



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0003641

(51) **E01D 2/00; E04C 3/26**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2021-00320

(22) 06/08/2021

(45) 26/08/2024 437

(43) 25/11/2021 404

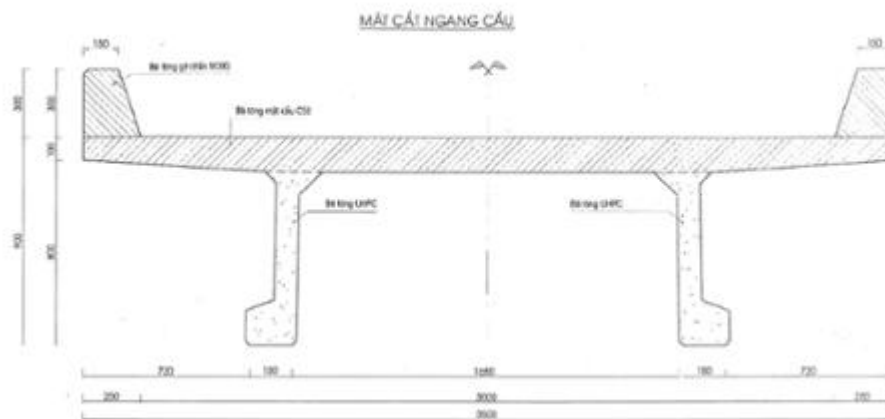
(73) Công ty cổ phần sáng tạo và chuyển giao công nghệ Việt Nam (VN)

44 Nguyễn Văn Huyền, tổ 37, phường Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Trần Bá Việt (VN).

(54) **DẦM TIẾT DIỆN CHỮ PI ỨNG DỤNG BÊ TÔNG CƯỜNG ĐỘ SIÊU CAO**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến dầm tiết diện chữ Pi bê tông cường độ siêu cao dùng cho cầu bao gồm bản mặt nằm ngang bằng bê tông tính năng cao (HPC), hai sườn chính bằng bê tông cường độ siêu cao (UHPC) nhô xuống dưới vuông góc với bản mặt và chạy dọc theo chiều dài bản mặt để tạo ra tiết diện chữ Pi, và các sườn phụ bằng bê tông cường độ siêu cao (HPC) được bố trí dọc theo chiều dài của dầm, trong đó ba mươi tám tao cáp được bố trí.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích liên quan đến lĩnh vực kỹ thuật thiết kế kết cấu cầu, đặc biệt là dầm tiết diện chữ Pi ứng dụng bê tông cường độ siêu cao dùng để tiêu chuẩn hóa và nâng cao cơ tính của cầu.

Tình trạng của giải pháp hữu ích

Trong những năm gần đây, dầm bê tông ứng suất trước có nhịp vừa và nhỏ đã được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực cầu đô thị do kết cấu đơn giản, chịu lực tốt, tốc độ thi công nhanh, giá thành rẻ, tác động nhỏ đến giao thông của đường bộ cắt ngang.

Dầm bê tông ứng suất trước thông thường có tiết diện lớn, vật liệu có trọng lượng lớn làm cho tải tĩnh tăng, cũng như cách bố trí sườn và cáp dự ứng lực chưa mang lại các ưu điểm mong muốn.

Ngoài ra, để đảm bảo bê tông có đầy đủ các đặc tính đồng thời khi sử dụng làm dầm cầu là không hề dễ dàng, và chưa được biết đến, cũng như đặt ra yêu cầu đơn giản hoá các thành phần vốn bao gồm rất nhiều loại với nhiều cấp của mỗi loại mà mang lại ưu điểm về cơ tính, độ chảy xoè. Thậm chí, đặt ra nhu cầu về dầm bê tông ứng dụng loại bê tông UHPC có cường độ cao hơn nữa.

Mong muốn đề xuất dầm sử dụng vật liệu và có kết cấu phù hợp để cải thiện nhược điểm trên, cụ thể là ứng dụng bê tông với thành phần cụ thể phù hợp cho kết cấu dầm.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Do đó, mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất dầm bê tông ứng suất trước tiết diện chữ Pi có kết cấu đơn giản, có hai sườn chính (dầm dọc) được chế tạo từ bê tông cường độ siêu cao đổ tại chỗ UHPC (bê tông cường độ siêu cao), sử dụng cho công trình hạ tầng – giao thông nhằm chế tạo dầm cầu từ tải trọng nhỏ đến tải trọng lớn. Dầm theo giải pháp hữu ích có trọng lượng nhẹ nhưng phù hợp với tiêu chuẩn nhờ kết cấu và vật liệu được sử dụng phù hợp.

