

## LỜI NÓI ĐẦU

Trong vài năm trở lại đây, tốc độ đô thị hóa tại các thành phố lớn nước ta phát triển nhanh kéo theo tốc độ gia tăng của lưu lượng giao thông, đặc biệt ở các thành phố lớn như thành phố Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh, thành phố Hải Phòng ... Tại các thành phố này, lưu lượng giao thông trong những năm qua gia tăng lên đến 15%~20%, một con số là khá lớn. Lưu lượng giao thông tại các nút giao lớn đã trở nên mãn tải gây ra sự ùn tắc giao thông kéo dài và không đảm bảo an toàn cho các phương tiện tham gia giao thông ... Trước yêu cầu cấp thiết đó đòi hỏi phải xây dựng các nút giao thông đáp ứng được nhu cầu và Nút giao thông khác mức là một trong những giải pháp hữu hiệu nhất hiện nay.

Nút giao khác mức thường có hai giải pháp chính là: Xây dựng cầu vượt lên trên hoặc hầm chui bên dưới. Tuy nhiên giải pháp cầu vượt luôn luôn là một giải pháp được lựa chọn đầu tiên vì: Nó đảm bảo tốt các yếu tố thoát nước, chiếu sáng, an toàn chạy xe, đoạn đường dẫn vào cầu không ảnh hưởng nhiều tới công trình xung quanh so với đoạn đường dẫn vào hầm chui, không gian bên dưới cầu vượt có thể tận dụng làm bãi đỗ xe, điểm bảo dưỡng, điểm dừng chân... Đặc biệt, công nghệ thi công xây dựng cầu vượt không phức tạp và kinh phí đầu tư không tốn kém như xây dựng hầm chui. Tuy nhiên có nhược điểm là phạm vi chiếm dụng đất khá lớn và đôi khi làm mất mỹ quan đô thị. Trước khi lựa chọn giải pháp nào cần nghiên cứu kỹ, xin ý kiến các ban ngành và đưa ra giải pháp tối ưu nhất.

Mục tiêu đặt ra là phải xây dựng cầu vượt sao cho kinh tế nhất, khai thác an toàn, hiệu quả nhất. Tuy nhiên các dạng kết cấu cầu vượt lại rất đa dạng, phong phú và không phải lúc nào tất cả các tiêu chí đặt ra cũng cùng đạt yêu cầu. Bởi vậy, việc nghiên cứu, đánh giá, tiến tới lựa chọn các dạng kết cấu cầu vượt hợp lý thỏa mãn tính kinh tế, kỹ thuật, mỹ quan và phù hợp qui hoạch chung của đô thị đã trở nên cần thiết và cấp bách hơn bao giờ hết. Sự lựa chọn này tùy thuộc vào đặc thù mỗi nước, mỗi thành phố, mỗi công trình cụ thể, trên cơ sở tuân thủ những chuẩn mực chung nhất trong giao thông đô thị. Một trong những phương án xây dựng kết cấu nhịp cầu cạn trong nút giao thông khác mức được đánh giá là có nhiều ưu điểm, đó là kết cấu dầm bản BTCT.

Vì những lý do trên, tác giả đã lựa chọn đề tài ***“Nghiên cứu ứng dụng kết cấu nhịp cầu dầm bản tại nút giao thông khác mức trong đô thị”*** là hết sức cần thiết.

Phạm vi của đề tài là nghiên cứu, ứng dụng các loại kết cấu nhịp cầu dầm bản sử dụng trong nút giao thông đô thị và biện pháp thi công các dạng kết cấu đó để thỏa mãn tính kinh tế, kỹ thuật, mỹ quan và phù hợp với quy hoạch. Bên cạnh việc nghiên cứu để lựa chọn ra các dạng kết cấu nhịp và biện pháp thi công cho phù hợp với điều kiện trong đô thị, đề tài còn nghiên cứu mối quan hệ giữa các thông số hình học của

cầu dầm bản như mối quan hệ giữa chiều dài nhịp với chiều cao dầm, bán kính cong và tỷ lệ bố trí lỗ rỗng trong các cầu dầm bản hiện nay.

Qua việc nghiên cứu phân tích, so sánh và đánh giá các giải pháp kết cấu cầu vượt trong nút giao đô thị để từ đó đưa ra các chỉ tiêu về kinh tế, kỹ thuật, mỹ quan ... giúp cho những nhà thiết kế trong việc lựa chọn giải pháp kết cấu cầu vượt và mối quan hệ giữa các thông số hình học của cầu tại các nút giao đô thị là hợp lý nhất và đồng thời cùng các nhà quy hoạch có được cái nhìn tổng quan hơn về việc lựa chọn phương án kết cấu nhịp cầu vượt trong đô thị cho phù hợp trước khi xây dựng.

Trong quá trình nghiên cứu đề tài này, mặc dù chủ nhiệm đề tài đã có nhiều cố gắng nhưng không thể tránh khỏi những thiếu sót. Tác giả rất mong nhận được những sự góp ý chân thành của các thầy cô và đồng nghiệp.

Nhân dịp này, tác giả xin gửi lời cảm ơn chân thành tới các giảng viên thuộc khoa Xây dựng – Trường Đại học DLHP, các giảng viên thuộc khoa Công trình giao thông thành phố - Trường Đại học GTVT, các giảng viên thuộc khoa Xây dựng cầu hầm - Trường Đại học Xây dựng HN, các cán bộ đang công tác tại Tổng công ty Tư vấn thiết kế giao thông vận tải (TEDI) đã cung cấp nhiều tài liệu quý giá và những góp ý cần thiết cho đề tài nghiên cứu của tác giả.

Hải Phòng, ngày 20 tháng 06 năm 2014.

**Chủ nhiệm đề tài.**

## MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	1
MỤC LỤC.....	3
CHƯƠNG MỞ ĐẦU.....	5
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ NÚT GIAO THÔNG KHÁC MỨC.....	7
TRONG ĐÔ THỊ.....	7
1.1. Tổng quan về hệ thống giao thông trong các đô thị lớn nước ta.....	7
1.1.1. Hiện trạng mạng lưới giao thông thủ đô Hà Nội.....	7
1.1.2. Hiện trạng mạng lưới giao thông thành phố Hồ Chí Minh.....	10
1.2. Sự cần thiết phải xây dựng nút giao thông khác mức trong đô thị.....	11
1.3. Các dạng nút giao thông khác mức sử dụng trong đô thị hiện nay.....	14
1.3.1. Sự phát triển của hệ thống nút giao thông và hệ cầu cạn, cầu vượt.....	14
1.3.2. Các dạng nút giao thông khác mức sử dụng trong đô thị hiện nay.....	16
1.4. Nhu cầu xây dựng cầu vượt trong nút giao ở các đô thị lớn nước ta.....	25
1.5. Kết luận chương 1.....	26
CHƯƠNG 2: CÁC CHỈ TIÊU KỸ THUẬT VÀ CÁC DẠNG KẾT CẤU NHỊP CẦU VƯỢT SỬ DỤNG TRONG NÚT GIAO THÔNG KHÁC MỨC.....	28
2.1. Các chỉ tiêu kỹ thuật cho nút giao thông khác mức trong đô thị.....	28
2.1.1. Các chỉ tiêu kỹ thuật cơ bản của nút giao khác mức.....	28
2.1.2. Khổ tĩnh không dưới cầu và cao độ mặt cầu tối thiểu.....	32
2.1.3. Xác định chiều dài nhịp cầu vượt tối thiểu (Ln <sub>híp</sub> v).....	32
2.2. Các dạng kết cấu nhịp cầu vượt được sử dụng trên thế giới.....	34
2.2.1. Kết cấu nhịp dầm bản bê tông cốt thép.....	34
2.2.2. Kết cấu nhịp dầm bê tông cốt thép.....	43
2.2.3. Kết cấu nhịp dầm hộp bê tông cốt thép.....	47
2.3. Các dạng kết cấu nhịp cầu vượt ở Việt Nam.....	53
2.3.1. Kết cấu nhịp dầm bê tông cốt thép lắp ghép tiết diện chữ T.....	53
2.3.3. Kết cấu nhịp dầm bê tông cốt thép Super T.....	55
2.3.4. Kết cấu nhịp dầm hộp bê tông cốt thép đúc tại chỗ.....	55
2.3.5. Kết cấu nhịp dầm bản giản đơn bê tông cốt thép lắp ghép.....	56
2.3.6. Kết cấu nhịp dầm bản rộng bê tông cốt thép liên tục đúc tại chỗ.....	56
2.3.7. Kết cấu nhịp cầu Extrados.....	56
2.4. Phân tích, lựa chọn các dạng kết cấu nhịp trong nút giao đô thị.....	57
2.4.1. Kết cấu nhịp dầm I bán lắp ghép.....	57
2.4.2. Kết cấu nhịp dầm T ngược bán lắp ghép.....	58
2.4.3. Kết cấu nhịp dầm bản bê tông cốt thép.....	58
2.4.4. Kết cấu nhịp dầm hộp bê tông cốt thép.....	61
2.5. Phân tích, lựa chọn giải pháp thi công kết cấu nhịp cầu vượt trong đô thị.....	62
2.5.1. Biện pháp thi công các loại dầm lắp ghép.....	62

2.5.2. Biện pháp thi công đúc đầm tại chỗ trên đà giáo cố định.....	64
2.5.3. Biện pháp thi công đúc đầm tại chỗ trên đà giáo di động.....	66
2.6. Kết luận chương 2 .....	68
<b>CHƯƠNG 3: LỰA CHỌN GIẢI PHÁP KẾT CẤU NHỊP ĐÀM BẢN BTCT HỢP LÝ CHO NÚT GIAO THÔNG KHÁC MỨC VÀ TÍNH TOÁN.....</b>	<b>69</b>
3.1. Kết cấu nhịp đầm bản giảm đơn bê tông cốt thép.....	69
3.2. Kết cấu nhịp đầm bản giảm đơn bê tông cốt thép mở rộng xà mũ .....	70
3.2.1. Sự cần thiết phải mở rộng xà mũ.....	70
3.2.2. Cấu tạo loại trụ mở rộng xà mũ dùng cho đầm bản giảm đơn.....	70
3.2.3. Lựa chọn các tham số hình học .....	71
3.2.4. Các trường hợp tiến hành nghiên cứu.....	72
3.3. Kết cấu nhịp đầm bản rộng liên tục nhiều nhịp .....	74
3.3.1. Sự cần thiết phải sử dụng cầu đầm bản rộng liên tục .....	74
3.3.2. Lựa chọn các tham số hình học .....	74
3.3.3. Các trường hợp tiến hành nghiên cứu.....	75
3.4. Ví dụ tính toán cầu đầm bản rộng liên tục nhiều nhịp .....	87
3.4.1. Tóm tắt về dự án và giải pháp thiết kế nút giao .....	87
3.4.3. Lựa chọn kích thước cơ bản trong quá trình tính toán thiết kế.....	94
<b>CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....</b>	<b>97</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO. ....</b>	<b>99</b>

## CHƯƠNG MỞ ĐẦU

### 1. Lý do chọn đề tài.

Trong vài năm trở lại đây, tốc độ đô thị hóa tại các thành phố lớn nước ta phát triển nhanh kéo theo tốc độ gia tăng của lưu lượng giao thông. Lưu lượng giao thông tại các nút giao lớn đã trở nên mãn tải gây ra sự ùn tắc giao thông kéo dài và không đảm bảo an toàn cho các phương tiện tham gia giao thông ... Trước yêu cầu cấp thiết đó đòi hỏi phải xây dựng các nút giao thông đáp ứng được nhu cầu và Nút giao thông khác mức là một trong những giải pháp hữu hiệu nhất hiện nay.

Nút giao khác mức thường có hai giải pháp chính là: Xây dựng cầu vượt lên trên hoặc hầm chui bên dưới. Tuy nhiên giải pháp cầu vượt luôn luôn là một giải pháp được lựa chọn đầu tiên vì: Nó đảm bảo tốt các yếu tố thoát nước, chiếu sáng, an toàn chạy xe, đoạn đường dẫn vào cầu không ảnh hưởng nhiều tới công trình xung quanh so với đoạn đường dẫn vào hầm chui, không gian bên dưới cầu vượt có thể tận dụng làm bãi đỗ xe, điểm bảo dưỡng, điểm dừng chân... Đặc biệt, công nghệ thi công xây dựng cầu vượt không phức tạp và kinh phí đầu tư không tốn kém như xây dựng hầm chui. Tuy nhiên có nhược điểm là phạm vi chiếm dụng đất khá lớn và đôi khi làm mất mỹ quan đô thị. Trước khi lựa chọn giải pháp nào cần nghiên cứu kỹ, xin ý kiến các ban ngành và đưa ra giải pháp tối ưu nhất.

Mục tiêu đặt ra là phải xây dựng cầu vượt sao cho kinh tế nhất, khai thác an toàn, hiệu quả nhất. Tuy nhiên các dạng kết cấu cầu vượt lại rất đa dạng, phong phú và không phải lúc nào tất cả các tiêu chí đặt ra cũng cùng đạt yêu cầu. Bởi vậy, việc nghiên cứu, đánh giá, tiến tới lựa chọn các dạng kết cấu cầu vượt hợp lý thỏa mãn tính kinh tế, kỹ thuật, mỹ quan và phù hợp qui hoạch chung của đô thị đã trở nên cần thiết và cấp bách hơn bao giờ hết. Sự lựa chọn này tùy thuộc vào đặc thù mỗi nước, mỗi thành phố, mỗi công trình cụ thể, trên cơ sở tuân thủ những chuẩn mực chung nhất trong giao thông đô thị. Một trong những phương án xây dựng kết cấu nhịp cầu cạn trong nút giao thông khác mức được đánh giá là có nhiều ưu điểm, đó là kết cấu dầm bản BTCT.

Vì những lý do trên, tác giả đã lựa chọn, đề tài *“Nghiên cứu ứng dụng kết cấu nhịp cầu dầm bản tại nút giao thông khác mức trong đô thị”* là hết sức cần thiết.

### 2. Mục đích nghiên cứu của đề tài.

- Nghiên cứu về cấu tạo, các chỉ tiêu kỹ thuật và các loại kết cấu nhịp cầu vượt sử dụng trong nút giao thông khác mức.
- Đề xuất, tính toán, lựa chọn kết cấu nhịp cầu dầm bản bê tông cốt thép hợp lý trong xây dựng nút giao thông khác mức trong đô thị

### 3. Nhiệm vụ nghiên cứu của đề tài.

- Nghiên cứu sự cần thiết phải phát triển các hệ thống nút giao thông khác mức trong đô thị tại các thành phố lớn nước ta.
- Nghiên cứu các chỉ tiêu kỹ thuật và các loại kết cấu nhịp cầu vượt sử dụng trong nút giao thông khác mức.
- Đề xuất, tính toán, lựa chọn kết cấu nhịp cầu dầm bản bê tông cốt thép
- Kết luận và kiến nghị giải pháp kết cấu nhịp dầm bản hợp lý trong nút giao thông khác mức.

#### **4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.**

Đối tượng nghiên cứu: nghiên cứu các kết cấu dầm bản BTCT dự ứng lực dùng làm kết cấu nhịp nút giao khác mức

**Phạm vi nghiên cứu:** nghiên cứu mối quan hệ giữa các thông số hình học của cầu dầm bản BTCT dự ứng lực ảnh hưởng tới nội lực như mối quan hệ giữa chiều dài nhịp với chiều cao dầm, bán kính cong, chiều cao xà mũ nút thừa và tỷ lệ bố trí lỗ rỗng trong các cầu dầm bản hiện nay.

#### **5. Phương pháp và thiết bị nghiên cứu.**

- Nghiên cứu lý thuyết về nút giao thông khác mức, các dạng cầu bản và nội dung tính toán, thiết kế, giải pháp thi công.
- Thống kê hồ sơ thiết kế các kết cấu cầu bản, thống kê về nội lực các kết cấu nhịp cầu bản khi có sự thay đổi về chiều dài nhịp, thay đổi tỷ lệ lỗ rỗng, thay đổi chiều cao xà mũ nút thừa, thay đổi bán kính đường cong nằm. Từ kết quả thống kê và tổng hợp nội lực rút ra chiều dài nhịp bản hợp lý, tỷ lệ lỗ rỗng hợp lý, chiều cao xà mũ nút thừa hợp lý và bán kính đường cong nằm hợp lý.
- Sử dụng phần mềm MIDAS CIVIL để tính toán ví dụ kết cấu cầu bản áp dụng trong nút giao khác mức.

# CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ NÚT GIAO THÔNG KHÁC MỨC TRONG ĐÔ THỊ

## 1.1. Tổng quan về hệ thống giao thông trong các đô thị lớn nước ta

Có thể nói, hệ thống giao thông vận tải của các thành phố lớn của nước ta được phản ánh rõ nét thông qua hệ thống giao thông của hai thành phố lớn là thành phố Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh.

### 1.1.1. Hiện trạng mạng lưới giao thông thủ đô Hà Nội

Nằm ở vị trí trung tâm đồng bằng Bắc Bộ, thủ đô Hà Nội là nơi hội tụ của các tuyến Quốc lộ chiến lược quan trọng là QL1A, QL5, QL18, QL6, QL32, QL2, QL3. Đây là các tuyến đường tạo ra mối liên hệ từ thủ đô Hà Nội đi các trung tâm dân cư, kinh tế, quốc phòng của cả nước và sự kết nối giữa các tỉnh thành trong cả nước với thủ đô.

Mạng lưới đường bộ khu vực thủ đô Hà Nội được cấu thành bởi các trục đường giao thông liên tỉnh là những Quốc lộ hướng tâm có dạng nan quạt và các trục đường đô thị bao gồm các đường vành đai, các trục chính đô thị và các đường phố chính, đường phố thứ yếu.

Bên cạnh các trục hướng tâm, hình thành các đường vành đai xung quanh Thành phố, nhằm giải tỏa, điều phối các luồng xe quá cảnh qua khu vực Hà Nội cũng như mạng lưới giao thông đối ngoại của Thủ đô.

- Vành đai 1: Khái niệm về Vành đai 1 thực ra là một khái niệm không hoàn chỉnh, song cho đến nay nó vẫn tồn tại trong các đánh giá mạng lưới giao thông Thủ đô. Tuyến đường vành đai 1 từ đê Nguyễn Khoái - Trần Khát Chân - Đại Cồ Việt - Đào Duy Anh - Ô Chợ Dừa - Cầu Giấy - Bưởi - Lạc Long Quân - Đê Yên Phụ. Ngoài một số đoạn đã được mở rộng, hầu hết tuyến đường có mặt cắt ngang rất hẹp, lòng đường rộng 8m - 9m. Hiện tại một số đoạn đường Vành đai 1 còn chưa thông đối với xe 4 bánh, chưa đảm nhiệm được chức năng của tuyến đường và là một trong những nguyên nhân quan trọng gây ra ách tắc giao thông nội đô.
- Vành đai 2: Bắt đầu từ dốc Minh Khai - Ngã tư Vọng - Ngã tư Sở - Đường Láng - Cầu Giấy - Bưởi - Lạc Long Quân - Đê Nhật Tân và vượt sông Hồng từ vị trí xã Phú Thượng sang xã Vĩnh Ngọc, qua Đông Hội, Đông Trù, QL5, tiếp tục vượt sông Hồng tại Vĩnh Tuy nối vào dốc Minh Khai thành một vành đai khép kín. Hiện tại vành đai 2 mới hình thành một nửa ở phía Nam sông Hồng. Mặt cắt ngang đường Vành đai 2 rộng từ 10m đến 12m, dọc hai bên đường phát triển nhiều các khu dân cư. Hiện tại tuyến đường Vành đai 2 hoàn toàn không đáp ứng được lưu lượng giao thông đô thị và nhiều điểm nút trên đường Vành đai 2 là những điểm ách tắc giao thông thường xuyên như Ngã Tư Vọng, Ngã Tư Sở, Cầu Giấy,

Buổi... Với mặt cắt chật hẹp, tốc độ đô thị hoá của Hà Nội rất nhanh nên thực tế tuyến đường vành đai 2 phải đảm nhiệm hai chức năng là tuyến vành đai đối ngoại và tuyến giao thông đô thị. Hiện tượng quá tải trên tuyến này khá nặng nề cần có các biện pháp giải toả khẩn cấp.

- Vành đai 3: Bắt đầu từ đường Bắc Thăng Long Nội Bài - Mai Dịch - Thanh Xuân - Pháp Vân - Sài Đồng - Cầu Đuống mới - Ninh Hiệp - nút Đồng Xuân (giao với tuyến đường Nội Bài - Bắc Ninh) - nối với đường Bắc Thăng Long - Nội Bài thành tuyến đường khép kín. Hiện tại một số đoạn đang được thi công.

Hạ tầng đường bộ ở trung tâm Hà Nội gồm 326 phố và các đường phố hiện tại đều ngắn và hẹp, chất lượng mặt đường từ trung bình đến xấu. Mạng lưới đường bao gồm cả một vài đường hướng tâm phục vụ cho cả giao thông nội đô và giao thông quá cảnh. Các đường vành đai hiện nay không thực hiện được chức năng cần có vì bị ngắt quãng hoặc không đủ chiều rộng hay các vấn đề khác khó khăn cho giao thông.

Trừ một số con đường xây dựng gần đây có mặt cắt ngang đường tương đối rộng còn hầu hết là rất hẹp (cả lòng đường và vỉa hè). Đặc biệt là đường phố cổ có chiều rộng từ 6m - 8m, phố cũ đạt từ 12m - 18m. Khoảng cách đường tới ngã ba, ngã tư (ô vuông) ở phố cổ đạt từ 50m - 100m. Phố cũ từ 200m đến 400m dẫn tới tốc độ xe chạy chỉ đạt 17.7 - 27.7 Km/h.

Tại các khu phố này đều có lưu lượng xe lớn, lại là giao thông hỗn hợp nên rất phức tạp. Hơn nữa, gần như tất cả các vị trí giao cắt trong thành phố bao gồm đường sắt với đường bộ kể cả các trục đường bộ trục chính, giao cắt giữa các đường bộ trục chính đều là các nút giao cùng mức gây trở ngại giao thông, nhiều nút không có phương tiện, thiết bị điều khiển giao thông.

Đánh giá mạng lưới đường của thủ đô Hà Nội

- Quỹ đất cho giao thông:

Quỹ đất dành cho giao thông quá thấp, tại 7 quận nội thành tổng diện tích 83km<sup>2</sup> nhưng chỉ có 3km<sup>2</sup> diện tích đường (chiếm 7.65%); khu vực ngoại thành hiện mới có tổng cộng khoảng 770km đường bộ các loại, chiếm khoảng 0.9% diện tích đất. Trong khi đó, mức trung bình về tỷ lệ quỹ đất dành cho giao thông đô thị ở các nước phát triển là 20 - 25%. Các chỉ số mật độ đường, căn cứ vào diện tích, dân số, chiều dài cho thấy chỉ đạt được yêu cầu ở một số quận nội thành như quận Hoàn Kiếm, quận Ba Đình. Mạng lưới còn lại ở các quận huyện nội ngoại thành đều có mật độ quá thấp, đòi hỏi một khối lượng đầu tư xây dựng lớn trong tương lai.

- Vùng bao phủ mạng lưới đường:

Những khu trung tâm hoạt động quan trọng của thủ đô Hà Nội như trung tâm quận, các khu đô thị, sân bay, ga đường sắt và những khu công nghiệp phát triển cao được nối kết bởi mạng đường hiện tại, mật độ tương đối phù hợp. Còn nhiều khu vực dân cư nội



đô có mạng đường bố trí chưa hoàn chỉnh, ngay cả các khu quy hoạch mới mạng đường cũng chưa đáp ứng được yêu cầu đối với việc phát triển của Thủ đô trong tương lai. Mật độ giao thông các huyện ngoại thành rất thấp. Điều đó làm cho xu hướng tập trung dân cư trong nội đô gia tăng, ảnh hưởng nghiêm trọng tới việc tổ chức giao thông và dịch vụ xã hội.

– Mạng lưới đường:

Mạng lưới đường đô thị của Hà Nội theo dạng đường hướng tâm và đường vành đai, một số khu vực ổn định mạng giao thông bàn cờ nhưng còn thiếu các đường nối giữa các trục chính quan trọng. Nhiều tuyến đường rất quan trọng chưa được cải tạo, mở rộng để đảm bảo năng lực cần thiết. Các đường hướng tâm chính vốn là các đường quốc lộ và làm chức năng đường phố chính trong khu vực đô thị. Mạng lưới đường quận Hoàn Kiếm và phía Bắc quận Hai Bà Trưng có dạng ô bàn cờ với rất nhiều ngã tư. Đường phụ ở các quận khác không có dạng cụ thể. Mạng lưới đường ngoại thành phụ thuộc chủ yếu vào các đường quốc lộ có điều kiện khá tốt làm thành những hành lang chính nhưng lại thiếu các đường liên hệ. Đây là một nguyên nhân chủ yếu dẫn đến xu hướng “phổ hoá” các con đường gây nguy cơ ùn tắc và mất an toàn giao thông. Giao thông tĩnh (bến, bãi đỗ xe, trạm dừng xe ....) còn thiếu và không tiện lợi.

Với nhiều nỗ lực phát triển hệ thống đường giao thông đô thị Hà Nội trong những năm vừa qua, bộ mặt giao thông của Thành phố đã có nhiều tiến bộ, nhiều tuyến đường được xây dựng mới và nâng cấp, cải tạo. Tuy nhiên tình trạng quá tải ở các mạng lưới đường giao thông còn thường xuyên xảy ra. Mạng lưới đường giao thông của Thành phố tuy có cấu trúc mạng lưới hợp lý bao gồm các loại đường hướng tâm, vành đai nhưng thiếu các đường chuyển tiếp, bề ngang hẹp, nhiều nút, chức năng lẫn lộn, chưa đạt được tiêu chuẩn quốc tế, không an toàn (thiếu cầu vượt, cầu chui, đường cho khách bộ hành qua đường, ánh sáng ban đêm, các nút chỉ có giao cắt đồng mức, thiếu đèn tín hiệu...), lưu thông qua sông Hồng còn có nhiều hạn chế về vận tải hàng hoá, hành khách, công tác quản lý tổ chức và an toàn giao thông còn chưa đáp ứng được xu thế phát triển kinh tế xã hội của Thủ đô Hà Nội.

– Mặt cắt ngang:

Mặt cắt ngang đường nói chung là hẹp. Khả năng mở rộng đường nội thị rất khó khăn do công tác giải phóng mặt bằng. Vía hè hầu hết bị chiếm dụng để xe hoặc buôn bán, không còn chỗ cho người đi bộ nhưng xã hội vẫn có xu hướng chấp nhận và "hợp pháp hoá" việc chiếm dụng này.

– Nút giao thông:

Các nút giao thông quan trọng hiện tại đều là nút giao bằng. Một số nút đang được xây dựng dưới dạng giao cắt trực thông khác mức. Việc sử dụng đèn tín hiệu giao thông hoặc bố trí các đảo tròn tại các ngã tư không đáp ứng được năng lực thông qua, gây ùn tắc.

- Quản lý:

Chưa có sự phối hợp tốt giữa quản lý và xây dựng các công trình giao thông và đô thị. Việc đường vừa làm xong lại đào phá còn khá phổ biến gây tốn kém, cản trở giao thông và ảnh hưởng tới chất lượng sử dụng cũng như là tâm lý người dân.

### **1.1.2. Hiện trạng mạng lưới giao thông thành phố Hồ Chí Minh**

Thành phố Hồ Chí Minh là trung tâm công nghiệp, khoa học kỹ thuật, trung tâm giao dịch, thương mại, tài chính, dịch vụ và du lịch của cả nước, đồng thời là đầu mối giao thông quan trọng ở khu vực phía Nam.

Mạng lưới giao thông thành phố Hồ Chí Minh bao gồm:

- Các trục đường đối ngoại bao gồm: Quốc lộ 1 phía Bắc đoạn ngã ba Thủ Đức, An Suông - An Lạc và đoạn phía Nam đang được nâng cấp cải tạo; Quốc lộ 13 từ Thành phố Hồ Chí Minh tới Bình Dương và Bình Phước; Quốc lộ 22 nối từ thành phố Hồ Chí Minh tới Mộc Bài, đoạn nằm trên đường Xuyên Á và hành lang Đông Tây đang được đầu tư nâng cấp; Quốc lộ 50 đi Long An, Tiền Giang; Liên tỉnh lộ 25 nối xa lộ Hà Nội với bến phà Cát Lái sang Nhơn Trạch - Đồng Nai.
- Đường vành đai trong: Dài khoảng 57Km bắt đầu từ ngã tư Bình Thái đi theo đường Kha Vượng Cân thuộc huyện Thủ Đức vượt sông Sài Gòn tại cầu Bình Lợi, qua quận Gò Vấp nối vào đường Trường Sơn gần sân bay Tân Sơn Nhất. Sau đó đi qua nút giao thông Lăng Cha Cả, đường Hoàng Văn Thụ, ngã tư Bảy Hiền, nhập vào đường Võ Thành Trang, hương lộ 2, Thoại Ngọc Hầu. Tuyến đi tiếp qua huyện Bình Chánh, phần phía Tây này hiện chưa có đường, dự kiến tuyến đi tiếp giao cắt với đường Hùng Vương, trục Đông Tây và nhập vào đại lộ Nguyễn Văn Linh, từ đây tuyến đi đến quận 2, đoạn đường phía Đông dài 16km này chưa có đường.
- Đường vành đai ngoài: dài khoảng 73km bắt đầu từ ngã ba Thủ Đức đi theo quốc lộ 1 về phía Tây giao cắt với đường Trường Chinh nối tới điểm cuối cùng của đường Hùng Vương tại quận 6, qua ngã ba An Lạc sau đó nhập vào đại lộ Nguyễn Văn Linh. Phần phía Đông của Vành đai ngoài nằm trên địa bàn quận 2,9 và quận Thủ Đức và huyện Nhơn Trạch-tỉnh Đồng Nai. Các phần phía Đông và Nam của Vành đai ngoài hiện chưa được xây dựng.
- Đường trục chính xuyên tâm hướng Bắc Nam dài khoảng 28Km, bắt đầu từ ngã tư An Suông đi theo đường Cách mạng tháng Tám tới quận 1, vượt rạch Bến Nghé sang quận 4, vượt tiếp kênh Lộ Tẻ sang quận 7, cắt đại lộ Nguyễn Văn Linh đi đến khu công nghiệp Hiệp Phước thuộc phía Nam huyện Nhà Bè.
- Đường trục chính xuyên tâm hướng Đông Tây dài 22 Km bắt đầu từ ngã ba Cát Lái trên xa lộ Hà Nội qua Thủ Thiêm và qua sông Sài Gòn đi theo đường Bến Chương Dương-Hàm Tử trên địa bàn Quận 1, Quận 5, Quận 6 nối vào Quốc lộ 1 ở

phía Tây, cách ngã ba An Lạc khoảng 1km.

- Các đường trục chính hướng Bắc Nam, hướng Tây-Đông.
- Đường phố nội đô dài tổng cộng 544Km, mật độ 3,88Km/Km<sup>2</sup>, phân bố không đều trong khu vực. Khu vực có mật độ phân bố cao là Quận 1, Quận 5 với 9,86Km/Km<sup>2</sup>; Quận Võ Giáp có mật độ phân bố thấp 1,89 Km/Km<sup>2</sup>.

So với Hà Nội, tỷ lệ quỹ đất dành cho giao thông ở thành phố Hồ Chí Minh có nhỉnh hơn, là 13.42%, nhưng so với các đô thị lớn trên thế giới thì tỷ lệ này phổ biến là 20 - 25%. Do quỹ đất bị hạn chế nên việc bố trí mạng lưới giao thông hiện nay đang tồn tại nhiều bất cập. Hiện tại, các chỉ số về mật độ đường của hệ thống đường bộ và phụ cận rất thấp (bình quân khoảng 611.77m/km<sup>2</sup>). Đồng thời, có sự chênh lệch lớn giữa khu vực nội thành với vùng mới phát triển (0.48Km/Km<sup>2</sup>) và ngoại vi (0.29Km/Km<sup>2</sup>). Một chỉ số khác: mật độ đường/1.000 dân chỉ đạt 11 - 12%, một tỷ lệ rất thấp so với các thành phố hiện đại. Mặt khác, chiều dài của những tuyến đường có 6 làn xe trở lên chỉ dừng ở dưới con số 100 Km trên tổng chiều dài 1.250Km của cả mạng lưới đường bộ nội đô và phụ cận. Như vậy, đối chiếu với một số tiêu chuẩn hệ thống giao thông một đô thị lớn với các thông số: mạng lưới đường nội thành phải đạt mức trung bình khoảng 70% chỉ tiêu mật độ và 50 - 60% chỉ tiêu đất cho giao thông thì thành phố Hồ Chí Minh còn lâu mới đạt được.

Đối với các tuyến giao thông công cộng, hiện tại có khoảng 109 luồng nhưng mật độ chiều dài dành cho xe buýt chạy rất thấp (trên 1 Km<sup>2</sup> chỉ có 0.6 Km tuyến) và phân bố chưa hợp lý giữa các trung tâm. Trong khi đó, hệ thống vận tải này cũng đang bộc lộ nhiều bất cập như quy hoạch chưa hoàn chỉnh, lộ trình trùng lặp, địa điểm đón xe thưa, thời gian xe chạy thiếu chính xác. Vì thế, chưa hấp dẫn và đáp ứng tốt nhu cầu đi lại của người dân.

## **1.2. Sự cần thiết phải xây dựng nút giao thông khác mức trong đô thị.**

Trong thập niên cuối thế kỷ XX, nền kinh tế nước ta, đặc biệt là ở các thành phố lớn như thành phố Hà Nội, thành phố Hải Phòng, thành phố Hồ Chí Minh đã đạt được những thành tựu to lớn. Nhiều khu dân cư, khu công nghiệp mới cũng như hàng loạt các trung tâm hành chính, thương mại và công trình văn hóa xã hội được xây dựng ngày càng nhiều. Cùng với sự phát triển đó, dân số và các phương tiện giao thông vận tải ở những đô thị lớn tăng lên với tốc độ chóng mặt. Song, quy mô lãnh thổ của thành phố và mạng lưới đường đô thị lại không có sự tăng trưởng tương xứng. Do vậy, hiện tại, ở các thành phố lớn thường xuyên xảy ra nạn ùn tắc giao thông kéo dài gây nhiều khó khăn cho cuộc sống đô thị như tiếng ồn, ô nhiễm và nhiều hệ lụy khác.

Nhược điểm chính của hệ thống giao thông vận tải ở các thành phố lớn nước ta là đường phố hẹp, các nút giao thông (ngã ba, ngã tư...) phân bố sát nhau, giao thông hỗn

hợp giữa phương tiện cơ giới, thô sơ và trên hết là cấu trúc của các nút giao nhau không hợp lý. Các đường phố hẹp với bề rộng dưới 16m không tương xứng với sự tăng trưởng nhanh chóng và liên tục.

Các đô thị lớn ở nước ta có mật độ đường phố rất thấp: Như ở thành phố Hà Nội thông số này chỉ chiếm 8% so với tổng diện tích dùng đất của thành phố; trong khi đó ở London là 23%, New York là 35%, Paris (khu trung tâm) là 24%, Tokyo là 13,5%, Los Angeles là 50%. Mật độ nhân khẩu ở các đô thị lớn nước ta là 200~250 người/ha, cao hơn 2~5 lần so với ở các đô thị nhiều nước khác. [10]

Đường phố hẹp, mật độ diện tích đường thấp, mật độ nhân khẩu cao, số lượng các loại phương tiện giao thông tăng nhanh và không ngừng ở các đô thị lớn chính là những nguyên nhân tăng cao lượng xe chạy, dẫn tới giảm tốc độ chạy xe và khả năng thông xe của đường phố. Thực tế cho thấy, khi lưu lượng xe chạy tăng thì tốc độ chạy xe giảm hẳn.

Khoảng cách ngắn giữa các nút của mạng lưới đường ở thành phố cũng là nhược điểm cần phải nhanh chóng khắc phục. Tốc độ chạy xe thực tế phụ thuộc chủ yếu vào sự ùn tắc ở các nút giao thông và khoảng cách giữa các nút trong mạng lưới đường thành phố. Khoảng cách giữa các nút kề nhau càng lớn thì hệ số sử dụng các đặc tính động lực của dòng xe càng cao, vì quãng đường xe chạy được với tốc độ cao nhất tăng lên.

Dòng xe hỗn tạp gồm các phương tiện cơ giới (ô tô, mô tô) và thô sơ (xe đạp, xích lô...) trên đường phố khiến cho tốc độ chạy xe giảm thấp, gây nên tình trạng ùn tắc kéo dài và nhiều tai nạn giao thông. Dòng xe càng không đồng nhất về tính năng, chủng loại, tốc độ xe chạy trong dòng chèn nhau đáng kể, thì các xe luôn có nhu cầu muốn vượt và nguy cơ xảy ra tai nạn giao thông càng lớn.

Vấn đề đặc biệt gay cấn của giao thông đô thị thường nổi cộm ở các ngã ba, ngã tư, nơi giao nhau giữa các dòng xe có tính năng, động lực khác nhau và cũng là nơi tập trung nhiều bộ hành qua lại. Do đảm nhiệm việc phân phối các luồng xe đi các hướng nên các nút giao thông là những trọng điểm phức tạp trên mạng lưới đường thành phố. Đây chính là nơi phát sinh sự xung đột giữa các luồng xe, luồng bộ hành giao cắt nhau và xảy ra tình trạng ùn tắc, kẹt xe kéo dài. Chế độ chuyển động của các luồng xe khi chạy qua nút giao thông bị thay đổi do không phải bao giờ người điều khiển các phương tiện giao thông cũng đoán trước được đúng ý định của những lái xe khác khi họ thực hiện các biến dịch hoặc phát tín hiệu một cách do dự, không rõ ràng hay quá chậm trễ...

Công tác tổ chức giao thông cho xe cộ và bộ hành ở các nút giao nhau trong đô thị đóng vai trò đặc biệt quan trọng góp phần nâng cao năng lực thông hành và an toàn giao thông. Các nút giao nhau của mạng lưới đường phố ở tất cả các đô thị nước ta hiện tại đều có cùng một kiểu sơ đồ (cấu trúc) quy hoạch: nút giao nhau cùng mức. Tình trạng giao thông hỗn tạp với lưu lượng lớn bộ hành và các loại xe cộ có tính năng khác nhau

tại các nút giao cùng mức làm cho chế độ chạy xe xấu đi và gây khó khăn lớn cho công tác tổ chức giao thông. Giao thông hỗn tạp là nguyên nhân chính làm tốc độ các loại xe và năng lực thông hành của mạng lưới đường phố giảm hẳn xuống, đồng thời cũng là nguyên nhân chính làm tăng vọt số vụ tai nạn và ách tắc giao thông.

Sơ đồ quy hoạch nút giao nhau giữa các tuyến phố chính và đường trục toàn thành phố theo kiểu cùng mức như hiện nay là không hợp lý và không phù hợp với nhu cầu của hệ thống giao thông vận tải đô thị hiện đại.

Ở tất cả các đô thị nước ta, ngành vận tải hành khách công cộng có trình độ phục vụ thấp, số lượng phương tiện ít, tiện nghi kém, chỉ đóng vai trò thứ yếu trong việc chuyên chở hành khách. Hiện nay phương tiện chủ yếu trong vận tải hành khách công cộng chỉ là xe buýt, nhưng số đầu xe cũng rất ít.

Theo dự kiến, tới năm 2015 số xe buýt ở Hà Nội mới chỉ đáp ứng được 14% nhu cầu đi lại của cư dân đô thị.

Sự phát triển bất cập của ngành vận tải hành khách công cộng và vai trò yếu kém của nó trong giao thông đô thị là một trong những nguyên nhân làm tăng vọt số phương tiện giao thông khác, nhất là gây tai nạn cho mô tô và xe đạp. Đồng thời do khí hậu nhiệt đới nóng ẩm và do phương tiện giao thông công cộng chưa thực sự đáp ứng được nhu cầu của người dân đô thị thường ưa chuộng đi lại bằng phương tiện cá nhân. Vì vậy, ở các đô thị lớn của nước ta số lượng mô tô, xe đạp rất lớn và chúng đóng vai trò chủ yếu trong giao thông đô thị. Theo thống kê, hiện tại ở Hà Nội, xe đạp và xe máy đảm nhiệm chuyên chở 91,7% số hành khách và dự kiến tới năm 2015 là 81,4%. Những năm gần đây, ở các đô thị lớn của nước ta diễn ra quá trình mô tô hóa mạnh mẽ và xe mô tô đang lấn át dần xe đạp, loại xe từng là phương tiện chủ yếu của giao thông đô thị nước ta trước kia. Tuy nhiên, xe đạp vẫn còn và rất lâu nữa nó sẽ vẫn là yếu tố quan trọng của hệ thống giao thông ở các đô thị Việt Nam. Số lượng lớn xe mô tô, xe đạp làm cho việc đi lại trên đường phố trở nên vất vả, căng thẳng và là nguyên nhân làm tăng nhanh số vụ tai nạn giao thông. Do đó, việc đẩy mạnh vận tải hành khách công cộng để đáp ứng nhu cầu của đời sống đô thị hiện đại là một trong những nhiệm vụ quan trọng nhất nhằm hoàn thiện, phát triển hệ thống giao thông vận tải ở các đô thị lớn của nước ta. Vận tải công cộng một khi được hiện đại hóa về phương tiện xe cộ, tốc độ và tiện nghi chắc chắn sẽ cạnh tranh tích cực với các phương tiện giao thông cá nhân, góp phần đáng kể nhằm cải thiện tình trạng ùn tắc và tai nạn giao thông trong đô thị.[8]

Đa số chuyên gia của nhiều nước cho rằng: vận tải hành khách công cộng cần phải đóng vai trò tiên phong trong chuyên chở hành khách, chỉ có vậy mới làm dịu được tình trạng giao thông căng thẳng của đường phố và mới nâng cao được an toàn chạy xe, đồng thời cải thiện môi trường sinh thái của đô thị.

