

**BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI  
VỤ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ**

-----

**BÁO CÁO  
TỔNG KẾT KHOA HỌC CÔNG NGHỆ  
XÂY DỰNG CẦU MỸ THUẬN**

\*\*\*\*\*

**Hà Nội 2001**

-----

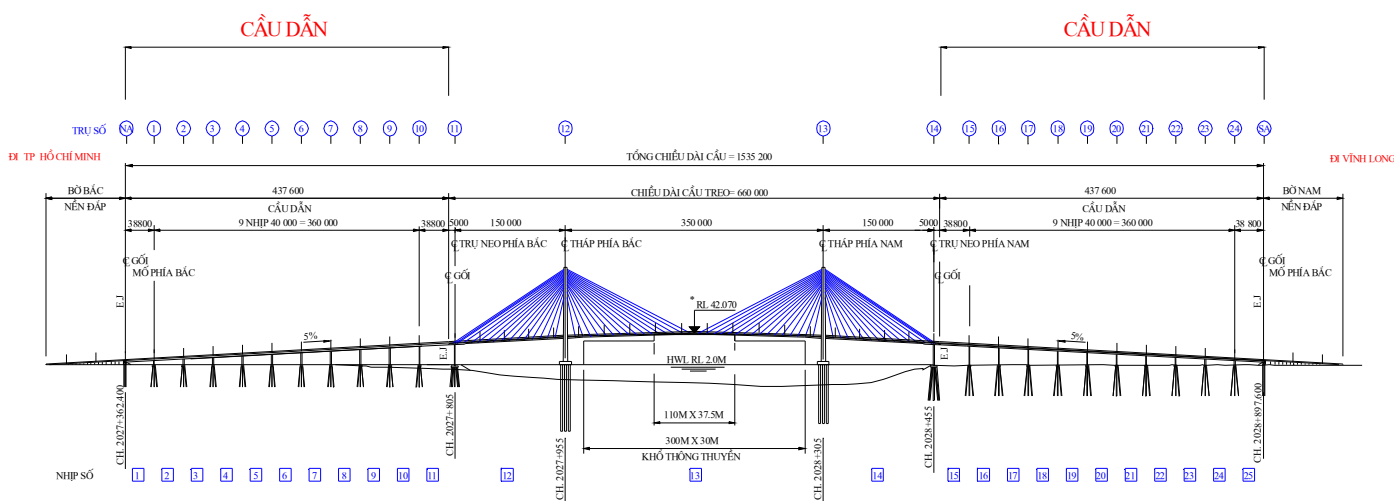
# PHẦN THỨ NHẤT

## Chương I

### TỔNG QUAN VỀ THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG CẦU MỸ THUẬN

#### 1.1. GIỚI THIỆU QUY MÔ KỸ THUẬT CẦU MỸ THUẬN.

Cầu Mỹ Thuận được xây dựng qua sông Tiền, nối liền hai tỉnh Tiền Giang và Vĩnh Long. Cầu nằm cách Thành phố Hồ Chí Minh 125 km về hướng Tây Nam, trên Quốc lộ 1A, là trục giao thông chính của vùng đồng bằng sông Cửu Long. Cầu Mỹ Thuận có sơ đồ bố trí chung như hình I dưới đây:



Hình 1 - Bố trí chung cầu Mỹ Thuận

Quy mô của dự án xây dựng cầu Mỹ Thuận được tóm tắt như sau:

- Tổng chiều dài cầu: 1535.2 m

Trong đó:

+ Phần cầu chính dây văng: 660 m

+ Phần cầu dẫn (22 nhịp): 875.2 m

- Khổ cầu: 4 làn xe cơ giới + 2 làn bờ hành : 23.66m

- Khổ thông thuyền: 37.5mx110m

- Tải trọng thiết kế: Theo tiêu chuẩn AUSROADS-92 của Australia, có so sánh, kiểm toán với tải trọng H30-XB80 theo tiêu chuẩn 22TCN18-79 của Việt Nam.

- Độ dốc dọc: 5%

#### 1.1.1. Kết cấu nhịp

Sơ đồ nhịp chính 150 + 350 + 150 (m)

Tỷ lệ giữa chiều dài nhịp biên và nhịp giữa:

$$\frac{L_1}{L} = \frac{150}{350} = 0.43$$

Dầm cầu cấu tạo bê tông DƯL mác grade 50, gồm 2 dầm biên, các dầm ngang, bản mặt cầu thi công theo phương pháp đúc hẫng. Dầm biên cao 1760mm rộng 1200-1400mm, bản mặt cầu dày 250mm.

Dầm biên được treo bằng 4 x 32 bó cáp, mỗi bó gồm từ 22 đến 69 tao 15,2mm, mỗi tao gồm 7 sợi đặt trong ống HPDE có màu để trang trí. Mỗi bó cáp một đầu neo vào dầm, đầu neo vào tháp, có dự trữ hệ thống chống rung cho cáp.

### **1.1.2. Tháp cầu**

Tỷ lệ giữa chiều cao tháp tính từ cao độ mặt cầu và chiều dài nhịp:

$$\frac{H}{L} = \frac{84.43}{350} = 0.24$$

Tháp cầu hình chữ H bằng bê tông cốt thép mác grade 50 cao 123,5 m (tính từ đỉnh bệ cọc); 84,43m (tính từ mặt cầu).

Kết cấu móng trụ tháp gồm 16 cọc khoan nhồi có đường kính 2,5m hạ đến cao độ -90m ( tháp bờ Bắc) và -100m (tháp bờ Nam), cao độ đáy bệ phần đặc là + 1m, ống vách đặt tới cao độ -35m (tháp bờ Bắc) và -40m (tháp bờ Nam).

### **1.1.3. Trụ neo**

Đặt tại hai đầu cầu chính để chống dịch chuyển cho tháp. Thân trụ neo gồm hai cột bê tông cốt thép ứng suất trước bê tông mác 400, kích thước 1500x3500mm. Trụ neo không có xà mũ, thân cột liên kết trực tiếp với kết cấu nhịp.

Móng trụ neo gồm 2 cọc khoan nhồi đường kính 2,5m mỗi trụ đặt ở độ sâu -60 (bờ Bắc ); -74 và -84 (bờ Nam ).

### **1.1.4. Kết cấu cầu dẫn**

#### ***Kết cấu nhịp :***

Mỗi bên gồm 9 nhịp 40m, 1 nhịp 38,8m và 1 nhịp 43,8m đều dạng dầm BTĐƯL đơn giản lắp ghép kiểu “ Super Tee ” (có hình hộp hờ) cao 1750mm, rộng 2140 đến 2810mm đặt cách nhau 2160mm, bê tông mác 32. Riêng nhịp 43,8m gồm đầu hẫng 5m từ nhịp cầu chính và nhịp dầm đơn giản 38,8m. Mặt cầu đổ tại chỗ dày 20cm tại đầu dầm và 15cm tại giữa dầm (để khắc phục độ võng ngược khi căng cốt thép ). Bản đồ liên tục nhiệt trên 11 nhịp.

#### ***Mố cầu***

Mố cầu bằng BTCT trên 14 cọc thép  $\phi$  600mm , dài từ 35 đến 37m, trên đoạn 3m đầu đổ BTCT độn ruột grade 32.

#### ***Trụ cầu***

Trụ cầu bằng BTCT, thân trụ gồm hai cột BTCT hình chữ nhật kích thước mỗi cột 1200 x 3500mm cao.

Mỗi trụ gồm hai nhóm cọc tách riêng, mỗi nhóm gồm 10 cọc 40x40cm; chiều dài cọc tại các trụ từ 33,2 - 41,2 m.

### **1.1.5. Các công trình phụ**

#### **a. Gối cầu:**

Với cầu chính và tại mố dùng loại gối chậu (sliding pot bearing )

Với cầu dẫn dùng loại gối cao su ( Elastomeric bearing )

#### **Khe co dẫn**

Khe co dẫn đặt tại mố và tại chỗ tiếp ráp giữa cầu chính và cầu dẫn (loại SD 800 ) và tại mố ( loại SD 320 ) loại khe co dẫn cao su.

