị phá hoại do bom Mỹ.

Sau cách mạng tháng 8 – đến năm 1954 là thời kỳ kháng chiến chống Pháp nên hầu như rất ít cầu BTCT được xây dựng mới.

Thời kỳ 1954 – 1975, nước ta bị chia làm hai miền và sự phát triển cầu BTCT cũng đi theo hai hướng khác nhau.

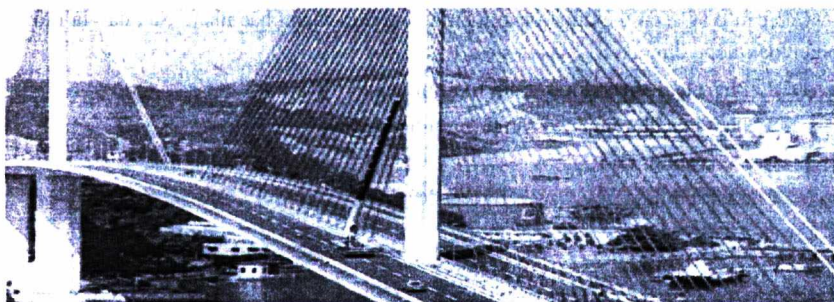
Ở miền Bắc ngay sau 1954 nhiều cầu BTCT thường thuộc hệ bán, dầm giản đơn, dầm đúc hẫng bê tông tại chỗ đã được xây dựng. Các đề tài ứng dụng BTCT ứng suất trước trong xây dựng cầu lần đầu tiên do Đại học Giao thông vận tải tiến hành năm 1961: Một số cầu giản đơn BTCT ứng suất trước đã được xây dựng như cầu Phù Lỗ, cầu Cửa Tiền, cầu Tràng Thưa, cầu Bía (cầu dầm hẫng có chốt giữa), theo đồ án của Việt Nam. Các đồ án điển hình về cầu bán mô nhẹ, dầm giản đơn lắp ghép mặt cắt chữ T có dầm ngang hoặc không có dầm ngang với nhịp 3 – 4 – 6 – 9 – 12 – 15 – 21m đã được Viện thiết kế giao thông thiết kế được áp dụng rộng rãi trên các tuyến đường ô tô.

Trong quá trình 10 năm xây dựng cầu Thăng Long, một hệ thống cầu dẫn gồm khoảng 4 km cầu đường sắt và 2 km cầu ô tô bằng các dầm BTCT ứng suất trước kéo trước hoặc kéo sau đã được xây dựng với công nghệ Liên Xô (cũ). Qua đó ngành công nghiệp xây dựng cầu BTCT ứng suất trước ở nước ta đã tiến một bước mới.

Ở miền Nam một số loại đồ án định hình cầu BTCT ứng suất trước theo tiêu chuẩn Mỹ AASHTO đã được sản xuất và lắp ghép rộng rãi trên các tuyến đường bộ trục chính khẩu độ nhịp dầm xấp xỉ là 12 – 18 – 25m. Kết cấu dầm BTCT ứng suất trước kéo trước với loại cáp xoắn 7 sợi,  $d = 12,7\text{mm}$ .

Các dầm T được lắp ghép theo phương ngang cầu bằng cáp thép ứng suất trước kéo sau cùng loại nói trên. Dạng kết cấu này được lắp ghép nguyên dài bằng các cần cầu đỡ 40 – 60 tấn, bánh xích.

Thời kỳ 1975 đến 1992 tại miền Bắc đã có các trung tâm chế tạo các dầm ứng suất trước nhịp đến 33m tại Hà Nội, TP.Vinh. Tại miền Nam việc sản xuất dầm ứng suất trước vẫn theo mẫu AASHTO cũ của Mỹ tại xưởng dầm Châu Thới gần TP.Hồ Chí Minh. Chúng ta đã tự thiết kế và thi công được một số cầu khung T- dầm đeo thuộc hệ tĩnh định có nhịp dài xấp xỉ 60 – 70m (cầu Rào, cầu Niệm, cầu An Dương, v.v...) với cốt thép ứng suất trước dạng bó 24 sợi 5mm.