Dầm tiết diện chữ Pi bê tông cường độ siêu cao bao gồm bản mặt nằm ngang bằng bê tông tính năng cao (HPC), hai sườn chính (dầm dọc) bằng bê tông cường độ siêu cao (UHPC) nhô xuống dưới vuông góc với bản mặt và chạy dọc theo chiều dài bản mặt để tạo ra tiết diện chữ Pi, và năm sườn phụ (dầm ngang) bằng bê tông HPC được bố trí dọc theo chiều dài của dầm, trong đó bản mặt và hai sườn chính được đổ bê tông đồng thời.

Ba mươi tám tào cáp dự ứng lực được bố trí như sau:

Mỗi sườn chính được bố trí hai tào cáp dự ứng lực, ở đầu trên của mỗi sườn chính; và hai tào cáp này được bố trí gần nhau theo phương nằm ngang ở trên bản mặt dầm phía đầu trên mỗi sườn chính;

Mỗi sườn chính được bố trí mười bảy tào cáp dự ứng lực, với mười lăm tào cáp được bố trí ở đầu dưới theo phương nằm ngang và được chia thành ba hàng và hai tào còn lại được bố trí lên phía trên của ba hàng tào cáp kia và cũng theo phương nằm ngang.

Bê tông UHPC có thành phần theo tỷ lệ khối lượng bao gồm 28 ÷ 44% xi măng Pooc lăng, 25 ÷ 30% cát thạch anh tự nhiên thô đã tuyển, 5 ÷ 9% cát thạch anh tự nhiên đã tuyển nghiền mịn, 0,5 ÷ 1,5% bột thạch anh, 4 ÷ 8% phụ gia khoáng thứ nhất, 3 ÷ 7% phụ gia khoáng thứ hai, 1 ÷ 3% tro bay, 1 ÷ 2% phụ gia siêu dẻo, 0,05 ÷ 0,20% phụ gia ổn định kéo dài ninh kết, 7 ÷ 9% nước, và 6 ÷ 14% sợi thép cường độ cao, tốt nhất là không đầu neo.

Ngoài cường độ chịu kéo, cường độ chịu nén và độ dẻo đạt được, bê tông được sử dụng cho dầm theo sáng chế có độ chảy xoe cao nhờ sự kết hợp của các thành phần với định lượng và cỡ hạt phù hợp như sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các dấu hiệu và đặc điểm của dầm theo giải pháp hữu ích sau đây sẽ được minh họa rõ ràng thông qua phần mô tả có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Hình 1 là mặt cắt ngang của dầm bê tông ứng suất trước tiết diện chữ Pi theo giải pháp hữu ích;

Hình 2 là mặt cắt ngang minh họa sườn phụ của dầm theo giải pháp hữu ích;

Hình 3 là mặt cắt ngang minh họa các bố trí cáp dự ứng lực theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Giải pháp hữu ích đề xuất đầm bê tông ứng suất trước tiết diện chữ Pi dùng cho cầu. Như được thể hiện trên Hình 1, đầm tiết diện chữ Pi bê tông cường độ siêu cao bao gồm bản mặt nằm ngang bằng bê tông HPC.

Như được thể hiện trên Hình 1, đầm theo giải pháp hữu ích còn bao gồm hai sườn chính bằng bê tông UHPC nhô xuống dưới vuông góc với bản mặt và chạy dọc theo chiều dài bản mặt để cùng với bản mặt tạo ra tiết diện chữ Pi (tại vị trí cắt qua bản mặt và sườn chính). Hai sườn chính này được đổ đồng thời với bản mặt và liên kết với bản mặt tại vị trí của các phần lồi nhô xuống dưới của bản mặt.

Theo Hình 2, đầm theo giải pháp hữu ích còn bao gồm năm sườn phụ, sườn phụ được bố trí bên dưới bản mặt và mỗi sườn phụ kéo dài dọc theo chiều ngang bản mặt. Sườn phụ này nhô xuống dưới một khoảng ít hơn sườn chính. Theo một phương án, sườn phụ này có dạng mặt cắt hình thang cân với đáy nhỏ nằm phía dưới khi cắt ngang đầm tại vị trí có sườn phụ.