#### **Hệ thống thoát nước từ mặt cầu:**

ống thoát nước cách nhau 5,2m được bố trí trên mặt cầu sát gờ lề bộ hành, cầu chính nước thoát trực tiếp xuống lòng sông. Trên cầu dẫn, nước thoát xuống đất, qua bể lắng để xử lý trước khi thải ra sông.

#### **Mặt đường trên cầu:**

Mặt đường trên cầu gồm hai lớp bê tông nhựa nóng dày 30 và 35mm, dưới có một lớp chống thấm.

#### **e. Dải phân cách giữa cầu:**

Dải phân cách bằng BTCT đổ tại chỗ, lan can hai bên làn xe cơ giới bằng bê tông và thép, lan can cho người đi bộ bằng thép mạ kẽm

#### **Hệ thống cấp điện gồm:**

Hai trạm biến thế 560 KVA đặt tại hai bờ sông

Trạm điều khiển chính tại mỗi máy

Hệ dây cáp điện đặt trong ống, nằm trong dải phân cách hoặc dưới sàn

#### **Đèn chiếu sáng và an toàn**

Cột điện đặt tại dải phân cách giữa

Đèn báo hiệu đường sông

Đèn trang trí đặt trên mặt phẳng dây cáp

Đèn báo máy bay đặt trên đỉnh tháp

Đèn báo trong tháp

Đèn báo sương mù đặt tại đài cọc

#### **Hệ thống chữa cháy gồm:**

Hệ thống ống dẫn nước từ bờ sông phía Nam

Một trạm bơm điện

Một hệ thống dẫn nước từ trạm bơm lên cầu

Van tăng áp suất tại đầu sàn cầu chính

### **1.1.6. Đường hai đầu cầu**

Rộng 21,5m gồm 4 làn xe cơ giới (2 x 8)m, hai làn xe thô sơ (2 x 2)m dải phân cách giữa 0,6m lề đất (2 x 0,6)m.

Hai bên có bố trí đường gom chạy song song

Do Địa chất yếu nên phải tăng nhanh độ lún cố kết bằng bắc thấm và vải địa kỹ thuật

Phạm vi đường đầu cầu 166,7m ( bờ Bắc ) và 118m ( bờ Nam )

Kết cấu mặt đường có thể dùng 1 trong 2 loại :

**Loại A:**

- Lớp móng dưới bằng cấp phối đá dăm dày 20cm
- Lớp móng bằng cấp phối đá dăm cỡ nhỏ dày 30cm
- Lớp mặt bằng bê tông nhựa nóng dày 7cm

**Loại B:**

Phần trên tương tự như loại A nhưng có thêm một lớp móng cấp phối đôi có CBR > 5% và lớp móng dưới có cấp phối đá dăm dày 30cm. Nền cát đắp đạt  $K > 98\%$ ,  $CBR > 2\%$

Đường bộ hành có vỉa hè, kết cấu gồm hai lớp:

Cấp phối đá dăm dày 2,5cm

Bê tông mác 200 dày 7,5cm.

**1.1.7. Công trình bảo vệ bờ**

***Tại thượng lưu bờ Bắc:***

Sử dụng loại kè thấm thấu ( permeable grogne ) vuông góc với bờ để hướng dòng gồm các cọc BTCT 450x450.

***Tại thượng lưu bờ Nam:***

Dùng đá hộc xây vữa XM

Công tác bảo vệ bờ sẽ thực hiện sau 5 - 10 năm trong quá trình này tiến hành quan trắc thường xuyên để đánh giá diễn biến của lòng sông, bờ sông.

***Tại khu vực cầu:***

Bờ Bắc gia cố mái thượng lưu của đường dẫn

Bờ Nam gia cố bờ sông bằng đá hộc để bảo vệ trụ neo.

**1.2. THỰC HIỆN DỰ ÁN**

**1.2.1. Chủ đầu tư:**

- Bộ Giao thông vận tải Việt Nam và Cơ quan Hợp tác Phát triển quốc tế Australia (AusAID) tại Việt Nam.

- Đại diện chủ đầu tư: Cơ quan Hợp tác Phát triển quốc tế Australia (AusAID) tại thành phố Hồ Chí Minh và Ban quản lý dự án Mỹ Thuận - Bộ GTVT.

**1.2.2. Công tác tư vấn xây dựng dự án cầu Mỹ Thuận**

1. Công ty tư vấn Muansell Pty.Ltd. của Australia thực hiện các công việc sau:

- + Khảo sát thiết kế cầu Mỹ Thuận.
- + Giám sát thi công cầu Mỹ Thuận.

2. Công ty MBK của Australia thực hiện các công việc sau:

+ Thẩm định thiết kế kỹ thuật và dự toán xây dựng cầu Mỹ Thuận.

3. Công ty Tư vấn xây dựng công trình 625 - thuộc Tổng công ty XDCTGT 6 thực hiện các công việc sau:

+ Khảo sát thiết kế các hạng mục công trình: Đường nối từ QL1 vào cầu Mỹ Thuận phía Tiền Giang; Trạm thu phí cầu Mỹ Thuận.

+ Giám sát thi công các hạng mục công trình: Nút giao thông bờ Nam cầu Mỹ Thuận; Trạm thu phí cầu Mỹ Thuận.

4. Công ty Tư vấn thiết kế GTVT phía Nam (TEDI South) thực hiện các công việc sau:

+ Khảo sát thiết kế các hạng mục công trình: Nút giao thông bờ nam cầu Mỹ Thuận; Đường vào khu vực công trường và nhà máy Phân bố Cửu Long.

### **1.2.3. Danh sách các nhà thầu tham gia xây dựng dự án cầu Mỹ Thuận**

- Nhà thầu chính: Công ty Baulderstone Hornibrook Engineering Ptd.Ltd (B.H.E).

- Các nhà thầu phụ:

1. Tổng Công ty Xây dựng công trình giao thông 6;
2. Công ty Freyssinet;
3. Công ty cầu 12 thuộc Tổng công ty Xây dựng công trình giao thông I;
4. Công ty Sai Gòn Engineering Pts.Ltd;
5. Công ty TNHH Nam Cô;
6. Công ty TNHH Vĩnh Thành;
7. Công ty TNHH Việt Tiến;
8. Tổng Công ty Xây dựng công trình giao thông 4;
9. Công ty Cơ khí ô tô 1/5 thuộc Tổng công ty Cơ khí GTVT.

## **Chương II CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ**

### **2.1. CÔNG TÁC KHẢO SÁT THIẾT KẾ**

#### **2.1 Khảo sát địa chất công trình**

Công tác khảo sát địa kỹ thuật (ĐKT) nhằm thu thập số liệu dùng cho thiết kế mô, trụ cầu và nền đất yếu của hai nền đường đắp cao đầu cầu.

Công tác khảo sát ĐKT được chia làm hai giai đoạn:

+ *Giai đoạn 1*: chủ yếu là công tác khoan - SPT, xuyên tĩnh CPT và thí nghiệm cắt cánh hiện trường. Mục đích của khảo sát trong giai đoạn này là phát hiện với mức độ chính xác hơn ( so với bước F/S ) cấu tạo địa chất, địa tầng, xác định độ sâu của tầng chịu lực và những tính chất địa kỹ thuật phục vụ cho thiết kế các móng, trụ cầu; xác định chiều dày lớp đất yếu hai bên bờ của nền đắp.

+ *Trong giai đoạn 2*: tiến hành khoan các lỗ khoan sâu tại hai trụ và hồ xối, đồng thời tiến hành thí nghiệm Pressuremeter và Piezometer. Ngoài ra còn tiến hành bổ sung một số công tác CPT và cắt cánh nhằm làm rõ thêm những nghi ngờ của giai đoạn trước. Mục đích của thí nghiệm này để xác định áp lực lỗ rỗng, môđun biến dạng ngang của đất.

Cùng với công tác khảo sát tại hiện trường như đã nói ở trên, Tư vấn thiết kế cũng tiến hành thí nghiệm trong phòng các tính chất cơ-lý của đất theo Tiêu chuẩn AASHTO và ASTM. Công tác này được tiến hành trong Phòng Thí nghiệm của Công ty TVTK GTVT phía Nam (TEDI SOUTH), Liên Đoàn Địa chất 8 Cục Địa chất, Phòng Thí nghiệm của Công ty TVTK Địa chất công trình thuộc Tổng Công Ty TVTK GTVT.