Toàn bộ thực trạng kể trên đều là những nguyên nhân làm tốc độ xe chạy giảm thấp, nạn ùn tắc, kẹt xe liên miên, số vụ tai nạn giao thông tăng cao ở các đô thị lớn của nước ta. Tốc độ thấp dẫn đến giảm hiệu quả sử dụng các phương tiện vận tải, tiêu hao quá mức chi phí sản xuất, nhiên liệu và quỹ thời gian của người dân đô thị. Sự ùn tắc xe cộ thường xuyên ở các nút giao nhau còn làm tăng đáng kể hao mòn xe cộ và phá hỏng đường sá: Khi xe dừng lại ở các ngã ba, ngã tư và lúc khởi động, động cơ xe lúc đầu làm việc không tải và tiếp đó là với số vòng quay nhỏ, nên chúng thải ra một lượng lớn khí độc làm ô nhiễm bầu khí quyển và gây ảnh hưởng lớn tới môi trường. Tai nạn giao thông dẫn tới thương vong và thiệt hại vật chất, nền kinh tế quốc dân phải gánh chịu những tổn thất lớn.

Tình trạng hết sức phức tạp hiện nay của hệ thống giao thông vận tải ở các thành phố lớn nước ta đòi hỏi phải áp dụng những biện pháp cấp bách để nâng cao năng lực thông xe của lưới đường đô thị, tạo điều kiện thuận lợi cho an toàn chạy xe và cải thiện môi trường sinh thái đô thị, có như vậy mới đảm bảo được nhu cầu của cuộc sống đô thị hiện đại. Phân tích tiến trình lịch sử của các đô thị cho thấy: có mối quan hệ chặt chẽ giữa quy mô lãnh thổ và các phương tiện giao thông ở đô thị. Kiến trúc sư nổi tiếng người Pháp Le Corbusier từng khẳng định rằng: *“không một đô thị nào có thể phát triển nhanh hơn so với giao thông vận tải của nó”*, điều này có nghĩa là hệ thống giao thông đô thị phải luôn đi trước một bước trong quá trình phát triển của mỗi thành phố. Giao thông vận tải là một trong những bộ phận quan trọng nhất của cơ sở vật chất, kỹ thuật và là một điều kiện cần thiết cho sự hoạt động của nền sản xuất xã hội, đặc biệt là theo trong bối cảnh nước ta hiện nay cần xây dựng một cơ sở vật chất kỹ thuật để vững bước tiến trên con đường chủ nghĩa xã hội. Trình độ phát triển giao thông càng cao thì sự phân công lao động trong xã hội càng rộng, mọi tài nguyên thiên nhiên cho người dân, sự hợp tác hoạt động của mọi người càng dễ dàng, văn hóa càng trở nên phong phú, đa dạng.

Kinh nghiệm tổ chức giao thông đô thị ở nhiều nước trên thế giới cho thấy việc xây dựng các nút giao thông khác mức trong các đô thị lớn ở nước ta là một giải pháp hiệu quả hơn cả nhằm khắc phục tình trạng ùn tắc giao thông.

### **1.3. Các dạng nút giao thông khác mức sử dụng trong đô thị hiện nay**

#### **1.3.1. Sự phát triển của hệ thống nút giao thông và hệ cầu cạn, cầu vượt**

- Lịch sử phát triển nút giao thông cũng như hệ cầu vượt trong thành phố gắn liền với sự phát triển giao thông đô thị.
- Trước chiến tranh thế giới thứ nhất, phương tiện giao thông còn hạn chế, hoạt động giao thông đơn giản nên vấn đề tổ chức giao thông tại các nút giao nhau chưa được đặt ra.
- Sau chiến tranh thế giới thứ nhất, đã xuất hiện nhiều phương tiện mới, việc lưu thông trên đường bắt đầu phức tạp. Do đó đã xảy ra nhiều tai nạn, đặc biệt là ở các nút giao

thông. Chính vì vậy, người ta đã đưa ra các biện pháp đảm bảo an toàn giao thông cho các nút đồng mức như điều khiển bằng người, bằng đảo, bằng đèn tín hiệu, phân luồng. Tuy nhiên, do sự phát triển ngày càng tăng của các phương tiện giao thông để phục vụ các mục đích khác nhau, nút giao bằng không đảm bảo năng lực thông xe, an toàn, tốc độ. Các điểm giao cắt, tách nhập của các luồng xe chạy vẫn tồn tại trong nút.

- Vào những năm 20 của thế kỷ XX, ở những thành phố lớn của các nước phát triển, số lượng phương tiện tăng nhanh, bắt buộc phải có biện pháp bảo đảm an toàn xe chạy, tránh ùn tắc giao thông và tăng năng lực thông hành của nút, do đó cần thiết xây dựng nút giao thông khác mức, còn gọi là giao cắt lập thể. Theo thống kê của Mỹ, khi xây dựng nút khác mức, tốc độ xe chạy tăng hai lần, năng lực thông xe tăng ba lần, số tai nạn và sự cố giảm năm lần.
- Trong các nút giao thông khác mức, trong mọi trường hợp đều phải xây dựng các công trình cầu cạn, cầu vượt và hầm qua đường, bán hầm. Tùy theo mức độ giao thông phức tạp, phải bố trí các luồng xe ra vào nút ở hai hay nhiều mức khác nhau và nghiên cứu xây dựng kết hợp hai hay một số công trình trên.

Tóm lại, hiệu quả của việc xây dựng các nút giao thông khác mức được thể hiện ở các mặt sau:

- Bảo đảm an toàn cho xe chạy và tạo điều kiện thuận lợi cho các luồng xe ra vào nút.
- Do không có giao cắt, các luồng xe ra vào nút chỉ thực hiện việc tách nhập dòng nên rút ngắn được hành trình qua nút.
- ở các nút giao thông khác mức trong thành phố, do các dòng xe qua lại không bị kẹt, ùn tắc nên đã bảo vệ và cải thiện đáng kể môi trường đô thị như giảm tiếng ồn do không phải tăng ga, khởi động, xuất phát và giảm được lượng khí thải của các động cơ khi xe bị ùn tắc. Bởi vì xe khi bị ùn tắc thì động cơ ô tô đã thải vào không khí một lượng khí thải gấp 9-10 lần so với lúc xe đang chạy.[12]
- Trong giai đoạn đầu phát triển, nút khác mức có cấu tạo đơn giản, gồm một cầu vượt qua đường.
- Sau đó, nút giao thông khác mức có cấu tạo phức tạp hơn vì có thêm các nhánh rẽ, phổ biến nhất là nút hoa thị hoàn chỉnh đầy đủ.
- Vào những năm 40 của thế kỷ XX, ở Mỹ đã phát triển loại nút ba tầng do yêu cầu giao thông và giảm chiếm dụng đất trong thành phố. Số lượng cầu cạn, cầu vượt trong nút nhiều và có hình dạng phức tạp. Từ những năm 1960-1962, các cầu cạn, cầu vượt trong nút ba tầng được xây dựng nhiều ở các nước phát triển như Mỹ, Canada, Pháp. [10]

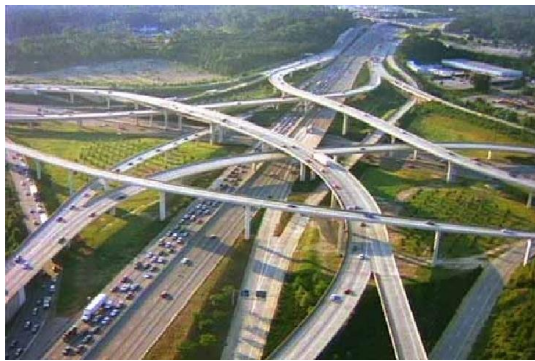
- Hiện nay, với sự phát triển mạnh mẽ không ngừng của các phương tiện giao thông, nút giao thông khác mức 4, 5 tầng được phát triển và xây dựng nhiều không những ở các nước phát triển mà còn cả ở các nước đang phát triển.
- Đặc điểm nổi bật của nút khác mức nhiều tầng là lượng cầu cong lớn và giảm được nhiều đất chiếm dụng.



*Nút giao thông ở Thượng Hải-Trung Quốc*



*Nút giao thông ở Bát Đa-Irắc*



*Nút giao thông ở Amstesdam-Hà Lan*



*Nút giao thông nhiều tầng*

*Hình 1.01: Một số hình ảnh về nút giao thông trên thế giới*

### **1.3.2. Các dạng nút giao thông khác mức sử dụng trong đô thị hiện nay**

Nút giao thông là nơi tại đó có lớn hơn hai tuyến đường giao thông gặp nhau, nơi có những luồng giao thông giao cắt nhau. Có nhiều dạng nút giao khác nhau như: Nút giao nội bộ giữa các tuyến đường bộ, nút giao giữa đường bộ và đường sắt, giao giữa đường bộ và đường xe điện... Nếu xét nút giao theo độ cao giao cắt thì sẽ có nút giao bằng và nút giao khác mức.

Nút giao thông khác mức là nút giao thông mà các xung đột giao cắt của các luồng giao thông được giải quyết bằng các công trình cầu vượt hoặc hầm chui. Tùy theo tính chất quan trọng và lưu lượng xe thiết kế của các luồng xe mà người ta chọn các loại nút giao thông khác mức hoặc nút giao thông cùng mức. Xuất phát từ yêu cầu đảm bảo an toàn giao thông và tăng hiệu quả khai thác, việc xử lý các nút giao thông theo cách



giao cắt lập thể là một xu thế tất yếu của giao thông hiện đại, nhất là với những tuyến đường mà vận tốc khai thác lớn ( $V_{tk} \geq 60\text{km/h}$ ).

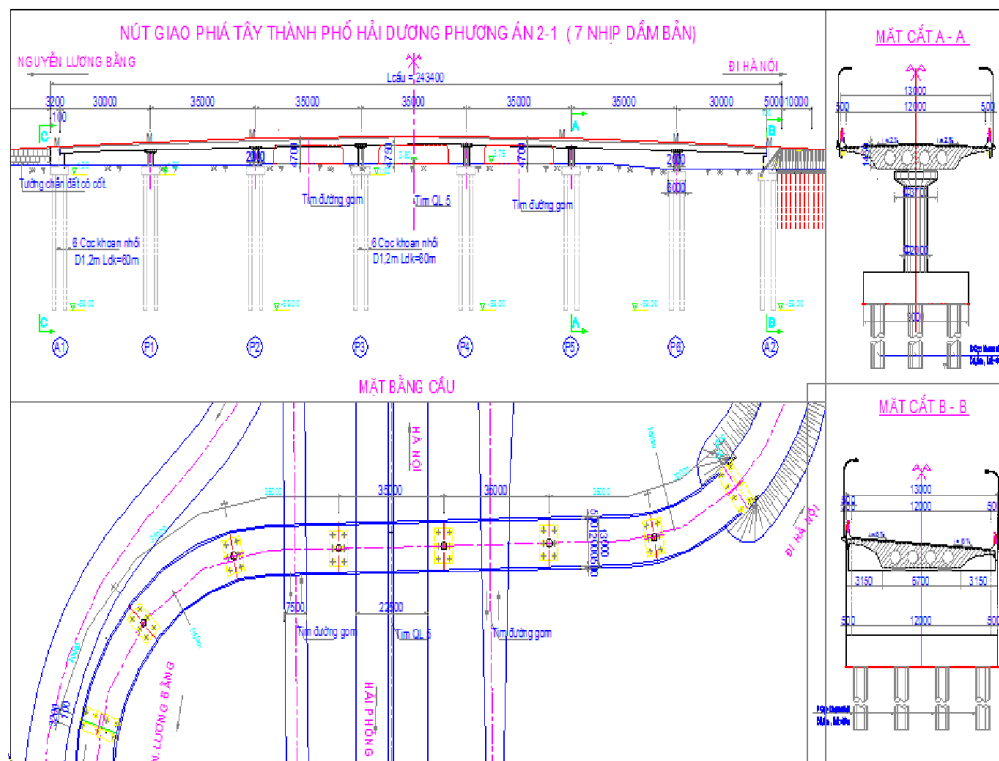
Để có thể phân tích, lựa chọn các giải pháp kết cấu cầu vượt hợp lý tại các nút giao thông đô thị thì trước hết chúng ta cần phải nghiên cứu phân loại các dạng nút giao khác mức. Từ những dạng nút giao thông khác mức đó có những loại công trình cầu vượt nào được sử dụng phù hợp nhất.

Nút giao khác mức được phân loại theo sự kết nối giữa các đường trong nút gồm có nút giao khác mức không liên thông và nút giao khác mức liên thông.

### 1.3.2.1. Nút giao trực thông (không liên thông)

Nút giao khác mức trực thông là nút giao khác mức mà trong đó giao thông từ nhánh dẫn vào nút không có nhu cầu rẽ để chuyển hướng. Ví dụ một tuyến giao thông vượt qua các tuyến giao thông khác bên dưới như đường bộ, đường sắt, đường tàu điện..... bằng công trình cầu vượt tại điểm giao cắt.

Nút giao thông khác mức không liên thông thường gặp trong giao thông đô thị khu vực trung tâm, khi mà gần khu vực nút đang xét có các đường rẽ hay nút giao thông khác mức khác để 2 tuyến đi trên và đi dưới vẫn có thể rẽ sang nhau. [10]



Hình 1.02: Nút giao trực thông (không liên thông)

### 1.3.2.2. Nút giao khác mức liên thông

## a. Khái quát chung về nút giao khác mức liên thông

Nút giao khác mức liên thông là nút giao khác mức mà trong đó giao thông từ nhánh dẫn vào nút có nhu cầu rẽ để chuyển hướng, ngoài công trình giao vượt còn có hệ thống đường liên hệ (các nhánh nối).

Nút giao khác mức liên thông gồm có hai loại chính sau:

- Nút giao khác mức không hoàn chỉnh là nút giao có phân ra đường chính và đường phụ. Tuyến chính khi lưu thông xung đột được loại bỏ hoàn toàn, nhánh phụ khi lưu thông vẫn tồn tại xung đột tại một số vị trí nhánh rẽ.
- Nút giao khác mức hoàn chỉnh là nút giao giữa các tuyến cao tốc, các tuyến có vai trò bình đẳng trong lưu thông.

Vậy ngoài các hướng tuyến giao vượt, nút giao thông khác mức liên thông còn có thêm hệ thống các nhánh rẽ để 2 tuyến đi trên và đi dưới có thể tiếp cận nhau hoặc để 1 tuyến có thể đảo chiều xe chạy. Nhìn trên mặt bằng, nút giao có cấu tạo phức tạp hơn, là hệ thống gồm rất nhiều nhánh rẽ khác nhau có tác dụng biến các xung đột tại nút khi chuyển từ tuyến này sang tuyến kia hoặc khi đảo chiều xe chạy trên 1 tuyến trở thành xung đột kiểu nhập làn và tách làn. Hệ thống nhánh rẽ chia làm 2 phần như sau:

- Nhánh phục vụ cho việc rẽ phải: Do chiều dài khá lớn, trong khi cao độ điểm đầu - cuối chênh lệch nhau không nhiều (thực ra là điểm đầu - điểm cuối cùng mức) nên nhánh rẽ phải hầu như luôn được làm bằng đường dẫn trừ những trường hợp thật đặc biệt.
- Nhánh phục vụ cho việc rẽ trái, có 2 dạng sau:

+ Nhánh rẽ trái trực tiếp (Hình 1.03): Dùng cầu vượt để giải quyết các xung đột giao cắt rẽ trái một cách trực tiếp. Kết quả là việc rẽ trái sẽ trở lên đơn giản và nhanh chóng với hành trình ngắn nhất sau 1 góc quay  $90^0$  ở 1 góc phần tư, nhưng đổi lại là nhất thiết phải xây dựng cầu vượt cho nhánh này và không thể sử dụng nhánh rẽ trái như là một biện pháp để đảo chiều xe chạy cho 1 tuyến. Với dạng nút như thế này, việc xuất hiện nhiều tầng giao cắt (có thể 2, 3, hoặc 4 tầng) là rất phổ biến.

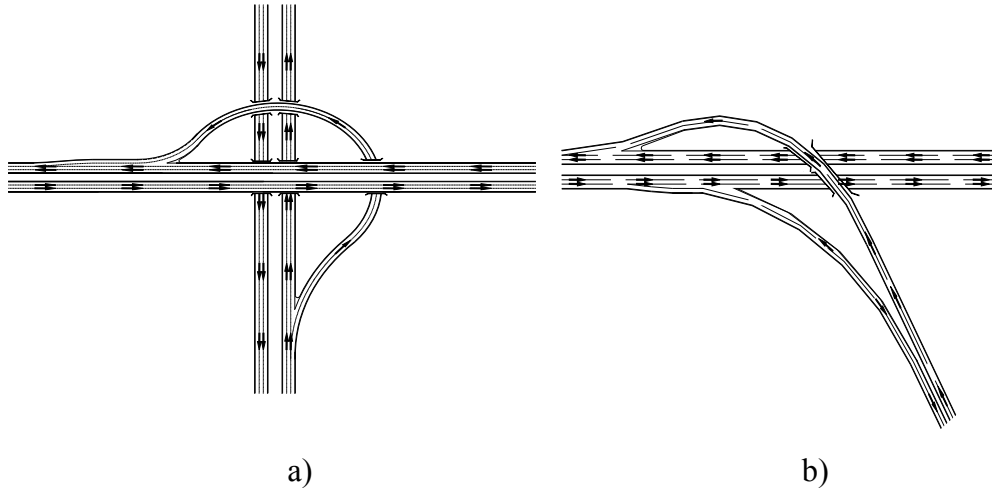
+ Nhánh rẽ trái gián tiếp kiêm chức năng đảo chiều xe chạy (Hình 1.04) Việc rẽ trái gián tiếp được thực hiện nhờ việc tách làn ra khỏi tuyến đang đi rồi nhập làn vào tuyến còn lại, đầu xe phải quay 1 góc  $270^0$  ở 1 góc phần tư trên một vòng xoay. Với mỗi vòng xoay, hành trình là tương đối ngắn, trong khi chênh lệch cao độ điểm đầu - điểm cuối gần như bằng chênh lệch cao độ giữa tuyến đi trên và tuyến đi dưới tại nơi vượt chính nên 1 trong 2 khả năng sau đều khả thi: làm đường dẫn hoặc làm cầu dẫn (nếu muốn giải phóng không gian bên dưới). Ngoài ra, bằng việc sử dụng liên tiếp 2 vòng xoay chúng ta có thể đảo chiều xe chạy cho 1 tuyến, đây là 1 đặc điểm chỉ thấy ở nhánh rẽ trái gián tiếp. Nút giao dạng này đã được xây dựng và sử dụng trong nút giao thông đường đầu cầu Vĩnh Tuy phía Quốc lộ 5 [10]

## b. Các dạng nút giao khác mức liên thông

Hình dạng nút giao khác mức rất đa dạng được thiết kế tùy theo địa hình và yêu cầu giao thông, nút giao được bố trí cho ngã ba, ngã tư hoặc nhiều tuyến giao nhau, sau đây trình bày một số dạng nút giao.

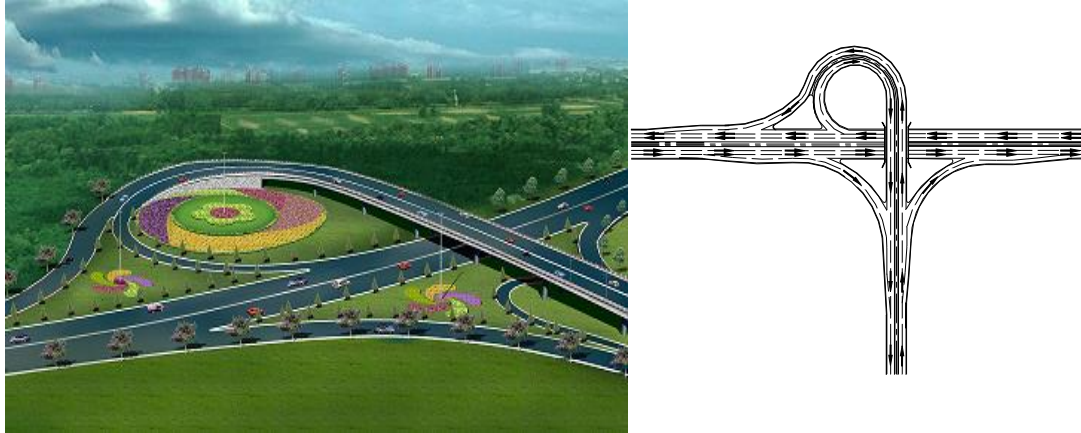
### - Nút giao ba nhánh (ngã ba)

+ *Loại nút giao nhánh rẽ*: Đây là loại nút giao bố trí cho các luồng xe chỉ rẽ từ tuyến đường này sang tuyến đường khác. [10]



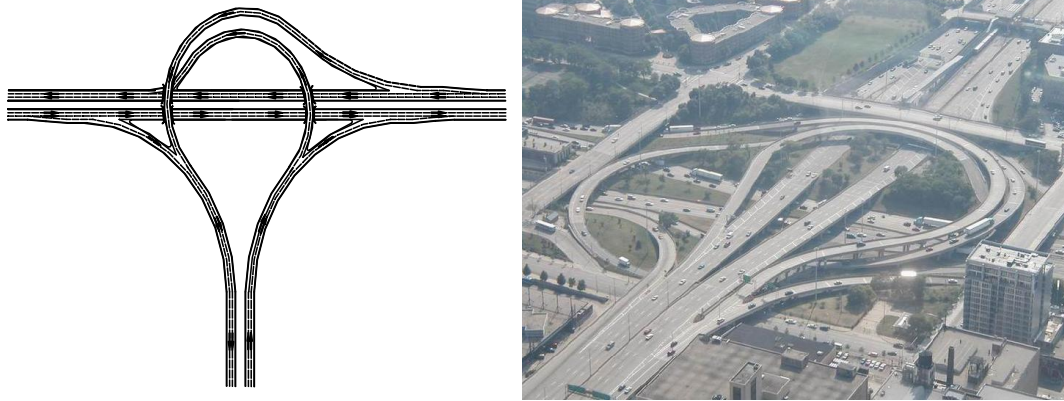
Hình 1.03: Các nút giao nhánh rẽ [14]

+ *Nút giao ba nhánh trompette*: Nút giao này bố trí cho ngã ba hình dáng nút giao có dạng kèn trompette quay trái hoặc quay phải, dạng quay trái là giải pháp thông dụng nên dùng. Nên áp dụng cho các trường hợp tuyến phụ giao cắt qua các tuyến chính có tốc độ cao như các đường vành đai của thành phố. [10]



*Hình 1.04: Nút giao ngã ba dạng trompette*

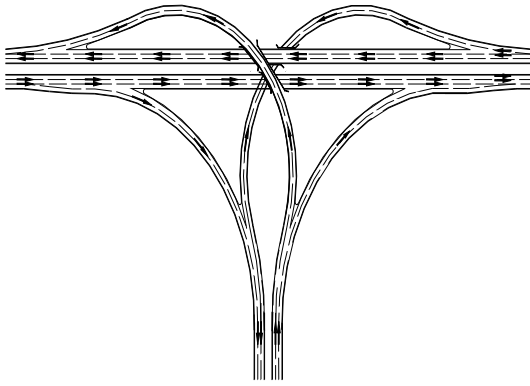
+ *Nút giao ngã ba hình quả lê*: Nút giao rẽ trái và rẽ phải hình quả lê, các nhánh rẽ bằng cầu vượt cong, có mặt bằng đối xứng chiếm dụng diện tích nhỏ và kiến trúc đẹp. [10]



*Hình 1.05: Nút giao ngã ba dạng quả lê [10]*

+ *Nút giao ngã ba nhánh hình tam giác*:

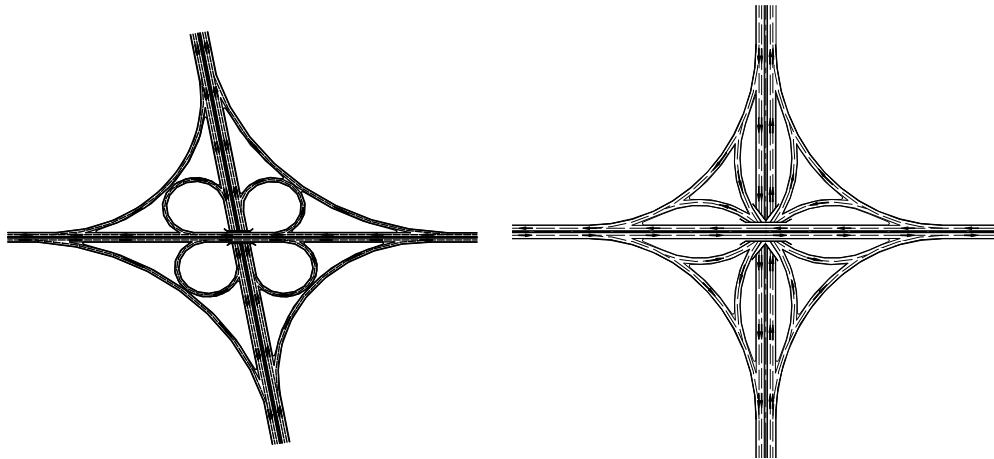
Trong nút giao này các nhánh rẽ trái nửa trực tiếp bố trí trên các cầu cong ba tầng. Loại nút giao này dùng thiết kế khi các dòng xe rẽ trái cần tốc độ cao. Nút giao này đẹp nhưng chiều dài cầu lớn do phải bố trí nhiều tầng cầu vượt. [10]



Hình 1.06: Dạng nút giao hình tam giác[14]

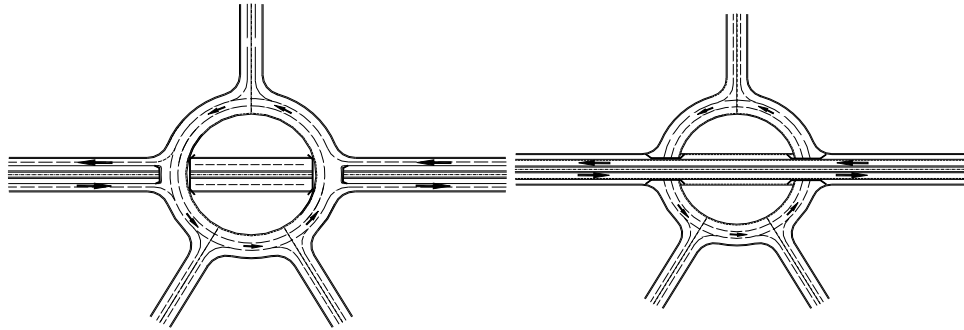
**- Nút giao bốn nhánh (ngũ tư):**

+ *Nút giao hình hoa thị và diamond*: Đây là hai dạng nút giao cơ bản, liên thông hoàn chỉnh và có các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật tốt nhất để xây dựng nút giao ngã tư. Nút giao này rất phù hợp cho các nút giao của các đường vành đai với đường trục chính vào trung tâm thành phố, tuy nhiên nút giao này thường chiếm diện tích rộng. [10]



Hình 1.07: Các nút giao ngã tư hình hoa thị và diamond

+ *Nút giao hình xuyên*: Nút giao hình xuyên thường xuất hiện trong giao thông thành phố khi các điểm giao là hội tụ nhiều tuyến. Dạng nút giao này thường nhiều tầng có độ dốc dọc các nhánh lớn và tầm nhìn ở các đường cong lồi bị hạn chế. Nhưng nút giao này chiếm diện tích nhỏ phù hợp khi bố trí trong các khu đô thị. [10]

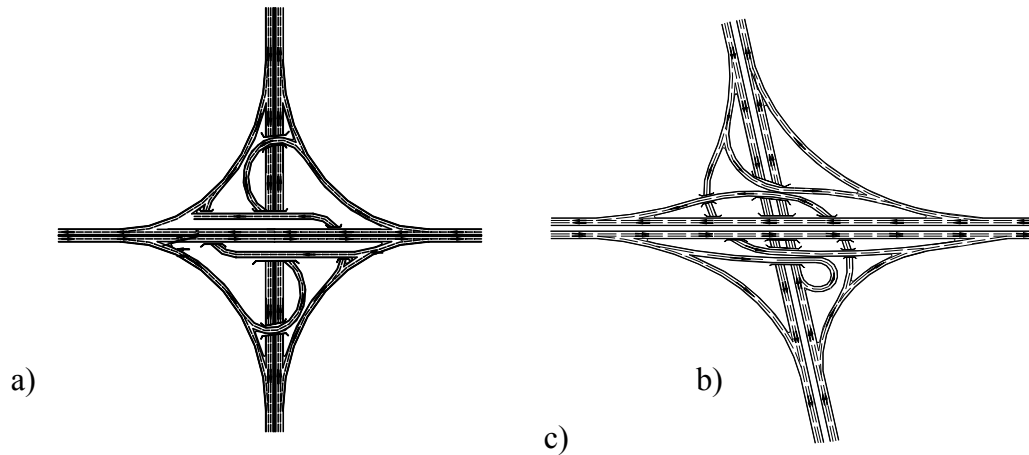


Hình 1.08: Nút giao hình xuyên

- **Nút giao nhiều nhánh rẽ trực tiếp:**

Trong trường hợp nhiều tuyến đường quan trọng giao nhau sẽ thiết kế nút giao nhiều tầng. Nút giao loại này rất phức tạp, cầu cong nằm trên tuyến có đường cong chuyển tiếp.

Nút giao nhiều nhánh rẽ trực tiếp khá phức tạp, các tuyến đi trên nhiều cao độ khác nhau và các nhánh rẽ đều trực tiếp, không xung đột. Nút giao này chỉ thiết kế cho điểm giao cắt của các đường cao tốc cửa ngõ thành phố có nhiều làn xe. [10]



Hình 1.09: Các nút giao nhiều nhánh rẽ trực tiếp [14]

### 1.3.2.3. Cơ sở lựa chọn nút giao thông khác mức trong đô thị

Khi thiết kế nút giao khác mức phải đáp ứng các yêu cầu về kinh tế - kỹ thuật như sau:

- Các yêu cầu về khai thác:
  - + Năng lực thông xe theo mọi hướng có kể đến sự tăng trưởng lưu lượng xe trong tương lai từ 25 đến 30 năm.
  - + Tốc độ trung bình của xe chạy qua nút.
  - + An toàn giao thông.
  - + Thời gian xe chạy qua nút.
  - + Chi phí duy tu, bảo dưỡng.
- Các yêu cầu về quy hoạch đô thị:
  - + Diện tích chiếm dụng đất.
  - + Diện tích đất sử dụng được dưới gầm cầu.
  - + Khối lượng các công trình ngầm phải di dời.
  - + Chi phí giải phóng mặt bằng.
  - + Sự bảo tồn cảnh quan môi trường.
- Các yêu cầu về kiến trúc:
  - + Tính thẩm mỹ của bản thân công trình.
  - + Sự hòa nhập của công trình vào cảnh quan xung quanh kể cả trong hiện tại lẫn tương lai.
- Các yêu cầu về môi trường:
  - + Mức độ gây ô nhiễm.
  - + Mức độ gây ồn.
- Các yêu cầu về kinh tế:
  - + Giá thành công trình hợp lý.

Khi lựa chọn cấu trúc nút giao thông khác mức cho các thành phố lớn của nước ta, cần đặc biệt chú ý tình trạng giao thông hỗn tạp với lưu lượng lớn bộ hành và các loại xe cộ có tính năng khác nhau.

Giao thông hỗn tạp giữa các phương tiện cơ giới, thô sơ và bộ hành tại các nút giao nhau làm cho chế độ chạy xe bị xấu đi nghiêm trọng, vì vậy cần phải tách biệt chúng bằng cách xây dựng một tầng phụ dành riêng cho xe thô sơ và người đi bộ. Do

khổ giới hạn của xe đạp nhỏ nên tốt nhất là bố trí cho luồng xe đạp và bộ hành đi ngay trên mặt đất.

Như vậy, nét đặc trưng của các nút giao thông lập thể trong điều kiện các đô thị lớn ở nước ta là trong phạm vi nút cần có một tầng phụ giành riêng cho các phương tiện thô sơ và người đi bộ.

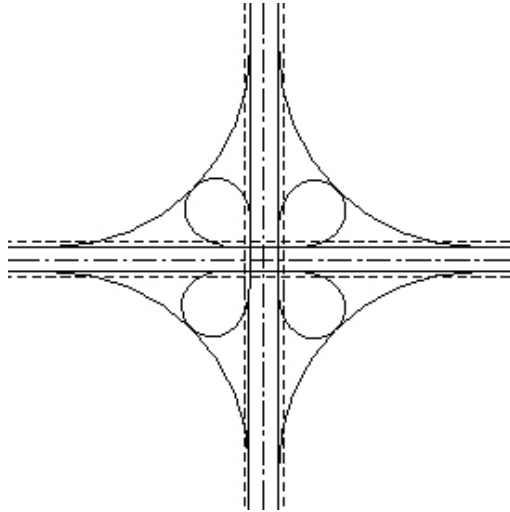
Khi thiết kế nút giao khác mức, việc đề xuất các phương án nút đóng vai trò quan trọng bậc nhất. Trên cơ sở các phân tích nêu trên, có thể đưa ra một số nguyên tắc cơ bản cho việc thiết lập phương án nút giao thông nhiều tầng ở nước ta như sau:

- Sử dụng nút giao thông nhiều tầng có cầu cạn và cầu vượt;
- Tách biệt các phương tiện cơ giới khỏi các phương tiện thô sơ và người đi bộ bằng cách xây dựng một tầng phụ dành riêng cho xe thô sơ và bộ hành.
- Bố trí luồng xe đạp và bộ hành ngay trên mặt đất.
- Toàn bộ các đường nhánh rẽ đều phải là các cầu cạn với chiều cao giới hạn của gầm cầu không nhỏ hơn 2.5m, nhằm đảm bảo cho các phương tiện thô sơ và người đi bộ qua lại được an toàn.
- Đảm bảo năng lực thông hành và an toàn giao thông cao.
- Diện tích chiếm dụng đất của nút nhỏ.
- Triệt để tận dụng khoảng không dưới gầm cầu.
- Nâng cao điều kiện sinh thái và cảnh quan thành phố.

Trên cơ sở các phân tích nêu trên, kiến nghị áp dụng các dạng nút sau cho các đô thị lớn ở nước ta:

- Nút hoa thị hoàn chỉnh và các biến thể của nó (Hình 1.10). Loại nút này ở nước ta khác với nút hoa thị thông thường là có thêm một tầng phụ trên mặt đất cho người đi bộ và các phương tiện thô sơ. Đối với loại nút này, bán kính cong nên lấy không nhỏ hơn 30m, độ dốc dọc không quá 4% và chiều cao tĩnh không dưới gầm cầu (khi dưới gầm cầu là đường xe chạy) không nhỏ hơn 5,0m.

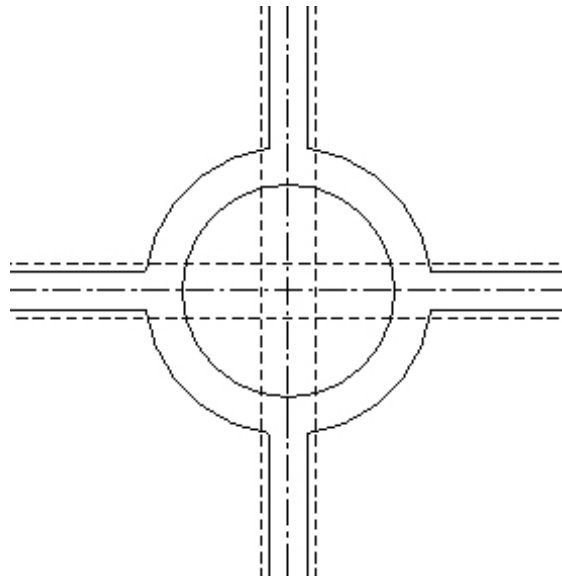




*Hình 1.10: Nút giao hoa thị hoàn chỉnh kiến nghị*

Ký hiệu: ----- Đường người đi bộ và các phương tiện thô sơ

- Nút hình xuyên hai tầng (Hình 1.11). Khi qua loại nút này, các phương tiện cơ giới sẽ đi trên tầng hai (tầng hình xuyên), còn người đi bộ và các phương tiện thô sơ sẽ đi trên mặt đất. Đối với loại nút này, bán kính cong nên lấy không nhỏ hơn 15m, độ dốc dọc không quá 4%.



*Hình 1. 11: Nút hình xuyên kiến nghị*

Ký hiệu: ----- Đường người đi bộ và các phương tiện thô sơ

#### **1.4. Nhu cầu xây dựng cầu vượt trong nút giao ở các đô thị lớn nước ta**

Hiện nay, hầu hết các nút giao nhau của mạng lưới đường phố ở tất cả các đô thị nước ta đều có cùng một kiểu cấu trúc, đó là nút giao nhau cùng mức. Chúng ta chưa

có một nút giao nhau khác mức đáp ứng đúng các yêu cầu kỹ thuật và nhu cầu của giao thông đô thị.

Hệ thống hạ tầng giao thông tại các đô thị Việt Nam hiện còn chưa đồng bộ và nhiều hạn chế. Các tuyến đường thường là cấp thấp, khai thác với tốc độ thấp, chưa có nhiều nút giao cắt lập thể cũng như hệ thống đường tầng 2, tầng 3 trong thành phố. Cầu vượt trong thành phố hiện nay chủ yếu mới chỉ được xây dựng tại một số nút giao trọng điểm là cầu vượt không liên thông với số lượng hết sức khiêm tốn và hoàn toàn chưa thể đáp ứng yêu cầu của một đô thị hiện đại. Vị trí, quy mô các cầu vượt cũng chưa thực sự tương xứng và hợp lý do công tác quy hoạch tổng thể còn nhiều hạn chế.

Cùng với sự phát triển chung của xã hội, sự gia tăng dân số và phương tiện vận tải, ngành giao thông cũng đã và đang quy hoạch, xây dựng mạng lưới giao thông đô thị một cách hoàn chỉnh và hiện đại cho các thành phố lớn.

Trong những năm gần đây, ở các thành phố lớn của nước ta đã xây dựng được một vài nút giao thông có giao cắt khác mức như nút Nam Chương Dương, Ngã Tư Vọng, Ngã Tư Sở, Mai Dịch (Hà Nội).

ở một số thành phố khác như thành phố Hải Phòng, thành phố Đà Nẵng, thành phố Hồ Chí Minh (*Nút Cát Lái*), thành phố Cần Thơ và một số thành phố khác cũng đã xây dựng các nút giao thông khác mức.

Nhìn chung, hệ thống các nút giao khác mức cũng như hệ cầu cạn, cầu vượt ở nước ta còn chưa được phát triển, song trong tương lai không xa, chắc chắn sẽ được xây dựng nhiều để đáp ứng nhu cầu giao thông trong công cuộc hiện đại hoá đất nước. Vì vậy, việc nghiên cứu hệ thống kết cấu nhịp cầu vượt trong nút giao thông đô thị là rất cần thiết và cấp bách.

### **1.5. Kết luận chương 1**

Để khắc phục tình trạng ùn tắc giao thông trong các đô thị lớn nước ta hiện nay thì việc xây dựng nút giao thông khác mức là rất cần thiết và là một giải pháp hiệu quả hơn cả.

Tùy theo vị trí xây dựng và phạm vi chiếm dụng đất mà ta chọn được loại nút giao thông khác mức cho phù hợp. Trong điều kiện đô thị như nước ta hiện nay, tác giả kiến nghị sử dụng hai loại nút giao thông khác mức đó là nút hoa thị hoàn chỉnh sử dụng cho các nút giao thuộc tuyến đường vành đai vì phạm vi công trình rộng và nút vòng xuyên sử dụng trong các nút giao nội đô. Hiện nay tại thành phố Huế đang triển khai thi công nút giao khác mức ba tầng dạng vòng xuyên và được đánh giá rất cao về mặt hợp lý và hiệu quả.