Sườn phụ được chế tạo bằng bê tông HPC và năm sườn phụ được bố trí dọc theo chiều dài của đầm. Tầm các sườn phụ cách nhau một khoảng 6m.

Hình 3 minh họa mặt cắt ngang của sườn phụ bằng bê tông HPC, sườn phụ được đổ sau khi đổ xong phần bê tông UHPC cho sườn chính và phần bản mặt bằng bê tông HPC, và đợi sau khi cắt cáp dự ứng lực xong thì đổ phần sườn phụ bằng bê tông HPC.

Theo phương án, đầm có chiều dài nhịp khoảng 24m (bằng chiều dài đầm), bề rộng 3,5m, chiều cao khoảng 900mm tính cả bản mặt. Theo phương án, bản mặt có chiều cao 150mm tại vị trí không có phần lồi nhô xuống dưới, sườn phụ có chiều cao 250mm, và phần lồi nhô xuống dưới có chiều cao 100mm và sườn chính có chiều cao 800mm.

Ba mươi tám tao cáp dự ứng lực 15,2mm được bố trí như sau: hai tao cáp dự ứng lực được bố trí ở đầu trên của mỗi sườn chính; và hai tao cáp này được bố trí gần nhau theo phương nằm ngang ở trên bản mặt đầm phía đầu trên mỗi sườn chính; phía dưới mỗi sườn chính được bố trí mười bảy tao cáp dự ứng lực, với mười lăm tao cáp được bố trí ở đầu dưới theo phương

nằm ngang và được chia thành ba hàng và hai tao còn lại được bố trí lên phía trên của ba hàng tao cấp kia và cũng theo phương nằm ngang.

Như nêu ở trên, bản mặt và các sườn phụ được chế tạo từ bê tông HPC còn sườn chính được chế tạo từ bê tông UHPC.

Bê tông UHPC có thành phần theo tỷ lệ khối lượng bao gồm 28 ÷ 44% xi măng PC, 25 ÷ 30% thạch anh tự nhiên thô đã tuyển, 5 ÷ 9% thạch anh tự nhiên đã tuyển nghiền mịn, 0.5 ÷ 1.5% bột thạch anh, 4 ÷ 8% phụ gia khoáng thứ nhất, 3 ÷ 7% phụ gia khoáng thứ hai, 1 ÷ 3% tro bay, 1 ÷ 2% phụ gia siêu dẻo, 0.05 ÷ 0.20% phụ gia ổn định kéo dài ninh kết, 7 ÷ 9% nước, và 6 ÷ 14% sợi thép cường độ cao, tốt nhất là không đầu neo.

Theo một phương án, thành phần các nguyên liệu theo khối lượng như sau:

1. Xi măng PC 50: 800 ÷ 1200kg.
2. Thạch anh tự nhiên thô đã tuyển: 700 ÷ 850kg.
3. Thạch anh tự nhiên đã tuyển nghiền mịn: 140 ÷ 230kg.
4. Bột thạch anh: 20 ÷ 40kg.
5. Phụ gia khoáng 1 (phụ phẩm công nghiệp): 120 ÷ 200kg.
6. Phụ gia khoáng 2 (phụ phẩm công nghiệp): 80 ÷ 180kg.
7. Tro bay: 30 ÷ 70kg.
8. Phụ gia siêu dẻo thế hệ mới: 25 ÷ 35kg.
9. Phụ gia ổn định kéo dài ninh kết: 2 ÷ 3,5kg.
10. Nước: 180kg ÷ 225kg.
11. Sợi thép cường độ cao- không đầu neo: 200kg ÷ 350kg - phù hợp tiêu chuẩn ASTM-A820.

Xi măng Pooc lăng mác cao để tạo ra bê tông UHPC tính năng cao, cường độ cao, đồng thời có thể phối trộn thêm các phụ gia khoáng để tăng pha chất kết dính, tăng độ chảy cho bê tông UHPC mà không làm giảm cường độ.

Thạch anh tự nhiên được tuyển để đảm bảo độ sạch, không lẫn muối, đảm bảo thành phần hạt, hạt không quá to để sợi thép được phân bố dạng matric (đều theo 3 phương). Thạch

anh tự nhiên đã tuyển để đảm bảo độ sạch, không lẫn muối, điền đầy các lỗ rỗng to của cấu trúc.

