



BÀI GIẢNG

CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG

PHẦN CẦU



Lưu hành nội bộ

Tháng 01 – 2008



BÀI GIẢNG CTGT

Phần :

CÔNG TRÌNH CẦU

(Tái bản, có chỉnh sửa lần thứ 7)

2005 - 2008

Người biên soạn : TS. LÊ BÁ KHÁNH

Tp. Hồ Chí Minh, 02 - 2008



Một số từ viết tắt

BMC – bản mặt cầu

BT – bê tông

BTCT – bê tông cốt thép;

GĐ – giản đơn;

KCN – Kết cấu nhịp

LBH – Lễ bộ hành

U'ST – ứng suất trước;

PT – phương trình;

PTHH – phần tử hữu hạn

Tiêu chuẩn – Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22 TCN 272-05

TTGH – trạng thái giới hạn;



1	KHÁI NIỆM VỀ CÔNG TRÌNH NHÂN TẠO TRÊN ĐƯỜNG Ô-TÔ.....	6
1.1	Giới thiệu về công trình nhân tạo (CTNT) trên đường	6
1.1.1	Khái niệm về CTNT :	6
1.1.2	Cầu.....	6
1.1.3	Cống	6
1.1.4	Đường hầm	6
1.1.5	Đường tràn.....	6
1.1.6	Bến phà.....	7
1.1.7	Một số công trình nhân tạo trong thành phố.....	7
1.1.8	Một số công trình nhân tạo trên đường trong vùng núi	7
1.2	Các bộ phận cơ bản của công trình cầu.....	7
1.2.1	Các bộ phận cơ bản của công trình cầu	8
1.3	Chi tiết một số kết cấu của cầu.....	9
1.4	Phân loại cầu	13
1.4.1	Sơ đồ phân loại cầu.....	13
1.4.2	Phân loại theo sơ đồ kết cấu (tĩnh học) có:.....	13
1.4.3	Phân loại theo đặc điểm riêng của công trình như:.....	13
1.4.4	Phân loại theo quy mô công trình:.....	13
1.4.5	Theo tương quan giữa trục của hàng gối biên và trục dọc cầu	15
1.5	Lịch sử phát triển ngành xây dựng cầu	15
1.5.1	Giới thiệu chung	15
1.5.2	Thời kỳ trước CN & La mã cổ đại.....	15
1.5.3	Thời kỳ Phục hưng và hậu Phục hưng (thế kỷ 14 – 16)	15
1.5.4	Thời kỳ cách mạng công nghiệp.....	15
1.5.5	Thời kỳ hiện đại.....	16
1.5.6	Lịch sử phát triển ngành cầu ở Việt nam.....	17
1.6	Một số phương hướng phát triển trong ngành xây dựng cầu.....	17
1.6.1	Về vật liệu.....	17
1.6.2	Về kết cấu	17
1.6.3	Về liên kết và ghép nối	17
1.6.4	Về công nghệ thi công.....	18
1.6.5	Về lý thuyết tính toán thiết kế	18
1.6.6	Các nghiên cứu thực nghiệm	18
2	VẬT LIỆU LẠM CẦU	19
2.1	Bê tông	19
2.2	Thép.....	19
2.3	Cốt thép	20
2.4	Bê tông cốt thép.....	21
3	PHẠM VI ÁP DỤNG CỦA KẾT CẤU NHỊP CẦU	22
4	MỸ QUAN CẦU	23
5	SO SÁNH CÁC PHƯƠNG ÁN KẾT CẤU	24
6	KHÁI NIỆM THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH NHÂN TẠO.....	28
6.1	Các định nghĩa.....	28
6.2	Triết lý thiết kế	28



6.2.1	Tổng quát	28
6.2.2	Các TTGH.....	29
7	THIẾT KẾ TỔNG THỂ VÀ ĐẶC ĐIỂM VỊ TRÍ CẦU	31
7.1	Các định nghĩa	31
7.2	Các đặc trưng vị trí	31
7.3	Tiêu chuẩn hình học.....	31
7.3.1	Cấu tạo mặt đường	31
7.3.2	Kích thước sơ bộ của kết cấu	32
7.3.3	Trắc dọc của công trình cầu:	32
7.3.4	Kích thước theo phương dọc cầu	33
7.3.5	Tĩnh không.....	33
7.3.6	Các mức nước:	35
8	TẢI TRỌNG & HỆ SỐ TẢI TRỌNG	36
8.1	Các định nghĩa	36
8.2	Tải trọng tác dụng lên cầu	36
8.2.1	Hệ số tải trọng γ_p, γ_{LL}	36
8.2.2	Tải trọng thường xuyên.....	37
8.2.3	Tải trọng nhất thời.....	37
8.3	Hoạt tải xe.....	38
8.3.1	Số làn xe thiết kế.....	38
8.3.2	Hệ số làn xe, m	38
8.3.3	Hoạt tải xe ô tô thiết kế	39
8.3.4	Lực xung kích: IM	42
9	PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT CẤU.....	43
9.1	Các định nghĩa	43
9.2	Ký hiệu	44
9.3	Các phương pháp phân tích kết cấu được chấp nhận.....	44
9.4	Dầm chính.....	45
9.4.1	Phương pháp hệ số phân phối ngang (phân bố ngang).....	45
9.4.2	Phân loại mặt cắt ngang KCN.....	46
9.4.3	Hệ số phân bố cho moment.....	46
9.4.4	Hệ số phân bố cho lực cắt	47
9.5	Dầm ngang.....	47
9.6	Bản mặt cầu	48
9.6.1	Tổng quát	48
9.6.2	Bề rộng của các dải tương đương bên trong	48
9.6.3	Bề rộng dải tương đương tại các mép của bản.....	49
9.6.4	Tính toán các hiệu ứng lực.....	49
10	MỐ TRỤ CẦU	51
10.1	Khái niệm cơ bản về mố trụ cầu.....	51
10.2	Cấu tạo mố trụ cầu.....	51
10.2.1	Phân loại mố trụ cầu	51
10.2.2	Cấu tạo trụ cầu.....	51
10.2.3	Cấu tạo mố cầu	52
10.2.4	Nền móng mố trụ cầu	53



10.3	Thiết kế mô trụ	53
10.3.1	Trình tự thiết kế mô trụ cầu thường phải qua những bước sau: 53	
10.3.2	Kiểm tra lại các tiết diện theo các trạng thái giới hạn	54
11	CÔNG TRÌNH & PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG TRONG ĐÔ THỊ 55	
11.1	Khái niệm và mục tiêu xây dựng công trình giao thông đô thị	55
11.2	Công trình giao thông đô thị	55
11.2.1	Hầm chui cho phương tiện giao thông và người đi bộ:	55
11.2.2	Cầu cạn	56
11.2.3	Nút giao thông cùng mức	57
11.2.4	Nút giao thông khác mức	58
11.3	Công trình bờ sông	60
11.3.1	Công trình gia cố bờ sông	60
11.3.2	Điểm ngắm cảnh ở bờ sông	60
11.3.3	Phương pháp mở rộng đường bờ sông	61
11.4	Bãi đỗ xe và bãi đáp cho máy bay trực thăng	61
11.4.1	Bãi đỗ xe	61
11.4.2	Bãi đáp cho máy bay trực thăng trong thành phố	62
11.5	Phương tiện giao thông công cộng:	62
12	XÂY DỰNG CẦU	64
12.1	Xây dựng móng cọc đài cao	64
12.2	Vận chuyển dầm BTCT	65
12.3	Các phương pháp thi công KCN cầu BTCT	65
12.4	Lao lắp kết cấu nhịp cầu BTCT nhịp giản đơn	66
12.5	Lao lắp kết cấu nhịp cầu thép	67
13	PHỤ LỤC	68
13.1	Một số dạng dầm giản đơn	68
13.2	Vật liệu dùng trong xây dựng cầu	72
13.2.1	Cốt thép, thép hình	72
13.2.2	Thiết kế cấp phối BT	73
13.2.3	Tên một số loại kết cấu giàn	74
13.3	Phương pháp thi công cầu	74
14	TÀI LIỆU THAM KHẢO	77



1 KHÁI NIỆM VỀ CÔNG TRÌNH NHÂN TẠO TRÊN ĐƯỜNG Ô-TÔ

1.1 Giới thiệu về công trình nhân tạo (CTNT) trên đường

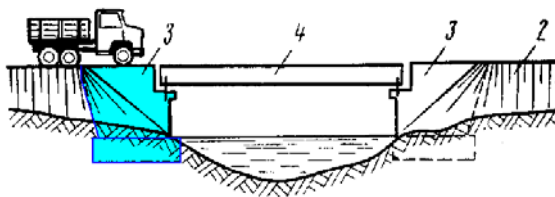
1.1.1 Khái niệm về CTNT :

Là một kết cấu do con người xây dựng trên đường, cho phép vượt qua các chướng ngại vật, để đảm bảo giao thông.