Điểm nổi bật của hệ thống nút khác mức là lượng cầu cong lớn và để giảm phạm vi chiếm dụng đất phải sử dụng cầu cong có bán kính nhỏ. Đồng thời các cầu vượt trong nút giao thường bố trí trên đường cong đứng với mong muốn chiều cao kết cấu

nhịp giảm để giảm thiểu chiều cao đất đắp sau mố, giảm chiều dài đường dẫn và kết cấu được thanh mảnh. Kết cấu cầu dầm bản BTCT có thể nói là đáp ứng được các tiêu chí trên và hiệu quả khai thác tương đối cao.

Hiện nay các dạng kết cấu nhịp cầu dầm bản đã được áp dụng trong các nút giao thông khác mức ở nước ta tương đối phổ biến, tuy nhiên trong quá trình nghiên cứu thiết kế còn một số vấn đề cần được tiếp tục nghiên cứu để vận dụng trong quá trình thiết kế như:

- + *Mối quan hệ giữa chiều dài nhịp và bán kính cong*
- + *Mối quan hệ giữa chiều dài nhịp và chiều cao dầm*
- + *Bố trí lỗ rỗng và tỷ lệ lỗ rỗng trong các cầu dầm bản*

Vì những lý do đã phân tích ở trên, mục tiêu nghiên cứu của đề tài là nghiên cứu cầu dầm bản với các nội dung còn hạn chế ở trên để vận dụng vào thực tế tính toán thiết kế được nhanh và thuận tiện nhất.

## CHƯƠNG 2: CÁC CHỈ TIÊU KỸ THUẬT VÀ CÁC DẠNG KẾT CẤU NHẬP CẦU VƯỢT SỬ DỤNG TRONG NÚT GIAO THÔNG KHÁC MỨC

### 2.1. Các chỉ tiêu kỹ thuật cho nút giao thông khác mức trong đô thị

#### 2.1.1. Các chỉ tiêu kỹ thuật cơ bản của nút giao khác mức

##### 2.1.1.1. Thiết kế tổ chức giao thông

Việc đầu tiên khi thiết kế nút giao là vấn đề tổ chức giao thông, theo mục đích được xác định trong quyết định đầu tư nút giao có thể là liên thông hoàn chỉnh, liên thông không hoàn chỉnh hoặc trực thông. Theo tiêu chuẩn thiết kế và vị trí nút, cần phân tích chiều dài các luồng xe nhập và tách được xác định khi các phương tiện lưu thông qua nút giao. Khi thiết kế tổ chức giao thông cần xác định tuyến chính và tuyến phụ để xác định các điểm cho phép xung đột từ đó xác định phạm vi thiết kế của nút giao và quyết định lựa chọn phương án công trình vượt trong nút giao.

##### 2.1.1.2. Tốc độ thiết kế cho các tuyến đường trong nút giao khác mức

Tốc độ thiết ( $V_{tk}$ ) đối với các đường chính và đường nhánh trong nút là yếu tố rất quan trọng sẽ quyết định quy mô nút giao. Do nút giao thông khác mức thường chiếm dụng diện tích mặt bằng lớn, do đó để giảm kích thước của nút có thể cho phép giảm tốc độ thiết kế ở các đường nhánh, nhất là các nhánh rẽ trái so với các đường chính vào nút.

Trong thành phố, do điều kiện hạn hẹp về mặt bằng nên thường dùng tiêu chuẩn ứng với điều kiện tối thiểu. Để giảm tối đa diện tích chiếm dụng của nút và do yêu cầu về tốc độ chạy xe trong thành phố không cao thì tốc độ tính toán của các đường dẫn trong nút giao khác mức trong thành phố có thể chọn  $V=25\sim 40\text{km/h}$ , chỉ với các nút giao trên các đường vành đai hoặc đường cao tốc thành phố mới chọn  $V>50\text{km/h}$ . [03]

Theo TCXDVN 104-2007 "Đường đô thị - Yêu cầu thiết kế" [04] thì mỗi loại đường trong đô thị được phân thành các cấp kỹ thuật tương ứng với các chỉ tiêu kỹ thuật nhất định. Cấp kỹ thuật thường được gọi tên theo trị số tốc độ thiết kế 20, 40, 60,...(km/h) và phục vụ cho thiết kế đường phố. Theo TCXDVN 104-2007 thì cấp kỹ thuật, tốc độ thiết kế, mức độ phục vụ được quy định rất rõ trong "*Bảng 7: Mức độ phục vụ và hệ số sử dụng khả năng thông hành của đường phố được thiết kế*". [04]

##### 2.1.1.3. Lựa chọn các yếu tố hình học cho nút giao khác mức

###### a. Thiết kế mặt bằng, lựa chọn các yếu tố đường cong nằm:

**Mặt bằng:** Trong nút giao khác mức thiết kế tổng thể mặt bằng rất quan trọng. Khi thiết kế mặt bằng cần kết hợp xem xét địa hình và trắc dọc mặt xe chạy phù hợp với các tiêu chuẩn thiết kế đường cũng như yêu cầu thiết kế kết cấu và kiến trúc tổng thể.

Các vấn đề được xem xét nghiên cứu thiết kế mặt bằng gồm:

- Phạm vi nút giao, bán kính các nhánh.
- Các điểm thay đổi về hướng tuyến.
- Chiều dài và chiều rộng các làn phụ.
- Phạm vi các đảo, các loại tường chắn, thoát nước trong nút

**Bán kính đường cong bằng trong nút giao:** Bán kính cong bằng trong nút giao theo các tiêu chuẩn thiết kế phụ thuộc vào cấp đường, tốc độ thiết kế. Liên hệ các yếu tố trong đường cong theo công thức:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f)}$$

Trong đó:

R : Bán kính đường cong bằng

V : Vận tốc thiết kế

e : Siêu cao trên mặt cắt ngang

f : Hệ số ma sát thường chọn từ 0,17 ~ 0,9

*Bán kính đường cong nằm được quyết định bởi tốc độ xe chạy trên nhánh đường dẫn và được TCXDVN 104-2007 quy định trong “Bảng 20: Các chỉ tiêu kỹ thuật về đường cong nằm”. [04]*

#### **Siêu cao - đoạn nối siêu cao - đường cong chuyển tiếp:**

- Siêu cao là dốc một mái trên phần xe chạy nghiêng về phía bụng đường cong. Khi phần xe chạy được tách thành các khối riêng biệt bằng phần phân cách hoặc tách nền đường, thì làm siêu cao riêng cho từng phần.
- Khi đường phố có tốc độ thiết kế  $V_{tk} \geq 60\text{km/h}$  cần phải bố trí đường cong chuyển tiếp, đoạn nối siêu cao được bố trí trùng với đường cong chuyển tiếp. Khi không có đường cong chuyển tiếp, đoạn nối siêu cao được bố trí một nửa trên đường cong, một nửa trên đường thẳng. Trên đoạn nối siêu cao, độ dốc siêu cao ở phía lưng đường cong quay quanh tim đường cho tới lúc đạt độ dốc siêu cao. [03]
- Đường cong chuyển tiếp: Do tốc độ thiết kế trên các nhánh rẽ của nút giao khác mức là không cao (thường  $< 50\text{km/h}$ ) và để đơn giản cho việc thiết kế kết cấu nhịp trong đường cong nên không cần bố trí đường cong chuyển tiếp trong các nhánh rẽ lên xuống của nút giao khác mức. [03]
- Giá trị độ dốc siêu cao và chiều dài đoạn nối (giá trị lớn nhất của chiều dài đoạn nối siêu cao nếu có và chiều dài đường cong chuyển tiếp nếu có) phụ thuộc vào

tốc độ thiết kế và bán kính đường cong nằm được TCXDVN 104-2007 quy định trong “*Bảng 22: Độ dốc siêu cao (isc) và chiều dài đoạn nối (L)*”. [04]

Để bảo đảm kiến trúc cảnh quan, phù hợp với cao độ xây dựng... Đối với nút giao thông khác mức trong thành phố nên chọn các yếu tố bán kính đường cong bằng tối thiểu theo quy định của quy trình, để dễ bố trí và thi công kết cấu nhịp nên dùng R tối thiểu  $\geq 50m$ . Lựa chọn độ dốc siêu cao trong các đường nhánh rẽ có đường cong bằng của nút giao không nên vượt quá 4% để dễ thiết kế và thi công kết cấu nhịp trên nhánh rẽ.

***Thiết kế hình học nhánh rẽ cần đề cập đến các nội dung sau***

- Loại nhánh nối: rẽ phải, rẽ trái;
- Kiểu nối: trực tiếp, bán trực tiếp, gián tiếp;
- Giải quyết tính chất xung đột: góc giao khác mức, góc nhập, góc tách. Thiết kế cấu tạo hình học nhánh nối bao gồm:

1. Xác định tốc độ thiết kế ở nhánh rẽ, được TCXDVN 104-2007 quy định trong “*Bảng 32: Lựa chọn tốc độ thiết kế trên nhánh nối*”. [04]

2. Thiết kế các bộ phận nhánh nối: đoạn đầu, đoạn giữa và đoạn cuối.

3. Xác định quy mô mặt cắt ngang nhánh nối:

Mặt cắt ngang nhánh nối thường gặp các dạng:

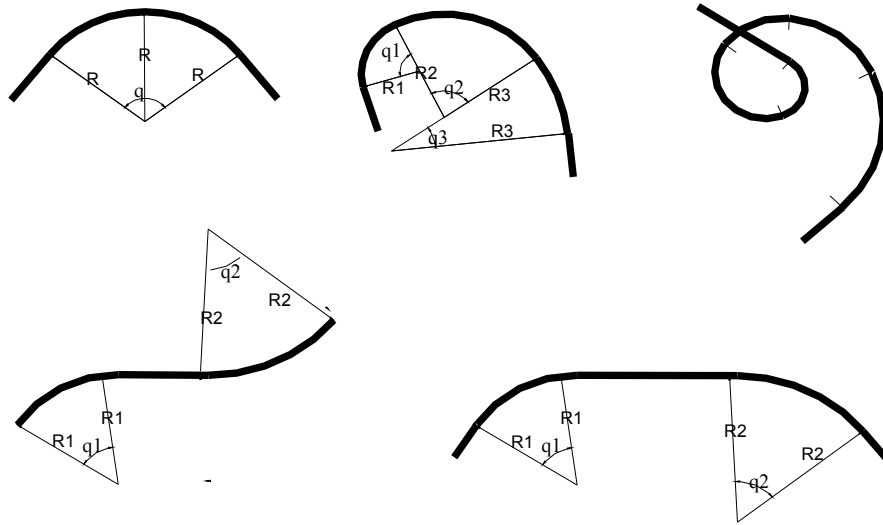
- 1 làn, 1 chiều có dự trữ vượt xe hoặc không dự trữ vượt xe.
- 2 làn, 1 chiều hoặc 2 chiều.

Mặt cắt ngang nhánh nối gồm phần xe chạy, lề đường 2 bên, phần phân cách (nếu có), được TCXDVN 104-2007 quy định trong “*Bảng 33: Mặt cắt ngang nhánh nối*”. [04]

**Nối tiếp đường cong:** Nối tiếp đường cong với đường thẳng, đường cong với đường cong theo các dạng sau:

Nên chọn các đoạn tiếp giáp giữa đường cong tròn và đường thẳng thường là tiếp tuyến để việc thiết kế nhịp và lắp đặt ván khuôn, cốt thép thuận lợi.

## CÁC DẠNG NỐI TIẾP ĐƯỜNG



Hình 2.01: Các dạng đường nối tiếp đường cong trong nút giao

### b. Độ dốc dọc, chiều dài dốc dọc

Độ dốc dọc tối đa được xem xét dựa trên tốc độ thiết kế, loại đường, thành phần dòng xe và lưu lượng. Độ dốc dọc tối đa đối với tốc độ thiết kế khác nhau được TCXDVN 104-2007 quy định trong “*Bảng 24: Độ dốc dọc tối đa*”. [04]

Thông thường tại các nút giao trong thành phố có đa dạng các loại hình phương tiện giao thông nên độ dốc tối đa nên chọn là 4%.

Chiều dài đổi dốc

- Trong đô thị, phải kết hợp chặt chẽ giữa độ dốc, chiều dài đổi dốc với thoát nước
- Chiều dài dốc dọc tối đa, tối thiểu được TCXDVN 104-2007 quy định trong “*Bảng 26, 27: Chiều dài tối đa, tối thiểu trên dốc dọc*”. [04]

### c. Bán kính đường cong đứng (R<sub>cđ</sub>)

Đường cong đứng trên cầu vượt nên dùng đường cong tròn, độ dốc dọc lớn nhất là điểm tiếp vào đường thẳng và xác định theo công thức:

$$i_{\max} = \frac{L}{\sqrt{R^2 - L^2}}$$

*L*: Khoảng cách từ đỉnh đường cong đến điểm xác định độ dốc dọc

*R*: Bán kính đường cong đứng

Khi hiệu đại số của độ dốc dọc nơi đổi dốc lớn hơn 1% (với đường có V<sub>tké</sub> từ 20 đến 40 km/h là 2%) phải bố trí đường cong đứng.

Bán kính và chiều dài tối thiểu đường cong đứng được TCXD 104-2007 quy định trong “*Bảng 29: Bán kính và chiều dài tối thiểu đường cong đứng*”. [04]

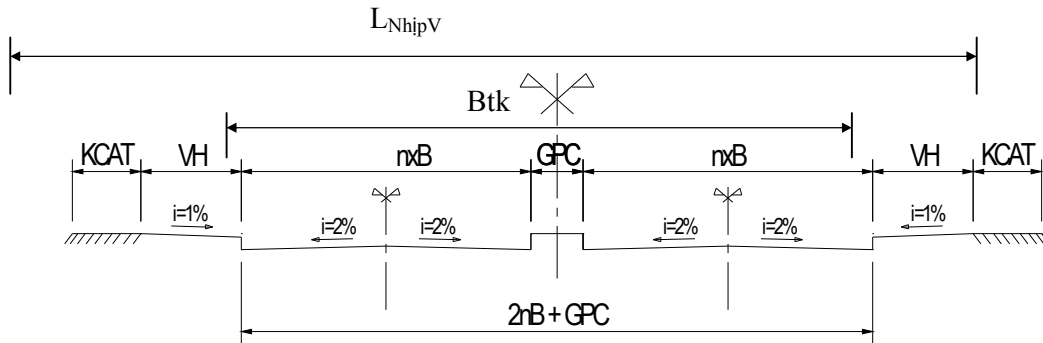
### 2.1.2. Khổ tĩnh không dưới cầu và cao độ mặt cầu tối thiểu

- Khổ tĩnh không là giới hạn không gian nhằm đảm bảo lưu thông cho các loại xe. Không cho phép tồn tại bất kỳ chướng ngại vật nào, kể cả các công trình thuộc về đường như biển báo, cột chiếu sáng.
- Khi công trình cầu vượt trên đường sắt, trên các loại đường bộ thì phải bảo đảm giới hạn tĩnh không phía dưới đường cao tốc tương ứng với các qui định trong tiêu chuẩn qui phạm đường sắt, đường bộ, đường thủy để đảm bảo cho các phương tiện trên các đường đó đi lại bình thường.
- Khổ tĩnh không dưới cầu sẽ quyết định cao độ đáy kết cấu nhịp và các thông tin liên quan tới chiều dài kết cấu nhịp vượt. Tùy theo tuyến giao thông bên dưới mà cầu vượt cần vượt qua là đường ô tô, đường sắt, đường xe điện, đường đi bộ mà khổ tĩnh không có quy định tương ứng.
- Chiều cao tĩnh không dưới cầu tùy thuộc vào tiêu chuẩn cấp đường mà cầu vượt qua. Theo các tiêu chuẩn thiết kế đường thì chiều cao tĩnh không được quy định:  $H_{tk} = 4,75m$  khi cầu vượt qua đường cao tốc,  $H_{tk} = 4,5m$  khi cầu vượt qua đường quốc gia, đường liên tỉnh;  $H_{tk} = 3,2m$  khi cầu vượt qua đường địa phương và  $H_{tk} = 2,5m$  cho đường xe thô sơ. Chiều rộng khổ tĩnh không phụ thuộc vào quy mô số làn xe của đường chạy dưới. [01]
- Theo số liệu thực tế ở nhiều nước trên thế giới hiện đã lấy  $H_{tk} = 5,0m$  do trước đó đã xảy ra nhiều vụ va chạm của xe siêu trường và xe quá khổ quá tải vào đáy kết cấu nhịp cầu vượt. Vì vậy, tác giả kiến nghị sử dụng tĩnh không dưới cầu trong nút giao thông là  $H_{tk} = 5,0m$ . [15]

### 2.1.3. Xác định chiều dài nhịp cầu vượt tối thiểu ( $L_{nhịpv}$ )

Ở phần trên, ta đã đề cập tới khổ tĩnh không dưới cầu. Tuy nhiên, tổng bề rộng cầu vượt không chỉ phụ thuộc vào tĩnh không xe chạy mà còn phụ thuộc vào những yếu tố khác.





Hình 2.02: Mặt cắt ngang đường điểu hình nhịp cầu vượt cần vượt qua

Để xác định chiều dài nhịp cầu vượt cần xem xét đến các chỉ tiêu sau:

- Phù hợp với qui mô bề rộng theo quy hoạch được duyệt có tính đến tương lai, đáp ứng tính không của đường chui dưới cầu.
- Chiều dài nhịp cần vượt qua trước hết phải phù hợp với đặc điểm qui mô bề rộng của tuyến đường đi phía dưới cầu và chiều dài kết cấu nhịp có thể tính theo công thức sau:

$$L_{Nhịp\ v} = 2nB + GPC + 2VH + 2KCAT$$

$$B_{tk} = 2nB + GPC$$

+ Btk: Bề rộng tĩnh không dưới cầu

+ B: Bề rộng 1 làn xe

+ n: Số làn xe.

+ GPC, VH: Bề rộng dải phân cách, vỉa hè.

+ KCAT: Khoảng cách an toàn tới thân trụ.

- Trong trường hợp kết cấu nhịp không đủ lớn để vượt qua được thì cần xem xét phương án bố trí đặt trụ tại giải phân cách giữa. Tuy nhiên cần có giải pháp bố trí chống va xô của xe cộ vào thân trụ.
- Phải có luận chứng so sánh phương án đường tuyến đường chính hay đường phụ vượt trên hoặc đi dưới. Trong mọi trường hợp việc bố trí nhịp và khẩu độ cầu vượt (bao gồm cả vị trí mố trụ) phải đảm bảo được yêu cầu tầm nhìn của phương tiện đi lại trên đường dưới cầu.
- Tùy từng trường hợp cụ thể, tùy theo địa hình của khu vực dự án mà ta có thể đưa ra được một giải pháp hợp lý nhất về loại kết cấu nhịp lựa chọn (có luận chứng kinh tế kỹ thuật so sánh các phương án).

### **Lựa chọn đường vượt và loại công trình giao vượt**

- Yếu tố kinh tế được tính toán trong thiết kế phù hợp với địa hình hiện trạng. Từ đó xem xét các phương án giao cắt khác mức để so sánh và quyết định nên dùng cầu vượt hay hầm chui.

- Tuyến đường chui (*sử dụng hầm chui trong nút*) có lợi là người điều khiển dễ nhận ra nút giao cắt khác mức và chú ý đến mỗi liên hệ trong nút.
- Tuyến đường vượt phía trên (*sử dụng cầu vượt trong nút*) sẽ có lợi hơn về mặt thẩm mỹ, thường thức phong cảnh. Tuy nhiên đôi khi làm ảnh hưởng tới mỹ quan đô thị và chiếm diện tích đất lớn.
- Khi lượng giao thông chuyển hướng đáng kể thì tuyến đường chính vượt ở trên (đường thứ yếu chui ở dưới) sẽ thuận lợi cho bố trí nhánh nối trong nút.
- Khi mức độ ưu tiên chui hay vượt ngang nhau thì ưu tiên chọn giải pháp bảo đảm tốt tầm nhìn cho đường chính.
- Phương án cầu vượt cho khả năng thích hợp về thi công theo giai đoạn cả đối với đường và kết cấu công trình với đầu tư ban đầu ít nhất.
- Khi đưa các tuyến đường chính đi trên và không thay đổi độ dốc của đường cắt qua thì rất ít phải thay đổi về vấn đề hệ thống thoát nước của khu vực.
- Khi xét đến việc lưu thông xe có kích thước quá cỡ thì bố trí trên cầu vượt sẽ không bị hạn chế về giới hạn tĩnh không đứng.
- Sẽ thích hợp nếu sử dụng cầu vượt với tuyến đường mới cắt qua một tuyến đường hiện hữu có lưu lượng giao thông lớn.
- Các tuyến đường có lượng xe lớn nhất nên bố trí ở hướng có lượng cầu ít nhất để khai thác tốt và giảm các trở ngại khi cần thiết phải sửa chữa hoặc xây dựng lại.
- Trong một số trường hợp cần xây dựng các tuyến đường có lưu lượng xe lớn hơn nằm phía bên dưới tuyến đường có lưu lượng ít hơn để giảm tiếng ồn.
- Đối với nút giao đường sắt thì bắt buộc đường bộ phải vượt lên trên hoặc chui xuống dưới và nút giao là nút trực thông vì dốc dọc đường sắt theo yêu cầu là nhỏ nên nếu đường sắt vượt trên hoặc chui dưới thì việc bố trí cầu vượt hoặc hầm chui cho đường sắt sẽ rất dài mới đảm bảo bố trí được đủ độ dốc dọc theo yêu cầu và chi phí sẽ rất tốn kém.

## **2.2. Các dạng kết cấu nhịp cầu vượt được sử dụng trên thế giới**

Hệ cầu dẫn, cầu cạn và cầu vượt đã được áp dụng nhiều trên thế giới. Để có thể tiếp nhận có hiệu quả những thành tựu của nước ngoài, áp dụng thích hợp vào điều kiện cụ thể của Việt Nam cần nghiên cứu các sơ đồ và đặc điểm chủ yếu của các cầu đã được áp dụng trên thế giới.

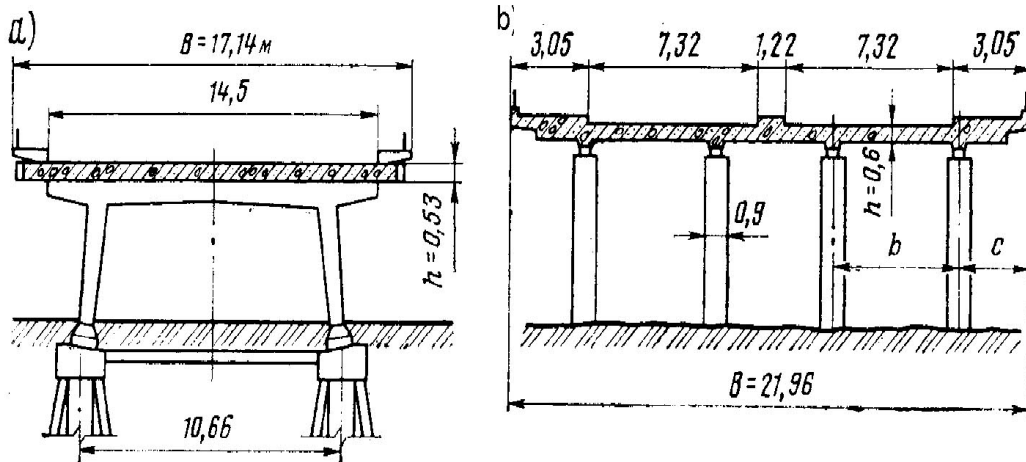
### **2.2.1. Kết cấu nhịp dầm bản bê tông cốt thép**

#### **2.2.1.1. Kết cấu nhịp bản bê tông cốt thép đỡ tại chỗ**

- Kết cấu nhịp bản đỡ tại chỗ trên công trường có thể coi là kết cấu đơn giản nhất, thích hợp nhất cho hệ cầu dẫn đặc biệt là các cầu cong trong không gian vì chúng có

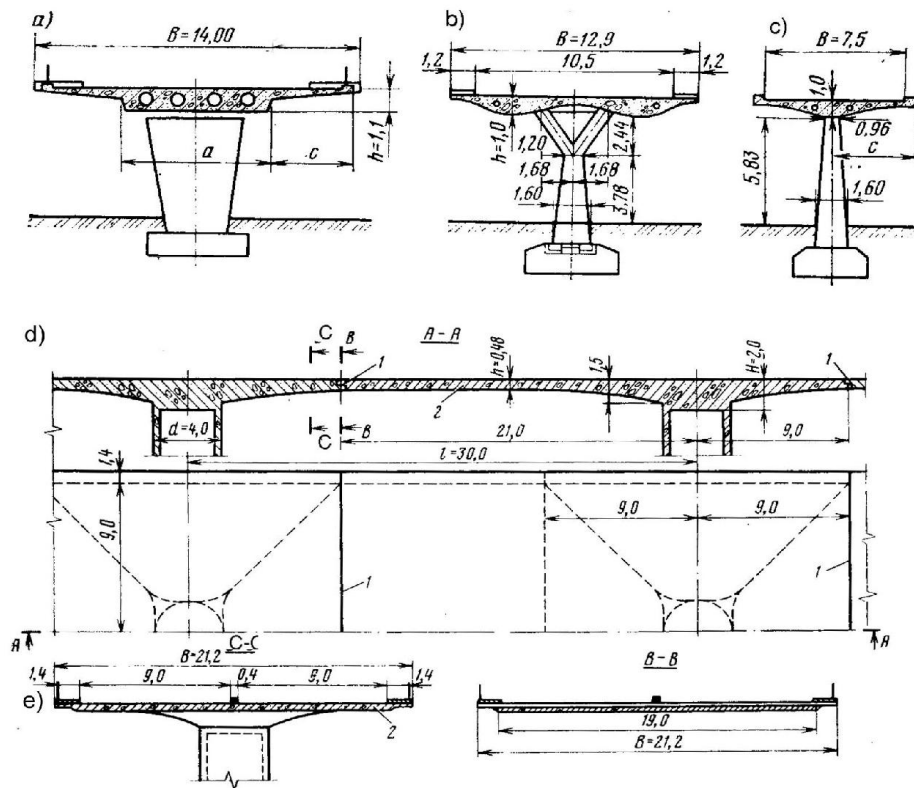
các ưu điểm là do kết cấu đỡ tại chỗ tính toàn khối lớn, có thể tạo dáng bất kỳ với bán kính đường cong của tuyến đường. Công tác ván khuôn, đổ bê tông, cốt thép khá thuận lợi. Chiều cao kiến trúc nhỏ và có độ cứng ngang lớn phù hợp với cầu cong yêu cầu chống xoắn cao. Hình dáng kiến trúc đẹp. Thuận tiện trong duy tu bảo dưỡng và sửa chữa.

- Hơn nữa cầu bản có ưu điểm chiều cao kiến trúc nhỏ, tuy nhiên với các nhịp lớn thì kết cấu nhịp bản đặc trở nên nặng nề, tốn vật liệu và không kinh tế.



Hình 2.03: Kết cấu nhịp bản bê tông cốt thép đỡ tại chỗ có chiều cao không đổi

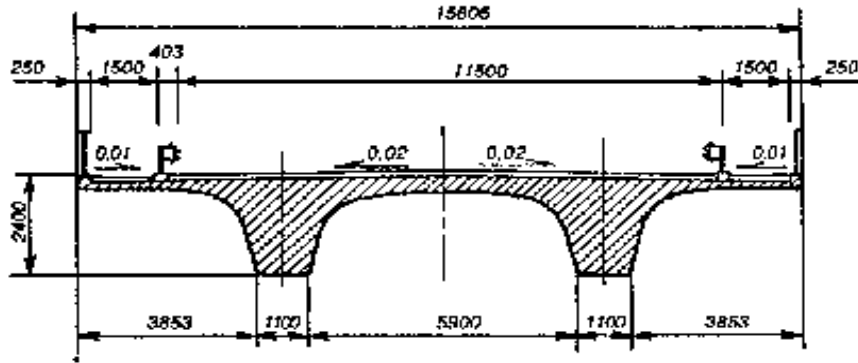
- Nhược điểm là việc thi công trên giàn giáo làm chậm tiến độ thi công, ảnh hưởng đến đảm bảo giao thông. Do đó kết cấu nhịp bản toàn khối chỉ nên dùng cho các đoạn cầu cong bán kính nhỏ và nhịp nhỏ.
  - o Nhịp đơn giản  $L < 10-15\text{m}$
  - o Nhịp liên tục  $L < 12-20\text{m}$
  - o Chiều cao của bản có thể chọn trong khoảng  $H=(1/20-1/25)L$
- Tuy nhiên chiều cao của bản còn chọn theo tình thế chung của các nhịp lân cận và các yếu tố khác có liên quan. [07]



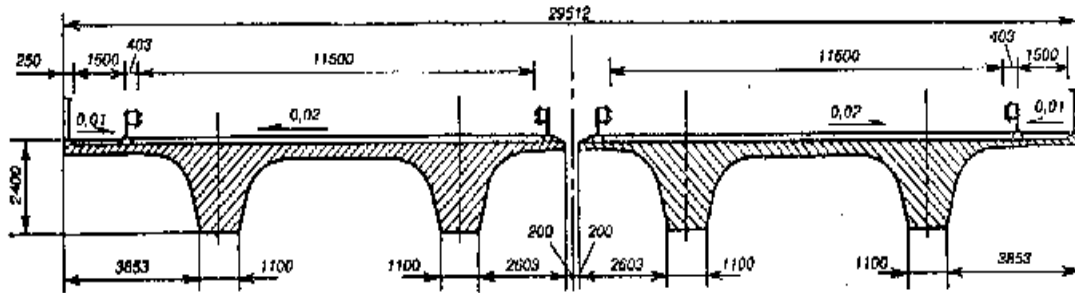
Hình 2.04: Kết cấu nhịp bản bê tông cốt thép đổ tại chỗ có chiều cao thay đổi

- Nhược điểm của kết cấu nhịp bản đặc là trọng lượng bản thân tăng rất nhanh theo chiều dài nhịp do đó với các nhịp lớn (20~36m) để giảm trọng lượng bản thân có thể áp dụng các giải pháp sau:
  - Tạo thành các bản rỗng (Hình 2.04.a)
  - Dùng bản có chiều cao thay đổi (Hình 2.04 b, c, d)
- Nếu bản có sơ đồ liên tục dọc thì chiều cao bản thay đổi theo chiều dọc cầu (Hình 2.04.d)  $H=(1.5-1.8)h$  với  $H$  là chiều cao bản tại gối,  $h$  chiều cao ở giữa nhịp.
- Nếu bản tựa lên trụ thân hẹp hoặc cột trụ, bản làm việc theo sơ đồ công son theo phương ngang thì có thể thay đổi chiều cao theo phương ngang cầu.
- Kết cấu bản toàn khối cho phép dễ dàng thay đổi kích thước tiết diện theo mọi phương theo quan điểm chịu lực và thẩm mỹ của kết cấu (Hình 2.04. b, c, d).
- Trong kết cấu nhịp bản toàn khối hay dùng cốt thép thường và thẳng để thi công đơn giản. Tuy nhiên đối với kết cấu nhịp lớn, rộng hoặc kết cấu nhịp chịu mômen lớn, cốt thép thường không đảm bảo, dễ mở rộng vết nứt thì có thể sử dụng cốt thép cường độ cao.

- Đối với các bản rộng, việc chế tạo ván khuôn phức tạp và bê tông xung quanh lỗ thường kém chất lượng. Để khắc phục nhược điểm này ta dùng kết cấu bản-sườn (Hình 2.05, Hình 2.06). [07]



Hình 2.05: Mặt cắt ngang dạng bản sườn có giải phân cách



Hình 2.06: Mặt cắt ngang dạng bản sườn không có giải phân cách

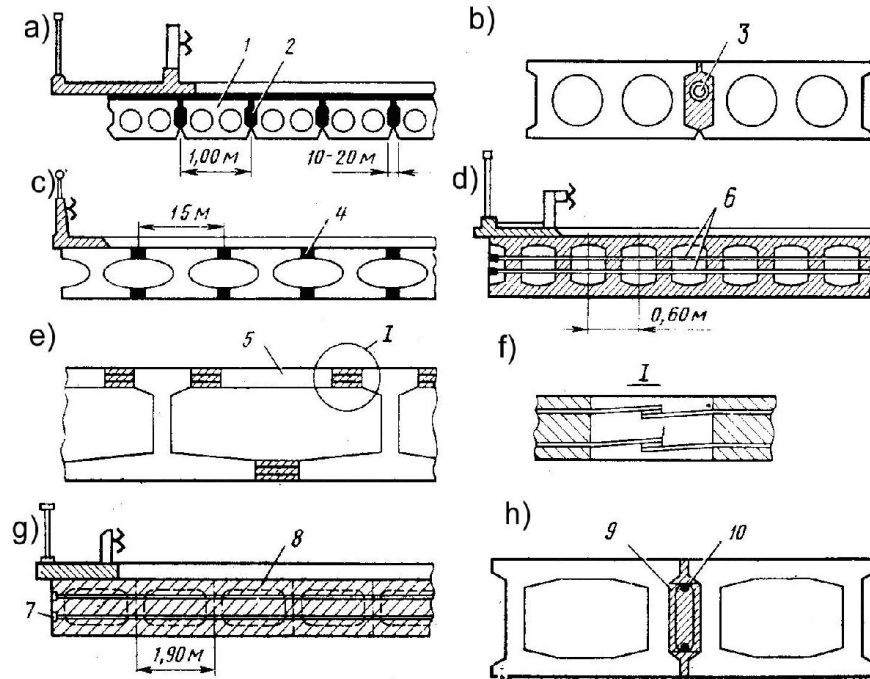
### 2.2.1.2. Kết cấu nhịp bản bê tông cốt thép lắp ghép, bán lắp ghép

- Cầu bản đồ tại chỗ có ưu điểm cơ bản là dễ tạo hình không gian và tính toàn khối cao song lại có nhược điểm cơ bản là thời gian thi công lâu, tốn đà giáo xây dựng, gây cản trở giao thông và giá thành thi công cao, đặc biệt với các nhịp cầu cạn, cầu dẫn có kết cấu gần như định hình và khối lượng lớn. Để khắc phục nhược điểm trên có thể dùng kết cấu lắp ghép hoặc bán lắp ghép.

#### a. Kết cấu nhịp bản bê tông cốt thép lắp ghép [07]

- Kết cấu nhịp bản bê tông cốt thép lắp ghép thường được phân khối theo phương dọc cầu.
- Chiều dài nhịp bản lắp ghép trong khoảng từ 8-25m, với sơ đồ liên tục hoặc khung, chiều dài nhịp có thể lớn tới 30-40m.
- Chiều cao tiết diện thông thường lấy trong phạm vi  $h=(1/18-1/25)l$  với kết cấu nhịp giản đơn và  $h=(1/20-1/35)l$  với kết cấu nhịp liên tục. Chiều rộng khối lắp ghép tùy thuộc vào khả năng cầu lắp. Trên hình 2.07 thể hiện các dạng mặt cắt ngang của các khối lắp ghép.

- Với các nhịp có chiều dài từ  $L \leq 10-12m$  có thể chỉ bố trí cốt dọc chịu lực là cốt thép thường (Hình 2.07 a, b, c, d), trong những nhịp lớn hơn khi  $l=12m$  đến  $20m$  người ta thường sử dụng cốt thép cường độ cao (Hình 2.07 e, g, h).



Hình 2.07: Các dạng mặt cắt ngang của kết cấu nhịp bản lắp ghép

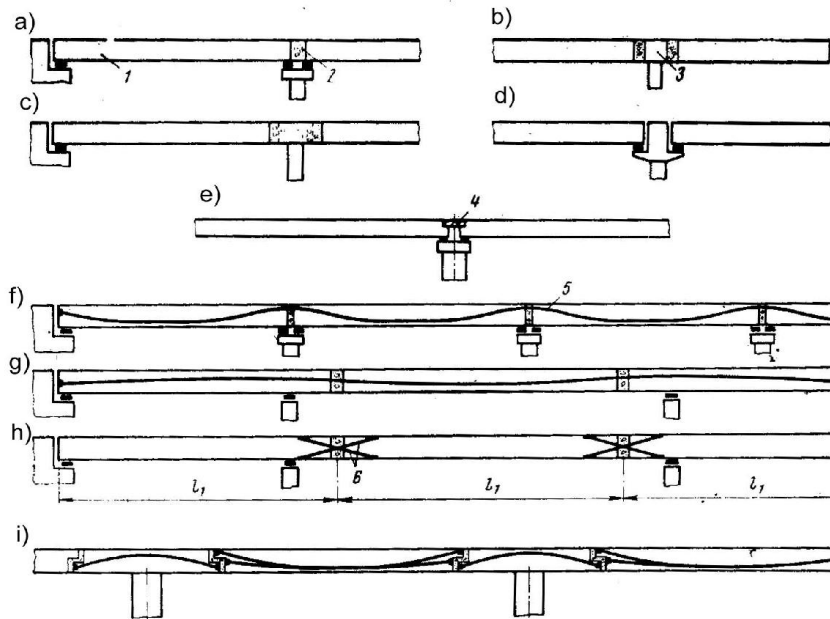
- (1-Phân tố lắp ghép; 2-Mối nối bê tông; 3-Vòng cốt thép; 4-Mối nối hàn cốt thép; 5-Bản lắp ghép; 6-Cốt thép UST căng ngang; 7-neo; 8-Bản chắn ngang trên trụ đỡ tại chỗ; 9-Vòng cốt thép chờ; 10-Cốt thép dọc mối nối)

- Các khối lắp ghép BTCT ứng suất trước phổ biến nhất là dùng các sợi cốt thép cường độ cao bố trí thẳng dạng dây đàn và căng trước khi đổ bê tông, đôi khi có thể bố trí thêm neo chuyên hướng. Các sợi thép cường độ cao được bố trí cả hai biên, trong đó các cốt dọc ở biên trên chủ yếu là để chịu lực kéo xuất hiện ở biên trên trong khi chế tạo và cầu lắp của dầm đơn giản.
- Để giảm trọng lượng bản thân, các khối lắp ghép được khoét rỗng với lỗ hình tròn (Hình 2.07 a, b) khi nhịp nhỏ hơn 10-12m. Khi chiều cao lớn hơn các lỗ rỗng có hình ôvan và áp dụng cho nhịp từ 12-18m (Hình 2.07. c, d; Hình 2.10. c). Ngoài ra khối lắp ghép có thể có dạng chữ I (Hình 2.07 c; Hình 2.10 b) hoặc hình hộp (Hình 2.07. e, g, h) khi chiều dài nhịp lớn.
- Liên kết giữa các khối lắp ghép theo phương ngang có một số hình thức sau:
- Thực hiện bằng nhồi vữa xi măng hay bê tông vào khe hở giữa hai khối (Hình 2.07. a), bố trí vòng thép lò xo trong bê tông mối nối (Hình 2.07. b). Với loại khối lắp ghép tiết diện chữ I đối xứng, mối nối ngang được thực hiện bằng cách hàn cốt thép (Hình

2.07 c, d) sau đó đổ bê tông tại chỗ. Trường hợp tiết diện có hai biên không đối xứng thì ở biên trên mỗi nối thực hiện qua tấm bản bê tông đúc sẵn, tấm này sẽ đồng thời đóng vai trò mặt đường xe chạy (Hình 2.07 e).

- Liên kết ngang giữa các khối lắp ghép có thể thực hiện bằng cốt thép cường độ cao dưới dạng các bó cáp luồn qua các lỗ tạo trước trong bản chắn ngang và căng sau khi đã lắp đặt các khối lắp ghép (Hình 2.07 d, g).
- Liên kết giữa các khối lắp ghép không những thực hiện theo phương ngang mà có thể còn được bố trí trên phương dọc tạo thành kết cấu nhịp liên tục hoặc khung. Mỗi nối theo phương dọc cầu được bố trí trên trụ hoặc khu vực gần gối nơi có mô men uốn nhỏ. Các mối nối có thể thực hiện nối toàn tiết diện hoặc chỉ nối phần bản xe chạy tạo nên kết cấu liên tục nhiệt. Khi nối trên trụ liên kết với đỉnh các cột trụ sẽ tạo thành kết cấu nhịp khung.
- Liên kết theo phương dọc có thể thực hiện bằng cốt thường hoặc cốt thép cường độ cao dưới dạng các bó cáp căng sau. Các bó cáp được căng sau khi đổ bê tông tại các mối nối. Trên hình 2.08 thể hiện các sơ đồ liên kết các khối lắp ghép theo phương dọc cầu trong kết cấu liên tục, khung.