Thạch anh nghiền mịn điền đầy các lỗ rỗng nhỏ của cấu trúc, tăng liên kết với pha kết dính.

Phụ gia khoáng mịn thứ nhất để tăng phản ứng tạo Hydro Silicat dạng thấp bazit và điền đầy lỗ rỗng mao quản, tăng độ đặc chắc của cấu trúc. Sử dụng phụ phẩm công nghiệp.

Phụ gia khoáng mịn thứ hai để tăng phản ứng thủy hoá, bản thân nó có tính thủy lực, nên làm tăng pha kết dính, làm đặc cấu trúc, làm tăng cường độ và có giá rẻ, làm giảm giá thành của cấp phối. Sử dụng phụ phẩm công nghiệp.

Siêu dẻo thể hệ mới giảm nước >40 %, làm tăng cường độ, tăng tính chảy mà không làm tăng nước sử dụng.

Phụ gia ổn định kéo dài ninh kết để đảm bảo tính công tác, thời gian công tác của hỗn hợp UHPC.

Sợi thép cường độ cao để giảm co, kháng nứt và là tác nhân chính tăng cường độ kéo, uốn, môđul, chỉ số dẻo dai. Sử dụng loại sợi, hàm lượng sợi tối ưu quyết định đến tính chất và hiệu quả kinh tế kỹ thuật của cấp phối.

Tính chất:

1. Độ chảy xoè: 165-185mm.
2. Khối lượng thể tích: khoảng 2450kg/m³.
3. Cường độ nén sau 24h ≥ 45 MPa (nhiệt độ > 30 độ C).
4. Cường độ nén sau 4 ngày (bảo dưỡng nhiệt ẩm) : ≥ 150 MPa.
5. Cường độ nén sau bảo dưỡng tại 28 ngày: ≥ 155 MPa.
6. Modul đàn hồi khi nén: ≥ 48 GPa.
7. Hệ số Poisson: $\geq 0,18$.
8. Cường độ kéo sau bảo dưỡng tại 4 ngày (bảo dưỡng nhiệt ẩm): ≥ 8 MPa.
9. Cường độ kéo sau bảo dưỡng tại 28 ngày: $\geq 8,5$ MPa.

10. Cường độ uốn 4 điểm sau bảo dưỡng tại 28 ngày: ≥ 18 MPa.

Bê tông UHPC-VN được thể hiện ở chỗ: sử dụng nguyên liệu Việt Nam và đạt cường độ chịu nén tối thiểu là 130 MPa, cường độ chịu kéo tối thiểu là 8 MPa, mô đun đàn hồi 48 GPa.

Cáp dự ứng lực phù hợp tiêu chuẩn ASTM A416-02, cáp được thiết kế và cấu tạo theo tính toán thiết kế và bố trí tại các sườn chịu lực chính.

Cáp dự ứng lực phù hợp tiêu chuẩn ASTM A416-02, cáp được thiết kế và cấu tạo theo tính toán thiết kế và bố trí tại các sườn chịu lực chính.

Bản mặt và sườn phụ bằng bê tông HPC với cường độ cao khoảng 60MPa.

Bê tông UHPC được áp dụng cho sườn chính kết hợp với bản mặt và sườn phụ bằng bê tông HPC mang lại các ưu điểm về kết cấu và tải trọng, cũng như các tiêu chí khác.

Một trong các ưu điểm của sáng chế là thành phần bê tông dẻo mà vẫn đảm bảo cường độ chịu nén, cường độ chịu kéo cũng như có độ chảy xòe lớn. Đây là điểm khác biệt của sáng chế.

Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực này biết rằng, với bê tông cường độ siêu cao, vấn đề cần giải quyết là đảm bảo được các cường độ nhưng có độ chảy xòe cao. Để đạt được mục đích này, nhiều giải pháp đã được sử dụng trong đó sử dụng nhiều loại vật liệu hạt.

Sáng chế giải quyết vấn đề này bằng cách sử dụng ít loại vật liệu hạt hơn và giảm lượng nước. Trong các yếu tố cần quan tâm của bê tông UHPC, phân bố của các hạt trong bê tông là vô cùng quan trọng. Thay vì sử dụng nhiều loại cát, sáng chế sử dụng một loại cát trắng thạch anh nhưng với hai cỡ hạt cùng với bột thạch anh trộn với nhau để tạo ra tính liên tục cho bê tông về cỡ hạt, và nhờ đó tạo ra cường độ chịu nén cao và độ chảy xòe cao. Ngoài ra, cũng cần tính đến vai trò của bột thạch anh với cường độ của bê tông.