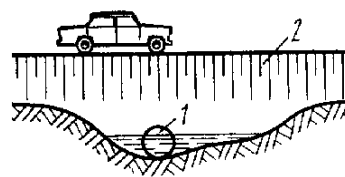
Công trình nhân tạo bao gồm: Cầu, cống, hầm, bến phà, ...

1.1.2 Cầu

Cầu: một kết cấu bất kỳ vượt qua phía trên chướng ngại vật, có khẩu độ $\geq 6m$, tạo thành một phần của tuyến đường (Hình 1-1).



Hình 1-1 Cầu dầm giản đơn



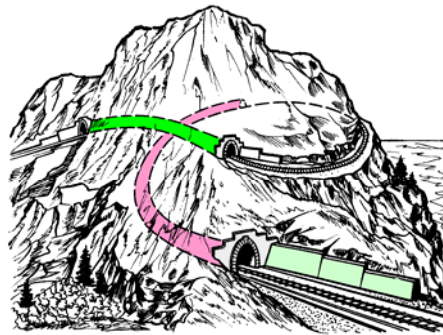
Hình 1-2 Cống thoát nước qua thân đường

1.1.3 Cống

Cống: là công trình nằm trong nền đắp của tuyến đường nhằm giải quyết cho dòng chảy lưu thông khi giao cắt với tuyến đường (Hình 1-2)

1.1.4 Đường hầm

Đường hầm: có nhiệm vụ như cầu nhưng được xây dựng trong lòng đất, trong nước hoặc xuyên qua núi (Hình 1-3).



Hình 1-3 Hầm giao thông đường sắt

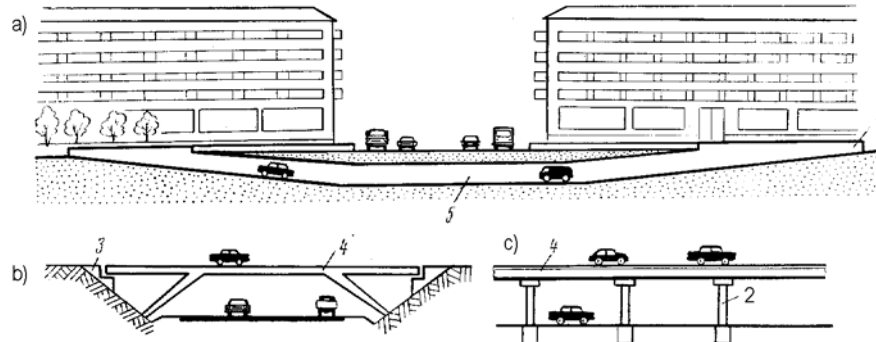
1.1.5 Đường tràn

Đường tràn: được xây dựng khi tuyến đường cắt ngang dòng chảy có mức nước không lớn, lưu lượng có thể thoát qua kết cấu thân đường. Một năm chỉ có vài giờ hoặc vài ngày nước ngập và tràn qua mặt đường, song xe cộ vẫn qua lại được.

1.1.6 Bến phà

Bến phà: công trình để cho phương tiện giao thông lên & xuống phà.

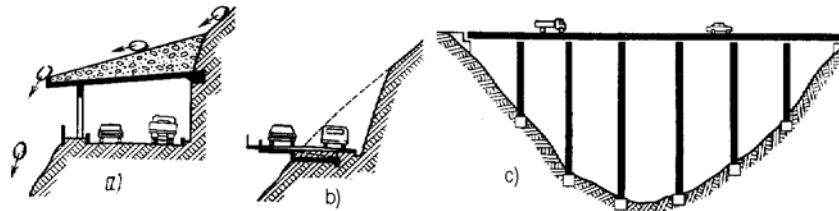
1.1.7 Một số công trình nhân tạo trong thành phố



Hình 1-4 Một số công trình nhân tạo trong thành phố

a) Hàm chui của nút giao thông; b) Cầu vượt ở nút giao thông; c) Cầu cạn;
1 – Cổng hầm; 2 – Trụ trung gian; 3 – Mố cầu; 4 – Kết cấu nhịp; 5 – Đường hầm.

1.1.8 Một số công trình nhân tạo trên đường trong vùng núi



Hình 1-5 Một số công trình nhân tạo trên đường trong vùng núi

a) mái che; b) bán console; c) viaduct

☞ Để cho công trình nhân tạo được hoàn thành & phục vụ lâu dài cần phải: Khảo sát, Thiết kế, Xây dựng, Bảo dưỡng.

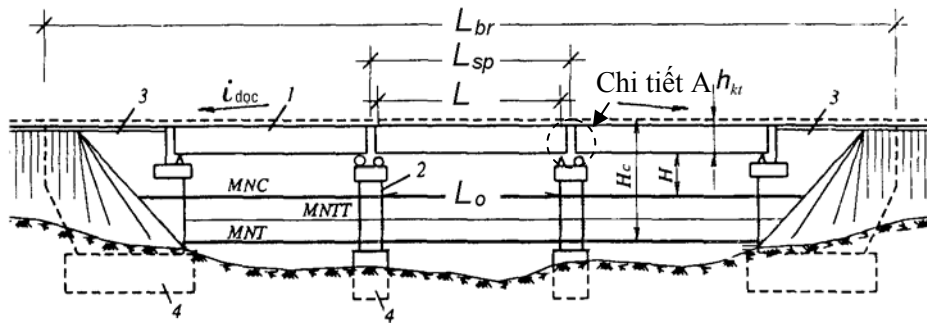
1.2 Các bộ phận cơ bản của công trình cầu

Công trình cầu là một tổng thể bao gồm: phần cầu, đường đầu cầu, công trình gia cố bờ sông, công trình hướng dòng, ...

Các công trình giao thông trên đường là những thành phần quan trọng phức tạp và tốn kém. Ở nơi địa hình bằng phẳng giá thành xây dựng chiếm 10 % giá thành xây dựng tuyến đường. Địa hình càng phức tạp (đồi, núi, nhiều sông suối, ...) giá thành sẽ tăng lên rất nhiều, đôi khi đạt đến 30 % giá thành xây dựng tuyến đường hay hơn.



1.2.1 Các bộ phận cơ bản của công trình cầu



Hình 1-6 Các bộ phận cơ bản của công trình cầu

1. Kết cấu nhịp; 2. Trụ; 3. Mố; 4. Móng. Chi tiết A, xem Hình 1-12

Kết cấu phần cầu gồm hai nhóm : Kết cấu thượng tầng, Kết cấu hạ tầng.

* Kết cấu thượng tầng: các thành phần nằm cao hơn cao độ gối cầu, gồm các thành phần sau:

- Lan can, lề bộ hành,
- Bản mặt cầu, lớp phủ mặt cầu, dải phân cách, khe co giãn,
- Dầm chủ, dầm ngang (bản chắn ngang), ...
- Hệ thống thoát nước, chiếu sáng ...

☞ Có thể coi kết cấu thượng tầng như là kết cấu nhịp (KCN). KCN – kết cấu của cầu bao trùm khoảng không giữa các trụ (mố). KCN đỡ toàn bộ tải trọng lưu thông trên cầu, truyền chúng xuống mố trụ.

* Kết cấu hạ tầng: các thành phần nằm thấp hơn cao độ gối cầu, gồm các thành phần sau:

- Mố trụ: Bộ phận kê đỡ kết cấu nhịp, tiếp nhận toàn bộ tải trọng của KCN và hoạt tải, truyền xuống nền đất qua kết cấu móng. Mố nằm ở hai đầu cầu, trụ được bố trí ở khoảng giữa 2 mố.

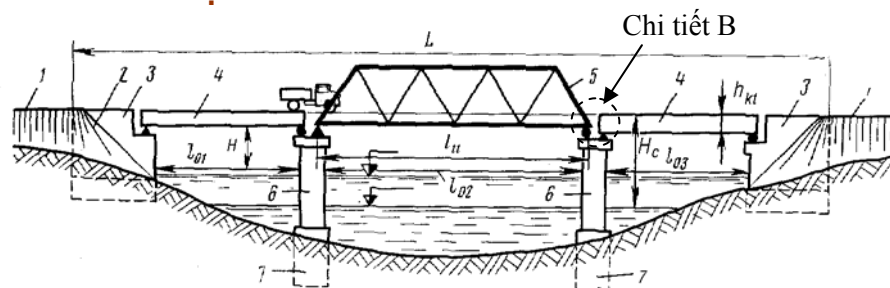
- Móng của mố trụ.