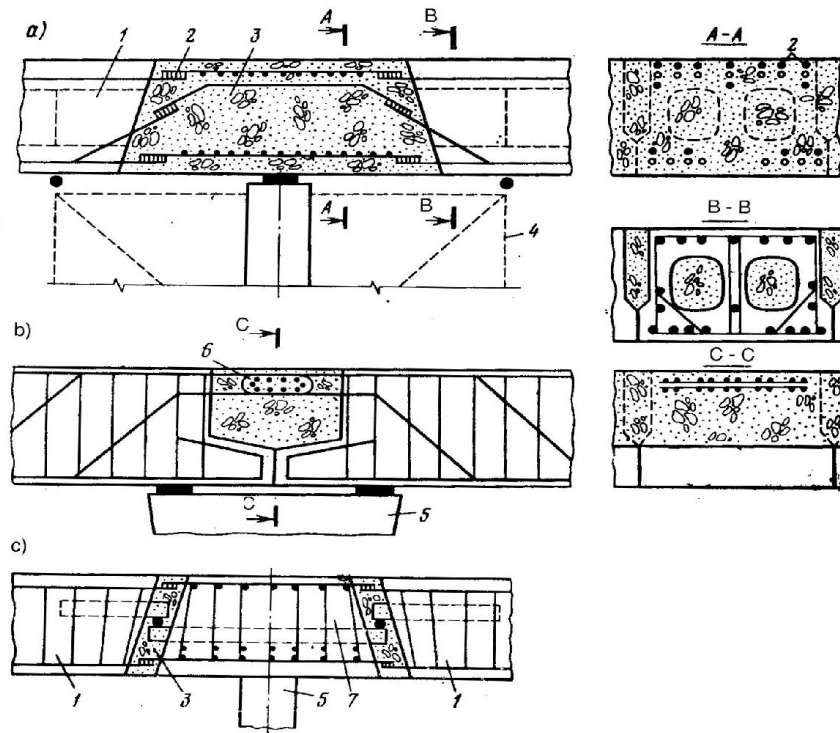
Khi số lượng nhịp không quá 5 nhịp người ta có thể bố trí các bó cáp này chạy suốt chiều dài kết cấu (Hình 2.08. f, g).



Hình 2.08: Các hình thức liên kết theo phương dọc cầu

(1-Phân tổ lắp ghép; 2-bê tông đổ tại chỗ; 3-Xà mũ; 4-Mối nối; 5-Cột thép UST bố trí suốt chiều dài kết cấu nhịp; 6-Các bó cốt thép UST ngắn)

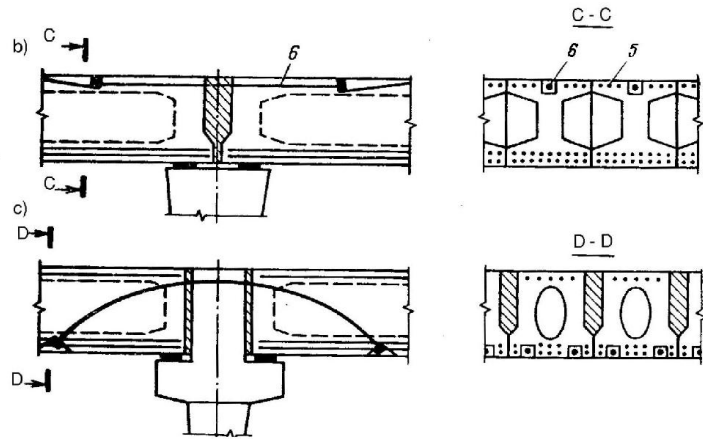
- Với mỗi nối sử dụng cốt thép thường như trên Hình 2.09 các khối lắp ghép có vai đỡ phía dưới (Hình 2.09. b), xà mũ được lắp ghép hoặc đổ bê tông sau khi thi công các cột trụ (Hình 2.08. b). Tại vị trí các mối nối cùng với cốt thép thường có thể bố trí cốt thép cường độ cao (Hình 2.10), các bó cốt thép được căng sau và neo vào biên trên hoặc biên dưới với loại mối nối trên trụ (Hình 2.10. b, c).
- Kết cấu bản lắp ghép dầm đơn giản nhịp từ 6-12m đã được áp dụng nhiều cho các cầu nằm trong đường thẳng và cầu nằm trong bán kính vừa, lớn và cũng được áp dụng vào cầu dẫn, cầu vượt. Nhược điểm cơ bản của cầu bản lắp ghép là cấu tạo mối nối chưa thật tốt, dễ gây nứt dọc theo phương dọc theo khe nối lắp ghép, ngoài ra khó áp dụng cho các cầu có bán kính cong nhỏ.



Hình 2.09: Cấu tạo mối nối trên trụ sử dụng cốt thép thường

1-Phân tổ lắp ghép; 2-Mối hàn thanh cốt thép; 3-Bê tông hoặc vữa đổ tại chỗ;  
 4-Trụ tạm; 5-Trụ; 6-Vòng cốt thép mối nối; 7-Xà mũ lắp ghép



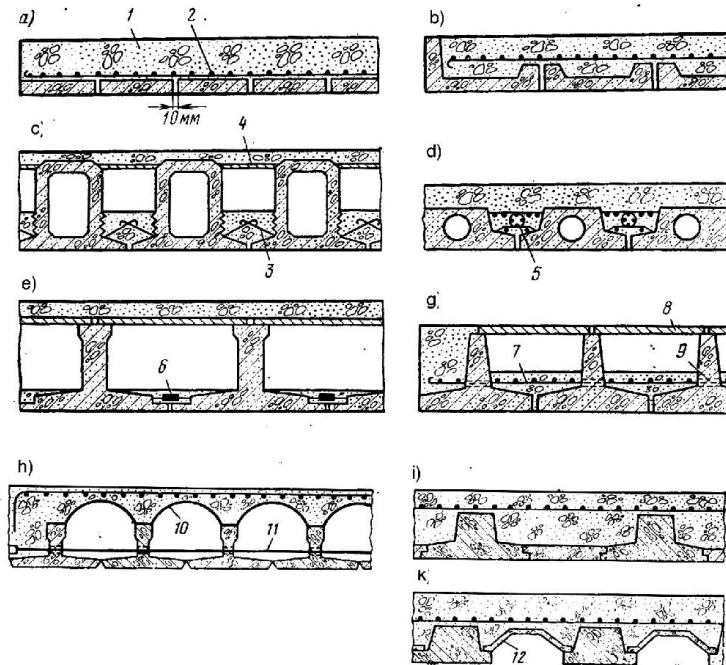


Hình 2.10: Bố trí cốt thép cường độ cao tại mối nối trên phương dọc

**b. Kết cấu nhịp bán bán lắp ghép[07]**

Kết cấu nhịp bán lắp ghép được chia làm hai phần như sau:

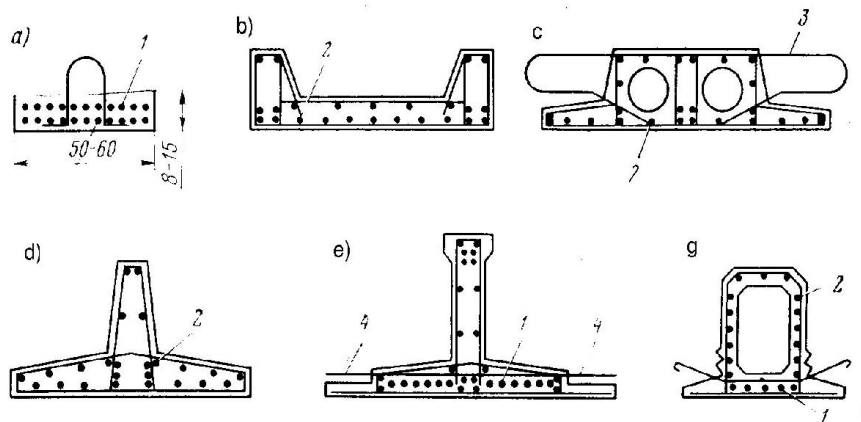
- Phần 1: Có dạng các tấm bản, bản có sườn hoặc các dầm hộp được chế tạo tại các nhà máy. Các tấm này được chuyên chở đến hiện trường và lắp đặt lên nhịp như một bộ phận chịu lực của bản, đồng thời cũng có tác dụng như một dàn giáo ván khuôn. Các dạng mặt cắt này của bản xem Hình 2.11.



Hình 2.11: Các dạng mặt cắt ngang kết cấu nhịp bản bán lắp ghép

(1-Bê tông đổ tại chỗ; 2-Lưới cốt thép; 3-Cốt chèn liên kết ngang; 4-Bản BTCT ván khuôn; 5-Cốt thép dọc mỗi nối; 6-Mối hàn cốt thép liên kết ngang; 7-Cốt thép thanh luồn qua lỗ tạo trực trong phân tổ lắp ghép; 8-Bản lắp ghép; 9-Lỗ luồn cốt thép; 10-Ván khuôn thép để lại trong kết cấu; 11-Cốt thép cường độ cao căng ngang; 12-Ván khuôn BTCT)

- Phần 2: Cùng với phần 1 có thể có kết cấu bản đặc (Hình 2.11 a, b, i, k) hoặc tạo thành kết cấu bản rỗng (Hình 2.11 c, d, e, g, h).



Hình 2.12: Mặt cắt ngang phần đúc sẵn của kết cấu nhịp bản bán lắp ghép

- Kết cấu nhịp bán lắp ghép được dùng nhiều trong cầu vượt, cầu dẫn, cầu cạn do có những ưu điểm sau:
  - o Tính định hình cao.
  - o Giảm thời gian thi công và giá thành xây dựng.
  - o Mỗi nhịp đơn giản và độ tin cậy cao làm việc không gian tốt.
  - o Dễ áp dụng cho cầu cong R vừa và lớn, cầu chéo, dễ liên tục hoá kết cấu.

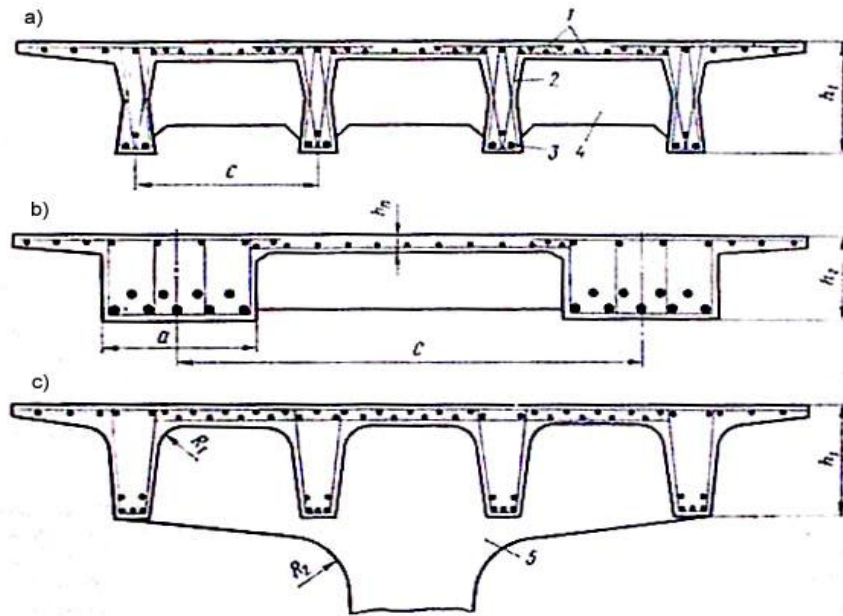
### **2.2.2. Kết cấu nhịp dầm bê tông cốt thép**

- Đối với các nhịp lớn (30-42m) đặc biệt là ở các cầu dẫn, cầu cạn khi trụ cao thì cũng áp dụng hệ dầm để nâng cao các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của toàn hệ thống công trình cầu.

#### **2.2.2.1. Kết cấu nhịp dầm bê tông cốt thép đổ tại chỗ**

- Kết cấu dầm bê tông cốt thép đổ toàn khối có thể được nghiên cứu áp dụng trên những đoạn cong có bán kính nhỏ khi đó các dầm chủ có thể cấu tạo cong. Cốt thép chịu lực trong kết cấu dầm cong thường là cốt thép thường để tránh mất ổn định ngang khi căng cốt thép.
- Trên hình 2.13 giới thiệu một số dạng mặt cắt ngang của dầm bê tông cốt thép đổ toàn khối dùng cho cầu cạn, cầu dẫn.
- Nhược điểm cơ bản của hệ dầm bê tông cốt thép thường là chiều cao kiến trúc lớn, thi công phức tạp, tính thẩm mỹ thấp nên rất ít được sử dụng trong nút giao thông đô thị nhất là các cầu cong trong nút giao cần yêu cầu cao về thẩm mỹ hiện nay.

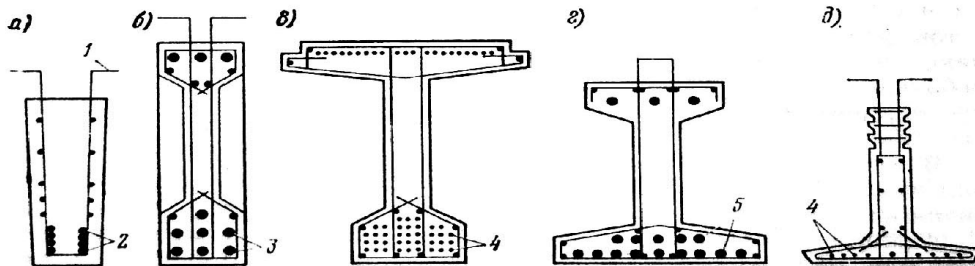
### 2.2.2.2. Kết cấu nhịp dầm bê tông cốt thép bán lắp ghép



Hình 2.13: Mặt cắt ngang kết cấu nhịp dầm đỡ tại chỗ

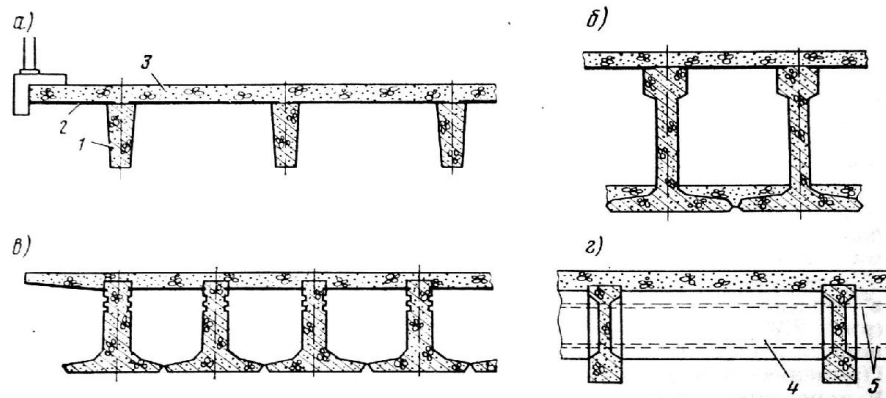
Kết cấu dầm bê tông cốt thép bán lắp ghép đã được áp dụng rất phổ biến trong các cầu dẫn, cầu cạn và cầu vượt nằm trong đường thẳng và đường cong bán kính lớn ở các nước trên thế giới. Kết cấu nhịp gồm hai phần chính sau:

- Phần lắp ghép có thể có dạng hình chữ nhật (Hình 2.14 b), hình chữ I (Hình 2.14 g), hình chữ T (Hình 2.14 c), hình chữ T ngược (Hình 2.14 d). Phần lắp ghép thường sử dụng BTCT dự ứng lực kéo trước chế tạo trong các xưởng chuyên nghiệp. Các khối lắp ghép được chở tới hiện trường và dùng các biện pháp cầu lắp quen thuộc đặt dầm lên vị trí.
- Phần đổ toàn khối là các dầm ngang liên kết với các khối lắp ghép và bản mặt cầu.
- Kết cấu bán lắp ghép có ưu điểm là rất dễ tạo liên kết ngang các dầm chủ, tránh được các mối nối khá phức tạp và kém an toàn trong kết cấu lắp ghép.



Hình 2.14: Mặt cắt ngang phân tổ dầm lắp ghép

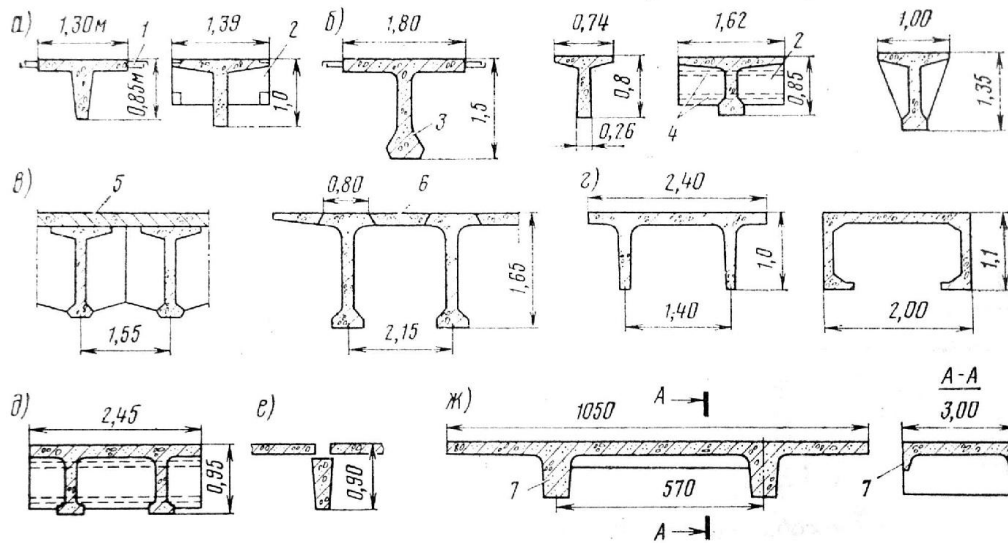
- Hình 2.15 thể hiện các mặt cắt ngang điển hình của kết cấu dầm bán lắp ghép áp dụng cho hệ cầu cạn, cầu vượt, cầu dẫn. [07]



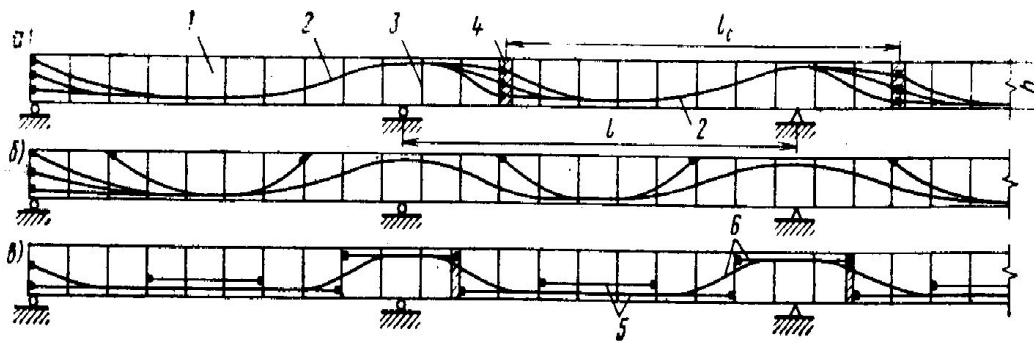
Hình 2.15: Mặt cắt ngang kết cấu nhịp dầm bán lắp ghép

### 2.2.2.3. Kết cấu nhịp dầm bê tông cốt thép lắp ghép

- Ngoài kết cấu đổ toàn khối và bán lắp ghép, kết cấu lắp ghép cũng thường được áp dụng. Với kết cấu giản đơn có thể áp dụng cho chiều dài nhịp  $l \leq 15-35\text{m}$  và  $l \leq 30-40\text{m}$  cho kết cấu nhịp liên tục. Chiều cao kết cấu nhịp  $h=(1/12-1/20)l$ , nhịp giản đơn và  $h=(1/15-1/25)l$ , nhịp liên tục. Các dạng mặt cắt ngang thể hiện trên hình 2.16.
- Với kết cấu có nhịp nhỏ, thông thường được phân khối theo phương dọc cầu. Tại công trường chỉ thực hiện mỗi nối ngang. Khi chiều dài nhịp lớn có thể kết hợp cả hai hình thức phân khối dọc và ngang cầu, kết cấu nhịp khi chế tạo được phân thành nhiều đốt, liên kết giữa các đốt thông qua cốt thép dọc cường độ cao căng sau. Các khối dầm được cẩu lắp vào vị trí và tiếp tục liên kết trên phương dọc (Hình 2.17), sau cùng thực hiện mỗi nối theo phương ngang.



Hình 2.16: Các dạng mặt cắt ngang kết cấu nhịp dầm BTCT lắp ghép



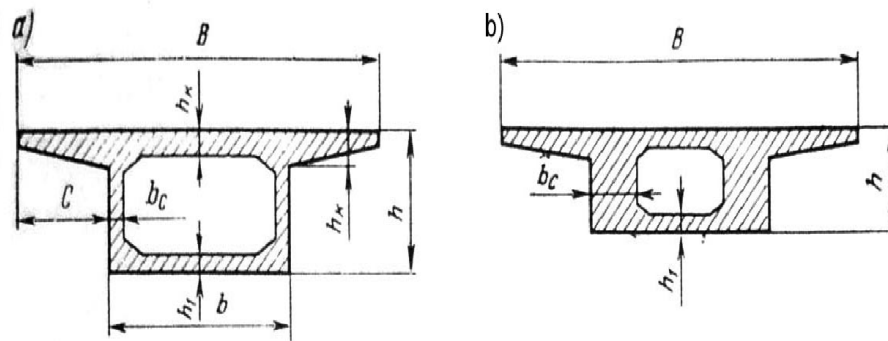
Hình 2.17: Bố trí cốt thép dọc và sơ đồ phân khối theo cả hai phương  
(1-Các khối lắp ghép; 2-Cốt thép UST; 3-Mối nối khô; 4-Mối nối ướt; 5-Cốt thép tạo lực nén khu vực giữa nhịp; 6-Cốt thép căng sau khi lắp ráp xong các khối)

- Mối nối ngang thực hiện bằng cách hàn nối cốt thép thường và đổ bê tông mối nối hoặc căng các bó cốt thép cường độ cao bố trí trong các lỗ tạo sẵn trong dầm ngang và bản mặt cầu.
- Kết cấu lắp ghép so với bán lắp ghép có tính toàn khối kém và thực hiện mối nối các dầm ngang tại hiện trường tương đối khó khăn.
- Nhược điểm cơ bản của hệ dầm là rất khó áp dụng cho cầu cong vì thế nếu dùng cho cầu cong thường vẫn phải dùng các dầm thẳng có chiều dài khác nhau xếp theo hình thang do đó nếu yêu cầu về thẩm mỹ cao thì không đạt yêu cầu. Ngoài ra, cầu tạo kết cấu nhịp cầu dầm không thuận tiện trong duy tu, bảo dưỡng và tính thẩm mỹ thấp nên ít được sử dụng cho cầu trong nút giao thông đô thị. [07]

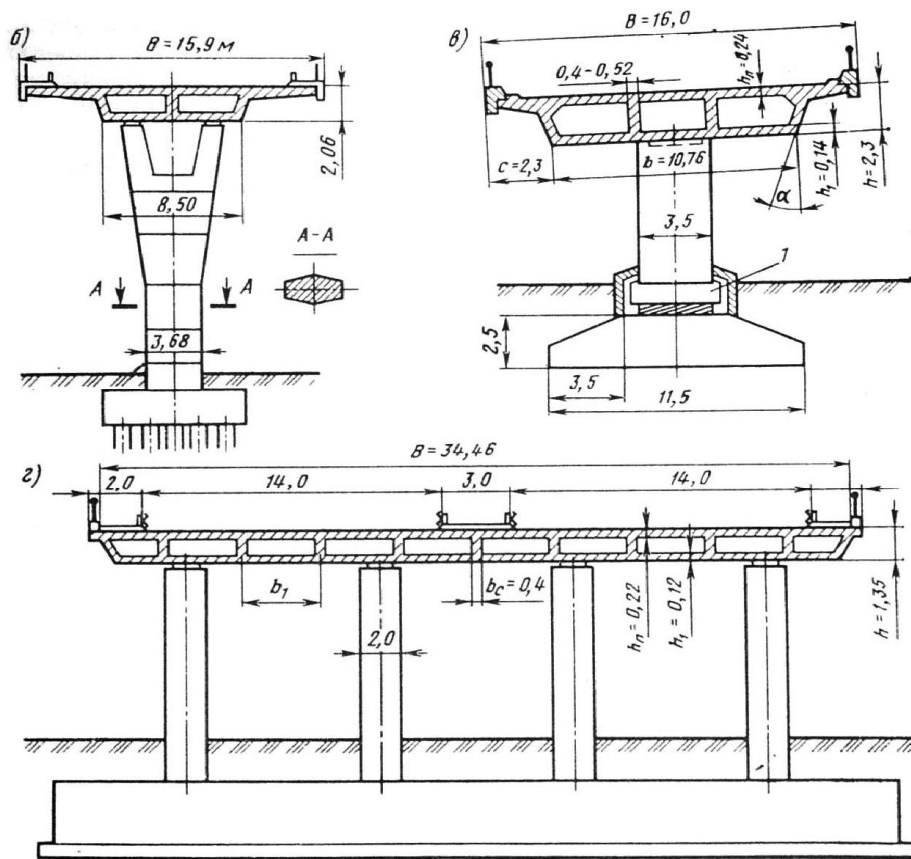
### 2.2.3. Kết cấu nhịp dầm hộp bê tông cốt thép

#### 2.2.3.1. Kết cấu nhịp dầm hộp bê tông cốt thép đỡ tại chỗ

- Kết cấu nhịp hình hộp bê tông cốt thép đỡ tại chỗ thường có sơ đồ liên tục và khung, có khả năng vượt nhịp 20-70m. Khi nhịp lớn hơn người ta có thể dùng giải pháp cầu dây văng dầm cứng hình hộp.
- Chiều cao kết cấu nhịp thường không đổi trên suốt chiều dài nhịp. Chiều rộng của hộp tùy thuộc vào khổ cầu và nằm trong khoảng 7-20m. Khi chiều rộng cầu rất lớn có thể bố trí kết cấu nhịp gồm nhiều hộp riêng biệt.
- Theo dạng của mặt cắt ngang kết cấu nhịp hình hộp có thể gặp loại một hộp (Hình 2.18) hoặc hộp có nhiều khoang (Hình 2.19). Mặt cắt ngang hình hộp nhiều sườn áp dụng khi chiều rộng  $B > 20\text{m}$  và khi tương quan giữa chiều cao và chiều rộng hộp  $h/B < 1/8-1/10$  thì điều kiện làm việc của kết cấu nhịp giống như kết cấu nhiều bản rộng. Với loại hộp đơn khoảng cách giữa các sườn cũng như chiều dài cánh mút thừa thường lấy bằng 4-7m. Các sườn hộp có thể cấu tạo thẳng hoặc nghiêng, với góc nghiêng khoảng  $30-40^\circ$ . Loại tiết diện có sườn nghiêng là một giải pháp hiệu quả để giảm kích thước trụ và tăng được tính thẩm mỹ.
- Chiều cao của loại hộp đơn  $h=(1/15-1/20)l$ ; chiều dày sườn đứng  $b_c=0.2$  đến  $0.5\text{m}$ ; chiều dày của bản dưới không nhỏ hơn  $0.12\text{m}$ , chiều dày bản xe chạy tùy thuộc vào khoảng cách giữa các sườn  $h=(1/12-1/15)b$ . Khi tăng chiều dày của các sườn đứng tới  $0.5-2\text{m}$  thì có thể giảm chiều cao hộp xuống đến  $h=(1/20-1/40)l$ , với hộp có nhiều sườn chiều cao tiết diện  $h=(1/25-1/30)l$ .

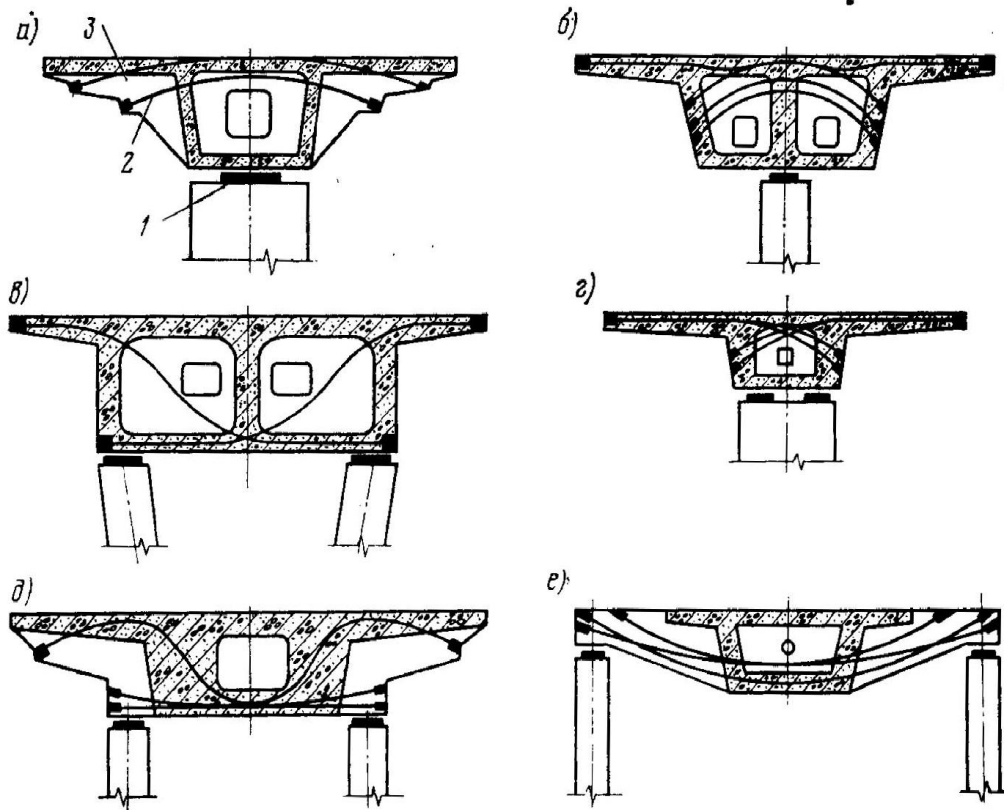


Hình 2.18: Các dạng mặt cắt ngang hình hộp của kết cấu nhịp đỡ tại chỗ



Hình 2.19: Mặt cắt ngang của dầm hộp nhiều khoang



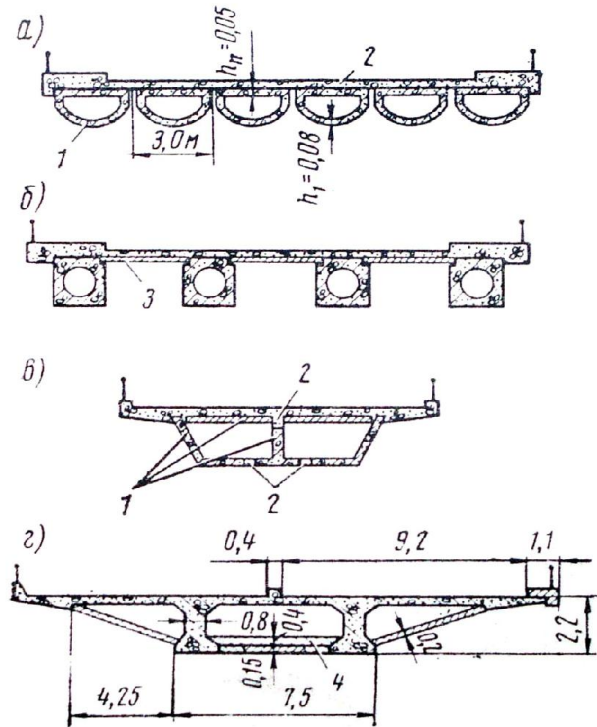


Hình 2.20: Sơ đồ bố trí cốt thép cường độ cao trong bản chắn ngang trên trụ  
 1-Gối cầu; 2-Bó cốt thép UST; 3-Bản chắn ngang trên trụ

- Trong kết cấu nhịp hình hộp phổ biến chỉ cầu tạo gối kê tại các đỉnh cột trụ, khi đó bản chắn ngang sẽ có vai trò chịu lực đáng kể trong việc đảm bảo khả năng chịu xoắn của tiết diện ngang. Trong các trường hợp này bản chắn ngang có thể được bố trí cốt thép cường độ cao trên phương ngang (Hình 2.20).
- Kết cấu hộp này được áp dụng cho đoạn cầu dẫn lên cầu Thanh Trì tại nút giao với đường Giải Phóng, nút giao Tam Trinh. Tuy nhiên trong nút giao thông đô thị ít được sử dụng vì yêu cầu nhịp ngắn. [07]

### 2.2.3.2. Kết cấu nhịp dầm hộp bê tông cốt thép bán lắp ghép

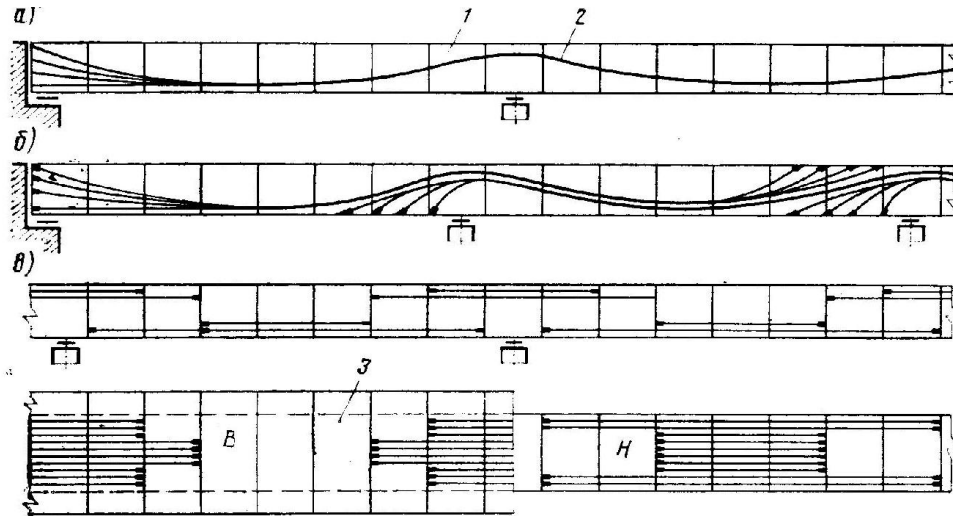
- Kết cấu nhịp hình hộp bê tông cốt thép bán lắp ghép có thể được cấu tạo từ các phân tử lắp ghép là các hình hộp độc lập, liên kết ngang giữa các hộp thông qua phần bản đường xe chạy bê tông cốt thép đổ tại chỗ tạo nên tiết diện ngang hoàn chỉnh. Phần bê tông đổ tại chỗ có thể đổ trực tiếp trên bề mặt các phân tử hình hộp (Hình 2.21 a) hoặc giữa các hộp gác bản bê tông mỏng 5-8 cm với nhiệm vụ làm ván khuôn (Hình 2.21 b). [07]



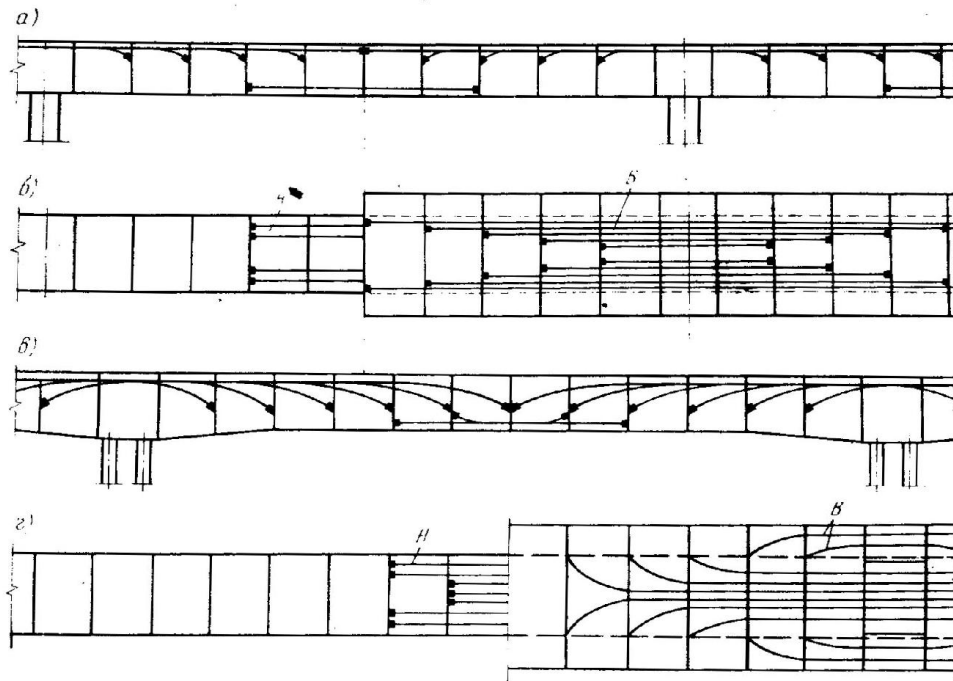
Hình 2.21: Các dạng mặt cắt ngang hình hộp BTCT bán lắp ghép  
 (1. Phân tổ hộp đúc sẵn ; 2. Bê tông đổ tại chỗ ; 3. Tấm bê tông lắp ghép;  
 4. Bê tông đổ tại chỗ sau khi đặt tấm đúc sẵn phía dưới)

### 2.2.3.3. Kết cấu nhịp dầm hộp bê tông cốt thép lắp ghép

- Kết cấu nhịp bê tông cốt thép hình hộp áp dụng hợp lý khi chiều dài nhịp khoảng 40m hoặc lớn hơn. Thông thường chiều rộng của hộp không nên vượt quá 20m~25m.
- Với kết cấu nhịp có chiều cao không đổi, chiều cao hộp  $h=(1/20-1/30)l$ . Trường hợp chiều cao kết cấu nhịp thay đổi theo chiều dài nhịp thì chiều cao tiết diện giữa nhịp  $h=(1/30-1/50)l$ , tại tiết diện gối  $H=(2-3)h$ .
- Khác với kết cấu nhịp hình hộp đúc tại chỗ, hộp lắp ghép thường có hình thức cấu tạo đơn giản hơn để tiện lợi trong việc chế tạo và lắp ráp.



Hình 2.22: Bố trí cốt thép UST trong kết cấu nhịp tiết diện hình hộp lắp ghép

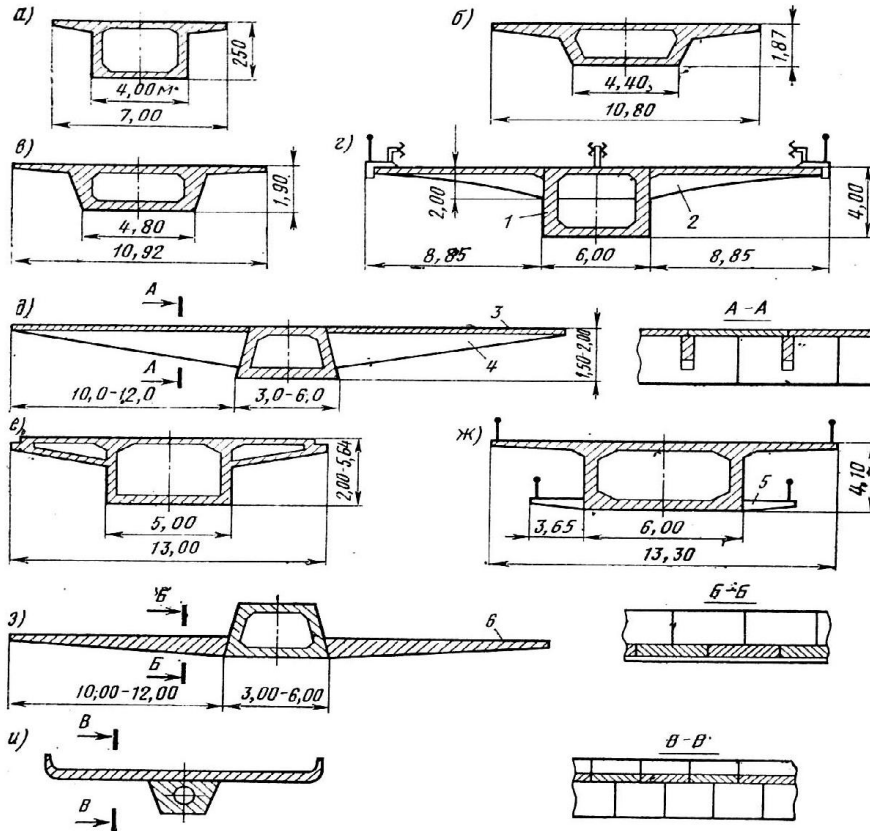


Hình 2.23: Bố trí cốt thép UST trong kết cấu nhịp tiết diện hộp thi công hẫng

- Kết cấu nhịp được phân khối theo phương dọc cầu, chiều dài các khối lắp xác định trên cơ sở khả năng của phương tiện cầu lắp. Cốt thép dọc sử dụng các bó cốt thép cường độ cao căng sau. Cách bố trí cốt thép phụ thuộc rất nhiều vào phương pháp thi công. Khi các khối lắp ghép được lắp ráp trên giàn dáo có thể bố trí cốt thép dạng các bó lớn chạy suốt chiều dài kết cấu nhịp trong các lỗ tạo sẵn trong sườn hộp, tuy nhiên cách bố trí cốt thép này ít được áp dụng vì rất khó khăn trong quá

trình thi công. Vì vậy cốt thép thường được bố trí trong từng phạm vi riêng biệt bằng các bó cốt thép thẳng hoặc cong (Hình 2.22).