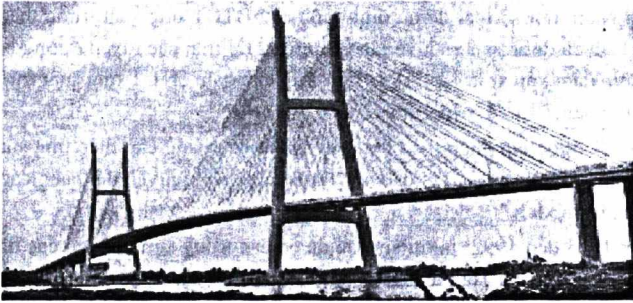


**Hình 1.5: Cầu dây văng-1 mặt phẳng dây dầm cứng  
Bãi Cháy (Quảng Ninh)**

Thời kỳ 1992 đến nay là thời kỳ mà quan hệ đối ngoại đã rộng mở và các công nghệ tiên tiến của thế giới đang được chuyển giao vào nước ta. Công nghệ đúc hẫng hiện đại đã áp dụng thành công nhiều dự án lớn như dự án cải tạo Quốc lộ 1, các dự án cầu Phú Lương (hệ dầm liên tục), cầu Bình, cầu Gianh, cầu Nông Tiến v.v... Đến cuối năm 2006 đã có khoảng 60 cầu thuộc hệ thống nhịp liên tục được đúc hẫng thành công. Công nghệ đúc dây căng đã được áp dụng thi công các cầu Mẹt (Bắc Giang), Hiền Lương, Quán Hâu, Sáo Phong, Hà Nha. Công nghệ đúc trên đà giáo di động đã được áp dụng cho phần cầu dẫn của các cầu Thanh Trì (Hà Nội), cầu Bãi Cháy (Quảng Ninh). Công nghệ



đúc hẫng dầm cứng của cầu dây văng – dầm cứng BTCT đã áp dụng thành công ở cầu Mỹ Thuận (Tiền Giang), cầu Bãi Cháy (Quảng Ninh – 2006). Công nghệ lắp hẫng của cầu dây văng – dầm cứng BTCT đã áp dụng thành công ở cầu Kiên (Hải Phòng – 2003).



*Hình 1.6: Cầu dây văng (2 mặt phẳng dây) dầm cứng Mỹ Thuận (Vĩnh Long –Tiền Giang)*

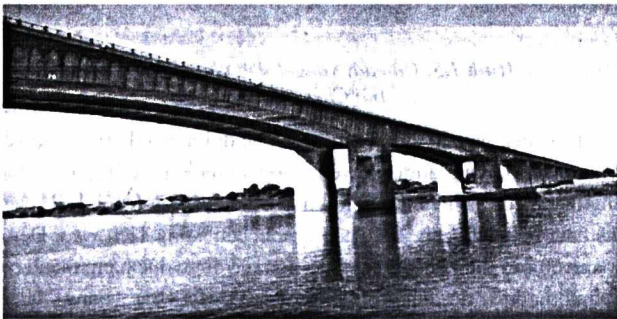
## 1.2. PHÂN LOẠI CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP

Các cầu BTCT có thể được phân loại theo những cách khác nhau. Sau đây là một số phân loại thông dụng:

### 1.2.1. Phân loại theo chướng ngại vật mà cầu vượt qua

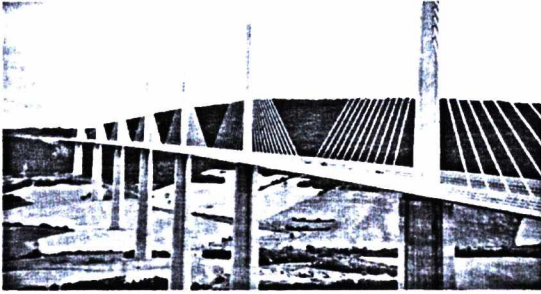
Tùy theo loại chướng ngại cần phải vượt qua mà có thể gọi là:

- Cầu qua sông, suối;
- Cầu vượt đường;
- Cầu cạn.



*Hình 1.7: Cầu dầm BTCT vượt sông*

Cầu có trụ cao để vượt qua thung lũng, hẻm núi.



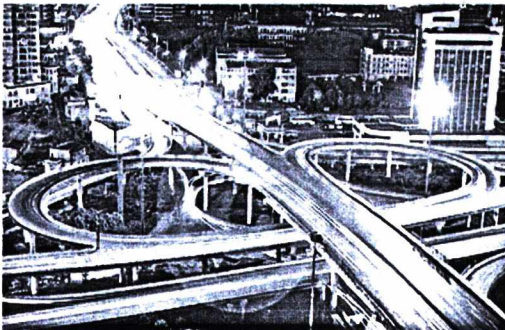
*Hình 1.8: Cầu có trụ cao để vượt qua thung lũng (Extradoes)*

### 1.2.2. Phân loại theo tải trọng qua cầu

- Cầu đường ô tô;
- Cầu đường sắt;



*Hình 1.9: Cầu trên cao trong thành phố*



*Hình 1.10: Cầu vượt tại nút giao cắt trong thành phố*