* Trong công trình cầu còn có thêm đường đầu cầu, công trình hướng dòng.

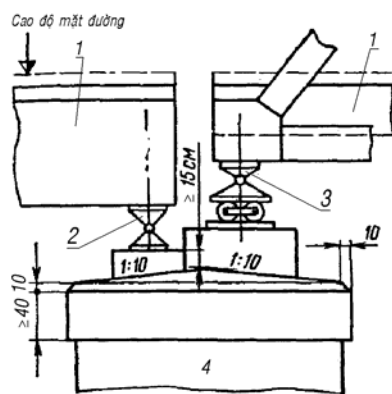
Nhiệm vụ chính của bản là tạo mặt cầu xe chạy và truyền tải trọng lên các dầm.

Lớp phủ mặt cầu : gồm nhiều lớp, có tác dụng như là lớp hao mòn, chống thấm, tạo độ dốc ngang, tạo bằng phẳng cho mặt đường trên cầu.

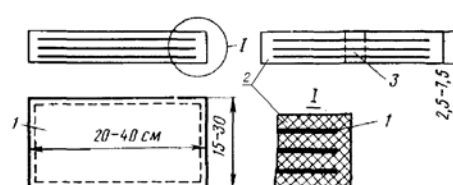
1.3 Chi tiết một số kết cấu của cầu



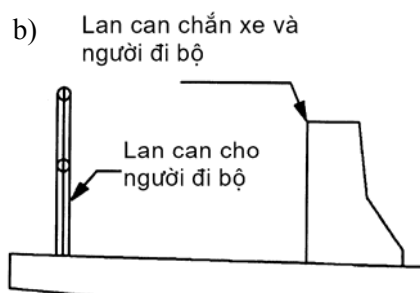
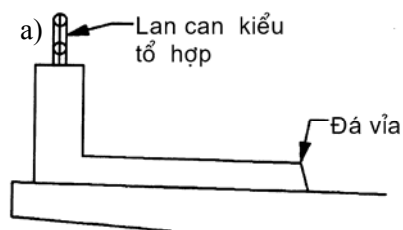
Hình 1-7 Trắc dọc của một cầu trên đường ô tô



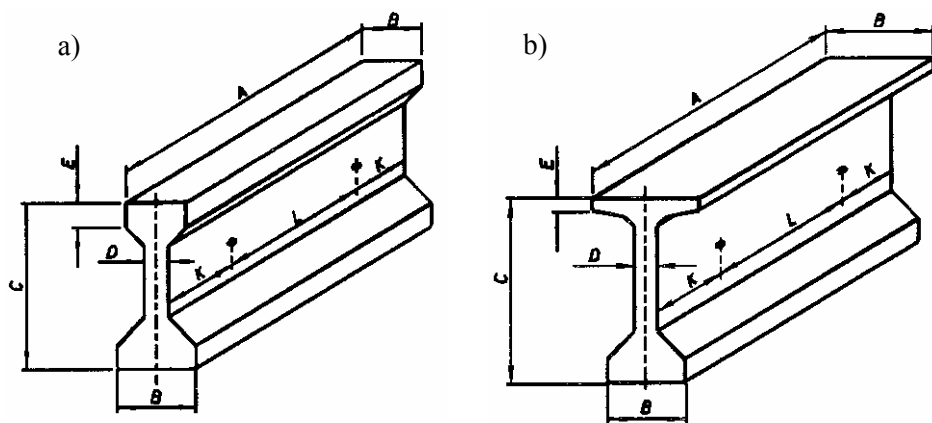
Hình 1-8 Gối cầu và cách thức đầm kê lên trụ cầu (Chi tiết B)



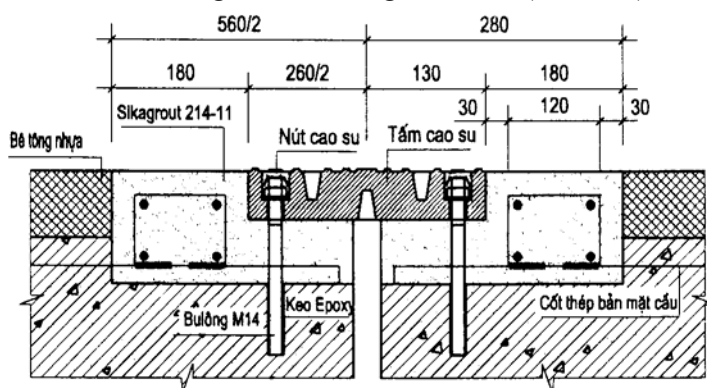
Hình 1-9 Cấu tạo gối cao su



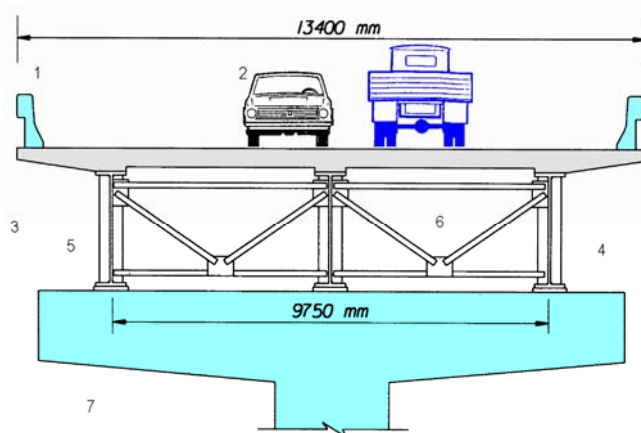
Hình 1-10 Kết cấu lan can & lề bộ hành của cầu trên đường ô tô;
a) Khi $V_u \leq 70$ km/h; b) Khi $V_u > 70$ km/h



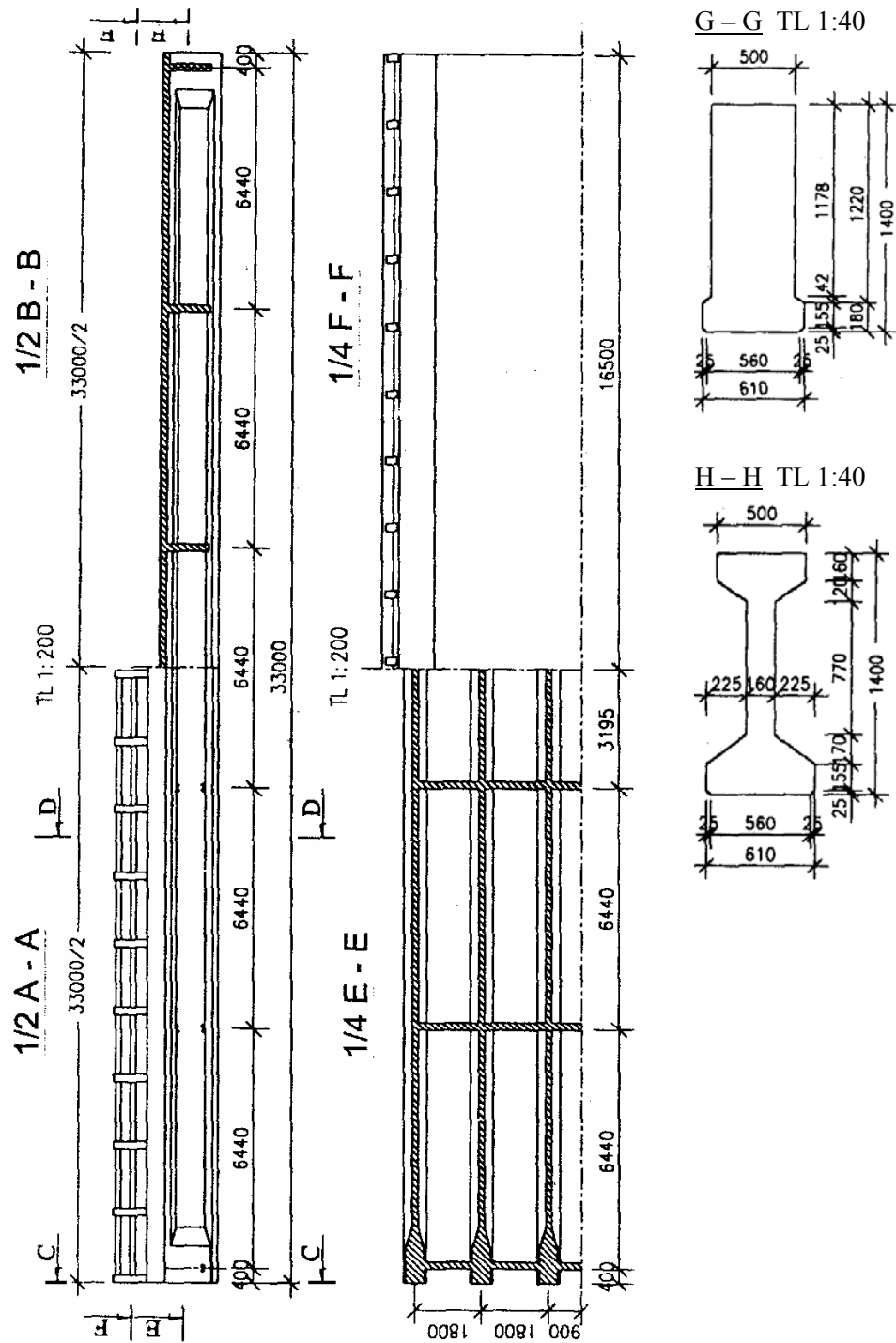
Hình 1-11 Hình dạng dầm BTCT ứng suất trước. a) dầm I; b) dầm T