### ***2.1.1. Công tác khoan thăm dò - SPT.***

Độ sâu khoan tối đa tới 110m khoan bằng phương pháp khoan xoay, kết hợp sử dụng dung dịch bentonite với ống chống trong trường hợp cần thiết. Tổng chiều sâu khoan tới gần 900 mét. Công tác thí nghiệm SPT thực hiện theo các tiêu chuẩn: ASTM -D-1586, ASTM - D1452, ASTM - D1587 và 22 TCN 82-85. Các máy khoan được sử dụng chủ yếu ở đây là CKB4 và CBA500 (Liên Xô cũ) và XJ - 100 của Trung Quốc thế hệ mới, có dàn ép, nâng bằng thủy lực.

### ***2.1.2. Công tác thí nghiệm xuyên tĩnh (CPT).***

Thực hiện thí nghiệm xuyên tĩnh bằng mũi côn để xác định sức chống cắt không thoát nước, ma sát thành và sức kháng xuyên của đất. Trình tự, thao tác thí nghiệm thực hiện theo tiêu chuẩn ASTM -D3441. Tổng chiều sâu thí nghiệm CPT là 450m. Kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh được kiểm chứng cùng với kết quả khoan, thí nghiệm trong phòng, cắt cánh hiện trường để lựa chọn được các số liệu địa chất công trình có độ chính xác cao phục vụ cho công tác thiết kế.

### ***2.1.3. Công tác thí nghiệm cắt cánh hiện trường (VST).***

Thí nghiệm VST ở hiện trường để xác định được sức chống cắt không thoát nước ngay tại chỗ để thiết kế xử lý nền đất yếu. Sức chống cắt không thoát nước thu được từ thí nghiệm này để so sánh với kết quả thu được ở các

thí nghiệm: CPT, thí nghiệm cắt 3 trục ở trong phòng (sơ đồ UU), thí nghiệm nén nở hông (unconfined compressive Test). Tổng số điểm cắt cánh là 190 điểm. Độ sâu cắt cánh lớn nhất tới 25 mét. Thiết bị sử dụng tại đây là máy cắt cánh của Phần Lan, có hiệu là NILCON.

#### **2.1.4. Thí nghiệm nén hơi (Pressuremeter)**

Thí nghiệm nén hơi (Pressuremeter) trong lỗ khoan để đánh giá tính biến dạng của đất theo phương nằm ngang, xác định hệ số  $K_0$  của lớp đất phục vụ cho tính toán ma sát bên của cọc cũng như quyết định áp lực buồng  $p_3$  trong thí nghiệm nén 3 trục. Tại công trình cầu Mỹ Thuận, thiết bị này đã thí nghiệm lớp đất có độ sâu tối đa là 80 m.

#### **2.1.5. Thí nghiệm Piezometer**

Piezometer là một dụng cụ xác định áp lực lỗ rỗng của đất. áp lực lỗ rỗng là một chỉ tiêu rất quan trọng để đánh giá quá trình cố kết của đất vì theo thời gian, đất được cố kết dần dần do xảy ra quá trình thoát nước trong đất. Đi kèm với hiện tượng này áp lực lỗ rỗng giảm dần. Giá trị áp lực nước lỗ rỗng là một tiêu chí quan trọng để xác định lớp đất thuộc loại chưa cố kết, cố kết bình thường hoặc quá cố kết.

#### **2.1.6. Thí nghiệm trong phòng.**

Công tác thí nghiệm trong phòng được thực hiện để xác định tính chất vật lý và tính chất cơ học của đất (tính chất địa kỹ thuật của đất). Chỉ tiêu cơ lý của đất nền được xác định theo các tiêu chuẩn thí nghiệm sau:

Độ ẩm	ASTM - D 2216
Tỷ trọng	ASTM - D 854
Dung trọng	ASTM - D 4253
Thành phần hạt	ASTM - D 422
Các giới hạn Atterberg	ASTM - D 4318
Thí nghiệm nén ba trục (UU và CIU)	ASTM - D 2850
Thí nghiệm cố kết	ASTM - D 2435
Thí nghiệm nén nở hông	ASTM - D 2166
Thí nghiệm đầm nén	ASTM - D 1557
Thí nghiệm CBR	ASTM - D 1883
Thí nghiệm xói mòn (Pinhole Test)	ASTM - D 4647 - 93.

Ngoài ra còn tiến hành thí nghiệm tổng hàm lượng Sulphat, tổng hàm lượng Chloride, độ pH cho đất và cho nước ngầm.



Mục đích của thí nghiệm trong phòng ngoài việc tìm hiểu bản chất của đất còn đối chiếu với các số liệu thí nghiệm ở hiện trường như đã nói ở trên.

## **2.2. THIẾT KẾ**

### **2.2.1. Tiêu chuẩn thiết kế:**

Theo tiêu chuẩn thiết kế cầu của Australia AUSTROADS -92, có so sánh, kiểm toán với tải trọng H30-XB80 theo tiêu chuẩn 22TCN18-79 của Việt Nam.

### **2.2.2. Quan điểm thiết kế:**

#### **a. Các mục tiêu thiết kế:**

- + Tuổi thọ của cầu là 100 năm
- + Thể hiện mức độ cao về sự đổi mới kỹ thuật và kỹ năng thiết kế.
- + Thiết kế kết hợp chặt chẽ hầu hết các công nghệ thích hợp có sẵn.
- + Công trình cầu có hình dáng bề ngoài đẹp.
- + Cầu có giá thành hợp lý và phương pháp xây dựng hiện đại
- + Khai thác tối đa các nguồn lực Việt nam và vật liệu địa phương.
- + Tối đa hoá quá trình đào tạo và chuyển giao công nghệ.
- + Kết cấu yêu cầu nhỏ nhất về duy tu bảo dưỡng.

#### **b. Tải trọng thiết kế:**

##### **Tĩnh tải:**

Trọng lượng riêng của các vật liệu:

Bê tông : 25 KN/m<sup>3</sup>

Thép : 77KN/m<sup>3</sup>

Tĩnh tải phân 2 với tổng cộng 60 KN/m cho các hạng mục như :

- Bê tông asphalt dày 6.5 cm
- Dải phân cách bê tông ,gờ chắn,gờ lan can
- Hệ thống ống nước chống cháy, ống dẫn nước.
- Các thiết bị khác.

##### **Hoạt tải:**

Hoạt tải thiết kế theo AUSTROADS- 92 bao gồm:

- Tải trọng làn L44 bao gồm tải trọng rải đều  $WL=12.5KN/m$  và tải trọng tập trung  $PL=150KN$ . Đối với mô men âm sử dụng tải trọng tập trung thứ hai.

- Tải trọng trục T44 bao gồm xe 5 trục.

- Tải trọng xe nặng HLP200 gồm 10 trục xe mỗi trục 200KN đặt cách nhau 1.8 m.

- Tải trọng bánh xe cục bộ  $WP=70 KN$  đặt trên diện tích  $500x200mm$  để kiểm toán cục bộ mặt cầu.

- Tải trọng người đi là  $5KN/m^2$ .

- Hệ số xung kích cho nhịp dây văng là 0.2 cho tải trọng làn và tải trọng trục,

0.1 cho tải trọng HLP, cho tải trọng cục bộ W7 là 0.25.

### Tải trọng thi công:

- Trọng lượng xe đúc là 2000KN

- Hoạt tải thi công là 10 KN/m cho phần hoàn thành của cầu.