Bên cạnh đó, người có hiểu biết trong lĩnh vực này có thể hiểu rằng, lượng nước đóng vai trò quan trọng trong việc quyết định hiệu cường độ của bê tông. Theo sáng chế, lượng nước được giảm đi rất nhiều, chỉ chiếm từ 7 đến 9%, sẽ giúp tăng tính ổn định và cường độ của bê tông cũng như khả năng lưu biến. Với bê tông UHPC đã biết, giảm lượng nước dẫn

đến giảm cường độ, tính cháy xèo, khả năng lưu biến. Như vậy, khía cạnh phát triển của sáng chế là hoàn toàn khác với các giải pháp đã biết.

Như vậy, nhờ ứng dụng bê tông UHPC này, các sườn chính của dầm bằng bê tông UHPC đạt cường độ chịu nén tối thiểu là 130 MPa, cường độ chịu kéo tối thiểu là 8 MPa, mô đun đàn hồi 48 GPa.

Yêu cầu bảo hộ

1. Dầm tiết diện chữ Pi ứng dụng bê tông cường độ siêu cao dùng cho cầu bao gồm bản mặt nằm ngang bằng bê tông tính năng cao (HPC), hai sườn chính bằng bê tông cường độ siêu cao (UHPC) nhô xuống dưới vuông góc với bản mặt và chạy dọc theo chiều dài bản mặt để tạo ra tiết diện chữ Pi, và các sườn phụ bằng bê tông tính năng cao (HPC) được bố trí dọc theo chiều dài của dầm, mỗi sườn phụ nằm ngang phía dưới bản mặt, trong đó:

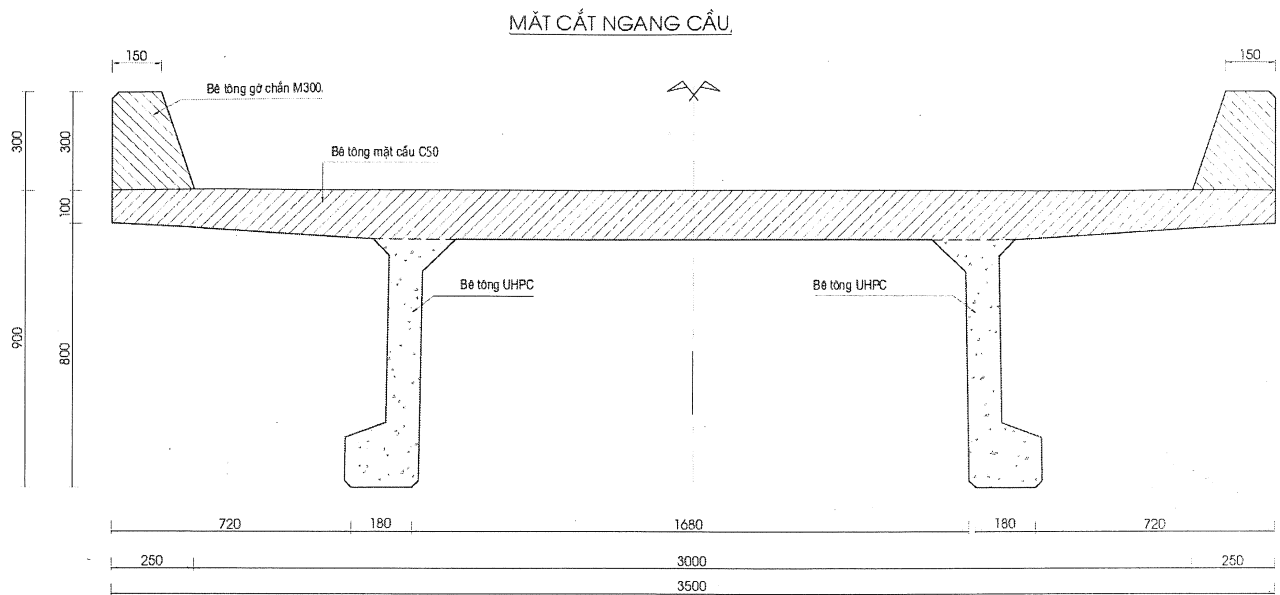
bản mặt và hai sườn phụ được đổ bê tông đồng thời;

ba mươi tám tao cáp dự ứng lực 15,2mm được bố trí như sau:

hai tao cáp dự ứng lực được bố trí ở đầu trên của mỗi sườn chính; và hai tao cáp này được bố trí gần nhau theo phương nằm ngang ở trên bản mặt dầm phía đầu trên mỗi sườn chính;