Hình 1-12 Khe co giãn cao su (Chi tiết A của Hình 1-6)



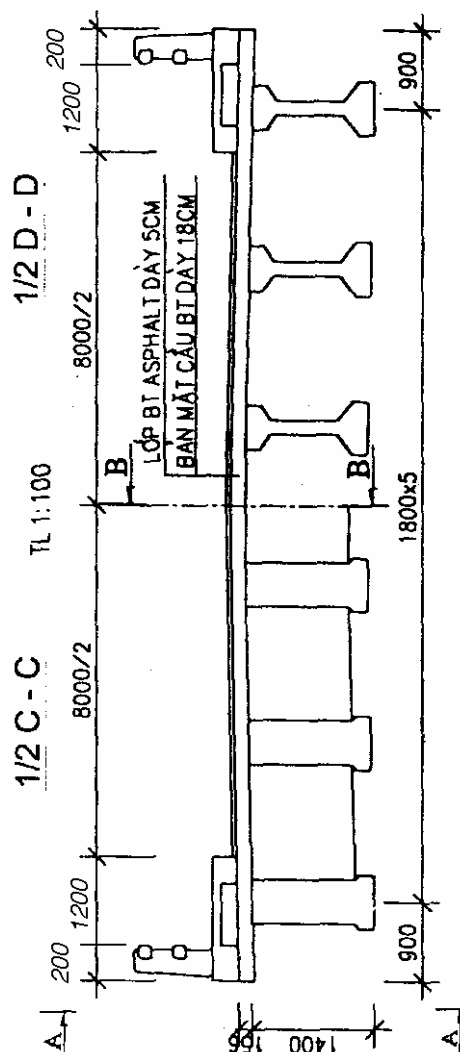
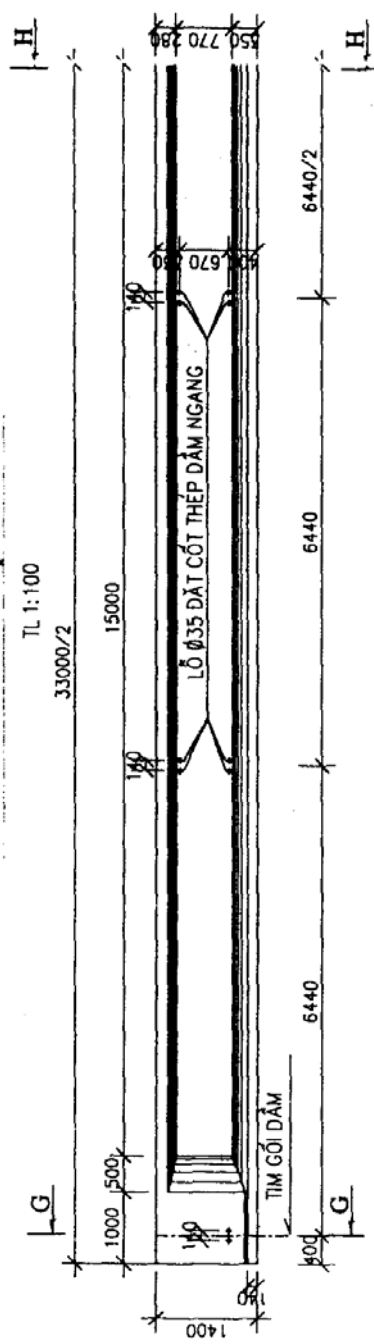
Hình 1-13 Mặt cắt ngang của một cầu dầm thép – BTCT liên hợp
1 – Lan can; 2 – Bản mặt cầu; 3 – Dầm thép; 4 – Gối cầu; 5 – Sườn tăng cường đứng;
6 – Hệ liên kết ngang; 7 – Trụ cầu



Hình 1-14 Bố trí chung kết cấu cầu nhịp $L = 32,2\text{m}$



1/2 CHÍNH DIỆN DẦM

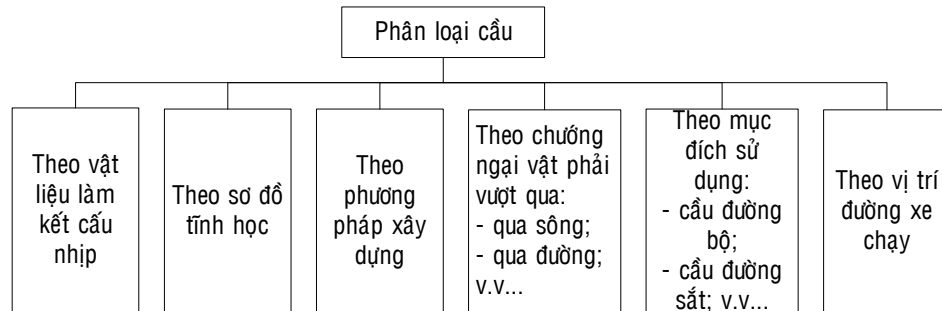


Hình 1-15 Bố trí chung kết cấu cầu nhịp $L = 32,2\text{m}$ (tiếp theo)

1.4 Phân loại cầu

Có nhiều cách khác nhau để phân loại công trình cầu

1.4.1 Sơ đồ phân loại cầu



Hình 1-16 Phân loại cầu

1.4.2 Phân loại theo sơ đồ kết cấu (tĩnh học) có:

+ Hệ dầm: Dưới tác dụng của tải trọng thẳng đứng kết cấu nhịp bị uốn và truyền áp lực thẳng đứng xuống móng trụ. Hệ thống cầu dầm bao gồm: dầm đơn giản, dầm liên tục, dầm mút thừa.

+ Hệ khung: Kết cấu nhịp và trụ liên kết cứng với nhau tạo thành khung, cùng tham gia chịu lực dưới dạng một kết cấu thống nhất.

+ Hệ vòm: Cầu vòm có thể có dạng vòm 3 khớp, hai khớp hoặc vòm không khớp. Đặc điểm của hệ vòm là tại vị trí chân vòm luôn xuất hiện thành phần phản lực theo phương nằm ngang (lực xô).

+ Hệ liên hợp: Cầu liên hợp là loại cầu được kết hợp từ các hệ đơn giản hoặc hệ đơn giản được tăng cường các bộ phận chịu lực. Bằng cách đó người ta có thể tạo ra những kết cấu chịu lực hợp lý và có hiệu quả về các phương diện kinh tế – kỹ thuật, đặc biệt trong các trường hợp nhịp lớn.