### Tải trọng va tàu:

		Xuôi dòng	Ngược dòng
Tàu thiết kế	DWT	3610T	3610T
	LOA	90.7m	90.7m
	Ngang	13.0m	13.0m
	Mớm nước	5.7m	5.7m
Vận tốc va tàu		4.5m/s	2.2m/s
Lực thiết kế	Vuông góc với tim cầu	32,000 KN	15,000 KN
	Song song với tim cầu	16,000 KN	7,500 KN

### Tải trọng gió:

\*Đối với trạng thái cực hạn (ULS):

Vận tốc gió trung bình 1 giờ tại độ cao 10m trên mặt đất:  
 $V_{60,10}=31m/s$

Vận tốc gió trung bình 10 phút độ cao 10m trên mặt đất:  
 $V_{10,10}=33m/s$

Vận tốc gió giật tại độ cao 10m trên mặt đất:  $V_{g,10} = 52 m/s$ .

Vận tốc gió trung bình 10 phút theo chiều cao Z :  $V_{10,z} = V_{10,10} \times (z/10)^{0.16}$

Vận tốc gió giật theo chiều cao Z :  $V_{10,z} = V_{10,10} \times (z/10)^{0.11}$

\*Đối với giai đoạn thi công:

Vận tốc gió giật tại độ cao 10m trên mặt đất:  $V_{g,10} = 41m/s$ .

\*Đối với trạng thái tải trọng khai thác (SLS):

Vận tốc gió giật tại độ cao 10m trên mặt đất:  $V_{g,10} = 38m/s$ .

**Tải trọng nhiệt độ:**

- Thay đổi nhiệt độ đều :  $\pm 18^{\circ}\text{C}$
- Gradient nhiệt độ : theo vùng 3 AUSTRROAD 92.
- Chênh lệch nhiệt độ giữa cáp văng và kết cấu bê tông của nhịp chính là  $\pm 15^{\circ}\text{C}$ .

**Tải trọng động đất:**

Hệ số gia tốc nền tại vị trí xây dựng cầu dùng để phân tích động đất được lấy bằng 0.1g. Động đất được phân tích theo phương pháp đa phổ.

**Tác động do co ngót và từ biến:**

Theo AUSTRROADS 92 với độ ẩm môi trường là  $\text{RH}=83\%$ .

**Tác động do lún trụ:**

Tổng độ lún được đưa vào tính toán :

- Trụ tháp :* Lún theo phương đứng 70mm  
Lún lệch theo phương ngang 20mm
- Trụ neo:* Lún theo phương thẳng đứng 50mm.

**Tổ hợp tải trọng:**

Tổ hợp tải trọng theo các trạng thái SLS và ULS theo tiêu chuẩn úc AUSTRROADS 92.

**2.2.3. Các tổ hợp tải trọng:**

Việc tính toán thiết kế cầu Mỹ Thuận được thực hiện như sau:

*1. Theo trạng thái tải trọng khai thác SLS gồm 9 tổ hợp:*

- A1 PE,<sub>SLS</sub> +T44/L44 +0.7 Lực hãm +0.7 Nhiệt độ
- A2 PE,<sub>SLS</sub> +T44/L44 +0.7 Lực gió<sub>SLS</sub>
- A3 PE,<sub>SLS</sub> +Lực hãm +0.7 T44/L44 +0.7 Nhiệt độ
- A4 PE,<sub>SLS</sub> +HLP +0.5 Lực gió<sub>SLS</sub> +0.5 Nhiệt độ
- A5 PE,<sub>SLS</sub> +Lực gió<sub>SLS</sub> +0.7 T44/L44
- A6 PE,<sub>SLS</sub> +Lực gió<sub>SLS</sub> +0.5 Hoạt tải +0.5 Nhiệt độ
- A7 PE,<sub>SLS</sub> +Nhiệt độ +0.7 T44/L44+0.7 Lực hãm
- A8 PE,<sub>SLS</sub> +Nhiệt độ +0.7Lực gió<sub>SLS</sub>
- A9 PE,<sub>SLS</sub> +Nhiệt độ +0.5 Lực gió<sub>SLS</sub> +0.5 Lực hãm+0.5T44/L44

Trong đó PE,<sub>SLS</sub> là toàn bộ tĩnh tải và các tác động tĩnh.

*2. Theo trạng thái giới hạn cực hạn ULS gồm 9 tổ hợp:*

- B1 PE,<sub>ULS</sub> +2.0T44/L44 +1.0Nhiệt độ+1.0Lực dòng chảy<sub>ULS</sub>
- B2 PE,<sub>ULS</sub> +1.5HLP +1.0 Nhiệt độ+1.0Lực dòng chảy<sub>ULS</sub>
- B3 PE,<sub>ULS</sub> +2.0Lực hãm +1.0 T44/L44 +1.0 Nhiệt độ+1.0Lực dòng chảy<sub>ULS</sub>

B4	$PE_{,ULS} + 1.25$ Nhiệt độ+1.0L44/T44+1.0Lực dòng chảy <sub>ULS</sub>
B5	$PE_{,ULS} + 1.25$ Nhiệt độ +1.0HLP +1.0Lực dòng chảy <sub>ULS</sub>
B6	$PE_{,ULS} + 1.0$ Lực gió <sub>ULS</sub> +1.0 Nhiệt độ+1.0Lực dòng chảy <sub>ULS</sub>
B7	$PE_{,ULS} + 1.0$ Lực gió <sub>ULS</sub> +1.0T44/L44+1.0Nhiệt độ +1.0Lực dòng chảy <sub>ULS</sub>
B8	$PE_{,ULS} + 1.0$ Lực động đất
B9	$PE_{,ULS} + 1.0$ Lực va tàu +1. 0 Lực dòng chảy <sub>ULS</sub>

### 3. Tổ hợp tải trọng trong trường hợp thay cáp văng:

Tính toán kiểm tra kết cấu trong trường hợp thay thế cáp văng.

### 4. Tổ hợp tải trọng trong trường hợp đứt một cáp văng đột ngột (ULS):

Tải trọng đứt cáp ,tĩnh tải và các tải trọng khác:

-Bốn làn xe L44 vẫn chạy trên cầu.

-Hệ số tải trọng 1.05 sẽ được cung cấp cho tất cả các tải trọng.

### 5. Các điều kiện đặc biệt khác:

-Trong quá trình đúc hẫng, dầm chủ được cố định ngang và dọc tại vị trí tháp.

-Trong quá trình thi công ,gối tại trụ tháp được hạ thấp để giảm mô men âm trong dầm chủ tại tháp.

-Trước khi hợp long tại giữa nhịp tiến hành kích 2 đầu dầm hẫng sang 2 phía với một khoảng cách bằng 75% biên dạng ngang do co ngót và từ biên tại trụ neo.

-Bản mặt cầu tại vị trí lè người đi phải thiết kế chịu được thiết bị bảo dưỡng 7T.

## 2.3. CẤU TẠO CHI TIẾT

Giải pháp sơ đồ kết cấu nhịp cầu Mỹ Thuận được chọn thuộc dạng 3 nhịp đối xứng qua mặt phẳng đối xứng tại giữa nhịp (xem Hình 1). Thiết diện dầm chủ và chiều dài khoang dầm chủ đồng nhất, nên sự làm việc của các khoang dầm và thiết diện dầm chủ đồng đều nhau.

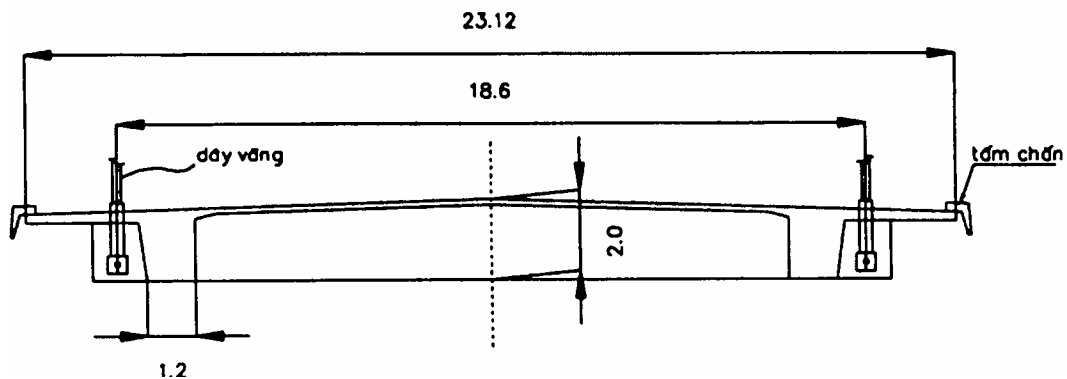
Việc bố trí các gối đỡ dầm và gối ngang tại chân tháp (xem Hình 3) có tác dụng tăng cường ổn định chung cho hệ kết cấu đặc biệt là dưới các tác động gió, động đất. Tuy nhiên, cũng có nhược điểm làm tăng mọi lực tác dụng lên tháp cầu và ngăn cản các chuyển vị, đặc biệt là chuyển vị dọc cầu do tác động của các lực thứ cấp như từ biên và co ngót của dầm chủ.