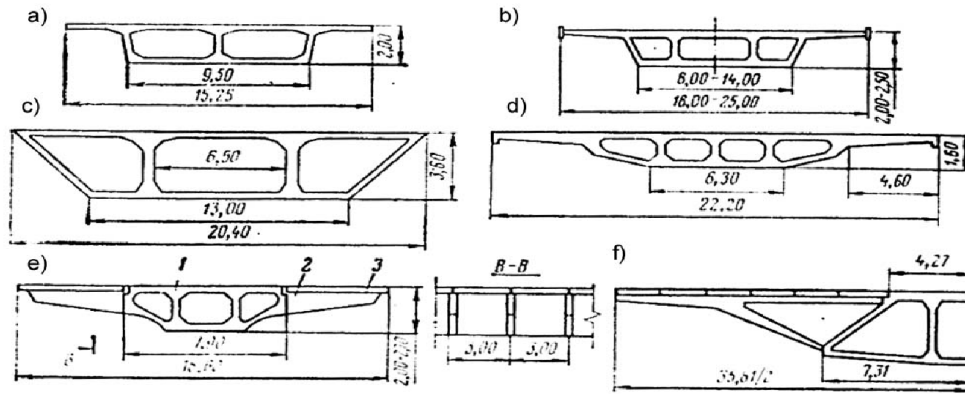
- Với kết cấu nhịp liên tục hoặc khung thi công theo phương pháp hẫng cốt thép chịu lực chủ yếu bố trí ở biên trên trong các rãnh hở trên mặt bản hoặc trong các lỗ đặt sẵn trong bản (Hình 2.23).



Hình 2.24: Các tiết diện ngang hình hộp lắp ghép

- Mặt cắt ngang hộp tùy thuộc vào chiều rộng kết cấu nhịp, chiều dài nhịp, phương pháp thi công và đặc điểm kiến trúc của công trình. Phổ biến nhất là kết cấu hộp đơn với chiều rộng cánh trên tới 15-18m. Sườn hộp có thể thẳng hoặc nghiêng (Hình 2.23). Khoảng cách giữa các sườn trong khoảng 4-6m. Chiều dày sườn dầm thường làm không đổi, tuy nhiên cũng có trường hợp sườn dầm cấu tạo thay đổi chiều dày (Hình 2.23 b).
- Để cải thiện điều kiện làm việc của kết cấu nhịp hình hộp người ta cấu tạo các bản chắn ngang. Khoảng cách giữa các bản chắn ngang không nên vượt quá chiều rộng của hộp. Khi chiều rộng kết cấu nhịp lớn tới 20-25m các cánh công xôn có sườn có thể được chế tạo riêng và liên kết với hộp khi lắp ráp trên công trường. Khi chiều rộng cầu hẹp hơn, điều kiện cấu lắp vận chuyển cho phép thì cánh công xôn có thể được chế tạo liền với hộp (Hình 2.24 a, b, c).

- Kết cấu nhịp hình hộp lắp ghép còn sử dụng các dạng hộp có nhiều sườn đứng, chia hộp thành nhiều khoang (Hình 2.25). Việc cấu tạo thêm các sườn đứng sẽ làm cho công tác chế tạo phức tạp hơn, tuy nhiên sự có mặt của các sườn đứng cải thiện đáng kể điều kiện chịu lực của hộp. Các sườn đứng tham gia chịu uốn đồng thời tăng khả năng chống xoắn cho tiết diện.
- Thông thường với tiết diện hộp có nhiều vách ngăn thì tường đứng ngoài được bố trí nghiêng để giảm kích thước trụ đồng thời tạo dáng vẻ đẹp. [07]



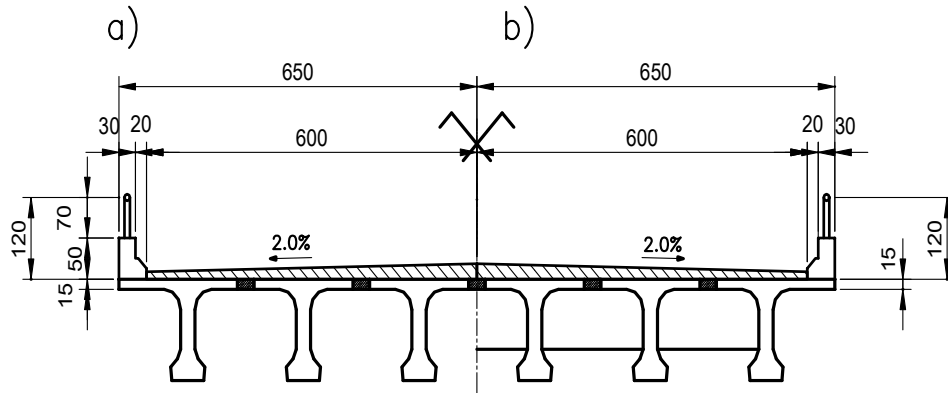
Hình 2.25: Các dạng tiết diện ngang hình hộp có nhiều khoang

### 2.3. Các dạng kết cấu nhịp cầu vượt ở Việt Nam

- ở nước ta hệ thống cầu cong chưa phát triển, số lượng rất ít. Kết cấu cầu vượt, cầu cạn không có sự khác biệt đáng kể so với các hệ cầu vượt sông thông thường. Tổng kết các công trình cầu cạn, cầu vượt đã được xây dựng ở Việt Nam chúng ta thấy có một số dạng chủ yếu như sau.

#### 2.3.1. Kết cấu nhịp dầm bê tông cốt thép lắp ghép tiết diện chữ T

- Cầu dẫn Thăng Long là công trình áp dụng dầm bê tông cốt thép dự ứng lực có nhịp lớn nhất đầu tiên ở Việt nam (nhịp 33m) với sự giúp đỡ của Liên Xô. Với công nghệ chế tạo dầm ở công trình Thăng Long chúng ta đã chế tạo và áp dụng cho hàng loạt các công trình sau đó.
- Kết cấu nhịp dẫn cầu Thăng Long nằm trên đường cong, mặt cắt ngang được lắp ghép từ các dầm bê tông cốt thép dự ứng lực thẳng tiết diện chữ T có chiều cao không đổi ( $h=150\text{cm}$ ), khoảng cách giữa các dầm bằng 210cm. Trên phương ngang các dầm được liên kết với nhau bằng mối nối bê tông trên cánh bản.

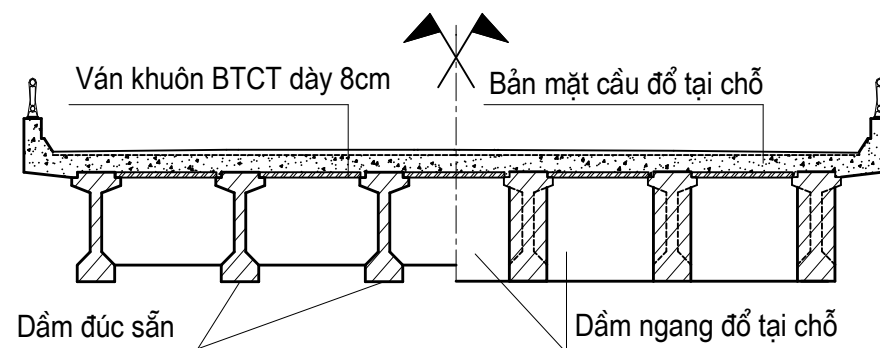


Hình 2.26: Mặt cắt ngang kết cấu nhịp lắp ghép tiết diện chữ T  
(a. Không dầm ngang; b. Có dầm ngang)

- Cầu cạn nhà ga T1 sân bay Nội Bài được xây dựng phục vụ cho các phương tiện giao thông đi lên tầng 2 của nhà ga. Trên mặt bằng cầu nằm trên đường cong. Cầu được thiết kế với sơ đồ nhịp giản đơn, cầu chéo, các dầm có trục thẳng và chiều dài các dầm khác nhau trong nhịp. Dầm bê tông cốt thép dự ứng lực căng sau, tiết diện T, đầu dầm cắt khác để giảm chiều cao kết cấu tại vị trí kê trên trụ. Bên cạnh đó, còn rất nhiều cầu sử dụng dầm tiết diện chữ T, đầu dầm được cắt khác như cầu Phú Thị, cầu Quán Gỏi vượt QL5 và đường sắt Hà Nội-Hải Phòng. [09]

### 2.3.2. Kết cấu nhịp dầm bê tông cốt thép bán lắp ghép tiết diện chữ I

- Dạng kết cấu này đã được sử dụng cho cầu Như Quỳnh trên QL5 vượt qua đường sắt tuyến Hà Nội-Hải Phòng, cầu trên đường dẫn đầu cầu Thanh Trì phía Gia Lâm vượt qua QL5 và đường sắt Hà Nội-Hải Phòng, cầu vượt Hàm Rồng (Thanh Hoá), cầu Rẽ (Hà Tây) nằm trên QL1 vượt qua đường sắt Bắc-Nam và một số cầu khác.



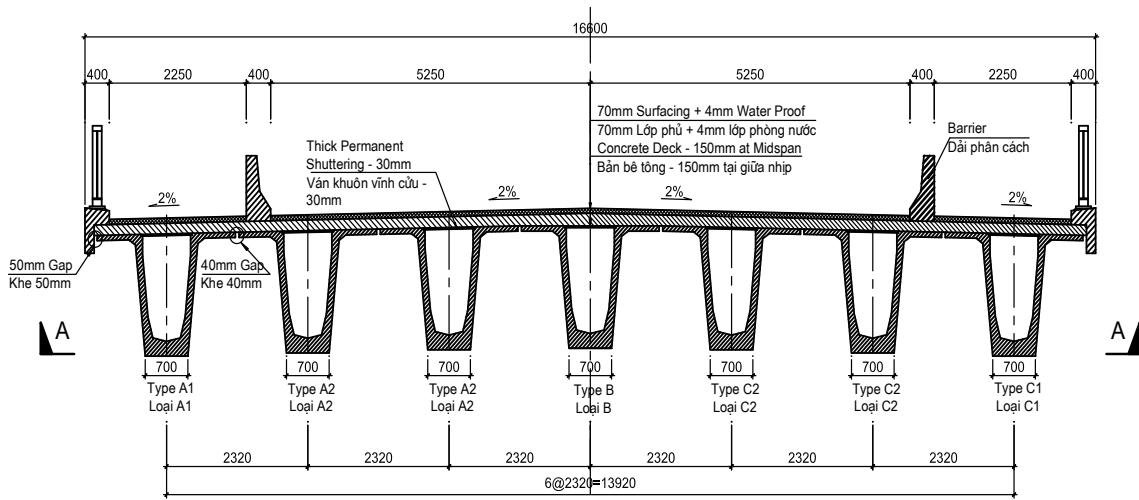
Hình 2.27. Mặt cắt ngang kết cấu nhịp bán lắp ghép tiết diện chữ I

- Phân tổ lắp ghép bằng bê tông cốt thép dự ứng lực căng sau, tiết diện chữ I, chiều cao không đổi theo phương dọc cầu. Sau khi lắp dầm chữ I vào vị trí, lắp ván khuôn bằng các tấm đan bê tông cốt thép và đổ bê tông mặt cầu (Hình 2.27). Để liên tục hoá phần đường xe chạy có thể sử dụng bản liên tục nhiệt hoặc nối liên tục

trở thành dạng kết cấu bán liên tục như cầu vượt nút giao Tân Tạo, thành phố Hồ Chí Minh. [09]

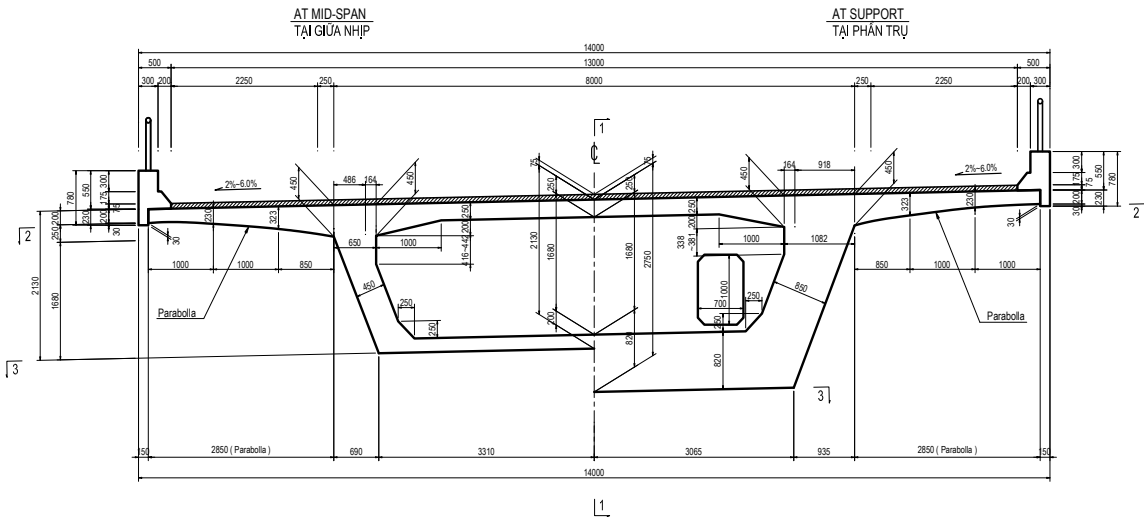
### 2.3.3. Kết cấu nhịp dầm bê tông cốt thép Super T

- Kết cấu này được dùng cho cầu dẫn Mỹ Thuận bắc qua sông Tiền. Dầm đúc sẵn có dạng hình máng, cốt thép cường độ cao căng trước bố trí rải đều trong bản đáy. Lắp dầm đúc sẵn vào vị trí, đặt ván khuôn bằng tấm đan bê tông cốt thép và tiến hành đổ bê tông bản mặt cầu. Chiều cao tiết diện cầu không thay đổi theo phương dọc cầu, đầu dầm cắt khắc trong đoạn kê trên xà mũ (Hình 2.28). [09]



Hình 2.28. Mặt cắt ngang kết cấu nhịp bán lắp ghép tiết diện Super T

### 2.3.4. Kết cấu nhịp dầm hộp bê tông cốt thép đúc tại chỗ



Hình 2.29: Kết cấu nhịp hình hộp đổ tại chỗ (nhịp cong cầu Trà Khúc)

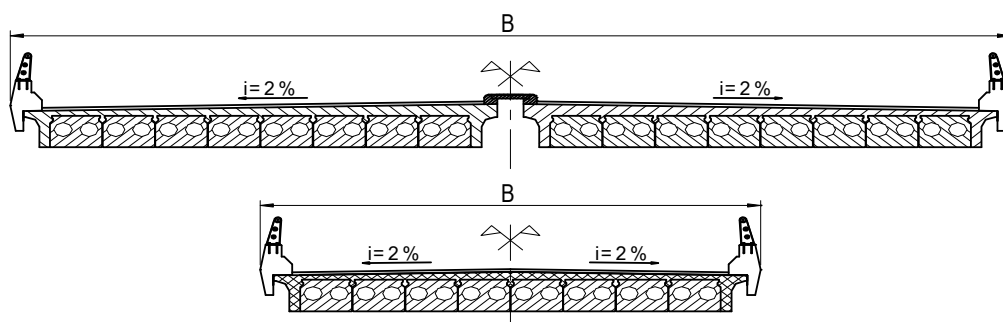
- Cầu dẫn phía nam của cầu Trà khúc là cầu cong liên tục bán kính  $R=200m$  bố trí theo sơ đồ:  $48m+2x55m+48m$ , có một trụ khung. Chiều rộng của cầu 14m, siêu

cao 2%-6%, tiết diện hình hộp đơn, chiều cao dầm thay đổi từ 2130 đến 2750 mm (Hình 2.29).

- Bên cạnh đó còn một số công trình cầu dầm dầm hộp giản đơn đúc tại chỗ như cầu Linh Đàm trên đường Vành đai III vượt qua đường Giải Phóng và đường sắt Bắc Nam, cầu Vĩnh Tuy vượt qua đường Nguyễn Khoái. [09]

### 2.3.5. Kết cấu nhịp dầm bản giản đơn bê tông cốt thép lắp ghép

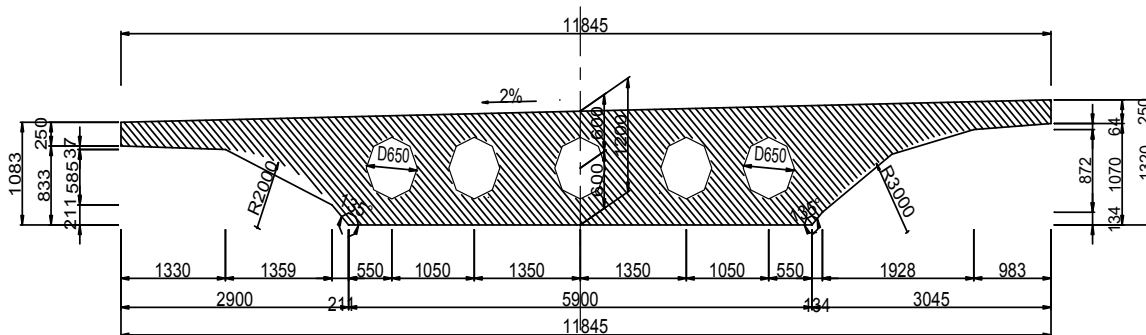
- Kết cấu này được dùng rộng rãi và phổ biến ở nước ta hiện nay cho các công trình cầu vượt đường dân sinh như dự án cầu trên đường Đại lộ Thăng Long, dự án đường cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ, Cầu Giẽ - Ninh Bình, Mai Dịch - Nội Bài... với chiều dài nhịp vượt từ 9m đến 12m (Hình 2.30).



Hình 2.30: Kết cấu nhịp bản giản đơn BTCT lắp ghép

### 2.3.6. Kết cấu nhịp dầm bản rộng bê tông cốt thép liên tục đúc tại chỗ

- Đây là dạng kết cấu hiện nay đang được sử dụng nhiều cho cầu vượt trong các đô thị như cầu vượt Mai Dịch, cầu vượt Ngã Tư Vọng, cầu cong vượt QL5 và đường sắt Hà Nội-Hải Phòng trên đường dẫn đầu cầu Vĩnh Tuy, một số cầu vượt trên đường Đại lộ Thăng Long ... có tiết diện ngang là bản bê tông cốt thép dự ứng lực có lỗ rỗng, đổ tại chỗ (Hình 2.31).



Hình 2.31: Kết cấu nhịp bản có lỗ (Cầu Mai Dịch)

### 2.3.7. Kết cấu nhịp cầu Extrados

- Tại những nút giao rất rộng cần vượt khẩu độ lớn (ví dụ ngã 4, ngã 5, ngã 6), phần không gian bên dưới cầu vượt cần tận dụng để bố trí các công trình công cộng. Do



phần cầu vượt chính và cầu dẫn có ràng buộc nhau, nên bố trí cầu extrados một trụ tháp, hoặc hai trụ tháp để tạo nhịp chính đủ dài để nối tiếp vào đoạn cầu dẫn của tuyến đi trên.

- Cầu Extrados có thể vượt khẩu độ lớn tuy nhiên trụ tháp thường cao và công nghệ thi công phức tạp nên ít được áp dụng cho các nút giao thông trong đô thị trừ trường hợp có yêu cầu lớn về chiều dài nhịp (Hình 2.32). [09]



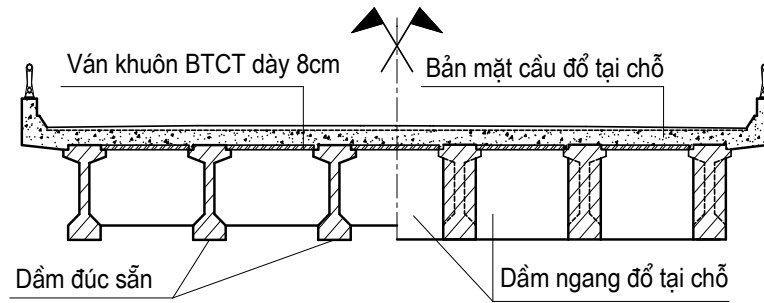
Hình 2.32: Kết cấu nhịp cầu Extrados (Cầu vượt Ngã Tư Sở)

#### 2.4. Phân tích, lựa chọn các dạng kết cấu nhịp trong nút giao đô thị

- Qua những tổng hợp và phân tích các hệ cầu cạn, cầu vượt, cầu cong đã và đang được áp dụng trên thế giới cũng như ở Việt nam, tác giả kiến nghị một số dạng kết cấu có thể áp dụng phù hợp với điều kiện kinh tế kỹ thuật và công nghệ thi công ở nước ta hiện nay.
- Những kết cấu được đề nghị dựa trên cơ sở đảm bảo các nguyên tắc cơ bản sau đây:
  - o Chiều cao kiến trúc nhỏ
  - o Đảm bảo yêu cầu thẩm mỹ
  - o Chiếm ít không gian dưới cầu
  - o Phù hợp với trình độ và thiết bị công nghệ thi công ở nước ta.
  - o Đáp ứng các yếu tố hình học của tuyến (cong, chéo...) trên mặt bằng cũng như trong không gian.

##### 2.4.1. Kết cấu nhịp dầm I bán lắp ghép

Dầm bán lắp ghép UST tiết diện I với phần bản mặt cầu đổ tại chỗ có ưu điểm giảm trọng lượng khối lắp ghép, do vậy công tác vận chuyển lao lắp thuận lợi hơn so với dầm chữ T. Nhược điểm phân đồ tại chỗ nhiều, thời gian thi công lâu hơn. Sơ đồ cấu tạo mặt cắt ngang kết cấu xem trên (Hình 2.33). Công nghệ chế tạo lao lắp kết cấu loại này cũng khá quen thuộc đối với nước ta, loại này chỉ nên áp dụng cho cầu thẳng và cầu cong bán kính lớn.



Hình 2.33. Mặt cắt ngang kết cấu nhịp bán lắp ghép tiết diện chữ I

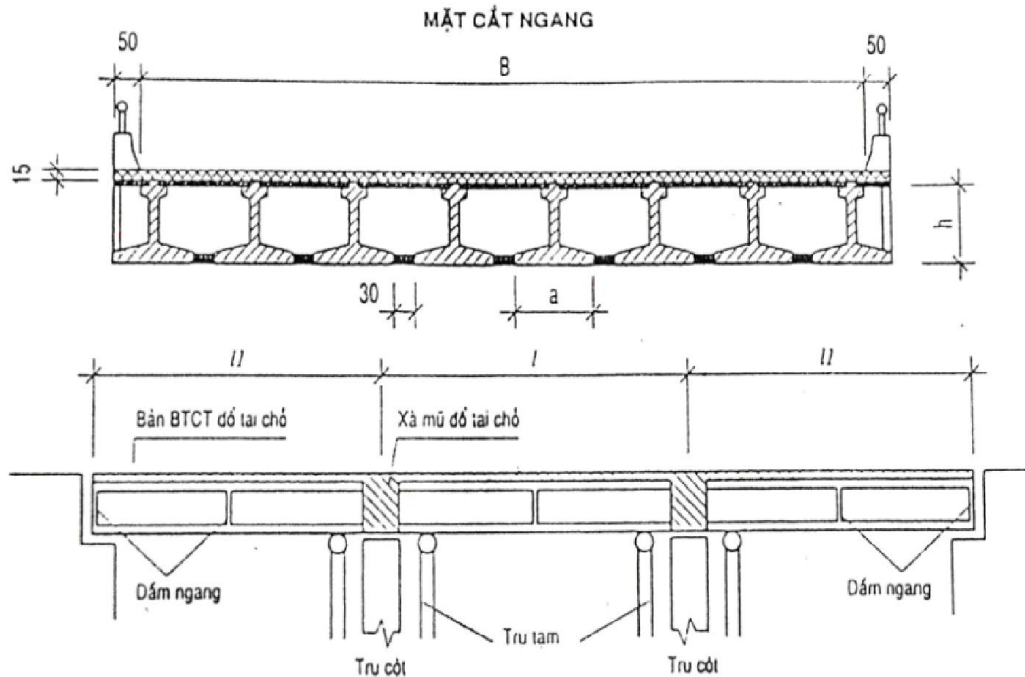
### 2.4.2. Kết cấu nhịp dầm T ngược bán lắp ghép

Dầm lắp ghép có tiết diện dạng chữ T ngược, chiều cao tiết diện không đổi theo phương dọc cầu

Dầm đúc sẵn bằng bê tông cốt thép ứng suất trước, lắp đặt dầm vào vị trí sau đó lắp dựng ván khuôn bố trí cốt thép đổ bê tông bản. Kết cấu nhịp trong giai đoạn thi công là những nhịp giản đơn, sau đó thực hiện mỗi nối liên tục hoá trên trụ. Với kết cấu này có thể áp dụng cho các cầu nằm trên đường thẳng, đường cong có bán kính lớn và cầu chéo.

Trên (Hình 2.34) thể hiện nguyên tắc cấu tạo của loại kết cấu nhịp này. Một số kích thước cơ bản  $L = 12, 15, 18, 21, 24, 33, 42\text{m}$ ,  $h = (1/20 - 1/24)l$ , khoảng cách dầm:  $a = 1,5 - 2,5\text{m}$ .

### 2.4.3. Kết cấu nhịp dầm bản bê tông cốt thép

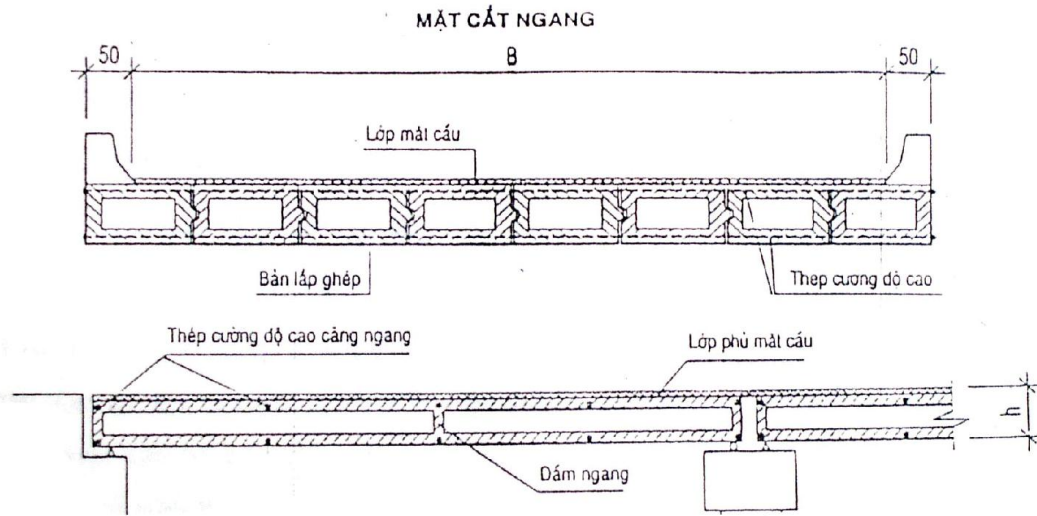


Hình 2.34: Sơ đồ kết cấu nhịp bán lắp ghép tiết diện chữ T ngược

### 2.4.3.1. Dầm bản bê tông cốt thép lắp ghép

Kết cấu nhịp được lắp ghép từ những bản hộp đúc sẵn bê tông cốt thép ứng suất trước. Cốt thép ứng suất trước có thể có dạng dây đàn hoặc các tao cốt thép bố trí trong các cánh của hình hộp.

Liên kết ngang giữa các khối lắp ghép thực hiện bằng các bó cáp căng ngang hoặc thép thanh cường độ cao. Cốt thép căng ngang được luồn qua các lỗ tạo sẵn trong các bản chắn ngang tại một số vị trí như giữa nhịp, gối và một phần tư dầm (Hình 2.35).



Hình 2.35: Sơ đồ kết cấu nhịp bản hộp lắp ghép

Kết cấu kiểu này dùng cho cầu thẳng, cầu chéo đặc biệt thuận lợi khi bố trí trên đường cong bán kính lớn nhưng cầu tạo các sườn hộp thẳng.

Các kích thước cơ bản:

- Chiều dài nhịp nên chọn:  $L = 9, 12, 15, 18, 21, 24, 25\text{m}$ .
- Chiều cao dầm:  $h = (1/24 - 1/28)L$ .
- Khoảng cách dầm:  $a = 1,0 - 1,5\text{m}$  [09]

### 2.4.3.2. Dầm bản bê tông cốt thép đổ tại chỗ

Với kết cấu này ta nên dùng cho những công trình cầu cong, cầu thẳng, đặc biệt là các công cầu có hình dạng phức tạp.

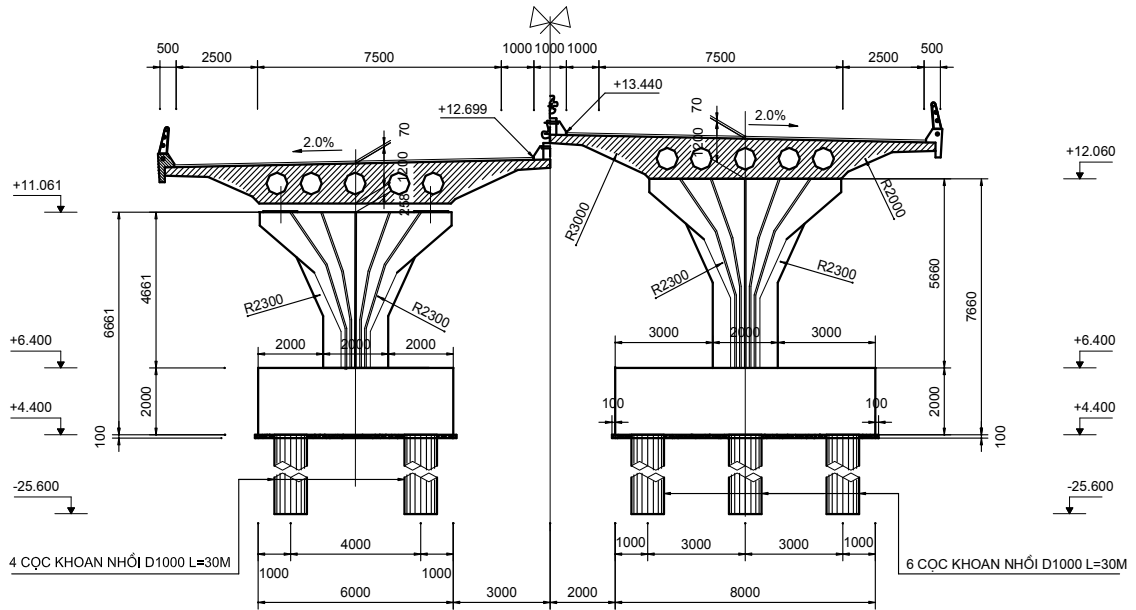
Kết cấu nhịp có thể dùng nhịp đơn giản hay liên tục, các lỗ rỗng trong bản ta dùng ván khuôn chét như tôn tấm, ống nhựa hoặc ống xốp tùy thuộc vào đường kính lỗ rỗng (Hình 2.36)

Ưu điểm là do kết cấu đổ tại chỗ tính toán khối lớn, có thể tạo dáng bất kỳ với bán kính đường cong của tuyến đường. Công tác ván khuôn, đổ bê tông, cốt thép khá thuận

lợi. Chiều cao kiến trúc nhỏ và có độ cứng ngang lớn phù hợp với cầu cong. Hình dáng kiến trúc đẹp.

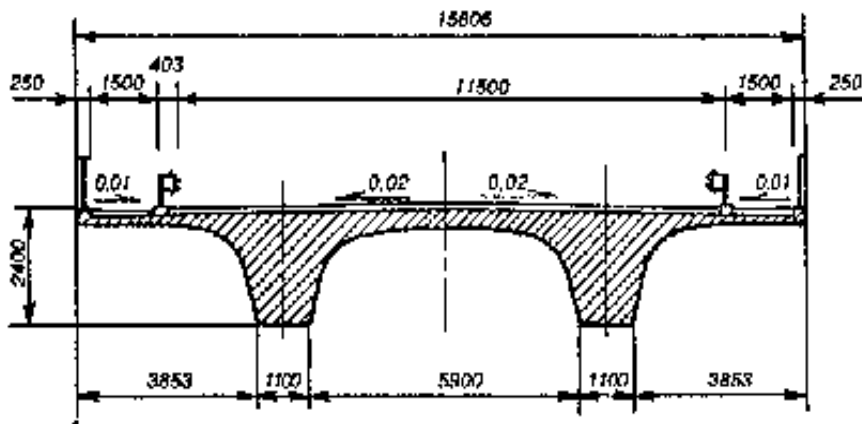
Các kích thước cơ bản:

- Chiều dài nhịp nên chọn:  $L = 12, 15, 18, 21, 24, 25, 27, 30, 33, 35, 36$  m.
- Chiều cao dầm:  $h = (1/25 - 1/27)L$ .

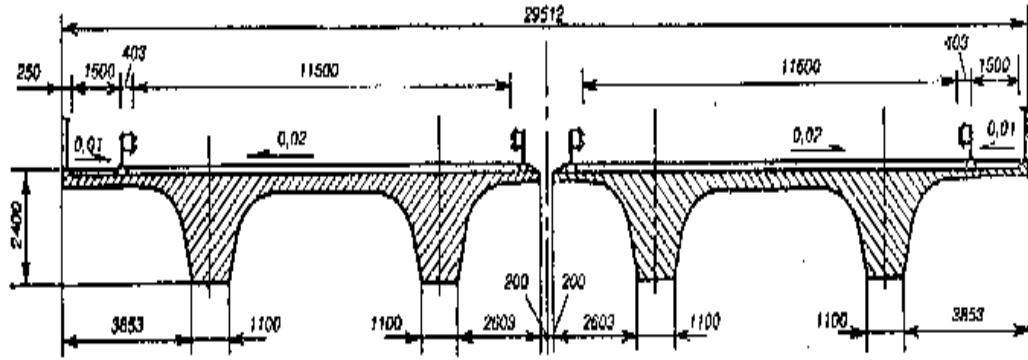


Hình 2.36: Sơ đồ kết cấu nhịp dầm bản đổ tại chỗ

Đối với các bản có lỗ rỗng, việc chế tạo ván khuôn phức tạp và bê tông xung quanh lỗ thường kém chất lượng. Để khắc phục nhược điểm này và khi chiều dài nhịp lớn kiến nghị dùng kết cấu bản-sườn (Hình 2.37, Hình 2.38). Loại kết cấu này cũng có ưu điểm tương tự như là kết cấu bản, song hình dáng lại thanh mảnh hơn.



Hình 2.37: Mặt cắt ngang dạng bản sườn không có giải phân cách



Hình 2.38: Mặt cắt ngang dạng bản sườn có giải phân cách

#### 2.4.4. Kết cấu nhịp dầm hộp bê tông cốt thép

Kết cấu nhịp hình hộp được áp dụng rất phổ biến trên thế giới khi xây dựng cầu thẳng, cầu cong nhịp lớn với bán kính cong vừa và lớn.

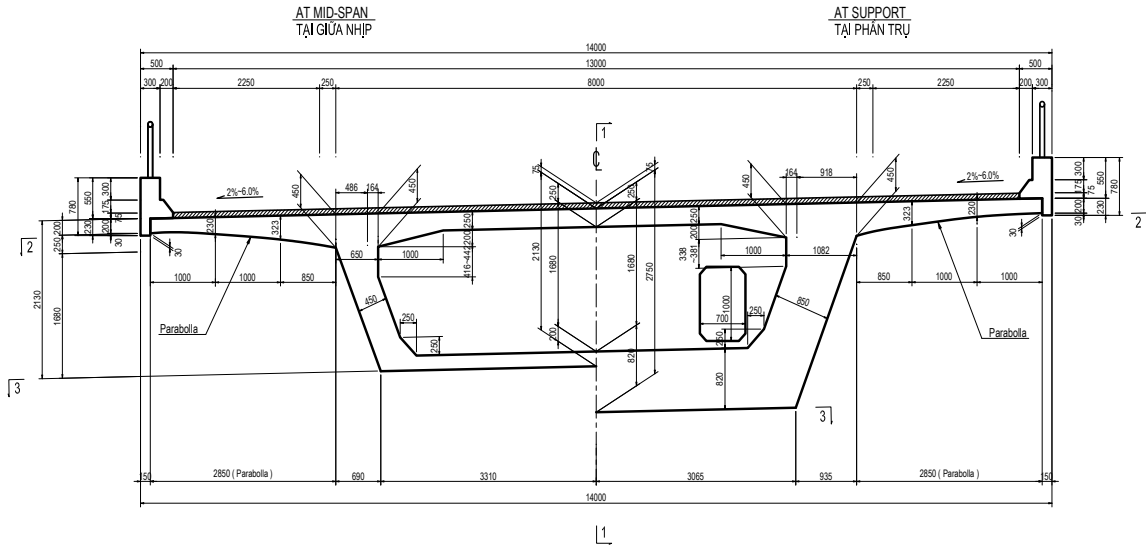
Dầm hộp có thể dùng dạng dầm liên tục tiết diện thay đổi theo phương dọc cầu. Phương pháp thi công đúc hẫng, lắp hẫng, đổ tại chỗ hoặc dầm hộp có tiết diện không thay đổi theo phương dọc cầu, thi công bằng công nghệ đúc đẩy hoặc đổ tại chỗ.

Mặt cắt ngang có thể có dạng hộp đơn hoặc hộp có nhiều ngăn, sườn hộp có thể đứng hoặc xiên (Hình 2.39).

Các kích thước cơ bản khi sử dụng tiết diện dầm hộp:

- Loại kết cấu tiết diện thay đổi theo dọc cầu có chiều cao giữa nhịp  $h=(1/30-1/40)l$  và chiều cao dầm tại gối là  $H=(1/15-1/20)l$ .
- Sườn dầm từ 0.2-0.5m
- Bản đáy dày  $\geq 20$ cm
- Bản mặt cầu tùy thuộc vào kết cấu dầm nhưng  $\geq 20$ cm
- Chiều dài nhịp  $L=20-70$ m.

Trong đô thị nước ta hiện nay, cầu dầm hộp được sử dụng tại nút giao vượt cầu Linh Đàm và đường Giải Phóng, cầu vượt Tam Trinh trên đường vành đai III, cầu vượt đường dẫn đầu cầu phía Hà Nội và phía Quốc lộ 5 của dự án cầu Vĩnh Tuy vượt đường Nguyễn Khoái, Quốc lộ 5.



Hình 2.39: Kết cấu nhịp hình hộp đổ tại chỗ (nhịp cong cầu Trà Khúc)

## 2.5. Phân tích, lựa chọn giải pháp thi công kết cấu nhịp cầu vượt trong đô thị

Do đặc thù công trình cầu vượt trong thành phố trên mặt bằng thi công chật hẹp và rất hạn chế, đồng thời phải đảm bảo giao thông cho các luồng giao thông các hướng tuyến đường. Nên biện pháp thi công kết cấu nhịp luôn đòi hỏi thời gian thi công rút ngắn được càng nhiều càng tốt, việc thi công ảnh hưởng tới giao thông bên dưới và xung quanh càng ít càng tốt. Vì vậy việc phân tích, lựa chọn giải pháp thi công kết cấu nhịp là rất quan trọng, nhiều khi nó quyết định đến sự thành bại của việc lựa chọn giải pháp kết cấu nhịp.

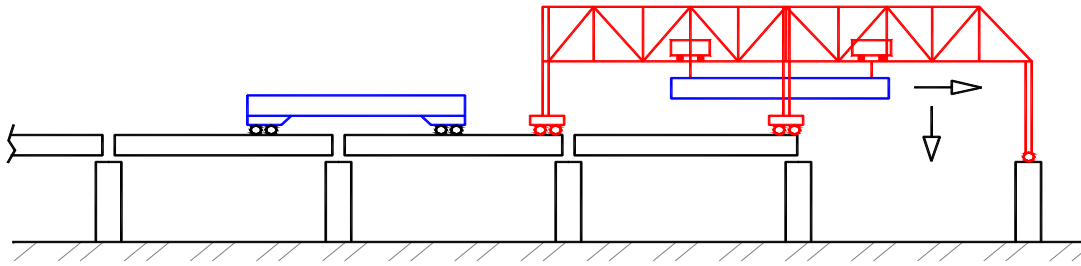
Trong nội dung đề tài không đi sâu vào nghiên cứu chi tiết công nghệ thi công mà chỉ phân tích ưu nhược điểm, phạm vi ứng dụng của mỗi công nghệ để áp dụng thi công cho các cầu vượt trong đô thị. Mỗi loại kết cấu nhịp có những giải pháp thi công khác nhau cụ thể như sau:

### 2.5.1. Biện pháp thi công các loại dầm lắp ghép

Biện pháp này chủ yếu yêu cầu cho các loại dầm mặt cắt chữ I, T, dầm Super T và dầm bản nhịp giản đơn bằng BTCT, BTCT DUL đúc sẵn trong nhà máy hoặc dầm đúc tại bãi đúc đầu cầu. Biện pháp này cũng dùng để áp dụng cho những nhịp dầm thép.