+ Cầu treo (cầu dây parabol – dây võng, cầu dây văng):

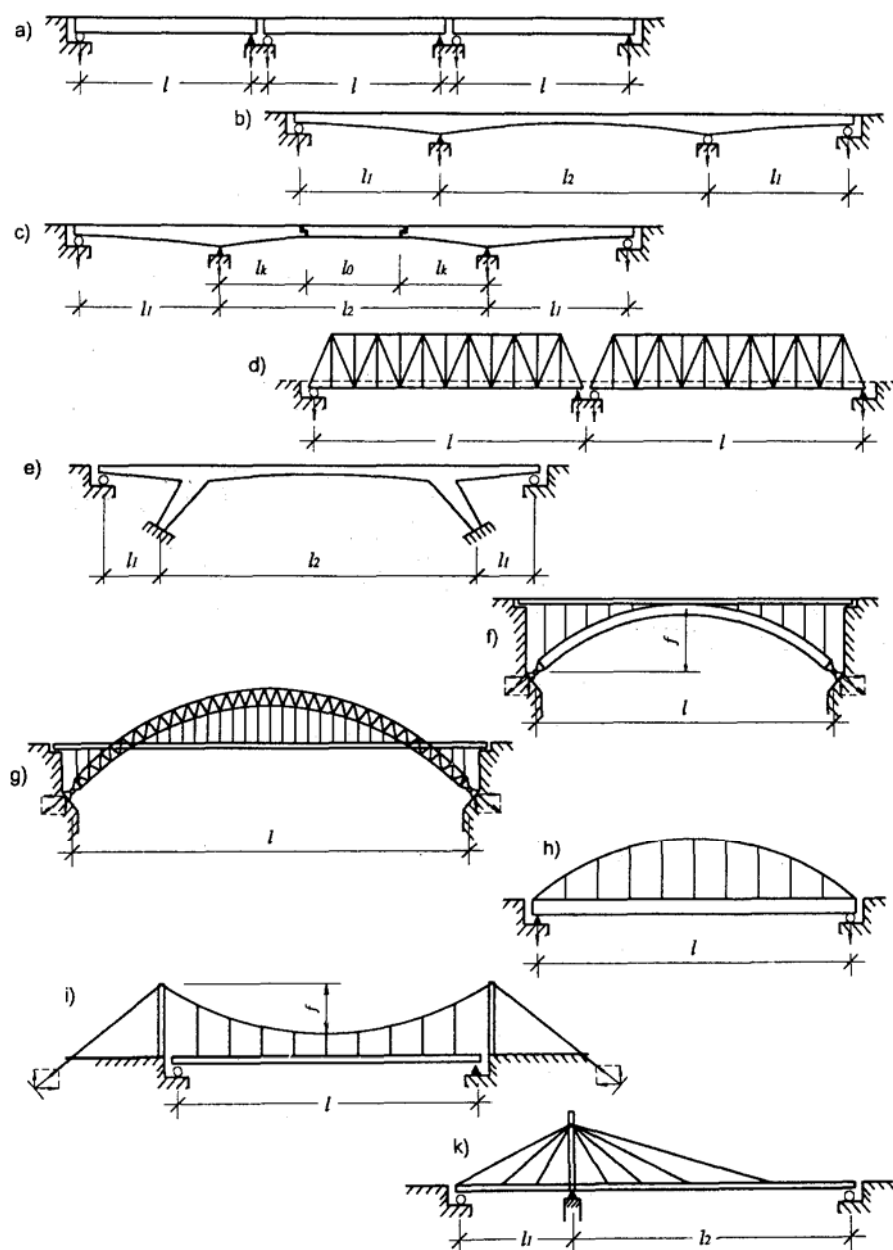
Cầu treo là loại kết cấu trong đó bộ phận chịu lực chính là dây làm việc chịu kéo. Dưới tác dụng của hoạt tải hệ dầm mặt cầu và dây cùng làm việc như một hệ liên hợp.

1.4.3 Phân loại theo đặc điểm riêng của công trình như:

Cầu phao, cầu quay, ...

1.4.4 Phân loại theo quy mô công trình:

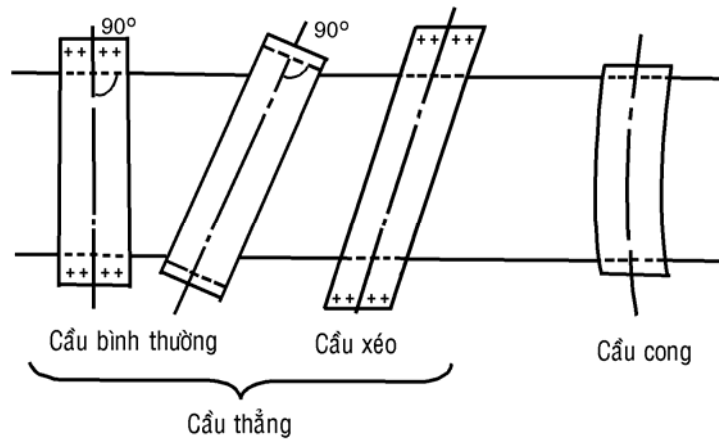
Cầu nhỏ ($L \leq 25\text{m}$), cầu trung ($L = 25 \div 100\text{ m}$), cầu lớn ($L > 100\text{ m}$ hoặc có nhịp $L \geq 42\text{ m}$), cầu vĩnh cửu, cầu bán vĩnh cửu ...



Hình 1-17 Các sơ đồ của cầu

a, b, c – Cầu dầm giản đơn, liên tục, mút thừa; d – cầu dàn; e – cầu khung; f, g – cầu vòm có đường xe chạy trên và giữa; h – cầu liên hợp (dầm – vòm); i – cầu treo dây văng; k – cầu treo dây văng.

1.4.5 Theo tương quan giữa trục của hàng gối biên và trục dọc cầu



Hình 1-18 Cầu thẳng, cầu cong, cầu xéo

1.5 Lịch sử phát triển ngành xây dựng cầu

1.5.1 Giới thiệu chung

Cầu là công trình nhân tạo, vì vậy lịch sử phát triển của nó gắn liền với sự phát triển của xã hội. Vào thời kỳ khai sơ của loài người, con người vượt qua các con suối, khe sâu nhờ những thân cây đổ, những dây leo Sau đó họ bắt chước các hiện tượng trên để tạo ra các phương tiện vượt qua các dòng sông, con suối, khe vực,

1.5.2 Thời kỳ trước CN & La mã cổ đại

Vật liệu chủ yếu để xây dựng cầu là đá và gỗ. Ở giai đoạn này đã có các dạng cầu dầm, vòm, treo.

1.5.3 Thời kỳ Phục hưng và hậu Phục hưng (thế kỷ 14 – 16)

Đây là thời kỳ khai sinh ra nền khoa học hiện đại và xây dựng lý thuyết tính toán công trình (R. Hooke, I. Newton, J. Bernoulli, L. Euler, ...)

1.5.4 Thời kỳ cách mạng công nghiệp

Trong thời kỳ này gang, sắt thép được sử dụng như là vật liệu chính để xây dựng cầu.



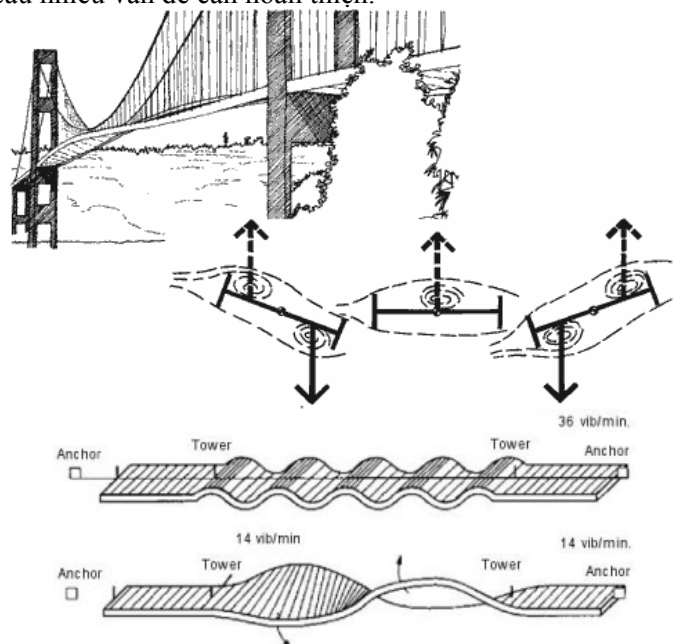
Hình 1-19 Cầu vòm gang qua sông Severn (Anh) năm 1776 - 1779

1.5.5 Thời kỳ hiện đại

- Beton cốt thép dự ứng lực và thép là những vật liệu xây dựng cầu được dùng phổ biến.

- Nhiều công nghệ thi công hiện đại được phát minh.

Năm 1940 ở Mỹ, cầu treo Tacoma nhịp 853m, mới hoàn thành được 6 tháng đã bị sập bởi dao động cộng hưởng do gió. Đây là vụ tai nạn gây nhiều chú ý, giới chuyên môn đã thu thập được nhiều số liệu liên quan, đặc biệt người ta đã quay phim được toàn bộ diễn biến của tai nạn. Vụ sập cầu Tacoma không làm các nhà xây dựng lãng tránh cầu treo mà ngược lại đã bổ sung cho ngành xây dựng cầu nhiều vấn đề cần hoàn thiện.