### 2.3.1. Cấu tạo dầm-mặt cầu:

Hệ dầm-mặt cầu gồm hai dầm dọc chủ 2.0m x 1.2m, được hên kết với nhau bởi bản mặt cầu dày 0.25m (xem Hình 2). Dầm có kích thước không đổi trên toàn bộ chiều dài cầu. Các dầm ngang bố trí cách nhau 5.2m và được tạo DƯỠNG bằng cáp loại 19.22 hoặc 24C15 của hãng Freyssinet. Cáp DƯỠNG kéo sau được bố trí đối xứng qua tim cầu từ đôt NC10 đến đôt SC10. Hệ dầm ngang liên kết với dầm dọc được tăng cường bằng các cáp DƯỠNG ngang, có tác dụng làm tăng độ cứng chống xoắn của hệ dầm cũng như tính ổn định chung của hệ kết cấu.

Việc lựa chọn giải pháp cấu tạo của hệ dầm-mặt cầu như trên thể hiện ưu điểm rõ nét về kết cấu cầu dây văng có dầm thanh mảnh, giảm đáng kể tải trọng của dầm cầu và tạo điều kiện thuận lợi cho công tác thi công (chế tạo xe đúc và vận hành ván khuôn).

Mặt cắt ngang của dầm chủ là kiểu dạng chữ  $\Pi$  bằng BTCTDƯỠNG được thi công theo phương pháp đúc hẫng, chiều cao của dầm 2.0m (tại tim). Tổng bề rộng mặt cầu là 23.66m. Bản mặt cầu dày 25cm, các dầm ngang cách nhau 5.2m.



**Hình 2:** Mặt cắt ngang của dầm chính cầu Mỹ Thuận

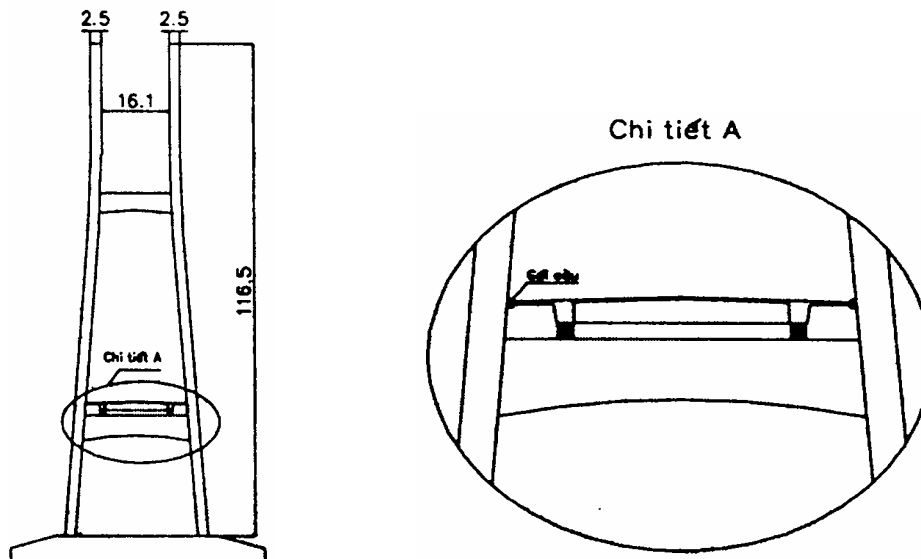
### Tóm tắt cấu tạo:

- Dầm chủ thiết kế để thi công đúc hẫng từ tháp ra kết hợp với căng kéo cáp văng.
- Chiều dài đôt tiêu chuẩn là 10.4m, với dầm ngang cách nhau 5.2m dự ứng lực kéo sau, chiều dài đoạn hợp long là 8m (nhịp giữa), 2.5m (nhịp biên).
- Trọng lượng một đôt dầm khoảng 340T, trọng lượng xe đúc 200 T.
- Dầm chủ được liên kết ngầm với trụ neo.
- Neo cáp văng và tai neo được đúc sẵn và sau đó đổ tại chỗ đôt dầm để liên kết với tai neo.

### **2.3.2. Cầu tạo tháp:**

Tháp cầu có dạng chữ H với hai dầm ngang trên và dưới (Hình 3). Tháp cầu được xây dựng trên một bệ móng cọc. Chiều cao tháp cầu tính từ đỉnh bệ cọc là 116,5m. Mỗi cột tháp có kích thước 4m x 2,5m tại đỉnh và 6mx2,5m tại chân cột tháp, chiều dày vách từ 0,5 ÷ 1.0m. Trong các dầm ngang trên và dưới có bố trí các bó cáp dự ứng lực. Các bó cáp DUL được bố trí trong phạm vi sườn dầm ngang và được neo vào mặt ngoài của chân tháp.

Tháp cầu hình chữ H có các dầm ngang trên và dưới tạo thành kết cấu khung kín. Nhờ đó giảm chiều dài tự do chịu nén dọc, dẫn đến có thể giảm chiều dày tiết diện cột tháp. Các dầm ngang có tác dụng phân phối tải trọng tới các chân tháp và tăng cường ổn định chung nhất là ổn định của tháp dưới tác động của tải trọng gió ngang cầu. Để đơn giản hóa cấu tạo liên kết giữa chân tháp và các dầm ngang. Các dầm ngang được thiết kế để sườn dầm chịu lực là chính. Giải pháp này cũng dẫn đến đơn giản hóa đáng kể việc bố trí cốt thép tại cánh trên và cánh dưới của các dầm ngang. Tháp cầu Mỹ Thuận có cấu tạo như Hình 3 dưới đây:



**Hình 3:** Cấu tạo tháp cầu và chi tiết gối cầu tại tháp

**Tóm tắt cấu tạo:**

- Tháp cầu có mặt cắt hộp rỗng, kích thước 4.0x2.5 m (tại đỉnh), 6.0x2.5 tại chân.
- Thành hộp dày 400-500mm..
- Tháp cầu được liên kết với nhau bởi 2 dầm ngang: Dầm dầm ngang thứ nhất đặt dưới gối đỡ kết cấu nhịp; Dầm ngang thứ hai nối nối hai tháp cách đỉnh bệ 81,3m. Các dầm ngang có cấu tạo hình chữ nhật rỗng.
- Bên trong lòng tháp có hệ thống thang lên xuống để phục vụ cho công tác duy tu, bảo dưỡng.

### **2.3.3. Hệ cáp dây văng:**

Sơ đồ bố trí dây văng cầu Mỹ Thuận theo hình rẽ quạt (semi-hanp) với hai mặt phẳng dây cách nhau 18.6m. Các cặp dây văng (thượng, hạ lưu) được bố trí đối xứng qua mặt phẳng thẳng đứng đi qua ti dọc của cầu. Góc nghiêng của dây văng so với phương nằm ngang nhỏ nhất (dây văng ngoài cùng) là  $31.031^\circ$ , và lớn nhất (dây văng gần tháp cầu nhất của nhịp biên) là  $77.39^\circ$ . Dây văng ngoài cùng của hai nhịp biên được liên kết với hệ dầm cầu tại điểm cách tim trụ neo 5,0m về phía cầu dẫn.

Toàn cầu có 128 dây văng chia thành 8 nhóm, mỗi nhóm có 16 dây. Dây văng ngoài cùng nhịp biên có số tao lớn nhất (68 tao), dây văng thuộc nhịp chính gần tháp cầu nhất có số tao nhỏ nhất (22 tao). Các tao cáp kiểu Freyssinet 7 sợi, đường kính danh định 15,2mm.