Sau đây là một số biện pháp thi công lao lắp dầm giản đơn thông dụng thường được áp dụng để thi công cầu vượt có kết cấu dầm giản đơn lắp ghép trong thành phố. Tùy vào từng điều kiện mặt bằng thi công và thiết bị thi công mà lựa chọn biện pháp nào cho phù hợp. [09]

### 2.5.1.1. Biện pháp lao dọc sàng ngang bằng xe lao dầm chuyên dụng



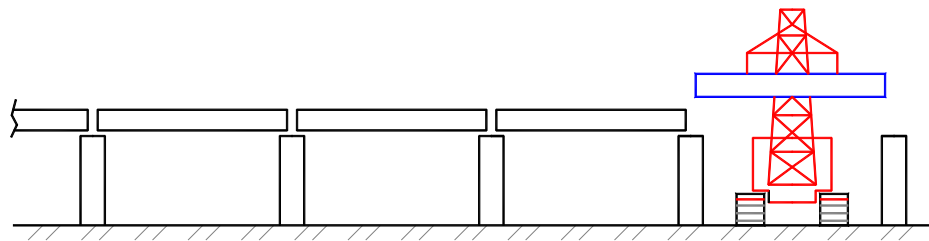
Hình 2.40: Sơ họa sơ đồ thi công lao lắp dầm bằng xe lao chuyên dụng

Dầm BTCT DUL hoặc dầm thép được đúc, chế tạo tại bãi đầu cầu hay trong công xưởng vận chuyển đến đầu cầu sau đó được kéo dọc ra gần vị trí nhịp cần lao lắp trên đường lao sau đó dùng xe lao dầm chuyên dụng, lao dọc các dầm đúc sẵn ra vị trí nhịp rồi sàng ngang, lắp đặt dầm vào vị trí.

- Ưu điểm: Biện pháp này có ưu điểm nổi bật là không ảnh hưởng đến mặt bằng và giao thông phía dưới cầu. Thi công đơn giản và thông dụng đã được thực hiện nhiều ở nước ta.

- Nhược điểm: Do xe lao dầm 3 chân có kích thước cồng kềnh và nặng nề, thi công lắp đặt phức tạp nên thường chỉ hiệu quả với cầu vượt có nhiều nhịp liên tiếp. Kết cấu xe lao cao lớn lên ảnh hưởng đến các công trình tĩnh không phía trên như các đường dây điện.

### 2.5.1.2. Biện pháp cầu lắp dầm bằng cần cầu chuyên dụng



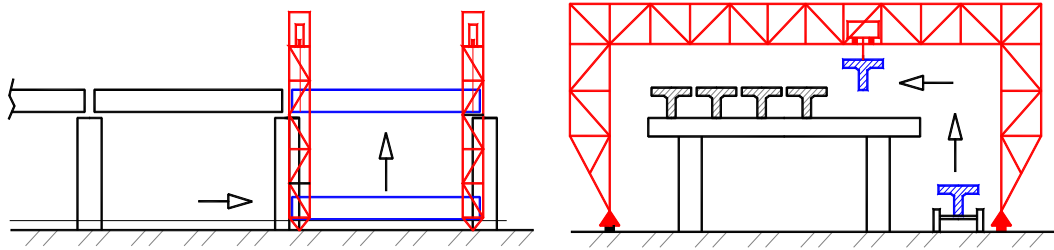
Hình 2.41: Sơ họa sơ đồ thi công cầu lắp dầm bằng cần cầu chuyên dụng

Dầm BTCT DUL hoặc dầm thép được đúc, chế tạo tại bãi đầu cầu hay trong công xưởng vận chuyển đến vị trí nhịp sau đó dùng cần cầu có đủ năng lực để nâng hạ dầm vào vị trí nhịp.

- Ưu điểm: Biện pháp này có ưu điểm nổi bật là thi công đơn giản và nhanh cũng đã được thực hiện nhiều ở nước ta.

- Nhược điểm: Cần cầu phải đủ năng lực nâng hạ dầm, thi công ảnh hưởng rất nhiều đến mặt bằng dưới cầu, phải ngăn đường phía dưới cầu.

### 2.5.1.3. Biện pháp cầu lắp dầm bằng cầu long môn



Hình 2.42: Sơ họa sơ đồ thi công cầu lắp dầm bằng cầu long môn

Dầm BTCT DUL hoặc dầm thép được đúc, chế tạo tại bãi đầu cầu hay trong công xưởng vận chuyển đến đầu cầu sau đó được kéo dọc ra gần vị trí nhịp cần lao lắp trên đường lao bố trí chạy song song dưới cầu. Sau đó bố trí 2 bộ cầu long môn chạy trên đường ray bố trí song song dưới cầu chạy đến vị trí hai trụ của nhịp cần lao để nâng và sàng ngang dầm vào vị trí.

- Ưu điểm: Biện pháp này có ưu điểm là ít ảnh hưởng đến mặt bằng và giao thông phía dưới cầu. Biện pháp này không ảnh hưởng đến các công trình tĩnh không phía trên cầu. Thi công lắp đặt đường lao và cầu long môn đơn giản và thông dụng đã được thực hiện nhiều ở nước ta.

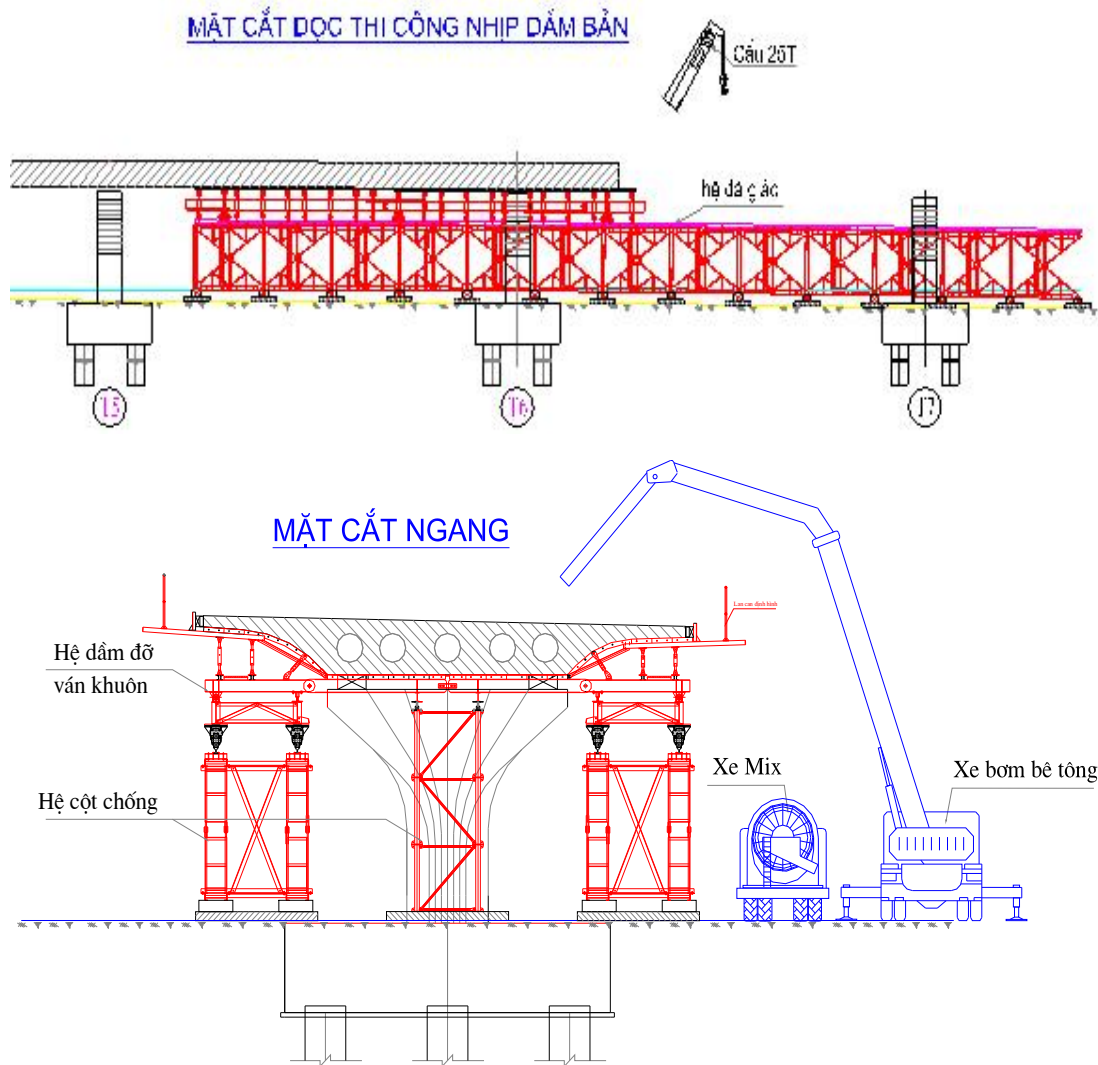
- Nhược điểm: Hệ đường lao dọc và đường ray dưới cầu vẫn có ảnh hưởng đến mặt bằng và giao thông dưới cầu, thường chỉ hiệu quả với cầu vượt có nhiều nhịp liên tiếp.

### 2.5.2. Biện pháp thi công đúc dầm tại chỗ trên đà giáo cố định [09]

Biện pháp này có thể nói là biện pháp cổ điển, thường áp dụng cho các dạng kết cấu nhịp dầm bản rộng hoặc dầm hộp BTCT DUL liên tục với khối lượng bê tông lớn và kết cấu đòi hỏi có tính liên tục nên buộc phải đúc tại chỗ trên hệ đà giáo cố định.

Hệ đà giáo thường được dùng là hệ đà giáo xây dựng được lắp ghép tại chỗ và hệ ván dầm dọc ngang đỡ ván khuôn được chế tạo sao cho lắp ghép, tháo dỡ di chuyển từ nhịp này sang nhịp khác thuận tiện dễ dàng.





Hình 2.43: Biện pháp thi công đúc dầm tại chỗ trên đà giáo cố định

- Ưu điểm:

Biện pháp này có ưu điểm là lắp đặt đà giáo, điều chỉnh cao độ đáy ván khuôn đơn giản dễ dàng. Hệ đà giáo, cột chống xây dựng thông dụng đã được thực hiện nhiều ở nước ta cho một số công trình như cầu vượt Ngã tư Vọng, ngã tư Sở, nút Mai Dịch.

Có thể tạo hình theo mặt bằng cầu nên rất phù hợp cho những nhịp dầm cong trong nút giao.

- Nhược điểm: Hệ đà giáo ván khuôn ảnh hưởng rất nhiều đến mặt bằng và giao thông dưới cầu, thường phải ngăn cấm đường g dưới cầu trong thời gian thi công.

Nền đất mặt bằng dưới cầu phải là nền ổn định và có đủ sức chịu tải cho hệ đà giáo ván khuôn và bê tông nhịp trong quá trình thi công bê tông dầm. Nếu không phải kiểm soát được độ lún của hệ để không gây biến dạng hệ và làm nứt bê tông dầm.

Thi công hệ đà giáo, cột chống với khối lượng lớn nên rất tốn công và mất nhiều thời gian.

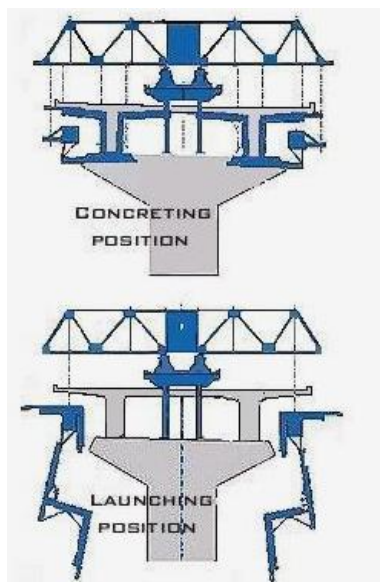
### 2.5.3. Biện pháp thi công đúc dầm tại chỗ trên đà giáo di động

Đây là biện pháp thi công hiện đại dùng công nghệ cao để chế tạo hệ đà giáo treo trên trụ hoặc gối trên đỉnh các trụ để đỡ ván khuôn và BTCT dầm. Dùng áp để thi công các dạng kết cấu nhịp dầm bản rộng hoặc dầm hộp BTCT DUL liên tục nhiều nhịp thẳng với khối lượng bê tông lớn và kết cấu đòi hỏi có tính liên tục nên buộc phải đúc tại chỗ trên hệ đà giáo.

Hệ đà giáo di động (MSS-Movable Scaffolding systems) được thiết kế sao cho đủ khả năng treo hoặc đỡ ván khuôn và BTCT dầm, đồng thời hệ phải có khả năng tháo dỡ ván khuôn và di chuyển từ nhịp này sang nhịp khác một cách liên hoàn dễ dàng. Biện pháp này đã được áp dụng nhiều trên thế giới, tại Việt Nam đã được áp dụng để thi công các nhịp cầu dẫn cầu Thanh Trì [13].

Công nghệ đà giáo di động có hai dạng cơ bản sau:

- a. Công nghệ đà giáo đẩy trên đúc dưới: Hệ đà giáo được gối trên đỉnh 2 trụ, dùng để treo hệ ván khuôn và BTCT dầm bên dưới đà giáo. Hình ảnh cụ thể như sau:



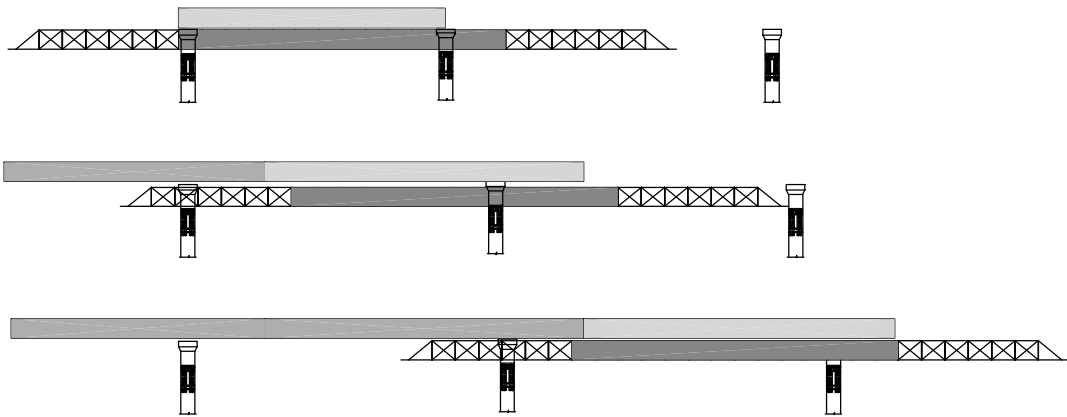
a)



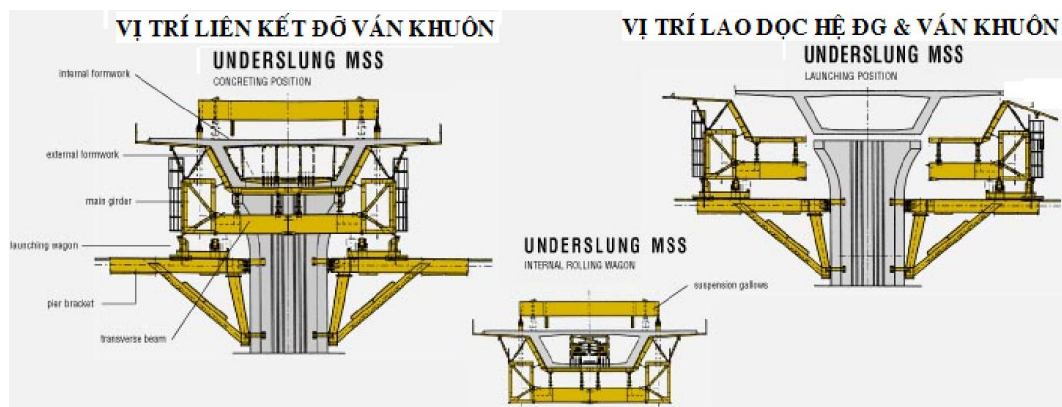
b)

Hình 2.44: Sơ họa biện pháp đúc dầm tại chỗ trên đà giáo đẩy trên đúc dưới

- b. Công nghệ đà giáo đẩy dưới đúc trên: Hệ đà giáo được gối trên hệ đỡ được liên kết vào thân 2 trụ, dùng để nâng đỡ ván khuôn và bê tông đúc dầm. Hình ảnh cụ thể như sau:[09]



Hình 2.45 a: Sơ họa sơ đồ đẩy đà giáo đẩy dưới theo phương dọc cầu



Hình 2.45 b, c: Biện pháp đúc dầm tại chỗ trên đà giáo đẩy dưới đúc trên

- Ưu điểm: Biện pháp này có ưu điểm nổi bật là không ảnh hưởng nhiều đến mặt bằng và giao thông dưới cầu. Có thể di chuyển để thi công giữa các nhịp dễ dàng và nhanh chóng. Không phụ thuộc vào nền đất dưới cầu.

- Nhược điểm: Đòi hỏi chi phí cao để sản xuất hệ đà giáo ván khuôn. Toàn bộ công tác bê tông thực hiện trên dàn giáo có độ võng lớn nên phải tính toán kiểm soát ứng suất trong bê tông đổ trước dưới ảnh hưởng của độ võng dàn giáo do tải trọng bê tông tươi đổ sau.

Đội ngũ cán bộ kỹ thuật và kỹ sư phải có trình độ và tay nghề cao để vận hành và điều khiển thiết bị thi công hiện đại.

## **2.6. Kết luận chương 2**

Đối với các kết cấu cầu vượt trong nút giao thông đô thị, để giảm chiều cao kiến trúc và tạo mỹ quan cho công trình, chiếm dụng đất ít nhất, việc thi công nhanh, đảm bảo chất lượng tốt, bố trí cốt thép đơn giản, thuận tiện trong duy tu bảo dưỡng và sửa chữa khắc phục, đặc biệt là việc bố trí cầu trong các đường cong nằm bán kính nhỏ, tác giả kiến nghị sử dụng các dạng kết cấu nhịp cầu dầm bản giản đơn và cầu dầm bản rộng liên tục trong các nút giao thông khác mức.

Tùy theo điều kiện cụ thể mà việc lựa chọn biện pháp thi công kết cấu nhịp phải đảm bảo vừa thi công nhanh, vừa đảm bảo giao thông trong quá trình thi công và không ảnh hưởng đến môi trường xung quanh nơi bố trí công trình. Với điều kiện thực tế hiện nay, tác giả kiến nghị sử dụng các giải pháp thi công kết cấu nhịp cầu dầm bản như sau:

- + Đối với các nhịp cầu dầm bản bê tông cốt thép lắp ghép và bán lắp ghép sử dụng biện pháp thi công cầu lắp dầm hoặc lao kéo dọc khi số nhịp thi công nhiều.

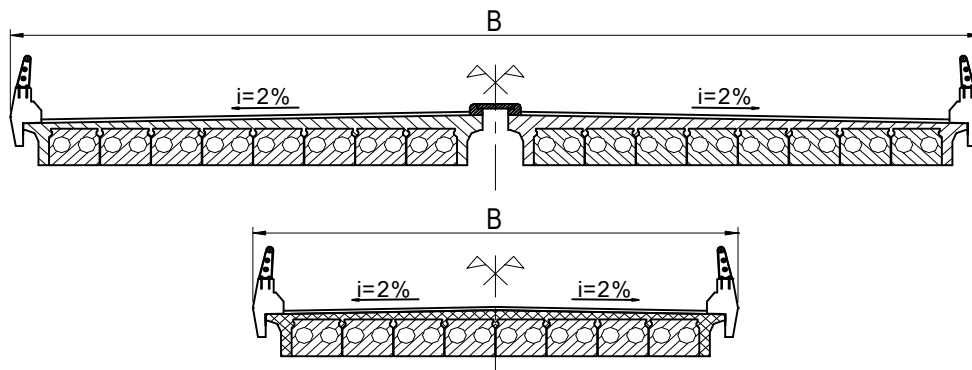
- + Đối với các cầu dầm bản nằm trong đường cong bán kính nhỏ sử dụng biện pháp thi công đổ tại chỗ hệ trên đà giáo cố định.

- + Đối với các cầu dầm bản liên tục nằm trong đường cong bán kính lớn và vừa sử dụng biện pháp thi công đổ tại chỗ trên hệ đà giáo di động hoặc đà giáo cố định. Để đảm bảo giao thông trong quá trình thi công được thuận tiện thì biện pháp thi công đổ tại chỗ trên hệ đà giáo di động là tốt hơn cả.

### CHƯƠNG 3: LỰA CHỌN GIẢI PHÁP KẾT CẤU NHỊP DÀM BẢN BTCT HỢP LÝ CHO NÚT GIAO THÔNG KHÁC MỨC VÀ TÍNH TOÁN.

#### 3.1. Kết cấu nhịp dầm bản giản đơn bê tông cốt thép

- Như đã phân tích ở trên, cầu dầm bản giản đơn được sử dụng nhiều trong các cầu vượt nút giao thông đô thị với các nhịp có khẩu độ nhỏ. Kết cấu dầm bản giản đơn bê tông cốt thép ứng suất trước đã được nghiên cứu, thiết kế với mức độ gần như tối ưu. Đối với dầm bản BTCT UST do đặc trưng của dầm bản có chiều cao thấp vì vậy phù hợp khi thiết kế các cầu vượt cần không chế chiều cao đất đắp thấp. Trong phạm vi đề tài không nghiên cứu tính toán chi tiết, mà chỉ thống kê các loại dầm bản giản đơn đã được sử dụng tại Việt Nam và các chỉ tiêu kỹ thuật của nó.



Hình 3.01: Mặt cắt ngang điển hình dầm bản giản đơn

- Sau khi tổng kết các loại dầm bản sử dụng cho cầu vượt hiện đã và đang thi công trên các tuyến, ta có bảng thống kê kích thước và chỉ tiêu kỹ thuật sau:

Bảng 3.1: Bảng thống kê kích thước và chỉ tiêu kỹ thuật dầm bản nhịp giản đơn

Nội dung	Kích thước và chỉ tiêu kỹ thuật						
	Chiều dài dầm (m)	9	12	15	18	20	21
Nhịp tính toán (m)	8.6	11.6	17.4	17.4	19.3	20.3	24.2
Chiều cao dầm (m)	0.4	0.52	0.55	0.65	0.8	0.8	0.95
Tỷ lệ chiều cao/chiều dài	1/23	1/23	1/27	1/28	1/25	1/26	1/26
Chiều rộng dầm (m)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Số tạo cáp (7 sợi Ø12.7mm)	16	23	26	28	38	38	43
Tỷ lệ lỗ rỗng (%)	0.0	13.0	19.4	20.5	23.9	28.2	32.3
Khối lượng bê tông dầm (m <sup>3</sup> )	3.46	5.03	6.57	10.35	10.95	11.5	15.35

- Qua bảng thống kê trên ta nhận thấy tỷ lệ chiều cao dầm và chiều dài nhịp nằm trong phạm vi nghiên cứu lý thuyết trong các tài liệu hiện có và nó thể hiện chiều cao kết cấu nhịp là khá thấp, tỷ lệ giữa chiều cao trên chiều dài nhịp nằm trong khoảng  $H/L = 1/22 \sim 1/28$ .

- Trong quá trình tính toán thiết kế, để tiết kiệm vật liệu và giảm tải trọng cho dầm ta thường bố trí các lỗ rỗng. Đối với các nhịp  $\leq 9\text{m}$  việc bố trí lỗ rỗng không phát huy được nhiều tác dụng và việc thi công cấp DUL, cốt thép thường gặp nhiều khó khăn nên ta không bố trí lỗ rỗng. Đối với các nhịp có chiều dài  $\geq 12\text{m}$  ta bố trí lỗ rỗng với tỷ lệ lỗ rỗng thay đổi tùy thuộc vào chiều dài và cao nhịp, nhưng tỷ lệ đó trong khoảng từ 13%~33% diện tích mặt cắt ngang kết cấu dầm.
- Trong các nút giao thông việc sử dụng dầm bản giản đơn sẽ rất thuận tiện trong quá trình thi công vì thời gian thi công nhanh, dầm có thể được đúc tại nhà máy nên không ảnh hưởng nhiều đến việc đảm bảo giao thông. Tuy nhiên, việc sử dụng dầm bản giản đơn chỉ vượt được các nhịp có chiều dài nhỏ đồng thời tải trọng của dầm lớn, khối lượng bê tông và cốt thép nhiều.
- Để vượt các nhịp lớn hơn ta phải sử dụng dầm bản rỗng liên tục hoặc dầm bản giản đơn mở rộng xà mũ trụ mà ta nghiên cứu dưới đây.

### **3.2. Kết cấu nhịp dầm bản giản đơn bê tông cốt thép mở rộng xà mũ**

#### **3.2.1. Sự cần thiết phải mở rộng xà mũ**

- Các loại dầm bản giản đơn bê tông cốt thép ứng suất trước mới chỉ hợp lý về mặt kinh tế kỹ thuật với nhịp lớn nhất là 25m, các nhịp lớn hơn có thể thiết kế được nhưng không kinh tế, chiều cao lớn, nặng nề và không thích hợp. Tuy nhiên, trong thực tế nhiều nút giao vượt đòi hỏi nhịp lớn hơn. Dầm bản rỗng liên tục nhiều nhịp có thể đạt được chiều dài vượt lớn hơn, nhưng sẽ không kinh tế với các nhịp nhỏ dưới 33m. Như vậy trong phạm vi nhịp từ 25m~33m đòi hỏi phải có một kết cấu nhịp phù hợp đáp ứng được tính kinh tế, kỹ thuật và mỹ quan. Một trong kết cấu nhịp đó là sử dụng dầm bản định hình 25m kết hợp với mở rộng xà mũ trụ.

#### **3.2.2. Cấu tạo loại trụ mở rộng xà mũ dùng cho dầm bản giản đơn**



- Chiều cao xà mũ trụ nghiên cứu ứng với các trường hợp  $h=1,2m; 1,7m; 2,2m; 2,7m; 3,2m; 3,7m$ .
- Tải trọng tính toán:
  - Tải trọng xe HL93
  - Tải trọng bộ hành  $3KN/m^2$
  - Trọng lượng bản thân dầm
  - Hoạt tải thi công phân bố  $0,48KN/m^2$

### 3.2.4. Các trường hợp tiên hành nghiên cứu

*Bảng 3.2: Các trường hợp nghiên cứu chiều dài nhịp dầm bản với mở rộng xà mũ trụ*

Thứ tự	Chiều dài dầm giản đơn (m)	Chiều dài xà mũ mở rộng (m)	Chiều dài nhịp sau mở rộng (m)	Bề dày trụ (m)
1	25	5	30	Trong mỗi trường hợp nghiên cứu với 5 loại chiều cao xà mũ, bố trí thép thường tối đa và bố trí thép dự ứng lực.
2		8	33	
3		11	36	

*(Chiều cao xà mũ trụ nghiên cứu ứng với các trường hợp  $h=1,2m; 1,7m; 2,2m; 2,7m; 3,2m; 3,7m$ )*

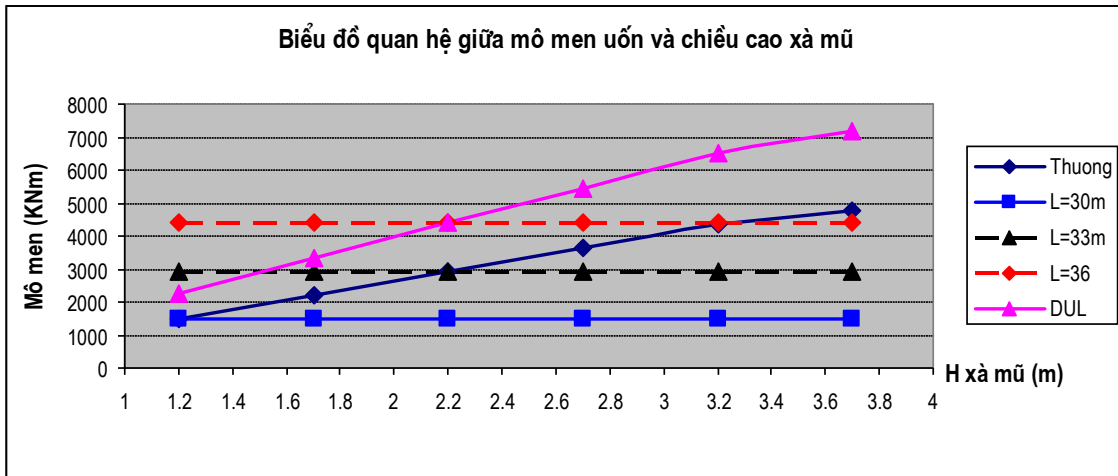
#### 3.2.4.1. Yêu cầu của bài toán

- Chọn được chiều dài nhịp, tương ứng với kích thước xà mũ trụ mở rộng phù hợp đảm bảo đủ chịu lực và thỏa mãn mỹ quan.
- Đưa ra nhận xét và kết luận trong quá trình tính toán, thiết kế.

#### 3.2.4.2. Kết quả tính toán



Biểu đồ 3.1: Quan hệ giữa mô men uốn và chiều cao xà mũ



**Ghi chú:** Các ký hiệu trên biểu đồ

- Thuong: Sức kháng uốn tính toán ứng với trường hợp bố trí cốt thép thường.
- DUL: Sức kháng uốn tính toán ứng với trường hợp bố trí cốt thép dự ứng lực.
- L=30m: Mô men uốn ứng với chiều dài nhịp sau khi mở rộng L=30m (Trường hợp 1).
- L=33m: Mô men uốn ứng với chiều dài nhịp sau khi mở rộng L=33m (Trường hợp 2).
- L=36m: Mô men uốn ứng với chiều dài nhịp sau khi mở rộng L=36m (Trường hợp 3).

### 3.2.4.3. Nhận xét và kết luận

- Qua biểu đồ trên ta nhận thấy sức kháng của xà mũ trụ tăng tuyến tính theo một đường thẳng. Khi bố trí thêm cáp dự ứng lực thì sức kháng tăng khoảng 1,5 lần (Số lượng cáp dự ứng lực đã được bố trí tối đa, không thể tăng thêm vì thớ dưới xà mũ sẽ bị kéo nứt).
  - o Với nhịp 30m (tương ứng mở rộng xà mũ 5m) ta không cần bố trí cốt thép ứng suất trước và chiều cao xà mũ tối thiểu có thể thỏa mãn điều kiện tính toán là 1,2m.
  - o Với nhịp 33m (tương ứng mở rộng xà mũ 8m) nếu bố trí cốt thép thường thì chiều cao xà mũ tối thiểu có thể thỏa mãn điều kiện tính toán là 2,2m. Nếu bố trí cốt thép ứng suất trước thì chiều cao xà mũ tối thiểu có thể thỏa mãn điều kiện tính toán là 1,5m.
  - o Với nhịp 36m (tương ứng mở rộng xà mũ 11m) nếu bố trí cốt thép thường thì chiều cao xà mũ tối thiểu có thể thỏa mãn điều kiện tính toán là 3,2m.

Nếu bố trí cốt thép ứng suất trước thì chiều cao xà mũ tối thiểu có thể thỏa mãn điều kiện tính toán là 2,2m.

- Xét về mặt mỹ quan, theo tỉ lệ kiến trúc thì xà mũ cao sẽ rất xấu và đôi khi hạn chế tĩnh không bên dưới vì vậy chỉ nên dùng xà mũ có chiều cao tới 2,2m là phù hợp. Xét trên quan điểm này thì chiều dài nhịp nên chọn là L=30m, 33m (tương ứng xà mũ mở rộng 5m, 8m) và không phải bố trí cốt thép dự ứng lực cho xà mũ trụ. Đối với nhịp L=36m (tương ứng xà mũ mở rộng 11m) thì để giảm chiều cao xà mũ trụ ta phải bố trí cốt thép dự ứng lực, tuy nhiên việc bố trí cốt thép dự ứng lực cho xà mũ trụ trong quá trình thi công gặp nhiều khó khăn và rất tốn kém. Vì vậy, sau khi nghiên cứu đề tài tác giả kiến nghị chỉ sử dụng kết cấu nhịp mở rộng xà mũ có chiều dài tối đa 33m là phù hợp và không cần phải bố trí cốt thép dự ứng lực. Đối với các nhịp lớn hơn 33m hoặc các cầu đòi hỏi mỹ quan đẹp ta phải dùng kết cấu nhịp cầu dầm bản rộng liên tục.

### **3.3. Kết cấu nhịp dầm bản rộng liên tục nhiều nhịp**

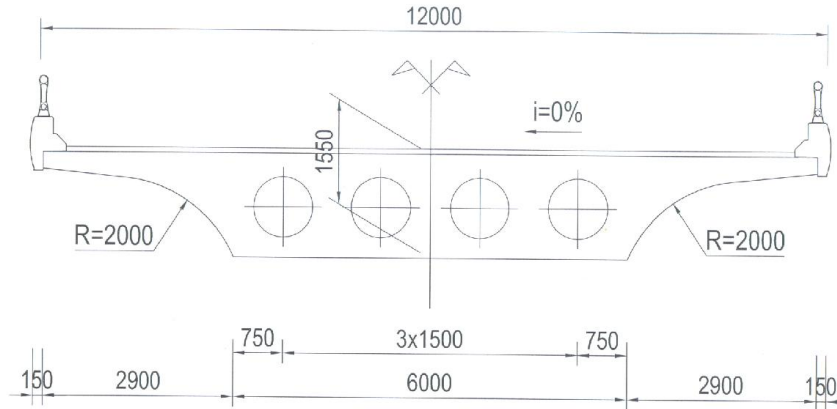
#### **3.3.1. Sự cần thiết phải sử dụng cầu dầm bản rộng liên tục**

- Như đã phân tích ở phần trên cầu dầm bản giản đơn và cầu dầm bản giản đơn kết hợp mở rộng xà mũ chỉ nên sử dụng khi chiều dài nhịp lên đến 33m. Tuy nhiên về phân mỹ quan cầu dầm bản giản đơn và cầu dầm bản giản đơn kết hợp mở rộng xà mũ trụ chưa đáp ứng được yêu cầu ngày càng tăng cao, đặc biệt là đối với cầu vượt trong đô thị khi mà chiều dài nhịp lớn, lượng cầu cong trong nút nhiều và bán kính cong nhỏ. Chính bởi vậy đòi hỏi phải sử dụng loại kết cấu dầm bản rộng liên tục.

#### **3.3.2. Lựa chọn các tham số hình học**

- Về quy mô bề rộng cầu vẫn sử dụng quy mô B=12m tương ứng với đường cấp III đồng bằng hiện đang sử dụng phổ biến như ở phần trên.
- Chiều dài nhịp: Theo như thực tế thì chiều dài nhịp thích hợp cho loại dầm bản này từ 30m~36m (hiện nay ở Việt Nam chưa có nhịp dầm bản rộng loại này lớn hơn 36m).
- Sơ đồ nhịp: Sử dụng sơ đồ loại dầm này phổ biến hiện nay gồm 6 nhịp liên tục. Trong đó 3 trụ giữa ngàm cứng để cùng chịu lực động đất, va xe và tải trọng dọc lớn.
- Mặt cắt ngang cầu: Gồm 1 dầm bản rộng, chiều rộng bản trên 12m, chiều rộng bản đáy là 6m.
- Trụ sử dụng trụ bằng BTCT thường.
- Tải trọng tính toán: Tải trọng xe HL93, bộ hành 3KN/m<sup>2</sup>. Co ngót từ biến theo tiêu chuẩn CEB-FIB 90, động đất cấp 7 với gia tốc A=0,113 (Phù hợp với vùng động đất tại Hà Nội).

- Chọn bê tông đầm dặt sử dụng phổ biến hiện nay là C40 ( $f_c'=40\text{Mpa}$ ) là loại bê tông phổ biến dùng cho đầm bản liên tục hiện nay.



Hình 3.03: Mặt cắt ngang đầm bản rỗng liên tục

### 3.3.3. Các trường hợp tiên hành nghiên cứu

#### 3.3.3.1. Lựa chọn bán kính tối thiểu

- Để đưa ra kết luận trong tính toán ta lựa chọn 3 trường hợp chiều dài kết nhịp để tính toán, ứng với mỗi chiều dài kết cấu nhịp ta tính với 7 trường hợp bán kính cong thay đổi. Trong quá trình tính toán ta không thay đổi chiều cao kết cấu nhịp.