Hình 1-20 Phân tích dao động của Tacoma Narrows (ở thời điểm trước khi bị sập bởi dao động cộng hưởng do gió)



1.5.6 Lịch sử phát triển ngành cầu ở Việt nam

- Thời kỳ trước Cách mạng tháng 8 – 1945: Để phục vụ cho công cuộc khai thác thuộc địa, người Pháp đã xây dựng một mạng lưới đường giao thông khá bài bản ở Việt nam. Cầu Long biên là một trong những niềm tự hào của ngành giao thông công chánh Pháp.

- Thời kỳ từ 1945 – 1975 và sau đó : Ngành cầu đường đã có những cố gắng để vượt qua nhiều khó khăn.

- Thời kỳ từ sau 1992: đây là thời kỳ phát triển thực sự của ngành cầu đường Việt nam, chúng ta học tập được các công nghệ xây dựng cầu tiên tiến của thế giới.

1.6 Một số phương hướng phát triển trong ngành xây dựng cầu

Cho đến nay ngành xây dựng cầu đã đạt được những thành tựu lớn về mọi phương diện, từ kết cấu đến kỹ thuật công nghệ, từ lý thuyết đến nghiên cứu thực nghiệm. Các công trình cầu đạt được các chỉ tiêu kinh tế – kỹ thuật tốt hơn, khả năng vượt nhịp ngày một lớn hơn.

Phân tích các công trình cầu hiện đại được xây dựng trên thế giới trong những năm gần đây thấy các khuynh hướng:

1.6.1 Về vật liệu

Sử dụng vật liệu cường độ cao (thép cường độ cao, thép hợp kim, bê tông mác cao) và vật liệu nhẹ (bê tông cốt liệu nhẹ, hợp kim nhôm), nhằm mục đích giảm khối lượng vật liệu và giảm nhẹ trọng lượng bản thân kết cấu.

1.6.2 Về kết cấu

Sử dụng những kết cấu hợp lý và áp dụng các biện pháp điều chỉnh ứng suất nhằm tiết kiệm vật liệu.

- Kết cấu bản trực giao;
- Kết cấu thép – bê tông cốt thép liên hợp.
- Kết cấu ứng suất trước.
- Kết cấu dầm tiết diện hộp.
- Các sơ đồ cầu treo với các biện pháp tăng cường độ cứng, cầu dây văng, cầu khung – dầm bê tông cốt thép ứng suất trước.

1.6.3 Về liên kết và ghép nối

Sử dụng các biện pháp liên kết ghép nối có chất lượng cao, thực hiện đơn giản, tiết kiệm như liên kết hàn và bu lông cường độ cao cho kết cấu thép, dán keo êpôxy với kết cấu bê tông.



1.6.4 Về công nghệ thi công

Có thể nói những tiến bộ về công nghệ thi công đóng một vai trò đặc biệt quan trọng trong sự phát triển của ngành xây dựng cầu trong thời gian gần đây. Các công nghệ thi công tiên tiến như lắp hẫng, đúc hẫng, đúc đẩy cùng với các thiết bị công nghệ hiện đại đã mang lại những hiệu quả cao về kinh tế cũng như kỹ thuật (xem chương 11.5).

1.6.5 Về lý thuyết tính toán thiết kế

Vẫn tiếp tục được nghiên cứu và hoàn chỉnh. Với phương tiện máy tính điện tử, quá trình tính toán ngày càng đạt được độ chính xác cao bằng cách xét tới đầy đủ hơn các yếu tố ảnh hưởng (vật lý, hình học, quá trình thi công, v.v...).

1.6.6 Các nghiên cứu thực nghiệm

Được đề cao và tiến hành một cách quy mô. Thực tế cho thấy những kết quả thực nghiệm có ý nghĩa rất lớn trong việc kiểm chứng, bổ sung và hoàn thiện lý thuyết tính toán.

☞ Hiện nay các công trình nhân tạo từ BTCT rất phổ biến (đặc biệt là trên đường ô tô). Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp thì cầu thép tỏ ra kinh tế hơn (đặc biệt đối với nhịp lớn, điều kiện thi công khó khăn, ...)

2 VẬT LIỆU LÀM CẦU

2.1 Bê tông

Bê tông được hình thành từ sự hoá cứng của hỗn hợp :

Đá + Cát + Ximăng + Nước + Chất phụ gia.

Theo tiêu chuẩn 22TCN 272-05, cường độ chịu nén qui định f'_c (cấp bê tông) được xác định ở tuổi 28 ngày sau khi đổ bê tông. Việc đánh giá cường độ bê tông được dựa trên các mẫu thí nghiệm nén hình lăng trụ ($15\text{ cm} \times 30\text{ cm}$) cho cấp phối có kích thước $< 50\text{ mm}$.

Để chuyển đổi giá trị của các mẫu thử, người ta có tương quan sau :

$$1,2 \times R_{15 \times 30} \approx R_{15 \times 15 \times 15}$$

Bảng 2-1 Cấp của BT theo phạm vi sử dụng

Cấp của BT	Cường độ nén ở tuổi 28 ngày MPa	Phạm vi sử dụng
A	28	Tất cả các cấu kiện, trừ khi có cấp bê tông khác phù hợp hơn, đặc biệt thích hợp với những kết cấu tiếp xúc với nước muối.
B	17	Cho móng và trụ đặc
C	28	Cho những kết cấu mỏng
P	Được xác định theo yêu cầu	Cho những kết cấu yêu cầu cường độ chịu nén tối thiểu là 28MPa
S		Cho bê tông bịt đáy của vòng vây ngăn nước

Yêu cầu của bê tông dự ứng lực và bản mặt cầu : $f'_c \geq 28\text{ MPa}$.

Đối với BT có $f'_c > 35\text{ MPa}$, thành phần của BT có ảnh hưởng rất lớn đến tính chất của BT. Nếu thiết kế thành phần không hợp lý, BT có thể bị nứt ngay sau khi hoá cứng hoặc chóng bị hư hỏng.

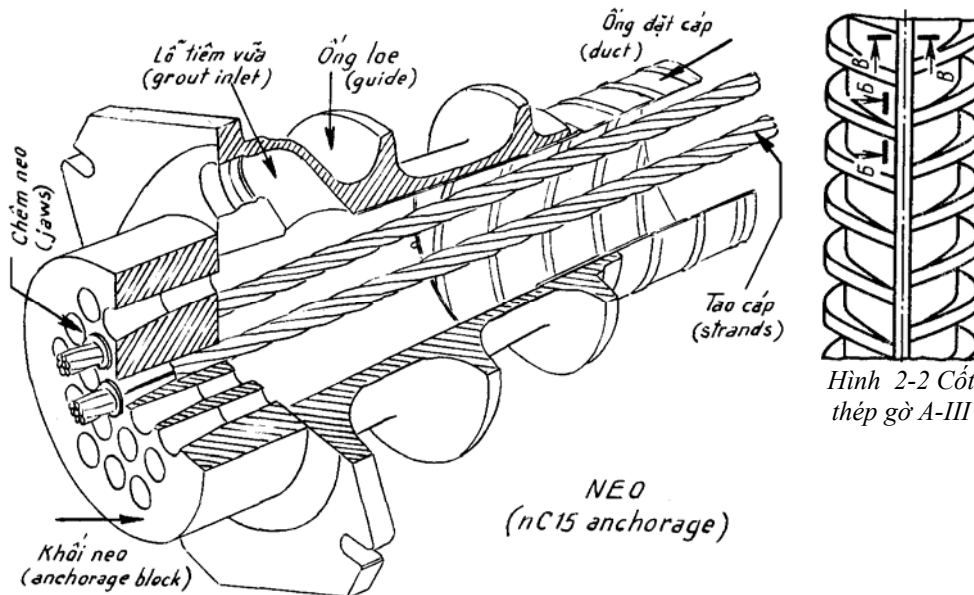
2.2 Thép

Để phù hợp với tính chất làm việc phức tạp của kết cấu cầu, thép dùng trong xây dựng cầu phải đảm bảo các yêu cầu cơ bản sau: Có cường độ cao, độ dẻo, dễ gia công cơ khí, hàn được ... Các yêu cầu này được qui định trong TCVN của Việt nam, GOST của Nga, ASTM, AASHTO của Mỹ hay JIS của Nhật,