Sơ đồ phân bố dây dạng rẽ quạt đã chọn có điểm là không phải dùng tiết diện chân tháp cầu lớn. Giải pháp chọn điểm liên kết cầu dây neo với hệ mặt cầu của cầu Mỹ Thuận như trên có tác dụng giảm moment uốn chính trong dầm chính tại nhịp biên. Nói chung, kết cấu với hệ dây nằm trong mặt phẳng thẳng đứng có nhược điểm là khả năng ổn định khí động học kém hơn so với hệ dây văng không gian.

#### **Tóm tắt cấu tạo:**

- Toàn cầu gồm 128 cáp dây văng. Hai mặt phẳng dây văng thẳng đứng.
- Cáp văng gồm các tao cáp song song 15.2mm có 3 mức bảo vệ.
- Các tao cáp riêng lẻ có thể thay thế trong tương lai.
- Sử dụng ống HDPE bảo vệ phía ngoài.
- Cung cấp hệ thống chống dao động.

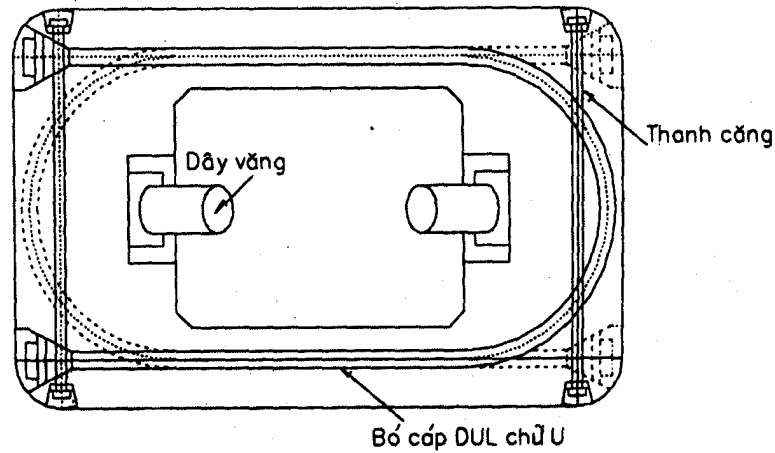
### **2.3.4. Liên kết giữa các hệ kết cấu:**

Toàn bộ gồm 256 neo được bố trí để liên kết giữa dây văng với tháp và dầm chủ.

1. *Liên kết giữa dây văng với tháp* có cấu tạo như Hình 4 thỏa mãn các yêu cầu trên. Thân tháp dạng hộp rỗng có bố trí các bậc thang chân tháp dạng hộp rỗng có bố trí các bậc thang kim loại thuận tiện cho đi lại, vận chuyển thiết bị thi công. Kết cấu đỉnh tháp được sử dụng các bó cáp DUL chữ U để đảm bảo cân bằng lực ngang trong chân tháp. Liên kết dây văng với tháp cầu dạng này thỏa mãn các yêu cầu cơ bản sau:

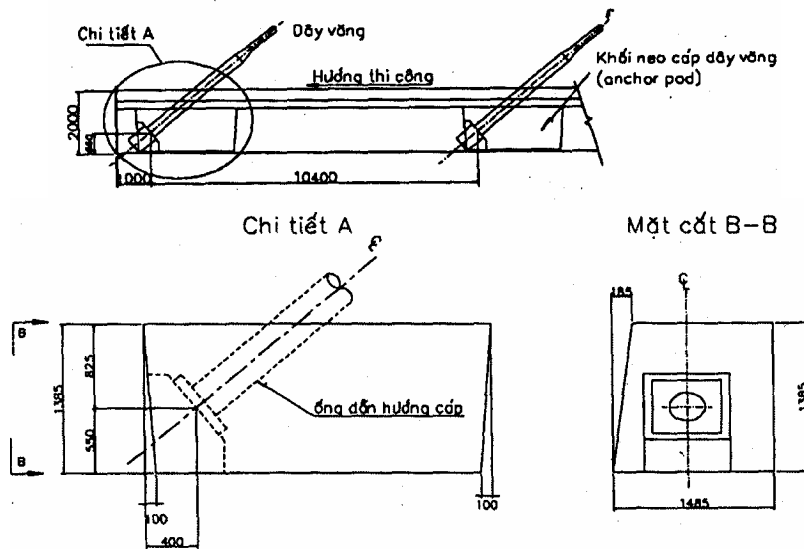
- Đảm bảo khả năng chịu lực tổng thể và cục bộ
- Vùng neo được thiết kế đảm bảo không gian thuận tiện cho việc bảo dưỡng neo cáp.
- Dễ dàng lắp đặt, căng cáp.

- Đảm bảo biện pháp cấu tạo đơn giản, không tiết diện chân tháp, không xuất hiện moment bản trong tháp.



**Hình 4:** Cấu tạo liên kết dây văng với tháp cầu

2. Liên kết giữa dây văng với dầm chủ được thực hiện thông qua các khối neo (anchorage pod) là các cấu kiện bê tông đúc sẵn và được liên kết vào hệ dầm khi đổ bê tông dầm chủ (xem Hình 5). Chọn giải pháp liên kết như vậy có ưu điểm là đơn giản hóa thiết kế cấu tạo dầm dọc, dùng thời cho phép đặt các neo cáp ở vị trí cao hơn trong hệ dầm, nhờ đó giảm đưa (chiều cao kiến trúc của hệ mặt cầu.



**Hình 5:** Cấu tạo liên kết dây văng với dầm cầu

### 2.3.5. Móng trụ cầu chính:



- Kết cấu móng trụ tháp gồm 16 cọc khoan nhồi có đường kính 2,5m hạ đến cao độ -90m ( tháp bờ Bắc) và -100m (tháp bờ Nam), cao độ đáy bê phần đặc là + 1m, ống vách đặt tới cao độ -35m (tháp bờ Bắc) và -40m (tháp bờ Nam).

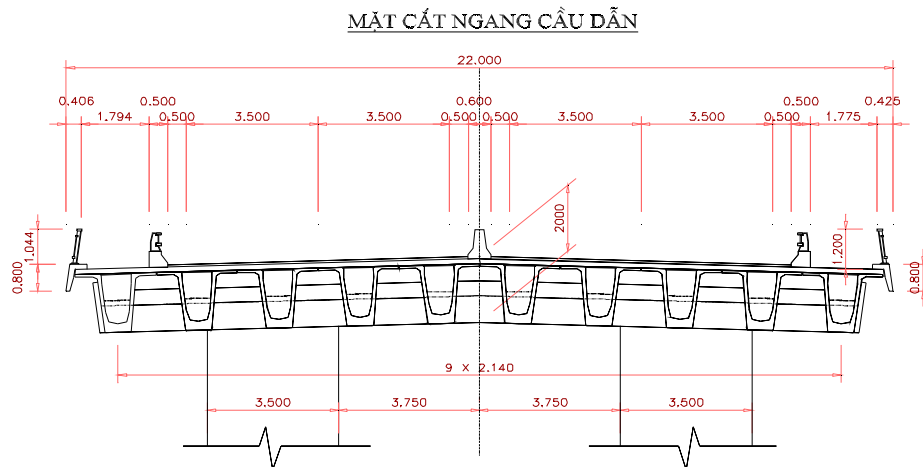
- Bệ móng tháp rộng 15.0m, dài 67.92m, cao 7m, vuốt nhọn đầu phía thượng lưu và hạ lưu. Mỗi tháp móng trên nền cọc khoan nhồi gồm 16 cọc đường kính 2.5m, dài 91m (tháp Bắc) và 101m (tháp Nam).

- Thân trụ neo gồm hai cột bê tông DƯL mác 400, kích thước 1500x3500mm. Trụ neo không có xà mũ, thân cột liên kết trực tiếp với kết cấu nhịp. Móng trụ neo gồm 2 cọc khoan nhồi đường kính 2,5m mỗi trụ đặt ở độ sâu -60 (m) (bờ Bắc ); -74 và -84 (m) (bờ Nam ).