Bảng 3.3: Các trường hợp nghiên cứu chiều dài nhịp đầm bản với thay đổi bán kính cong

Trường hợp	Các sơ đồ nghiên cứu	Các tham số bán kính thay đổi để tính toán	Yêu cầu của bài toán
1	25+4x30+25	Trong mỗi trường hợp nghiên cứu với 7 trường hợp bán kính thay đổi R=20m, 30m, 40m, 60m, 80m, 100m, 150m	Chọn được bán kính tối thiểu cho từng loại nhịp thỏa mãn yêu cầu chịu lực
2	27+4x33+27		
3	30+4x36+30		

Mô hình hóa và sử dụng chương trình tính toán RM cho kết quả tính như sau:

#### a. Trường hợp 1:

Bảng 3.4: Bảng nội lực đầm bản khi thay đổi bán kính cong theo sơ đồ 1

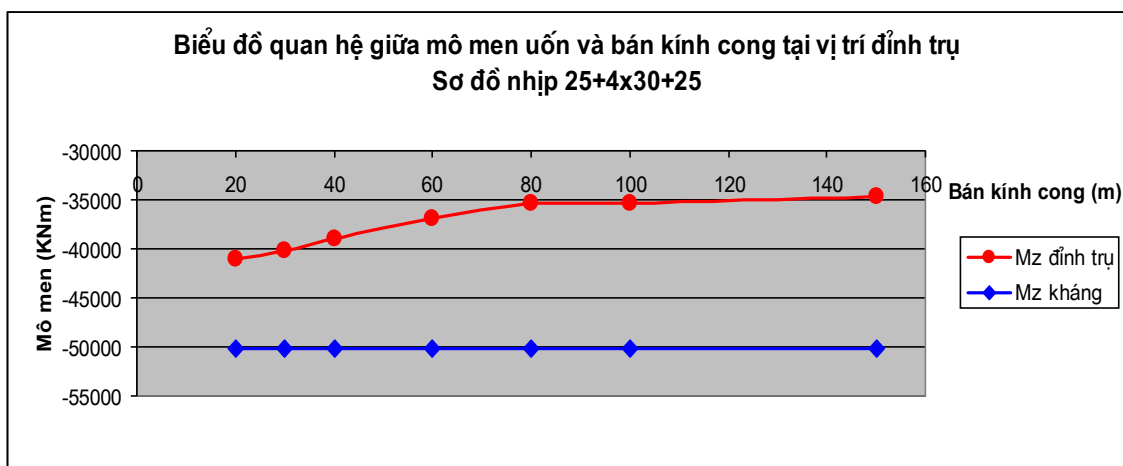
Vị trí	Tải trọng	Tĩnh tải	R=150m	R=100m	R=80m	R=60m	R=40m	R=30m	R=20m
Giữa nhịp (39)	Tĩnh tải	Mx	-55	-78	-96	-130	-226	-372	-780
		Mz	9990	9975	9960	9932	9847	9691	9096

	Hoạt tải	Mxmin	-1907	-1908	-1907	-1895	-1885	-1856	-1756	
		Mxmax	1730	1762	1784	1826	1917	1981	1999	
		Mzmin	-896	-915	-928	-947	-993	-1024	-1049	
		Mzmax	4727	4740	4749	4765	4794	4821	4860	
	Cường độ	Mxmin	-4120	-4388	-4519	-4567	-4459	-3763	-2601	
		Mxmax	4211	4819	5223	5788	6878	7342	7662	
		Mzmin	30872	31562	31495	31438	30469	28700	26541	
		Mzmax	46190	46671	46365	45746	44525	44360	42329	
Đỉnh trụ (46)	Tĩnh tải	Mx	-534	-785	-977	-1303	-1998	-2740	-4023	
		Mz	-16917	-16912	-16898	-16847	-16613	-16243	-15688	
	Hoạt tải	Mxmin	-2873	-2889	-2914	-2926	-3030	-3104	-2947	
		Mxmax	1791	1825	1849	1894	2000	2102	2207	
		Mzmin	-6571	-6731	-6857	-7069	-7465	-7797	-8550	
		Mzmax	1105	1158	1206	1298	1497	1684	2140	
	Cường độ	Mxmin	-9027	-10736	-11986	-13457	-15577	-17601	-24436	
		Mxmax	2730	2510	2130	1481	-961	-3555	-6169	
		Mzmin	-34690	-35369	-35405	-37463	-40077	-41187	-40964	
		Mzmax	-6770	-8585	-8700	-9108	-9665	-9317	-8094	
	Gói mố (6100)	Cường độ	Min	-3607	-3483	-3395	-3268	-3010	-2690	-1912
			Max	-869	-510	-241	213	1096	1924	3274
Gói trụ(1100)	Cường độ	Min	-7305	-7069	-6927	-6731	-6510	-6515	-6827	
		Max	-4251	-3884	-3592	-3120	-2266	-1526	-470	

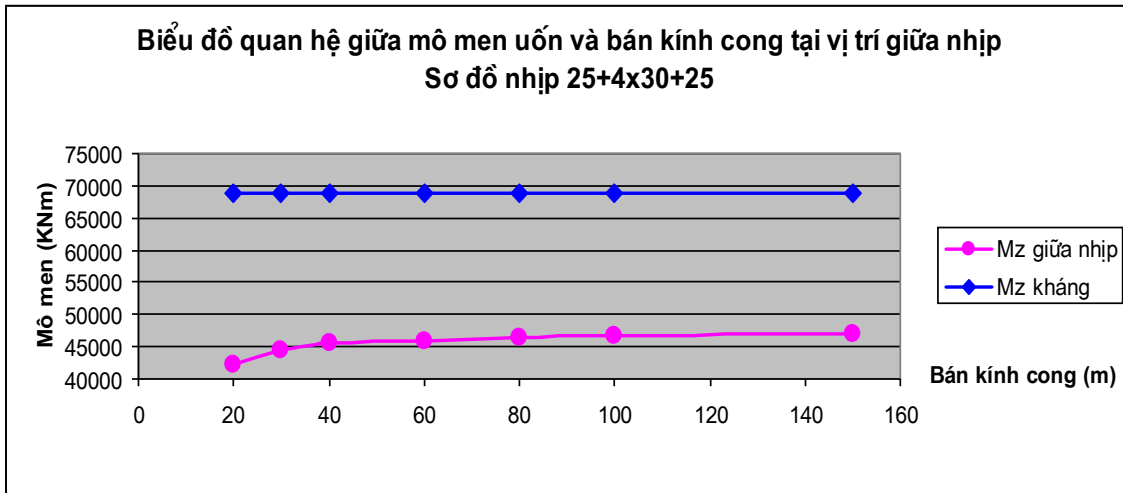
Trong đó: Mx: Là mô men xoắn

Mz: Là mô men uốn

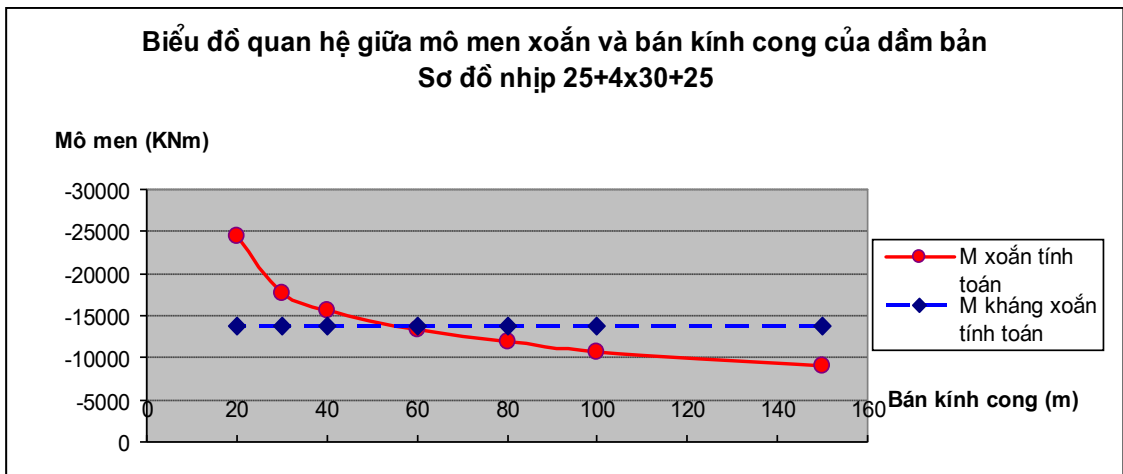
Biểu đồ 3.2: Quan hệ giữa mô men uốn và bán kính cong tại vị trí đỉnh trụ sơ đồ nhịp 25+4x30+25



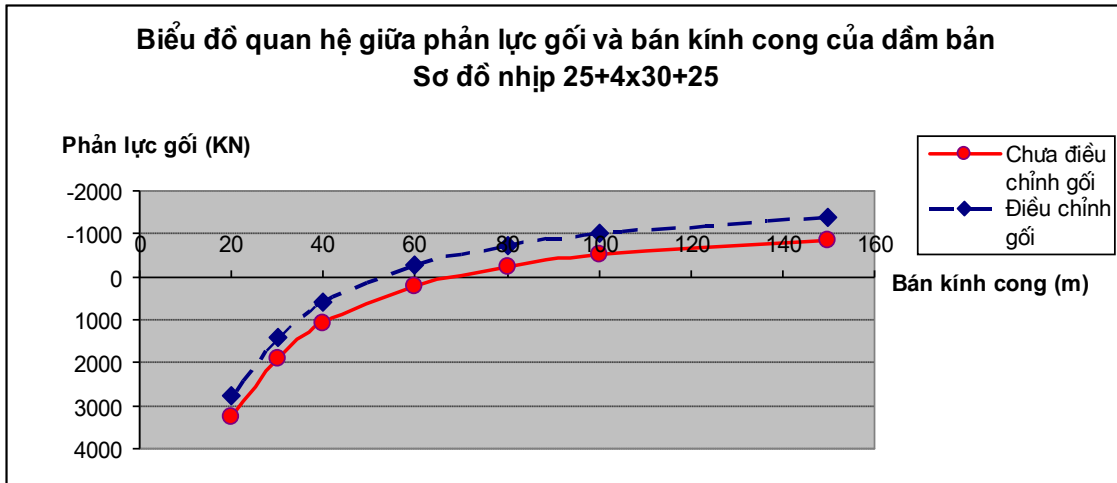
Biểu đồ 3.3: Quan hệ giữa mô men uốn và bán kính cong tại vị trí giữa nhịp sơ đồ nhịp 25+4x30+25



Biểu đồ 3.4: Quan hệ giữa mô men xoắn và bán kính cong sơ đồ nhịp 25+4x30+25



Biểu đồ 3.5: Quan hệ giữa phản lực gối và bán kính cong sơ đồ nhịp 25+4x30+25



Nhận xét:

- Về mômen uốn: Tại vị trí giữa nhịp dưới tác dụng của tải trọng hoặc tổ hợp tải trọng khi bán kính thay đổi mô men uốn  $M_z$  thay đổi không nhiều, khi bán kính giảm đi thì mô men uốn tăng lên nhưng sự thay đổi mô men uốn khi bán kính cong giảm là không đáng kể, quan hệ giữa mômen uốn và bán kính tỷ lệ nghịch. Tại vị trí đỉnh trụ cũng tương tự, tuy nhiên tỉ lệ thay đổi là rõ rệt hơn. Tất cả các trường hợp bán kính thay đổi đều thỏa mãn khả năng kháng uốn của mặt cắt (hệ số an toàn rất cao).
- Về mômen xoắn: Tại vị trí giữa nhịp có mômen xoắn nhỏ, nên thỏa mãn khả năng kháng xoắn của mặt cắt (hệ số an toàn rất cao). Tuy nhiên tại vị trí trên đỉnh trụ có mômen xoắn lớn, khi bán kính nhỏ dần thì mômen xoắn tăng rất nhanh theo đường cong bậc cao (biểu đồ trên). Kết cấu chỉ đảm bảo chịu được xoắn với bán kính tối thiểu là 55m.
- Về gối: Khi bán kính thay đổi thì lực đứng giữa hai gối có sự chênh lệch nhau. Bán kính càng giảm thì sự chênh lệch càng rõ rệt, và điều đặc biệt xảy ra là xuất hiện lực kéo trên gối với bán kính  $R < 60m$ . Khi điều chỉnh vị trí đặt gối (lệch ra phía lưng đường cong) thì lực kéo giảm đi (xem biểu đồ), tuy nhiên bán kính nhỏ nhất sau khi điều chỉnh là  $R = 55m$ . Đây là điều đặc biệt cần quan tâm vì gối không thể thiết kế chịu được lực nhỏ (có thể thiết kế được nhưng cực kỳ nguy hiểm vì dễ xảy ra sự cố)

**b. Trường hợp 2:**

Bảng 3.5: Bảng nội lực dầm bản khi thay đổi bán kính cong theo sơ đồ 2

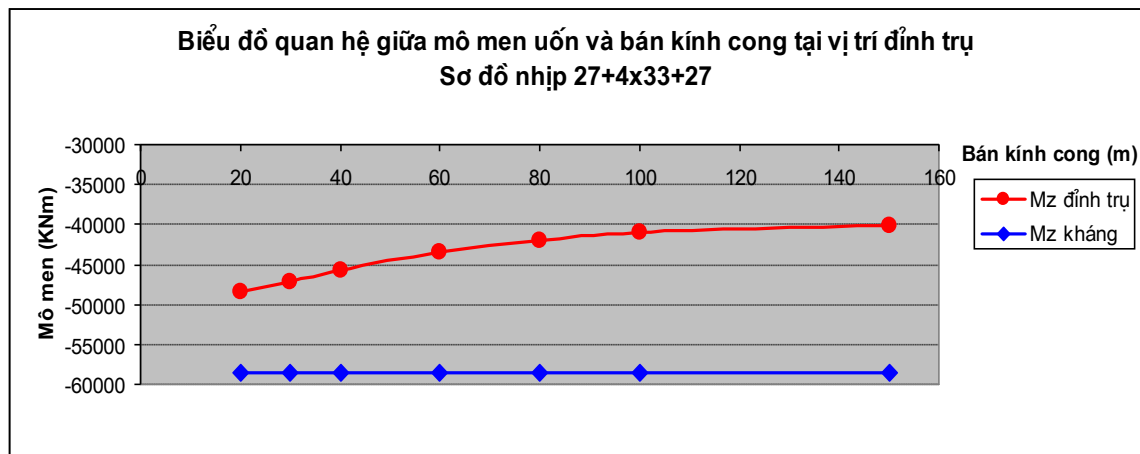
Vị trí	Tải	Tĩnh	R=150	R=100m	R=80m	R=60m	R=40m	R=30m	R=20m
--------	-----	------	-------	--------	-------	-------	-------	-------	-------

	trọng	tải							
Giữa nhịp (39)	Tình tải	Mx	-72	-104	-131	-183	-327	-536	-1175
		Mz	11963	11941	11918	11873	11729	11475	10690
	Hoạt tải	Mxmin	-1999	-1994	-1986	-1973	-1946	-1898	-1811
		Mxmax	1845	1881	1908	1958	2060	2110	2195
		Mzmin	-989	-1010	-1025	-1046	-1090	-1128	-1133
	Cường độ	Mzmax	5372	5386	5396	5413	5440	5461	5463
		Mxmin	-4315	-4556	-4626	-4620	-4271	-3240	-2858
		Mxmax	4561	5230	5680	6309	7434	7706	8302
		Mzmin	35043	35549	35540	35462	33964	32023	29811
		Mzmax	51458	51684	51361	50564	49569	49083	45940
	Đỉnh trụ (46)	Tình tải	Mx	-728	-1075	-1339	-1786	-2717	-3657
Mz			-20091	-20082	-20063	-19993	-19695	-19275	-18916
Hoạt tải		Mxmin	-3096	-3114	-3124	-3172	-3273	-3281	-3114
		Mxmax	1906	1944	1973	2029	2151	2261	2431
		Mzmin	-7514	-7696	-7839	-8078	-8525	-8930	-9904
Cường độ		Mzmax	1282	1349	1410	1524	1768	2007	2639
		Mxmin	-9994	-11972	-13246	-14934	-17210	-20241	-26731
		Mxmax	2619	2155	1671	643	-2626	-5076	-8776
		Mzmin	-40137	-40881	-41607	-43544	-46314	-47203	-48510
		Mzmax	-11534	-13205	-13576	-13976	-14545	-14399	-13013
Gói mố (6100)		Cường độ	Min	-3772	-3577	-3437	-3215	-2760	-2249
	Max		-946	-498	-159	407	1502	2519	4205
Gói trụ(1100)	Cường độ	Min	-7844	-7539	-7352	-7093	-6795	-6754	-6740
		Max	-4713	-4276	-3939	-3397	-2431	-1610	-122

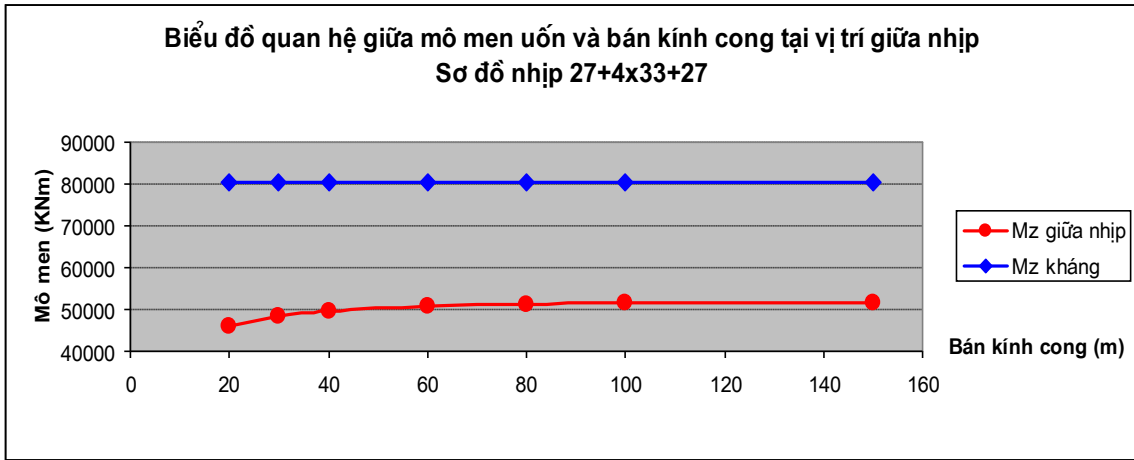
Trong đó: Mx: Là mô men xoắn

Mz: Là mô men uốn

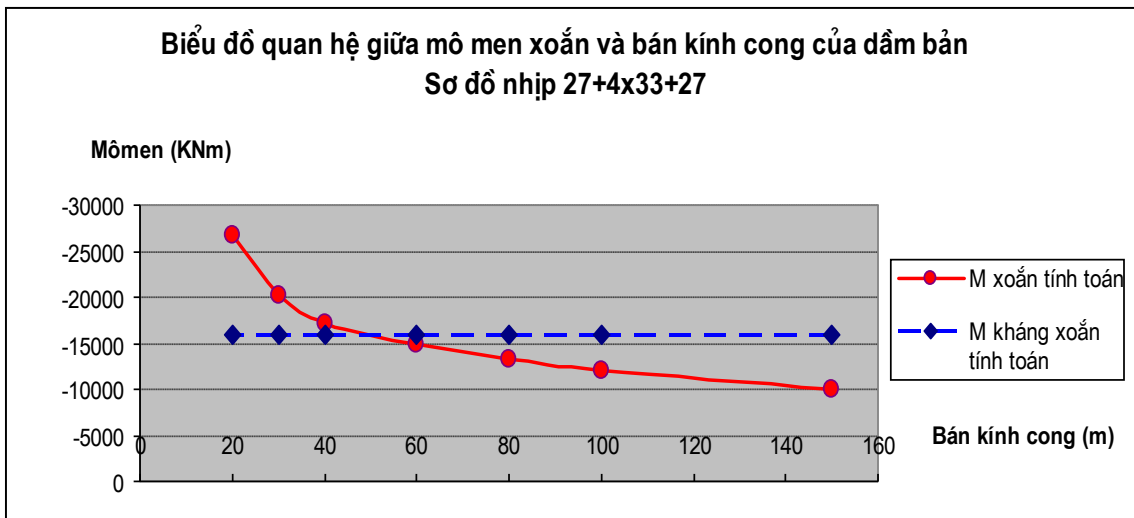
Biểu đồ 3.6: Quan hệ giữa mô men uốn và bán kính cong tại vị trí đỉnh trụ sơ đồ nhịp  $27+4x33+27$



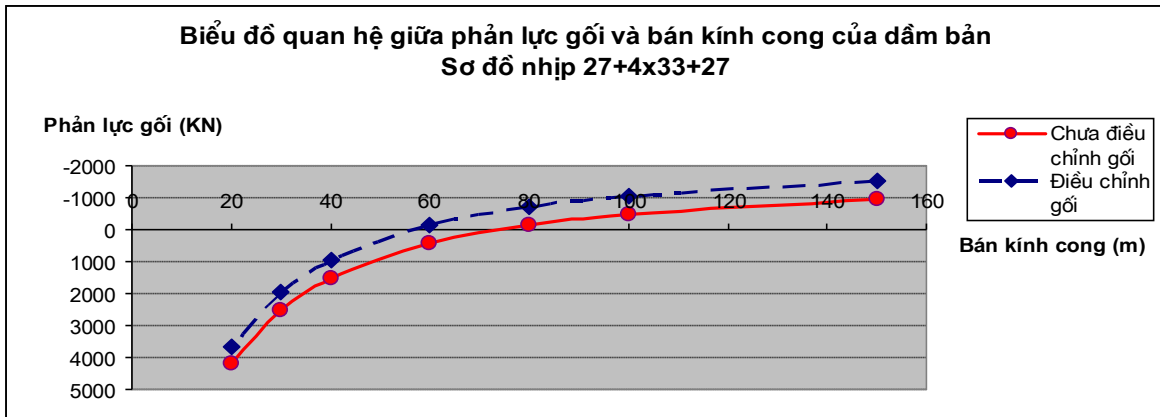
Biểu đồ 3.7: Quan hệ giữa mô men uốn và bán kính cong tại vị trí giữa nhịp sơ đồ nhịp  $27+4x33+27$



Biểu đồ 3.8: Quan hệ giữa mô men xoắn và bán kính cong sơ đồ nhịp  $27+4x33+27$



Biểu đồ 3.9: Quan hệ giữa phản lực gối và bán kính cong sơ đồ nhịp  $27+4x33+27$



Nhận xét: Tương tự như phân tích trường hợp 1, bán kính tối thiểu là  $R=58m$



**c. Trường hợp 3:**

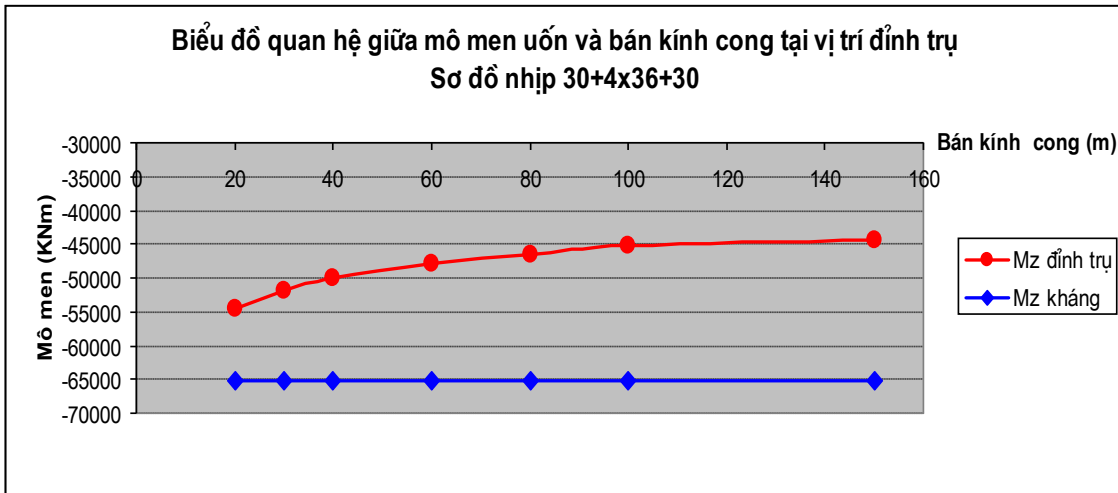
*Bảng 3.6: Bảng nội lực dầm bản khi thay đổi bán kính cong theo sơ đồ 3*

Vị trí	Tải trọng	Tĩnh tải	R=150	R=100m	R=80m	R=60m	R=40m	R=30m	R=20m	
Giữa nhịp (39)	Tĩnh tải	Mx	-86	-127	-162	-229	-417	-680	-1526	
		Mz	13549	13520	13491	13430	13233	12891	11942	
	Hoạt tải	Mxmin	-2032	-2023	-2007	-1994	-1951	-1886	-1814	
		Mxmax	1905	1944	1976	2032	2142	2177	2325	
		Mzmin	-1052	-1075	-1091	-1114	-1154	-1197	-1183	
		Mzmax	5849	5865	5876	5892	5917	5932	5898	
	Cường độ	Mxmin	-4384	-4592	-4601	-4544	-3969	-2641	-3029	
		Mxmax	4774	5484	5966	6641	7768	7845	8693	
		Mzmin	38124	38438	38486	38389	36418	34364	32163	
		Mzmax	55150	55122	54791	53843	53096	52311	48174	
	Đỉnh trụ (46)	Tĩnh tải	Mx	-897	-1328	-1654	-2205	-3340	-4446	-5969
			Mz	-22618	-22607	-22583	-22497	-22145	-21687	-21528
Hoạt tải		Mxmin	-3226	-3246	-3241	-3323	-3419	-3361	-3190	
		Mxmax	1964	2005	2039	2103	2238	2353	2582	
		Mzmin	-8222	-8421	-8576	-8834	-9319	-9784	-10946	
		Mzmax	1418	1498	1570	1701	1982	2266	3051	
Cường độ		Mxmin	-10656	-12841	-14104	-15955	-18320	-22245	-28219	
		Mxmax	2438	1750	1178	-189	-4172	-6414	-11067	
		Mzmin	-44318	-45104	-46480	-48247	-51092	-51741	-54498	
		Mzmax	-15845	-17330	-17940	-18320	-18885	-18940	-17434	
Gối mô (6100)		Cường độ	Min	-3828	-3569	-3383	-3075	-2440	-1758	-630
			Max	-995	-473	-75	584	1855	3028	4993
Gối trụ(1100)	Cường độ	Min	-8151	-7787	-7561	-7247	-6883	-6798	-6468	
		Max	-5032	-4538	-4167	-3571	-2524	-1647	219	

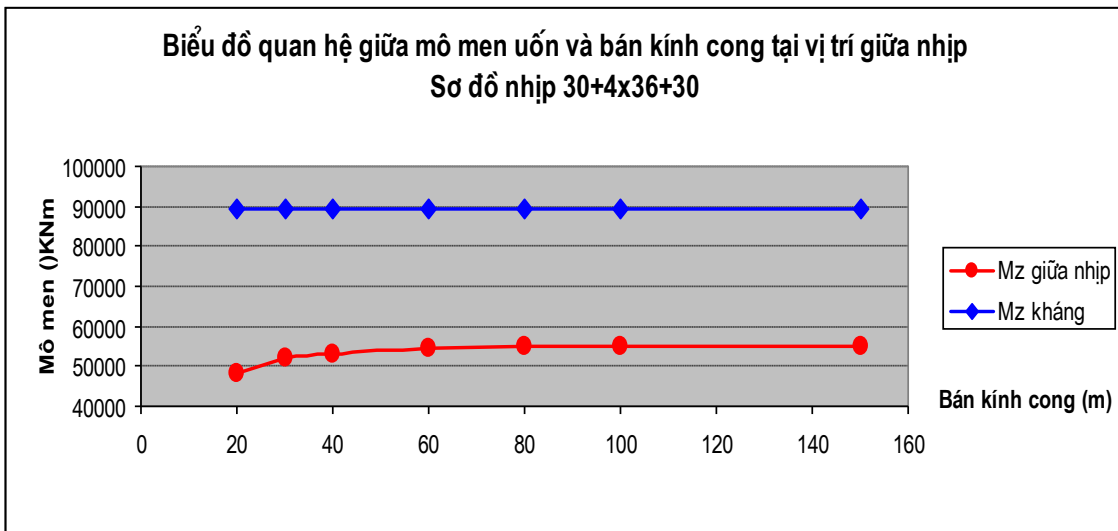
Trong đó: Mx: Là mô men xoắn

Mz: Là mô men uốn

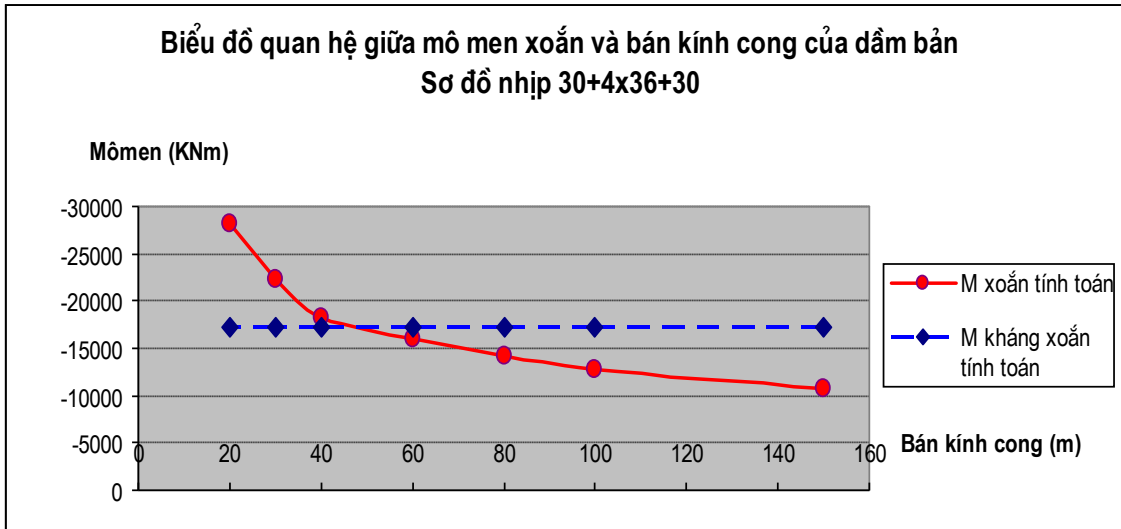
Biểu đồ 3.10: Quan hệ giữa mô men uốn và bán kính cong tại vị trí đỉnh trụ sơ đồ nhịp 30+4x36+30



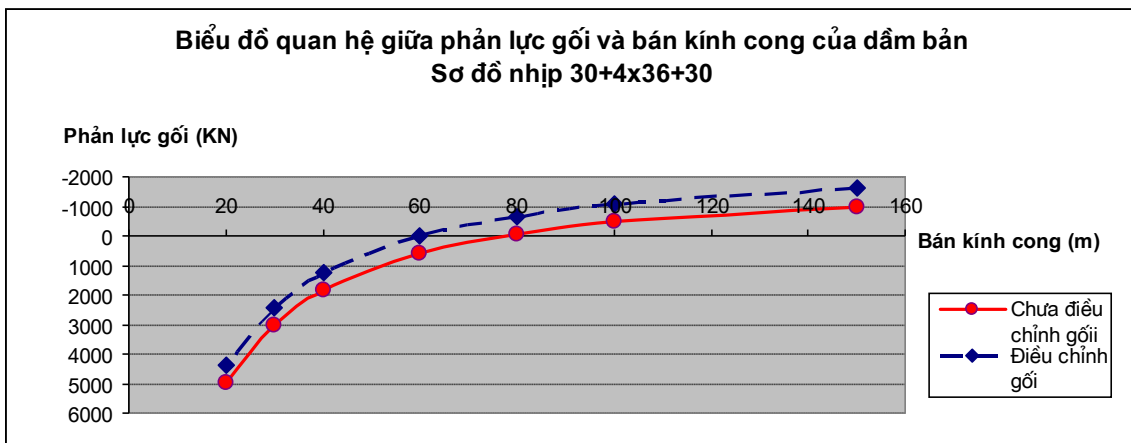
Biểu đồ 3.11: Quan hệ giữa mô men uốn và bán kính cong tại vị trí giữa nhịp sơ đồ nhịp 30+4x36+30



Biểu đồ 3.12: Quan hệ giữa mô men xoắn và bán kính cong sơ đồ nhịp 30+4x36+30



Biểu đồ 3.13: Quan hệ giữa phản lực gối và bán kính cong sơ đồ nhịp 30+4x36+30



**Nhận xét:** Tương tự như phân tích trường hợp 1, bán kính tối thiểu là  $R=60m$

**Kết luận:** Khi bán kính giảm dần thì mômen uốn thay đổi không nhiều, mômen xoắn thay đổi rất nhanh và xảy ra hiện tượng nhổ gối. Với chiều dài nhịp từ 33m đến 36m thì chỉ nên chọn bán kính tối thiểu là  $R=55m\sim 60m$ .

### 3.3.3.2. Lựa chọn chiều cao dầm tối thiểu

Bảng 3.7: Các trường hợp nghiên cứu chiều dài nhịp dầm bản với thay đổi chiều cao bản

Trường hợp	Các sơ đồ nghiên cứu	Các tham số chiều cao thay đổi (m)	Yêu cầu của bài toán
1	30+4x36+30	1,55	Chọn được chiều cao dầm

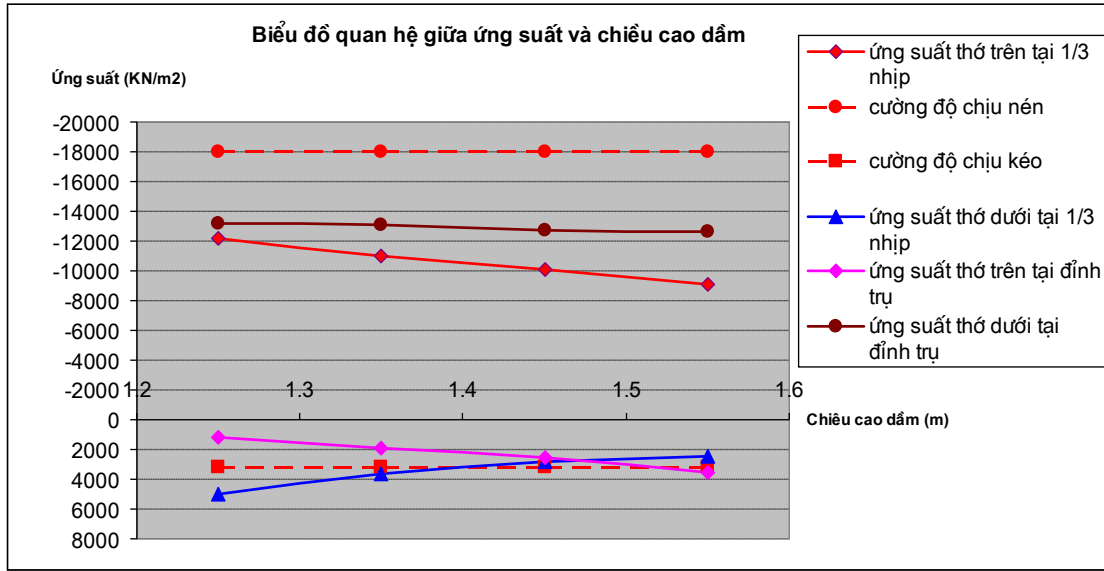
2		1,45	phù hợp nhất cho cho nhịp 36m thỏa mãn yêu cầu chịu lực và kinh tế. So sánh đối chiếu với quy trình và đưa ra kết luận
3		1,35	
4		1,25	

**Kết quả tính toán:**

*Bảng 3.8: Bảng nội lực dầm bản khi thay đổi chiều cao bản*

Vị trí	Tải trọng	Tĩnh tải	H=1,55m	H=1,45m	H=1,35m	H=1,25m
Giữa nhịp (39)	Giai đoạn thi công	Mz	8065	7196	6871	6187
		fib top	-7155	-7550	-7964	-8436
		fib bottom	-2565	-2778	-2781	-2955
	Hoạt tải	Mzmin	-1128	-1013	-905	-785
		Mzmax	5981	5813	5691	5532
		fib top	-1456	-1613	-1801	5532
	Sử dụng	fib bottom	1892	2179	2419	2787
		Mzmin	3503	3125	3190	2915
		Mzmax	18966	17603	16962	15799
1/3 nhịp (32)	Giai đoạn thi công	fib top	-9748	-10375	-11093	-11908
		fib bottom	939	1180	1566	1947
		Mz	8165	9966	10171	11014
	Hoạt tải	fib top	-6093	-7055	-7769	-8857
		fib bottom	-1644	-870	-503	312
		Mzmin	-6528	-6572	-6543	-6545
	Sử dụng	Mzmax	1066	1061	1036	1008
		fib top	-242	-272	-302	1008
		fib bottom	337	382	428	483
Đỉnh trụ (46)	Giai đoạn thi công	Mzmin	-9001	-6023	-4742	-2821
		Mzmax	21169	21817	21054	20781
		fib top	-9056	-10113	-10974	-12166
	Hoạt tải	fib bottom	2442	2807.5	3605	4955
		Mz	-11483	-8592	-6851	-4524
		fib top	-1499	-2150	-2648	-3503
	Sử dụng	fib bottom	-7721	-7413	-7398	-6980
		Mzmin	-7902	-7909	-7881	-7861
		Mzmax	1336	1345	1333	1311
Hoạt tải	fib top	1807	2046	2321	2655	
	fib bottom	-2477	-2822	-3229	-3730	
	Mzmin	-27739	-23830	-21185	-17957	
Sử dụng	Mzmax	-11	1881	2790	4154	
	fib top	3543	2519.4	1892	1181	
	fib bottom	-12672	-12701	-13117	-13197	

Biểu đồ 3.14: Quan hệ giữa ứng suất và chiều cao dầm



Ký hiệu: - - - Nét đứt là cường độ chịu kéo, nén của bê tông (tương ứng với cường độ bê tông C40)

**Nhận xét:** Qua kết quả tính toán trên nhận thấy khả năng chịu nén của bê tông là rất cao và giới hạn về chịu nén có hệ số an toàn cao. Tuy nhiên khả năng chịu kéo của bê tông là thấp và khi chiều cao dầm thay đổi xảy ra ứng suất kéo lớn ở khoảng 1/3 nhịp và trên đỉnh trụ. Chiều cao dầm hợp lý cho chiều dài nhịp 36m là từ 1,40m đến 1,55m tương ứng từ 1/23 đến 1/26 chiều dài nhịp giữa. Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với các kết quả trong các tài liệu nghiên cứu lý thuyết trước đây.

Một đặc điểm đặc biệt quan trọng là khi chiều cao dầm lớn chưa hẳn đã có lợi vì đối với dầm bản kết cấu rất nặng nề nên tĩnh tải tăng cao, dù EJ có tăng nhưng dầm không đảm bảo an toàn. Chọn chiều cao dầm thích hợp là một tiêu chí vô cùng quan trọng đối với dầm bản do dải an toàn rất hẹp.

**3.3.3.3. Lựa chọn diện tích lỗ rỗng tối thiểu**

Bảng 3.9: Các trường hợp nghiên cứu chiều dài nhịp dầm bản với thay đổi tỷ lệ lỗ rỗng bản

Trường hợp	Sơ đồ nghiên cứu	Các tham số lỗ rỗng D thay đổi (m)	Tỉ lệ lỗ rỗng(%)	Yêu cầu
1	30+4x36+30	1,05	28,35	Chọn được chiều cao dầm phù hợp nhất cho cho nhịp 36m thỏa mãn yêu
2		0,95	22,65	

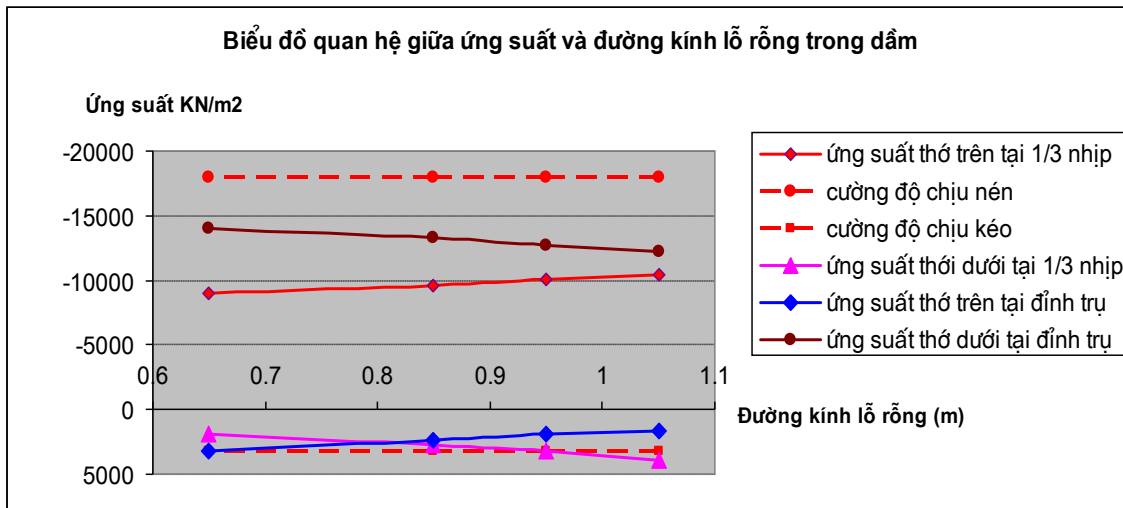
3		0,85	18,15	cầu chịu lực và kinh tế. So sánh đối chiếu với quy trình và đưa ra kết luận
4		0,65	10,65	

**Kết quả tính toán:**

*Bảng 3.10: Bảng nội lực dầm bản khi thay đổi tỷ lệ lỗ rỗng bản*

Vị trí	Tải trọng	Tĩnh tải	D=1,05m	D=0,95m	D=0,85m	D=0,65m
1/3 nhịp (32)	Giai đoạn thi công	Mz	11544	9966	8030	5472
		fib top	-7462	-7055	-6555	-5894
		fib bottom	-301	-870	-1568	-2489
	Hoạt tải	Mzmin	-6635	-6572	-6510	-6449
		Mzmax	1071	1061	1050	1041
		fib top	-274	-272	-269	-267
	Sử dụng	fib bottom	385	382	378	374
		Mzmin	-4395	-6023	-8002	-10633
		Mzmax	23252	21817	20003	17683
Đỉnh trụ (46)	Giai đoạn thi công	fib top	-10484	-10113	-9645	-9045
		fib bottom	3887	3178	2715	1878
		Mz	-7345	-8592	-10217	-12253
	Hoạt tải	fib top	-2470	-2150	-1733	-1211
		fib bottom	-6966	-7413	-7998	-8729
		Mzmin	-7937	-7909	-7879	-7856
	Sử dụng	Mzmax	1353	1345	1334	-7856
		fib top	2053	2046	2038	2033
		fib bottom	-2832	-2822	-2811	-2802
Sử dụng	Mzmin	-22538	-23830	-25507	-27599	
	Mzmax	3022	1881	345	-1491	
	fib top	1605	1938	2369	3199	
fib bottom	-12238	-12701	-13302	-14052		

Biểu đồ 3.15: Quan hệ giữa ứng suất và đường kính lỗ rỗng trong dầm



Ký hiệu: - - - Nét đứt là cường độ chịu kéo, nén của bê tông (tương ứng với cường độ bê tông C40)

**Nhận xét:** Qua kết quả tính toán trên nhận thấy khi tỉ lệ lỗ rỗng tăng thì tải giảm, đặc trưng hình học của mặt cắt EJ cũng giảm. Qua nghiên cứu các trường hợp lỗ rỗng nhận thấy lỗ rỗng có bán kính từ  $R=0,65m$  đến  $0,95m$  chiếm từ  $10,65\% \sim 22,65\%$  thỏa mãn yêu cầu chịu lực (Số lượng lỗ rỗng trên mặt cắt ngang là 4 lỗ). Tỉ lệ lỗ rỗng không ảnh hưởng nhiều tới điều kiện chịu nén của mặt cắt.

Tuy nhiên tỉ lệ lỗ rỗng ngoài thỏa mãn yêu cầu về chịu lực còn cần phải thỏa mãn yêu cầu về cấu tạo, yêu cầu về không gian bố trí cáp, yêu cầu chịu lực cục bộ.

Kết hợp các điều kiện trên với mặt cắt  $B=12m$  nên chọn 4 lỗ rỗng với đường kính  $D=0,95m$ . Tỉ lệ lỗ rỗng tối đa trên mặt cắt ngang là  $22,65\%$ .

### 3.4. Ví dụ tính toán cầu dầm bản rỗng liên tục nhiều nhịp

#### 3.4.1. Tóm tắt về dự án và giải pháp thiết kế nút giao

##### a. Giới thiệu chung về dự án:[12]

- Nút giao Phú Đô là nút giao khác mức nằm trên đường Đại lộ Thăng Long tại lý trình Km4 + 642 là điểm nút giao thông quan trọng nối từ đường Đại lộ Thăng Long về trung tâm huyện Từ Liêm và khu Liên hợp thể thao quốc gia thuộc vùng ven đô thành phố Hà Nội. Nút giao nằm trong quần thể các công trình giao thông và văn hoá trong tương lai gồm Công viên Động vật hoang dã, di tích chùa Quang Tự và hệ thống giao thông tỉnh ngoại ô thành phố. Do vậy kiến trúc công trình cần hiện đại, đẹp và tương xứng với cảnh quan kiến trúc xung quanh.
- Cầu vượt nút giao Phú Đô là một cầu có kết cấu đặc biệt trong số các cầu trên đường Đại lộ Thăng Long được thiết kế bằng dầm bản rỗng liên tục 9 nhịp bằng bê tông dự ứng lực. Dầm được đặt cong trong không gian theo mặt bằng và mặt đứng.