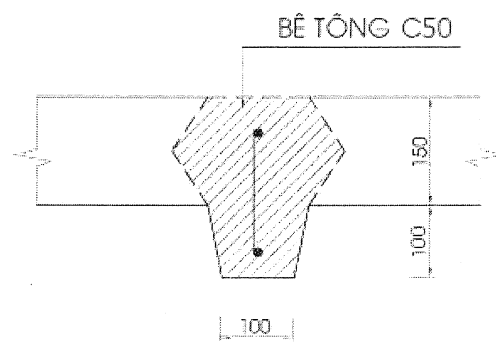
phía dưới mỗi sườn chính được bố trí mười bảy tao cáp dự ứng lực, với mười lăm tao cáp được bố trí ở đầu dưới theo phương nằm ngang và được chia thành ba hàng và hai tao cáp còn lại được bố trí lên phía trên của ba hàng tao cáp kia và cũng theo phương nằm ngang;

trong đó bê tông UHPC có thành phần theo tỷ lệ khối lượng bao gồm 28 ÷ 44% xi măng PC, 25 ÷ 30% thạch anh tự nhiên thô đã tuyển, 5 ÷ 9% thạch anh tự nhiên đã tuyển nghiền mịn, 0,5 ÷ 1,5% bột thạch anh, 4 ÷ 8% phụ gia khoáng thứ nhất, 3 ÷ 7% phụ gia khoáng thứ hai, 1 ÷ 3% tro bay, 1 ÷ 2% phụ gia siêu dẻo, 0,05 ÷ 0,20% phụ gia ổn định kéo dài ninh kết, 7 ÷ 9% nước, và 6 ÷ 14% sợi thép cường độ cao, tốt nhất là không đầu neo.



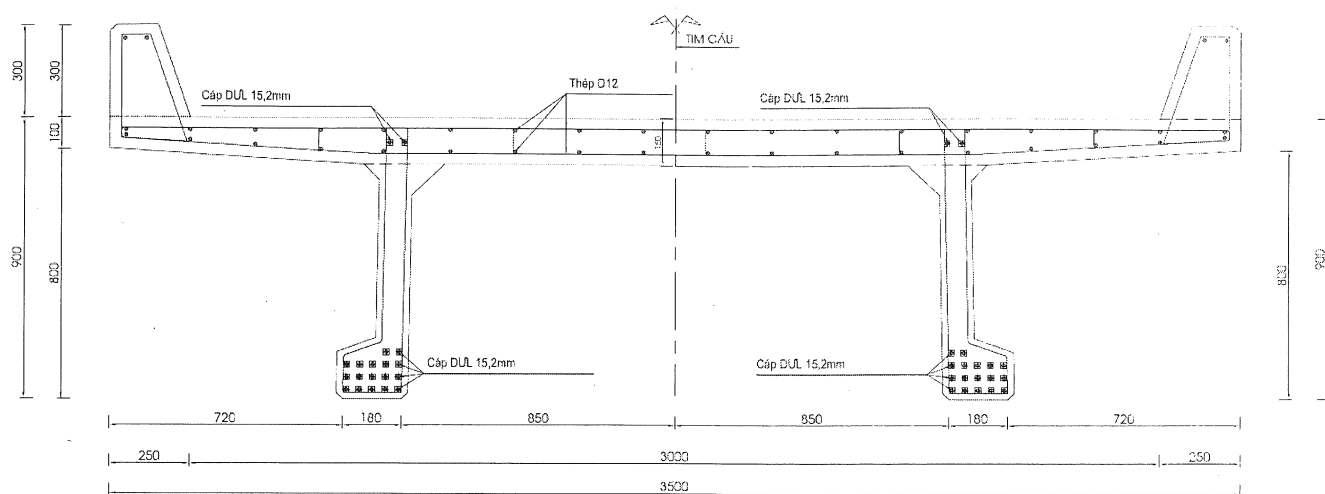
Hình 1

MẶT CẮT NGANG DẦM NGANG



Hình 2

MẶT CẮT NGANG CẦU



Hình 3