## 2.4. CẦU DẪN

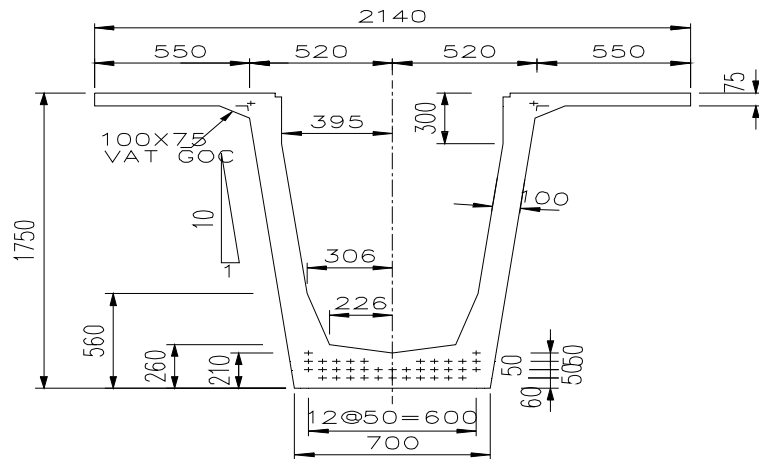
Cầu dẫn với độ dốc 5% bao gồm các nhịp dầm super-T đúc sẵn được đỡ bởi các trụ BTCT thường trên nền cọc đóng. Chiều cao các trụ xấp xỉ từ 6 đến 24m. Khe co giãn được đặt tại mố và điểm tiếp giáp giữa cầu dẫn với nhịp cầu treo dây văng để kết cấu cầu dẫn độc lập với cầu chính. Bản mặt cầu liên kết với đỉnh trụ qua các chốt cho phép truyền lực dọc và xoay tự do giữa kết cấu phần trên và phần dưới. Các cột trụ với độ cứng khác nhau sẽ cùng tham gia chịu lực do động đất hoặc phanh hãm v.v. Mỗi cột trụ được đỡ bởi 10 cọc đóng có chiều sâu từ 35 đến 43m. Sau đây là tóm tắt một số đặc điểm thiết kế.

**2.4.1. Mặt cắt ngang cầu dẫn:** Mặt cắt ngang cầu dẫn gồm 10 dầm Super-T cách nhau 2.2m (xem Hình 6). Đây là loại dầm mới được phát triển ở Australia và hiện đang được sử dụng trong một số dự án lớn. Dầm Super-T cho nhịp 40m hiện đang là chiều dài lớn nhất của loại dầm này và lần đầu được áp dụng trong cầu Mỹ Thuận. Mặt cắt ngang cơ bản của cầu dẫn là 22.06m, riêng nhịp tiếp giáp với cầu chính được mở rộng để phù hợp với mặt cắt ngang của cầu chính.



### **Hình 6 : Mặt cắt ngang nhịp cầu dẫn**

**2.4.2. Dầm Super-T:** Chiều dài tính toán dầm là 37.6m (khoảng cách giữa các gối) và bị không chế bởi tải trọng HLP200. Dầm được thiết kế dự ứng lực không toàn phần, phù hợp với quy trình AUSTRROADS (xem Hình 7). Dưới tải trọng thông thường, xuất hiện ứng suất kéo trong phạm vi cho phép dưới thớ đáy.



### **Hình 7 : Thiết diện dầm Super T cầu Mỹ Thuận**

**2.4.3. Bản mặt cầu:** Chiều dày bản mặt cầu là 150mm tại giữa nhịp và 200mm tại gối. Gối cầu được đặt nằm ngang trừ gối di động-tại khe co giãn giáp với cầu chính-được đặt dốc 5%.

**2.4.4. Dầm ngang:** Được bố trí tại vị trí gối nhằm cải thiện sự phân bố ngang của hoạt tải, giảm mô men uốn trong bản tại đầu nhịp và là điểm kê của kích khi thay gối.

**2.4.5. Khe co giãn :** Theo kết quả tính toán chuyển vị do từ biến co ngót, nhiệt độ và động đất, trong thiết kế cầu Mỹ Thuận, khe co giãn được chọn loại 320mm (-00 ÷ 120mm) tại mố và loại 800mm (-600 ÷ 200) tại cầu chính.

**2.5.6. Trụ cầu dẫn:** Theo tính toán, lực dọc truyền vào các trụ tỉ lệ với độ cứng của trụ. Các trụ ngăn tiếp nhận phần lớn tải trọng. Độ cứng của móng được đặc trưng bởi các hệ số đàn hồi chuyển vị thẳng và xoay ở chân cột. Trụ cầu dẫn có cấu tạo bằng BTCT, thân trụ gồm hai cột BTCT hình chữ nhật kích thước mỗi cột 1200 x 3500mm cao.

**2.5.7. Cọc cầu dẫn:** Mỗi trụ cầu dẫn gồm hai nhóm cọc tách riêng, mỗi nhóm gồm 10 cọc 40x40cm. Mũi cọc của các trụ dẫn được đặt tại lớp cát

có cao độ từ -33m đến -41m. Cọc được chế tạo với đáy bằng. Ngoài 3 trụ gần cầu chính, các trụ còn lại được bố trí cọc xiên.

**2.5.8. Mố :** Mố cầu có cấu tạo bằng BTCT và được đặt trên 14 cọc thép  $\phi$  600mm. Mỗi cọc có chiều dài từ 35 đến 37m. Đoạn 3m đầu của các cọc này được độn ruột bằng bê tông loại grade 32 để đảm bảo sức kháng đối với mô men tại vị trí liên kết giữa cọc với bệ. Hệ cọc này có khả năng tiếp nhận chuyển vị ngang cho phép tới 50mm của bệ cọc.

**2.4.9. Bản dẫn:** Bản quá độ dài 8m được dùng để hạn chế ảnh hưởng lún sau mố và tạo sự êm thuận cho xe chạy.

## 2.5. PHÂN TÍCH, TÍNH TOÁN VÀ MÔ HÌNH HÓA KẾT CẤU

Toàn bộ kết cấu không gian được mô hình hóa và tính toán bằng chương trình RM-SPACEFRAME (hãng TDV-Áo). Trong đó dầm dọc và mặt cầu được mô hình hóa thành một chuỗi các phần tử dầm có mặt cắt ngang như Hình 3. Dây văng được mô phỏng như các phần tử cáp nối với phần tử dầm cầu với độ lệch tâm theo cả hai hướng thang đứng và nằm ngang. Tháp cầu được mô phỏng như một khung với hai 'nhánh chân tháp và các dầm ngang. Các phần tử kết cấu được kích hoạt tương ứng với trạng thái làm việc thực của kết cấu (các giai đoạn thi công khác nhau, giai đoạn khai thác), tạo ra các sơ đồ tính toán khác nhau. Việc phân tích, tính toán kết cấu đối với cầu dây văng Mỹ Thuận được thực hiện theo 4 nội cơ bản dung sau:

- Phân tích tĩnh tuyến tính (linear-static analysis);
- Phân tích theo các giai đoạn thi công (construction stage analysis);
- Phân tích tĩnh phi tuyến hình học (second-order theory analysis)
- Phân tích động với gió, động đất (wind dynamic loan, seism analysis).

### 2.5.1. Phân tích tĩnh tuyến tính

Một mô hình không gian 3D bao gồm kết cấu phần trên và kết cấu phần dưới đã được mô hình hoá sử dụng cho chương trình RM-SPACEFRAME. Quá trình phân tích là sự phân tích tuyến tính đàn hồi kết hợp với biến dạng phi tuyến cho các trạng thái giới hạn SLS và ULS.

Dầm chủ được mô hình là phần tử đơn tại tim cầu, các tháp được mô hình không gian, trong đó 16 cọc khoan nhồi trong mỗi tháp được mô hình riêng rẽ, tạo điều kiện kết cấu có sơ đồ tính toán gần với thực tế. Từng cáp dây văng đã được mô hình hoá, liên kết với dầm chủ thông qua độ lệch tâm. Độ cứng của cáp văng đã được xét đến các ảnh hưởng do độ chùng của cáp

(Độ cứng của cáp phụ thuộc vào ứng suất căng trong cáp văng, trọng lượng của cáp văng và phần bảo vệ chống ăn mòn, chiều dài nằm ngang của cáp).