2.3 Cốt thép

- * Hàm lượng cốt thép trong bê tông $\mu = A_s/A_b$ ($0,1\% - 0,2\% \leq \mu \leq 3\%$).
- * Phân loại cốt thép theo:
 - + Công nghệ chế tạo : cốt thép thanh cán nóng, cốt thép sợi kéo nguội.
 - + Đặc điểm bề mặt : cốt thép tròn-tròn, cốt thép có gờ (gân).
 - + Đặc điểm chịu lực :
 - Cốt thép chủ : để chịu các nội lực chính, được xác định bằng tính toán.
 - Cốt thép cấu tạo: được đặt theo các yêu cầu về cấu tạo và về công nghệ để đảm bảo đúng vị trí thiết kế của các cốt chủ và để góp phần làm phân bố đều hơn ứng lực giữa các thanh cốt thép chủ riêng rẽ, tiếp nhận các ứng lực không được tính đến như co ngót bê tông, thay đổi nhiệt độ ...
 - + Điều kiện sử dụng
 - Cốt thép thường: A-I, A-II, A-III, ...
 - Cốt thép cường độ cao : các loại cốt thép thanh hay sợi có giới hạn chảy $f_y \geq 600$ MPa. Hiện nay trong xây dựng cầu ở Việt nam, cấp 12,7mm và cấp 15,2mm được dùng nhiều.
- * Cốt thép phải là loại có gờ, trừ khi dùng các thanh thép trơn, sợi thép tròn-tròn làm thép đai xoắn, làm móc treo.
- * Chỉ được dùng thép thanh có giới hạn chảy < 420 MPa khi có sự chấp thuận của Chủ đầu tư.
- * Mô đun đàn hồi của cốt thép : $E_s = 200\,000$ MPa.



Hình 2-1 Một kết cấu neo dùng cho dầm BTCT căng sau

Hình 2-2 Cốt thép gờ A-III

2.4 Bê tông cốt thép

Bê tông cốt thép là loại vật liệu kết hợp từ hai loại vật liệu: bê tông và cốt thép làm việc chung với nhau nhờ sự dính kết giữa bê tông với cốt thép. Chúng bổ sung cho nhau các ưu điểm của từng loại vật liệu.

Có 2 nhóm : BTCT thường & BTCT UST

BTCT thường : Khi chế tạo cầu kiện, cốt thép ở trạng thái không có ứng suất. Ngoài nội ứng suất do co ngót và giãn nở nhiệt, trong cốt thép và bê tông chỉ xuất hiện ứng suất khi có tải trọng tác dụng (kể cả trọng lượng bản thân).

BTCT ứng suất trước : khi chế tạo cầu kiện, người ta căng cốt thép để nén vùng chịu kéo của cầu kiện nhằm triệt tiêu ứng suất kéo, do tải trọng gây ra. Nhờ có ứng lực nén trước, người ta có thể không cho xuất hiện khe nứt hay hạn chế bề rộng khe nứt trong cầu kiện. Việc tạo ứng lực trước có thể thực hiện bằng hai cách: căng trước & căng sau. Một trong những ưu điểm của kết cấu ứng suất trước : tăng được khả năng vượt nhịp so với BTCT thường.

Bê tông khối lớn - Bất kỳ khối bê tông lớn nào ở đó các vật liệu hoặc phương pháp đặc biệt cần được áp dụng để đối phó với sự phát nhiệt của hydrat hoá và sự thay đổi thể tích kèm theo để giảm thiểu nứt.

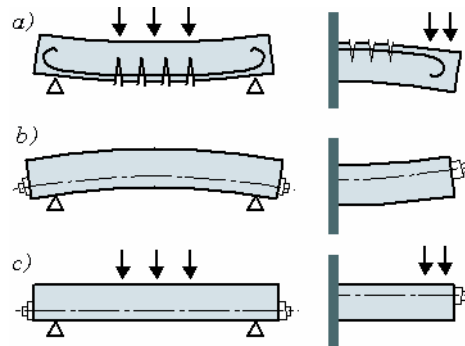
Bê tông tỷ trọng thấp - Bê tông chứa cấp phối nhẹ và có tỷ trọng khi khô không vượt quá 1925 kg/m^3 như được xác định bởi ASTM C-567.

Bê tông tỷ trọng thường - Bê tông có tỷ trọng ở giữa 2150 và 2500 kg/m^3 .

Căng sau - Một phương pháp tạo dự ứng lực- trong đó các tào thép được căng kéo sau khi bê tông đạt cường độ quy định.

Căng trước - Một phương pháp dự ứng lực trong đó các tào thép được căng kéo trước khi đổ bê tông.


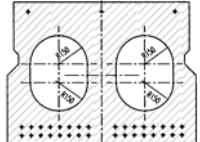
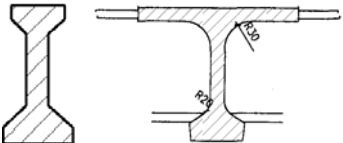
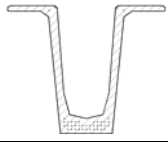
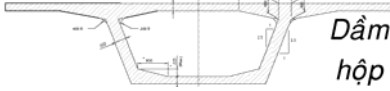
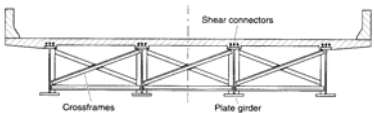
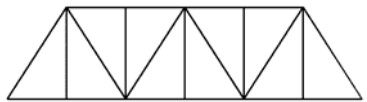
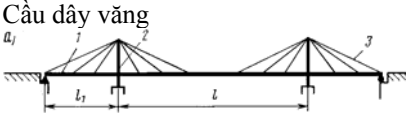
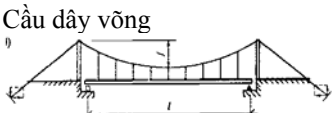
- a) Kết cấu BTCT thường dưới tác dụng của tải ngoài
b) Dầm UST trước khi đặt tải ngoài
c) Dầm UST sau khi đặt tải ngoài



Hình 2-3 So sánh dầm BT cốt thép thường và dầm BT ứng suất trước



3 PHẠM VI ÁP DỤNG CỦA KẾT CẤU NHỊP CẦU

Mặt cắt ngang của một dầm, hay chính diện của cầu	Loại dầm	Chiều dài nhịp	Ghi chú
	Dầm bán đặc, BTCT UST, GĐ	5 m ÷ 13 m	Ưu tiên dùng khi cần chiều cao KCN bé
	Dầm bán rỗng, BTCT ứng suất trước, GĐ	12 m ÷ 20 m	- nt -
	Dầm I, T; BTCT ứng suất trước, giản đơn	13 m ÷ 35 m	Có tính kinh tế cao, đặc biệt đối với dầm I
	Dầm Super-T, BTCT ứng suất trước, giản đơn	15 m ÷ 40 m	Thường dùng khi chiều dài KCN > 33 m
 Dầm hộp	BTCT ứng suất trước, liên tục	30 m ÷ 160m max 260 m	Chống xoắn tốt
	Dầm thép – BTCT liên hợp, GĐ	≤ 60m	Thi công nhanh
	Giàn thép, giản đơn	33 m ÷ 110 m	Thường dùng cho cầu đường sắt
 Cầu dây văng	Dầm BTCT UST; Dầm thép	~ 350 m ...	Qua sông lớn, hình dáng rất gây ấn tượng
 Cầu dây võng	Dầm thép Giàn thép	305 ÷ 1900 m	Qua sông lớn

4 MỸ QUAN CẦU

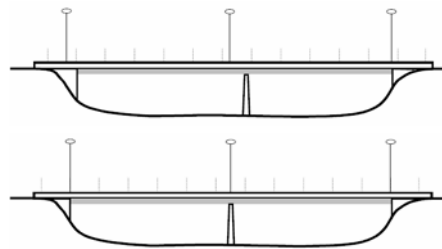
Công trình cầu phải được bổ sung về đẹp cho cảnh quan xung quanh, có hình dáng đẹp và tạo dáng khoẻ khoắn.

Người kỹ sư cần tìm chọn dáng đẹp cho kết cấu bằng cách cải thiện bản thân hình dạng và quan hệ giữa các cấu kiện. Cần tránh áp dụng cách làm đẹp không bình thường và phi kết cấu.