- Việc tính toán và thiết kế cầu dầm bản liên tục nhiều nhịp cong theo hai phương tương đối phức tạp đòi hỏi người kỹ sư phải vận dụng tính toán và thiết kế một cách linh hoạt, cần có những nghiên cứu chuyên sâu và sử dụng tối đa các ứng dụng của các phần mềm tin học như RM, MIDAS/Civil, SAP ... và các bản tính hỗ trợ được lập trên nền phần mềm AUTOCAD, EXCEL.

**b. Quy mô và tiêu chuẩn thiết kế:**

\* Cầu được thiết kế vĩnh cửu với quy mô rộng  $B=11,1\text{m}$  gồm:

- Hai làn xe cơ giới cùng chiều:  $2 \times 3,5 \text{ m}$
- Một làn xe thô sơ:  $2,0 \text{ m}$
- Một giải an toàn :  $0,5 \text{ m}$
- Mở rộng cầu trên đường cong:  $0,6 \text{ m}$
- Lan can:  $2 \times 0,5 \text{ m}$

\* Chỉ tiêu kỹ thuật thiết kế:

- Hoạt tải thiết kế HL-93; Đoàn bộ hành  $3 \text{ KN/m}^2$
- Động đất: cấp 7 với hệ số gia tốc đất nền  $A=0,1081$
- Khở tĩnh không đường cao tốc:  $H = 4,75 \text{ m}$
- Khở tĩnh không đường nội đô:  $H = 4,50 \text{ m}$
- Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22 TCN 272-05
- Tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô TCVN 4054 - 2005

**c. Giải pháp thiết kế cầu vượt:**

- Cầu vượt gồm 9 nhịp liên tục nằm trong đường cong không gian theo hai phương.
- Mặt bằng nằm trên đường cong đôi chiều  $R=200\text{m}$ ,  $R=500\text{m}$  và mặt đứng nằm trên đường cong bán kính  $R=2500\text{m}$ .
- Sơ đồ kết cấu nhịp:  $30+7 \times 36+30=312\text{m}$ , chiều dài toàn cầu  $L = 320,62\text{m}$ .
- Đầu cầu phía Từ Liêm bố trí tường chắn đất có cốt và tường chắn BTCT, tổng chiều dài  $L = 148,0\text{m}$ . Đầu cầu phía Hòa Lạc là đất đắp nối kết vào đường gom bên trái.
- Dầm được ngàm cứng tại 3 trụ giữa, các trụ khác là trụ tròn 1 gối. Tại mỗi mô bố trí 2 gối, tạo thành hệ kết cấu dầm khung liên tục đảm bảo chống xoắn và ổn định.

**Ghi chú:** Bản vẽ Bố trí chung cầu xem trong phần Phụ lục.

\* Kết cấu phân trên:



- Dầm dầm bản BTCT UST dạng bản rộng liên tục 9 nhịp đỡ tại chỗ trên đà giáo cố định.
- Chiều rộng mặt bản:  $B1 = 10,8 \text{ m}$ .
- Chiều rộng đáy bản:  $B2 = 5,0 \text{ m}$ .
- Chiều cao dầm:  $H = 1,55 \text{ m}$  (Tỷ lệ  $H/L = 1/23$ ).
- Đường kính tạo rỗng:  $D = 1000 \text{ mm}$  bố trí 3 lỗ rỗng (Tỷ lệ lỗ rỗng 21,5%).
- Dầm bản được phân đoạn đổ bê tông theo từng nhịp và tạo lỗ rỗng hình tròn. Đoạn đổ bê tông dài nhất là 48m (nhịp giữa), đoạn đổ bê tông ngắn nhất 23m (nhịp biên).
- Theo phân đoạn thi công cấp cường độ cao cũng được chia thành nhiều đoạn nối với nhau bằng ống nối cách tim trụ 7,0m. Đường tim cáp đi trên đường cong song song với tim dầm và thay đổi cao độ theo yêu cầu nội lực. Cáp dọc UST dùng loại bó 17 tao đường kính 15.2mm theo ASTM 416 grade 270. Mặt cắt ngang nhịp giữa bố trí 16 bó cáp và nhịp biên bố trí 14 bó cáp.
- Cáp ngang UST loại 4 tao 15,2mm, bố trí theo phương vuông góc với trục dầm để chịu mômen uốn ngang. Cự ly giữa các bó cáp ngang 350~700mm.
- Cốt thép thường bố trí theo yêu cầu chống xoắn, chống nứt và yêu cầu cấu tạo đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật. Tại các mối nối bố trí bổ sung cốt thép chống giảm yếu và tại các nhịp cong bố trí cốt thép chống lực hút tâm do căng kéo cốt thép cường độ cao.
- Lan can cầu bằng thép mạ kẽm, gờ cầu dùng gờ chậu nhập ngoại, khe co giãn bằng thép kiểu răng lược. Hệ thống chiếu sáng trên cầu bằng đèn cao áp thủy ngân.

**Ghi chú:** Bản vẽ Kết cấu nhịp và Bố trí cáp DUL xem trong phần Phụ lục.

**\* Kết cấu móng:**

- Hai móng bằng BTCT đỡ tại chỗ, móng cọc khoan nhồi đường kính  $D=1,50\text{m}$ .
- Các trụ bằng BTCT đỡ tại chỗ dạng một cột tròn đặc đường kính  $D=2,00\text{m}$ , móng cọc khoan nhồi đường kính  $D=1,50 \text{ m}$ .
- Ba trụ T4, T5, T6 là các trụ ngầm, các trụ còn lại là trụ đặt gờ di động đảm bảo yêu cầu chống xoắn, chống nứt và yêu cầu cấu tạo.

**Ghi chú:** Bản vẽ Mặt cắt ngang móng, trụ cầu xem trong phần Phụ lục.

**\* Biện pháp thi công cầu:**

Thi công móng, trụ bằng phương pháp đổ bê tông tại chỗ. Thi công các trụ giữa trước sau đó thi công các trụ biên và móng.

Thi công kết cấu nhịp theo sơ đồ tính toán nội lực, thi công kết cấu nhịp được tiến hành từ các nhịp giữa ra biên, trình tự như sau:

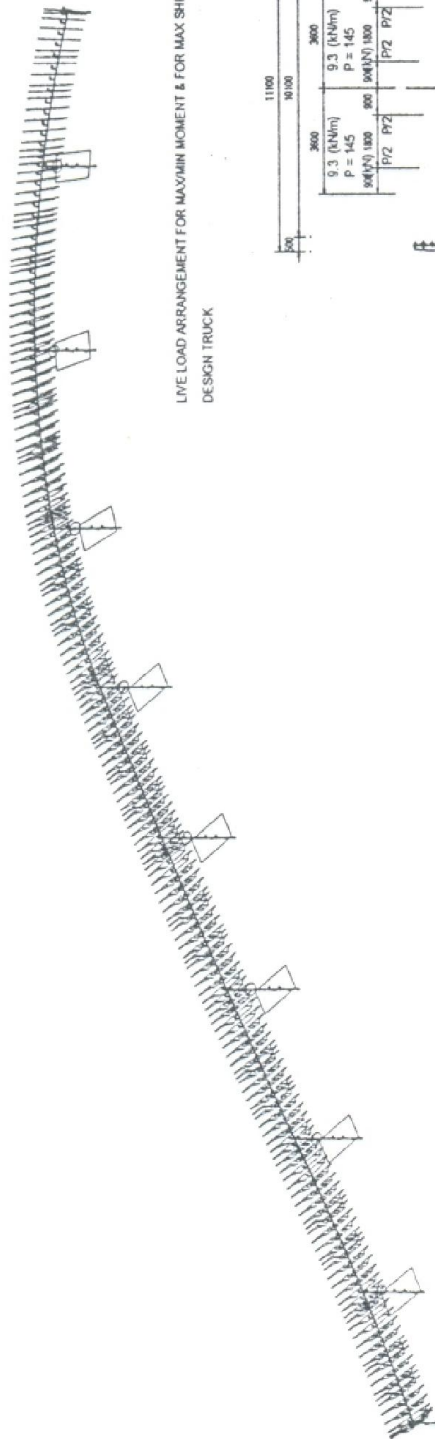
- Lắp dựng đà giáo xây dựng thi công đúc tại chỗ dầm bản rộng BTCT DƯL nhịp 5 (qua 2 trụ T4, T5), L= 48 m, căng cáp DƯL một đầu.
- Lắp dựng đà giáo xây dựng thi công đúc tại chỗ dầm bản rộng BTCT DƯL nhịp 6, L= 36 m, căng cáp DƯL một đầu.
- Lắp dựng đà giáo xây dựng thi công đúc tại chỗ dầm bản rộng BTCT DƯL các nhịp tiếp theo L= 36m, căng cáp DƯL một đầu.
- Lắp dựng đà giáo xây dựng thi công nhịp 8, L= 36 m, căng cáp DƯL một đầu.
- Lắp dựng đà giáo xây dựng thi công nhịp biên, L= 23 m, căng cáp DƯL một đầu.
- Thi công đường đầu cầu và hoàn thiện.

**Ghi chú:** Bản vẽ, thuyết minh Biện pháp thi công xem trong phần Phụ lục.

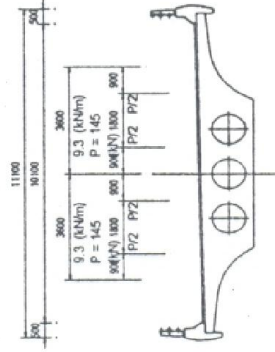
### **3.4.2. Tóm tắt nội dung tính toán và kết quả đạt được**

\* *Mô hình hoá kết cấu, ứng dụng phần mềm Midas Civil trong tính toán nội lực:*

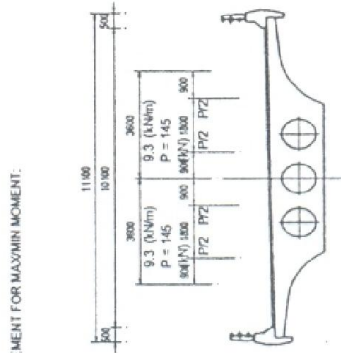
- Việc mô hình hoá không gian kết cấu theo sơ đồ tổng thể, các thông số liên kết được xét trên cơ sở biến dạng đàn hồi của kết cấu.
- Đầu tiên xác định trục tim dầm trong không gian 3 chiều theo toạ độ tổng thể.
- Mô hình các phần tử của dầm trên đường tim dầm theo toạ độ địa phương.
- Các tính toán nội lực kết cấu thực hiện trên phần mềm *Midas Civil 2008* là phần mềm chuyên dụng tính toán kết cấu công trình đã được sử dụng tương đối phổ biến trong để thiết kế các cầu dầm liên tục bằng bê tông ứng suất trước, thi công theo phương pháp đúc hẫng cân bằng hoặc đúc trên đà giáo, các cầu treo dây văng, dây võng.
- Cầu vượt Phú Đô nằm trong đường cong nên việc tính toán thiết kế phức tạp hơn cần có các chương trình hỗ trợ, các nội dung chủ yếu sau:



LIVE LOAD ARRANGEMENT FOR MAXIMIN MOMENT & FOR MAX SHEAR.  
DESIGN TRUCK



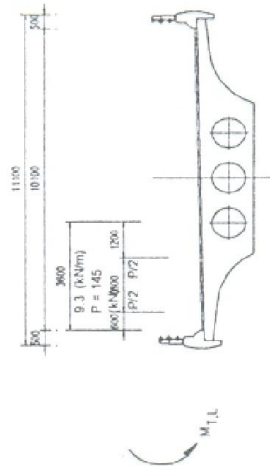
Calculation of data :  
 $W_L = 9.3 \cdot 2 = 18.6 \text{ (kN/m)}$   
 $P_1 = 35 \cdot 2 = 70 \text{ (kN)}$   
 $P_2 = P_3 = 145 \cdot 2 = 290 \text{ (kN)}$



Calculation of data :  
 $W_L = 9.3 \cdot 2 = 18.6 \text{ (kN/m)}$   
 $P_1 = 110 \cdot 2 = 220 \text{ (kN)}$

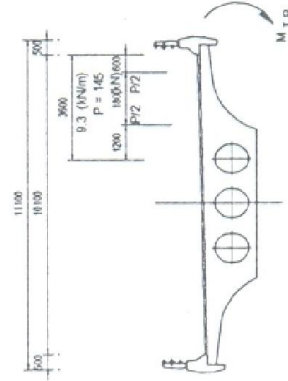
LIVE LOAD ARRANGEMENT FOR MAXIMUM TORSION

TORSION LEFT :



Calculation of data :  
 $W_L = 9.3 \text{ (kN/m)}$   
 $P_1 = 35 \text{ (kN)}$   
 $P_2 = P_3 = 145 \text{ (kN)}$

TORSION RIGHT :



Calculation of data :  
 $W_L = 9.3 \text{ (kN/m)}$   
 $P_1 = 35 \text{ (kN)}$   
 $P_2 = P_3 = 145 \text{ (kN)}$

\* Tính toán nội lực:

### **Giải pháp tính toán:**

- Việc xác định nội lực được tiến hành theo từng trường hợp tải trọng, hoạt tải được xếp theo chiều dọc dầm trên các đường cong có cùng tâm với trục tim dầm.
- Hoạt tải HL93 và các tác động khác lấy theo tiêu chuẩn 22TCN 272-05 [01]
- Tải trọng động đất được tính trên cơ sở biến dạng theo phương pháp phân tích đơn phổ.
- Tổ hợp các tải trọng theo các trạng thái cường độ và trạng thái sử dụng
- Trong quá trình tính toán sử dụng phần mềm Midas Civil để tính toán so sánh với RM.
- Việc chuẩn bị và vào số liệu tính toán chiếm khá nhiều thời gian trong quá trình tính toán. Để giảm thời gian nhập số liệu cần thiết lập các bản tính trung gian để tính toán các biến logic toán học liên quan trên phần mềm Excel. Toàn bộ kết quả tính toán sẽ được kết nối vào trong chương trình tính toán.
- Quá trình tính toán thiết kế sẽ phải thay đổi và lựa chọn nhiều lần các số liệu đầu vào để có được kết cấu tối ưu nhất. Các chương trình tính toán nhỏ bao gồm:
  - ◆ Bản tính số liệu đặc trưng hình học mặt cắt
  - ◆ Bản tính số liệu các tải trọng như động đất, gió, nhiệt độ
  - ◆ Bản tính tọa độ các đường cáp UST chạy trong kết cấu
  - ◆ Bản tính tọa độ đường tim dầm.

### **Tính toán ứng suất:**

- ứng suất phát sinh trong kết cấu được tính theo từng giai đoạn thi công và khai thác. ứng suất cuối cùng là tổng ứng suất tất cả các giai đoạn chịu lực. ứng suất kéo trong kết cấu bê tông là không chế việc thiết kế các mặt cắt.

### **Tính chống xoắn:**

- Đối với dầm cong nên mômen xoắn tương đối lớn do các ảnh hưởng của độ cong dầm, chênh cao độ các đường cáp, hoạt tải đặt trên dầm cong và lực hướng tâm do căng các đường cáp có chênh cao độ. Việc tính toán chống xoắn phức tạp hơn các dầm thẳng, việc tính toán phải tiến hành lập các phần tính toán riêng theo chỉ dẫn của ACI và ASSHTO [14], kết quả tính toán chủ yếu trong bảng sau:

Bảng 3.10: Bảng nội lực dầm bản tại các vị trí

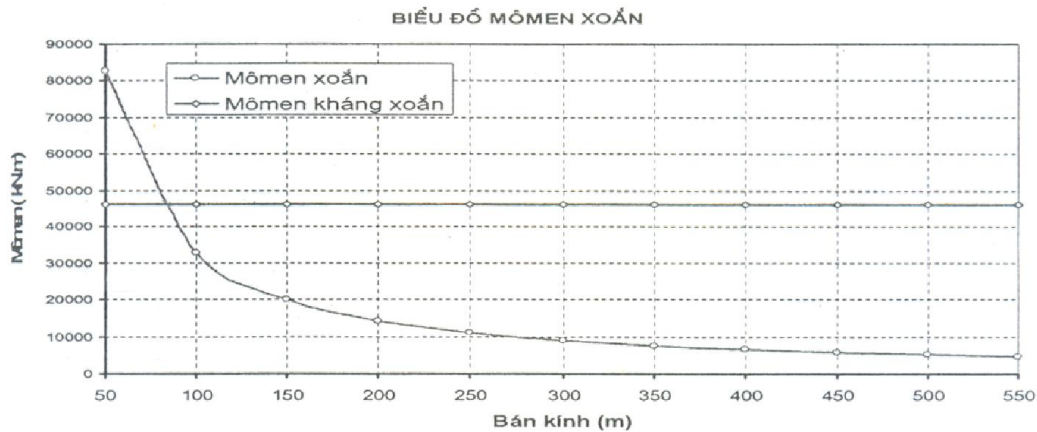
Nội dung tính toán	Mặt cắt			
	1/2 nhịp biên	Gối trụ biên	1/2 nhịp trong	Gối trụ trong
Mô men tĩnh tải (KN.m)	24773	-10160	34101	-18742
Lực cắt tĩnh tải (KN)		-4889		-5569
Mô men hoạt tải (KN.m)	5691	-6274	4528	-6242
Lực cắt hoạt tải (KN)		-1204		-1188
Mô men co ngót, từ biến (KN.m)	-680	-1569	-1105	-5073
Mô men nhiệt độ (KN.m)	83	181	843	3287
Mô men nhiệt độ (KN.m)	1119	2238	2238	2238
Tổng hợp mô men nội lực TC (KN.m)	32551	-21138	39419	-19866
Tổng hợp mô men tính toán (KN.m)	42153	-25401	49181	21175
Mô men xoắn lớn nhất (KN.m)	3099	3816	3103	-10712
Ứng suất mép trên GĐ.TC (Mpa)	-2.89	-7.868	-6.033	-6.863
Ứng suất mép dưới GĐ.TC (Mpa)	-4.644	0.045	-2.806	-0.571
Ứng suất mép trên GĐ.KT (Mpa)	-3.159	0.149	-6.967	2.25
Ứng suất mép dưới GĐ.KT (Mpa)	-5.693	-7.62	-0.63	-8.397

### 3.4.3. Lựa chọn kích thước cơ bản trong quá trình tính toán thiết kế

#### ✚ Mặt bằng và bán kính cong:

- Việc xác định mặt bằng tổng thể là quyết định các yếu tố cơ bản của nút giao. Liên quan đến việc xác định mặt bằng là chọn bán kính cong hợp lý theo các tiêu chuẩn thiết kế. Khi thiết kế với bán kính cong trong nút giao cần tính toán sơ bộ nội lực trong kết cấu và khả năng chịu lực của mặt cắt để xác định giới hạn bán kính cong bằng nhỏ nhất, việc tính toán lựa chọn theo các bước:
  - ◆ Chọn sơ bộ mặt cắt theo kinh nghiệm
  - ◆ Bố trí cấp cường độ cao, cốt thép thường
  - ◆ Tính khả năng chịu xoắn của mặt cắt tương ứng với từng mặt cắt.
- Vẽ biểu đồ tương quan giữa khả năng chịu xoắn giới hạn, mômen xoắn và bán kính cong của dầm. Dựa trên biểu đồ tương quan xem xét lựa chọn bán kính dầm một cách hợp lý nhất trong miền an toàn kết cấu. Trong biểu đồ dưới đây cho thấy bán kính cong nhỏ nhất là 80m, tuy nhiên bán kính được lựa chọn theo tiêu chuẩn thiết kế đường. Trong nút giao Phú Đô thiết kế với bán kính cong  $R=200m$  và  $R=500m$ .

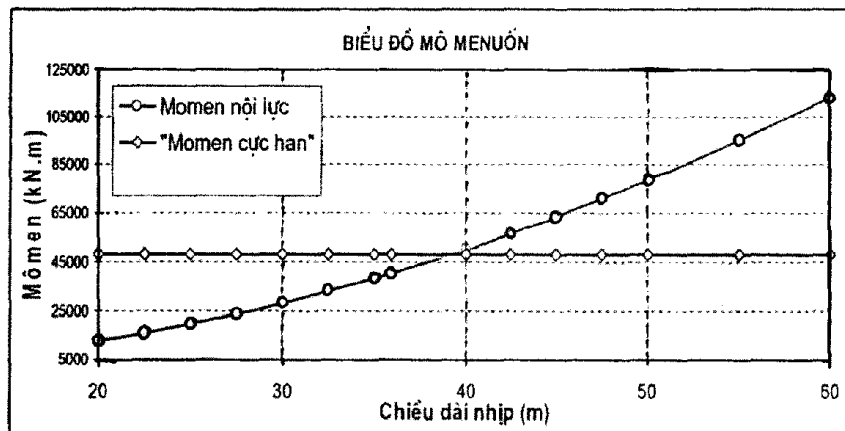
Biểu đồ 3.16: Quan hệ mômen xoắn và bán kính cong



#### ✚ Chiều dài nhịp:

- Việc xác định chiều dài nhịp lớn nhất cũng được thực hiện theo các bước như trên.
- Vẽ biểu đồ tương quan giữa khả năng chịu lực giới hạn, mômen uốn và chiều dài nhịp. Dựa vào biểu đồ xem xét lựa chọn chiều dài nhịp trong miền an toàn cho phép. Trong biểu đồ dưới đây cho thấy chiều dài nhịp lớn nhất là 40m, tuy nhiên chiều dài nhịp còn phụ thuộc vào địa hình và các tuyến đường mà cầu vượt qua nên trong nút giao Phú Đô ta chọn  $L_n=36m$ .

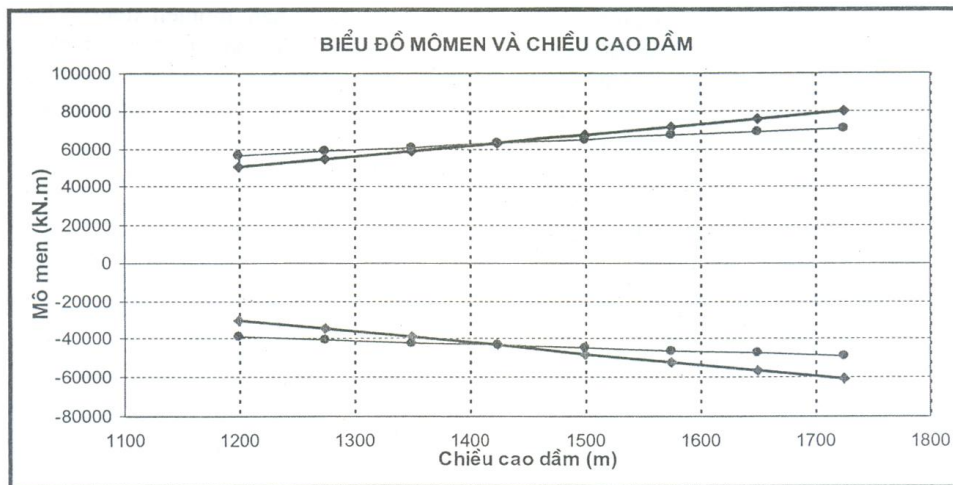
Biểu đồ 3.17: Quan hệ mômen uốn và chiều dài nhịp



**Chiều cao dầm:**

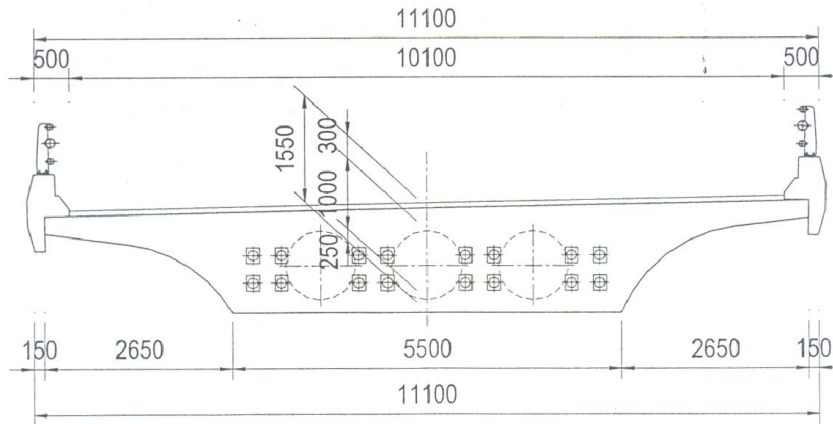
- Trong thiết kế mặt cắt cần lựa chọn chiều cao dầm tương ứng với một loại chiều dài nhịp, việc tính toán lựa chọn theo các bước tương tự như trên.
- Vẽ biểu đồ tương quan giữa khả năng chịu lực giới hạn, mômen uốn và chiều cao dầm. Dựa trên biểu đồ xem xét lựa chọn chiều cao dầm một cách hợp lý trong miền an toàn cho phép của kết cấu. Trong biểu đồ dưới đây với chiều dài nhịp  $L_n=36m$  cho thấy chiều cao dầm nhỏ nhất là 1425mm, tuy nhiên các mặt cắt trung gian khó bố trí cốt thép UST nên trong nút giao Phú Đô ta chọn  $H_d=1550mm$ .

Biểu đồ 3.17: Quan hệ khả năng chịu mômen và chiều cao dầm



**Lựa chọn thiết kế kết cấu:**

- Sau khi tính toán, xem xét các kết quả, điều kiện bố trí tạo lỗ rỗng và các chi tiết cấp CDC, ta chọn thiết kế mặt cắt ngang kết cấu như trong hình vẽ:



**Một số giải pháp đặc biệt trong thiết kế:**

- Do tính chất phức tạp của kết cấu trong quá trình thiết kế các kỹ sư đã đưa ra các giải pháp cấu tạo hợp lý cho các yêu cầu chịu lực như
  - ◆ Khoét tạo lỗ rỗng để giảm nội lực tĩnh tải.
  - ◆ Thay đổi diện tích cốt thép cường độ cao theo mô men.
  - ◆ Bố trí cáp ngang chịu tăng cường các vị trí đỉnh trụ.
  - ◆ Liên kết ngàm các trụ giữa để chịu lực do động đất và mô men xoắn.
  - ◆ Bố trí lệch tim các trụ trong đường cong để điều chỉnh nội lực gối cầu.
  - ◆ Bố trí cốt thép chống xoắn cho các đoạn dầm cong.
  - ◆ Bố trí cốt thép gia cường mỗi nối do chất lượng không đồng đều của các khối bê tông.

**Nhận xét kết quả tính toán:** Sau khi tính toán ta có kết quả như sau:

- ◆ Với chiều dài nhịp  $L=36\text{m}$  ta chọn được chiều cao dầm hợp lý  $H=1,55\text{m}$ . Tỷ lệ giữa  $H/L=1/23$  phù hợp với kết quả nghiên cứu ( $H/L=1/23\sim 1/26$ ).
- ◆ Với bề rộng cầu  $B=11,10\text{m}$  ta bố trí 3 lỗ rỗng với đường kính lỗ rỗng  $D=1,0\text{m}$  đảm bảo việc bố trí cốt thép thường và DƯL. Tỷ lệ lỗ rỗng chiếm 21,50% phù hợp với phạm vi trong quá trình nghiên cứu ở trên với tỷ lệ bố trí lỗ rỗng từ 10,65%~22,65%.
- ◆ Trong ví dụ thực tế này bán kính đường cong  $R=200\text{m}$  và  $R=500\text{m}$  nên mô men xoắn không có sự thay đổi đột biến vì bán kính cong càng lớn thì mô men xoắn càng nhỏ và mức độ thay đổi mô men xoắn là không rõ rệt.



## CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 1. Kết luận:

Với nhu cầu phát triển hệ thống giao thông đô thị hiện nay, các đề về ùn tắc giao thông, tai nạn giao thông tại các nút giao trong đô thị ngày càng gia tăng, đòi hỏi sự nghiên cứu các giải pháp kết cấu cầu vượt cho nút giao thông khác mức trong đô thị ngày càng trở nên cấp thiết.

Do đó, việc nghiên cứu, đánh giá, tiến tới lựa chọn các dạng cầu vượt hợp lý về tổng thể các mặt kinh tế, kỹ thuật, mỹ quan và phù hợp qui hoạch chung của đô thị đã trở nên cần thiết và cấp bách. Sự lựa chọn các giải pháp kết cấu còn tùy thuộc vào đặc thù mỗi nước, mỗi địa phương, mỗi công trình cụ thể, trên cơ sở tuân thủ những chuẩn mực chung nhất quy định với giao thông đô thị.

Do đặc thù công trình cầu vượt trong thành phố nên đòi hỏi việc lựa chọn giải pháp kết cấu nhịp không chỉ đảm bảo yêu cầu về khả năng khai thác ổn định an toàn với tải trọng yêu cầu và khẩu độ nhịp vượt đường giao dưới cầu, phải thoả mãn được các yêu cầu về độ thanh thoát, đẹp và kiến trúc hài hoà với khu vực mà biện pháp thi công kết cấu nhịp phải thuận tiện, thời gian thi công ngắn nhất, việc thi công không ảnh hưởng tới giao thông bên dưới và xung quanh càng ít càng tốt. Qua nghiên cứu và phân tích, tác giả kiến nghị sử dụng cầu dầm bản BTCT trong nút giao thông đô thị ở nước ta với một số giải pháp kết cấu nhịp và biện pháp thi công cầu dầm bản cụ thể như sau:

- Đối với chiều dài kết cấu nhịp  $\leq 25\text{m}$ , cầu nằm trên đường thẳng hoặc đường cong bán kính lớn và không có yêu cầu nhiều về mỹ quan ta sử dụng kết cấu nhịp cầu dầm bản giản đơn. Trong quá trình sử dụng dầm bản giản đơn, nếu chiều dài nhịp  $L > 9\text{m}$  ta nên bố trí lỗ rỗng để giảm bớt tĩnh tải kết cấu nhịp với tỷ lệ từ 13%~33%. Tỷ lệ giữa chiều cao dầm và chiều dài nhịp nên chọn trong phạm vi  $H/L=1/22\sim 1/28$ .
- Đối với chiều dài kết cấu nhịp  $25\text{m} < L \leq 33\text{m}$ , cầu nằm trên đường thẳng hoặc đường cong bán kính lớn và không có yêu cầu nhiều về mỹ quan ta sử dụng kết cấu nhịp cầu dầm bản giản đơn có mở rộng xà mũ trụ, để đảm bảo tính thanh mảnh, mỹ quan và thuận tiện trong quá trình thi công thì chiều rộng xà mũ mở rộng tối đa nên chọn  $l \leq 8\text{m}$  và chiều cao xà mũ mở rộng  $h \leq 2.2\text{m}$ .
- Đối với chiều dài kết cấu nhịp  $\geq 33\text{m}$ , cầu nằm trên đường thẳng hoặc đường cong bán kính nhỏ và có yêu cầu nhiều về mỹ quan ta sử dụng kết cấu nhịp cầu dầm bản rỗng liên tục với các tham số lựa chọn như sau:
  - + Đối với chiều dài nhịp  $L = 33\text{m}\sim 36\text{m}$  ta nên sử dụng bán kính đường cong tối thiểu trong phạm vi  $R = 55\text{m}\sim 60\text{m}$ .

- + Tỷ lệ giữa chiều cao dầm và chiều dài nhịp nên chọn trong phạm vi từ 1/23 đến 1/26.
- + Tỷ lệ lỗ rỗng bố trí để giảm bớt tĩnh tải dầm và các điều kiện về cấu tạo nhưng tỷ lệ đó nên chọn từ: 10,65%~22,65%.
- Về biện pháp thi công kết cấu nhịp cầu dầm bản trong đô thị, ta lựa chọn:
  - + Đối với các nhịp cầu dầm bản bê tông cốt thép lắp ghép và bán lắp ghép sử dụng biện pháp thi công cầu lắp dầm hoặc lao kéo dọc khi số nhịp thi công nhiều.
  - + Đối với các cầu dầm bản nằm trong đường cong bán kính nhỏ sử dụng biện pháp thi công đổ tại chỗ hệ trên đà giáo cố định.
  - + Đối với các cầu dầm bản liên tục nằm trong đường cong bán kính lớn và vừa sử dụng biện pháp thi công đổ tại chỗ trên hệ đà giáo di động hoặc đà giáo cố định. Để đảm bảo giao thông trong quá trình thi công được thuận tiện thì biện pháp thi công đổ tại chỗ trên hệ đà giáo di động là tốt hơn cả.

## **2. Kiến nghị:**

- Do khả năng và thời gian nghiên cứu còn hạn chế nên đề tài cũng chỉ nghiên cứu được các giải pháp kết cấu nhịp thông dụng như dầm bản giản đơn, dầm bản giản đơn mở rộng xà mực trụ, dầm bản rỗng liên tục bằng vật liệu BTCT, BTCTĐƯL. Cần nghiên cứu bổ sung thêm những dạng kết cấu nhịp cầu thép, kết cấu vòm ống thép nhồi bê tông, các dạng kết cấu nhịp ứng dụng công nghệ vật liệu mới để có nhiều giải pháp kết cấu nhịp hơn cho cầu vượt trong nút giao đô thị.
- Về vật liệu xây dựng, ở nước ta chủ yếu nghiên cứu và sử dụng vật liệu bê tông có cường độ chịu nén = 40Mpa đến 60Mpa nên kết cấu nhịp cầu vượt tương đối to lớn và nặng nề. Do đó cần nghiên cứu các loại vật liệu mới áp dụng cho công trình cầu vượt trong nút giao thông đô thị để tạo lên sự thanh mảnh, nhẹ nhàng và mỹ quan cho công trình.
- Cần nghiên cứu bổ sung về chi tiết cấu tạo, công nghệ thi công chi tiết cho dạng kết cấu nhịp trên để điều kiện tổ chức thi công phù hợp với đô thị.
- Cần nghiên cứu bổ sung các loại kết cấu móng trụ, hệ thống lan can, thoát nước phù hợp yêu cầu kỹ thuật và mỹ quan công trình trong đô thị ngày càng đòi hỏi cao hơn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO.

01. Bộ Giao thông vận tải (2005), *Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN272:05*, Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội 2005.
02. Bộ Giao thông vận tải (1998), *Quy trình thi công và nghiệm thu dầm cầu bê tông cốt thép dự ứng lực 22TCN 247-98*, Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội 1998.
03. Bộ Khoa học và công nghệ (2005), *Tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô TCVN4054:05*, Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội 2005.
04. Bộ Xây dựng (2007), *Đường đô thị yêu cầu thiết kế TCXDVN104:2007*, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội 2007.
05. Phạm Hữu Hanh (2010), *Bài giảng vật liệu mới trong xây dựng cầu*, Đại học xây dựng Hà Nội 2010.
06. Phạm Duy Hòa (2010), *Bài giảng kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước*, Đại học xây dựng Hà Nội 2010.
07. Nguyễn Văn Mọi (2010), *Bài giảng kết cấu và công nghệ mới trong xây dựng cầu bê tông cốt thép*, Đại học xây dựng Hà Nội 2010.
08. Lê Đình Tâm (2008), *Cầu bê tông cốt thép trên đường ô tô - Tập 1, tập 2*, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội 2008.
09. Nguyễn Viết Trung (2004), *Công nghệ hiện đại xây dựng cầu Bê tông cốt thép*, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội 2004.
10. Nguyễn Xuân Vinh (1999), *Thiết kế nút giao thông và tổ chức giao thông đô thị*, Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội 1999.
11. Pô-li-va-nốp, *Thiết kế cầu bê tông cốt thép và cầu thép trên đường ô tô*, Tài liệu biên dịch từ sách nước ngoài, Hà Nội.
12. Tổng công ty TVTK GTVT (2004, 2005), *Đồ án thiết kế cầu vượt nút giao Phú Đô, cầu vượt nút giao tỉnh lộ 70 thuộc Dự án đường cao tốc Láng - Hòa Lạc (Đại lộ Thăng Long) và Đồ án thiết kế Cầu vượt Hồ Linh Đàm thuộc Dự án đường vành III nối với dự án cầu Thanh Trì*, Tổng công ty TVTK GTVT, Hà Nội 2004~2005.
13. Tổng công ty TVTK GTVT (2001~2010), *Đồ án thiết kế các loại dầm giản đơn (Dầm I, dầm T, dầm bản giản đơn, dầm Super-T) của các dự án Quốc lộ 1, Quốc lộ 5, Dự án đường cao tốc Láng-Hòa Lạc, Dự án Cầu Thanh Trì, đường cao tốc Hà Nội -*

*Bắc Ninh, cao tốc Pháp Vân - Cầu Giẽ, Tổng công ty TVTK GTVT, Hà Nội*  
2001~2010.

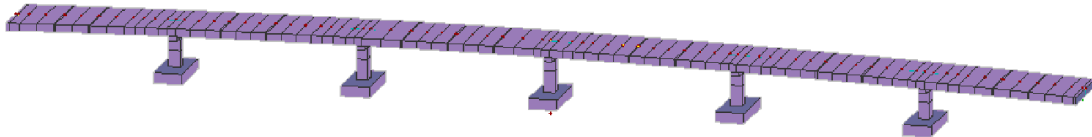
14. Tài liệu về các cầu trên trang web: [www.highestbridges.com](http://www.highestbridges.com)

15. Guide Specifications for Design and Construction of Segmental Concrete Bridges  
AASHTO (1989).

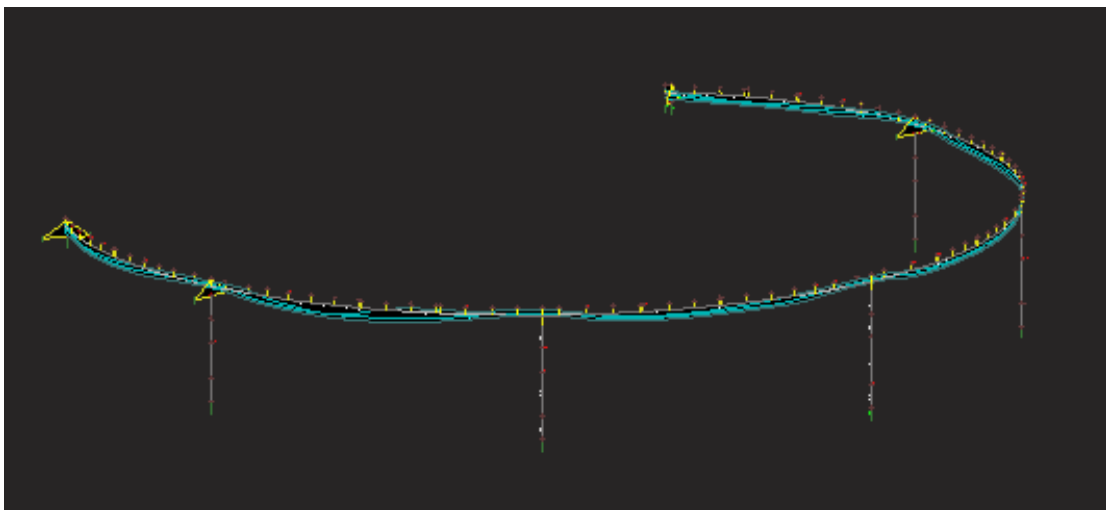
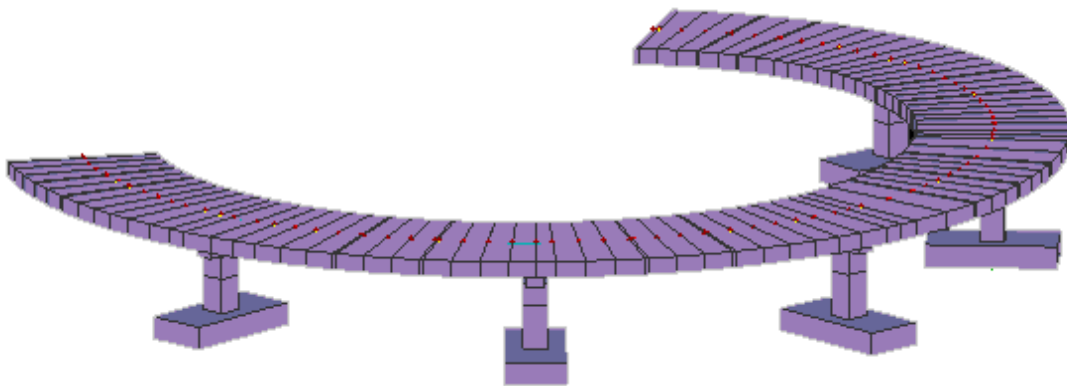
**Phụ lục**  
**mô hình tính toán tính toán**

1. Mô hình tính toán với cầu dầm bản nằm trên đường thẳng
2. Mô hình tính toán với cầu dầm bản nằm trên đường cong

**Mô hình tính toán với cầu dầm bản nằm trên đường thẳng**



**Mô hình tính toán với cầu dầm bản nằm trên đường cong**



**Phụ lục 2**  
**các bản vẽ trong ví dụ tính toán**

1. Bố trí chung cầu vượt
2. Mặt cắt ngang mô, trụ cầu
3. Các bản vẽ kết cấu nhịp
4. Các bản vẽ bố trí cáp DUL
5. Bản vẽ biện pháp thi công kết cấu nhịp
6. Thuyết minh biện pháp thi công kết cấu nhịp