**2.5.1.1. Phân tích theo tải trọng và tổ hợp tải trọng:** Các tải trọng do trọng lượng bản thân, tĩnh tải phần 2, tải trọng dự ứng lực, co ngót và từ biến, hoạt tải, tải trọng gió, tải trọng nhiệt độ, tải trọng gối lún... và các tổ hợp tải trọng được tính trực tiếp từ chương trình RM-SPACEFRAME.

**2.5.1.2. Co ngót và từ biến:** Được tính toán cho từng giai đoạn thi công cũng như giai đoạn khai thác. Co ngót và từ biến được tính toán trực tiếp theo chương trình RM-SPACEFRAME.

**2.5.1.3. Phân tích mặt cầu theo phương ngang:** Một mô hình không gian 3D miêu tả toàn bộ kết cấu phần trên và kết cấu phần dưới cho chương trình SPACEGASS. Mô hình này tương tự như mô hình cho chương trình RM-SPACEFRAME, tuy nhiên hệ dầm mặt cầu được mô hình chi tiết hơn bao gồm dầm dọc và dầm ngang. Mô hình này để kiểm tra kết quả tính từ chương trình RM-SPACEFRAME.

**2.5.1.4. Tính toán theo sơ đồ biến dạng:** Phân tích kết cấu theo lý thuyết sơ đồ biến dạng đã được tiến hành theo sơ đồ không gian 3D. Ảnh hưởng do tác động P- gây ra làm tăng biến dạng và mô men mặt cắt.

## **2.5.2. Phân tích theo các giai đoạn thi công**

Phân tích kết cấu theo từng giai đoạn thi công bao gồm tất cả các tải trọng lần lượt tác dụng vào kết cấu trong từng giai đoạn thi công đã được thực hiện theo chương trình RM-SPACEFRAME. Các tải trọng như trọng lượng bản thân khối đúc, tải trọng căng cáp văng, tải trọng lắp đặt và di chuyển xe đúc, tải trọng co ngót và từ biến, tháo dỡ xe đúc ván khuôn, cắt bỏ cố định tạm thời... được đưa vào tính toán và được cộng tác dụng liên tục cho đến khi hoàn thành cầu.

Trong các công trình cầu được thi công theo nhiều giai đoạn nói chung và cầu dây văng nói riêng, tính toán thiết kế theo các giai đoạn thi công là một nội dung không thể thiếu được trong công tác thiết kế. Kết quả của nội dung phân tích này không những đảm bảo an toàn công trình (về cường độ, ổn định) trong quá trình thi công mà trong nhiều trường hợp còn dẫn đến quyết định thay đổi các thông số thiết kế của kết cấu. Đối với cầu Mỹ Thuận, kết cấu được mô hình hóa tương ứng với từng giai đoạn thi công (sơ đồ tính, tác động và tải trọng tính toán). Kết quả chính của phân tích theo các giai đoạn thi công gồm: nội lực dầm chủ, tháp cầu và trụ neo, lực kéo trong các dây văng, chuyển vị của dầm chủ, chân tháp và trụ neo. Dựa vào kết quả phân tích này, đối với giai đoạn thiết kế kỹ thuật, Tư vấn thiết kế đã kiểm tra

tính khả thi của kết cấu (tiết diện dầm chủ, tháp v.v...), thiết kế lực căng trong các dây văng trong từng giai đoạn thi công để đạt được trạng thái nội lực cuối cùng mong muốn, thiết kế độ võng của kết cấu nhịp, đồng thời xác định các giai đoạn thi công nguy hiểm cần có các giải pháp thi công tạm thời (như neo tạm giữ ổn định v.v...). Trong thực tế thi công, nhà thầu Baulderstone đã tiến hành các nội dung tính toán tương tự theo công nghệ thi công đề xuất.

### **2.5.3. Phân tích tĩnh phi tuyến hình học:**

Cầu dây văng là kết cấu có đặc tính phi tuyến cao, trong đó tính chất phi tuyến của cầu dây văng dầm BTCT DUL bao gồm tính phi tuyến của cáp dây văng (sự thay đổi kích thước hình học của cáp theo sự biến đổi lực trong cáp), tính phi tuyến hình học (biến dạng lớn, tác động tổ hợp của lực dọc trục và moment uốn), và tính phi tuyến vật liệu (do xuất hiện các vết nứt do moment uốn, mối quan hệ ứng suất-biến dạng phi tuyến của bê tông và thép).

Trong tính toán cầu Mỹ Thuận, tính phi tuyến hình học được xét đến bằng cách trước hết Tư vấn tiến hành phân tích tĩnh tuyến tính, sau đó các lực dọc trục thu được sẽ được dùng để tính moment thứ cấp tại các tiết diện.

### **2.5.4. Phân tích tác dụng động với gió:**

Cầu dây văng là kết cấu nhạy cảm đối với tác động của gió trong quá trình thi công và khi khai thác. Vì vậy, việc phân tích động đối tác dụng của gió là một trong những nội dung phân tích rất quan trọng của cầu Mỹ Thuận.

Tư vấn thiết kế đã tiến hành thí nghiệm hầm gió một đốt mặt cầu có kích thước bằng 1/125 kích thước thật của cầu Mỹ Thuận để xác định các hệ số moment và nội lực mát cắt, các tỷ số chấn động và xác định các tốc độ gió xoáy nguy hiểm đối với mặt cắt. Phân tích động chi tiết của toàn bộ kết cấu dùng một mô hình phần tử hữu hạn khung không gian dưới các điều kiện luồng gió ổn định (steady state flow conditions) và các điều kiện gió không điều hòa (turbulent wind condition).

*Nội dung phân tích động lực học của gió bao gồm:*

- Phân tích tĩnh với tải trọng tương ứng với tốc độ gió trung bình 10 phút đặt lên toàn bộ kết cấu.

- Phân tích động lực học của gió cho các giai đoạn thi công và giai đoạn khai thác.

*Việc phân tích động được tiến hành đối với các sơ đồ kết cấu sau:*

- + Chỉ có tháp cầu.
- + Trường hợp đúc hẫng trung gian (các giai đoạn thi công đúc hẫng).
- + Trường hợp trước khi hợp long cầu .
- + Sơ đồ khai thác.

*Các kết quả nghiên cứu về gió được tóm tắt như sau:*

+ Qua kết quả nghiên cứu về gió trong giai đoạn nghiên cứu khả thi, căn cứ vào các tài liệu lưu trữ về các cơn bão lịch sử và các tài liệu do Văn phòng MET của Anh cung cấp, Tư vấn thiết kế đã chọn tốc độ gió dùng để tính toán thiết kế cầu Mỹ Thuận trong trạng thái giới hạn cực hạn và khai thác tương ứng là 52m/s và 38m/s.

+ Qua kết quả thí nghiệm hầm gió đối với mặt cầu, các hệ số đo được là phù hợp với các giá trị của mặt cầu bản mỏng.

+ Hệ mặt cầu ổn định động học với gió có góc thổi  $0^\circ$  trong phạm vi thí nghiệm tốc độ gió từ 30m/s đến 80m/s. Gió xoắn xảy ra với tốc độ gió là 70-75m/s với góc thổi là  $40^\circ$  và nằm ngoài giá trị thiết kế.

+ Tháp cầu ổn định trong phạm vi tốc độ gió dùng để thiết kế đối với sơ đồ tính chỉ có tháp cầu không.

Kết quả phân tích động với gió (dynamic wind analysis) tính bởi chương trình RM-SPACEFRAME được kiểm chứng với kết quả tính toán thu được bởi chương trình PCROM.

#### **2.5.5. Phân tích kết cấu dưới tác động của động đất:**

Động đất của nhịp dây văng đã được phân tích theo phương pháp đa phổ. Hệ số gia tốc nền được đưa vào thiết kế là 0.1g.

Chương trình phân tích động đất được sử dụng là PCROM của Na -Uy. Kết quả của việc phân tích động đất cho thấy tổ hợp tải trọng động đất không bất lợi bằng tổ hợp tải trọng do gió.