Cần xem xét các chỉ dẫn sau đây:

- Các phương án thiết kế không có trụ hoặc ít trụ hơn cần được nghiên cứu trong giai đoạn chọn địa điểm, vị trí và nghiên cứu chi tiết hơn trong giai đoạn thiết kế sơ bộ.
- Hình dạng trụ phải phù hợp với hình dáng và chi tiết của kết cấu phần trên.
- Cần tránh những thay đổi đột ngột về hình dáng cấu kiện và loại hình cấu kiện. Khi không thể tránh được ranh giới giữa các loại hình kết cấu khác nhau cần tạo dáng chuyển tiếp hài hoà giữa chúng.
- Không được bỏ qua mà cần chú ý tới các chi tiết như ống thoát nước mặt cầu.
- Nếu buộc phải dùng kết cấu chạy dưới do yêu cầu kỹ thuật hoặc lý do kinh tế, phải chọn hệ kết cấu có bề ngoài thông thoáng và không có nhiều chi tiết nhỏ.
- Ở nơi nào có thể, cần tránh dùng kết cấu cầu để làm vật gắn các bảng thông tin, biển chỉ dẫn đường hoặc chiếu sáng.
- Các thanh ngang tăng cường bản bụng không được để lộ ở chính diện trừ các thanh ở gần gối.
- Để vượt khe núi sâu, cần ưu tiên lựa chọn kết cấu dạng vòm.

Ví dụ:



Tất cả các phần tử của cầu được thiết kế tốt, nhưng thiếu trật tự và hài hoà đã bộc lộ sự khó coi

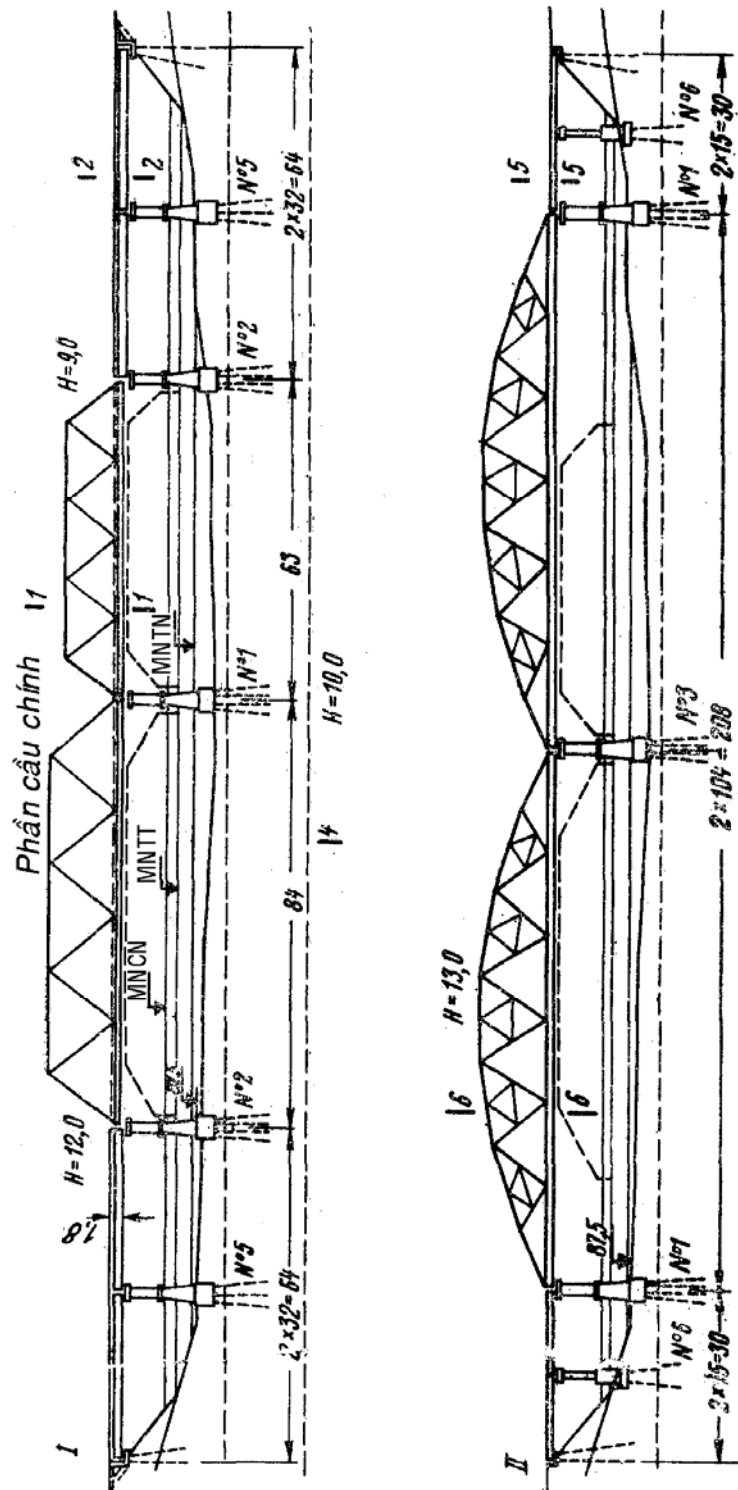
Việc bố trí lại các kết cấu đã tạo ra sự ngăn nắp và hài hoà

Hình 4-1 Các kết cấu ảnh hưởng đến yếu tố mỹ quan

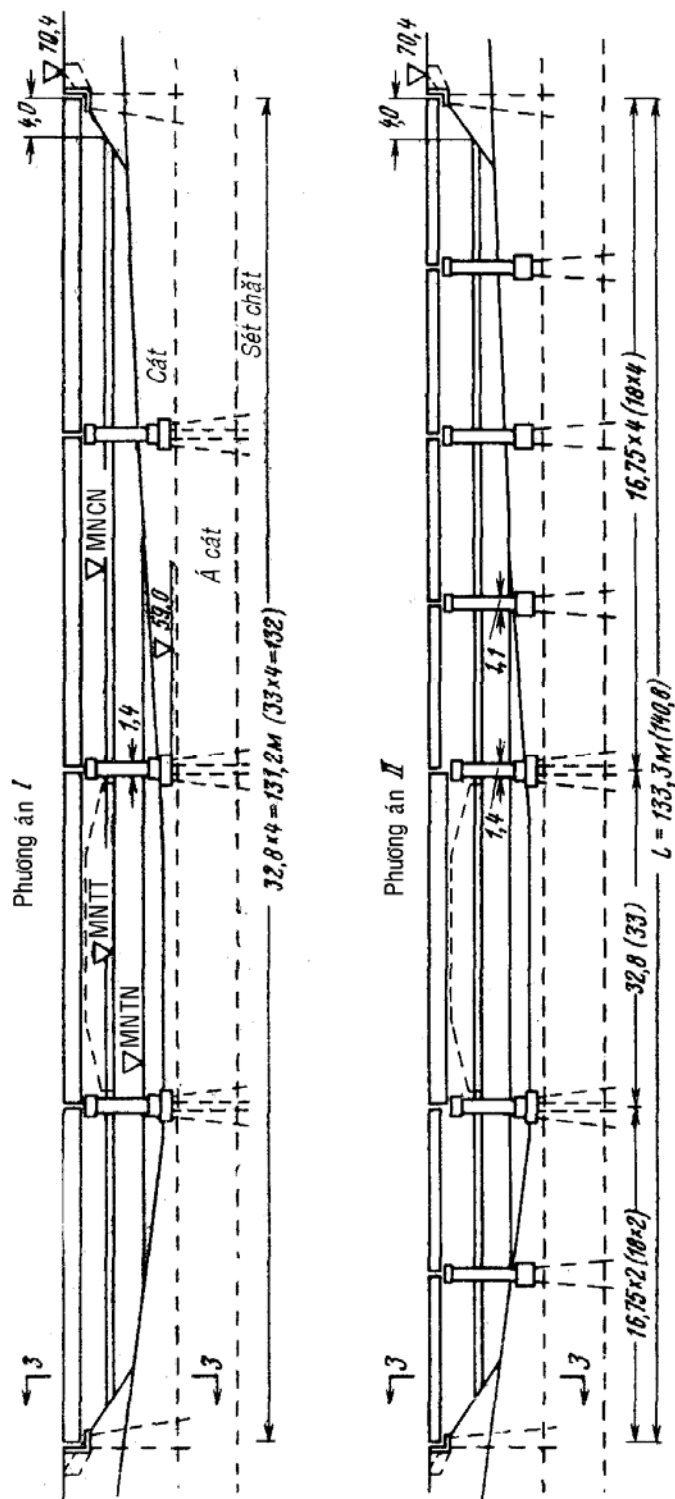


5 SO SÁNH CÁC PHƯƠNG ÁN KẾT CẤU

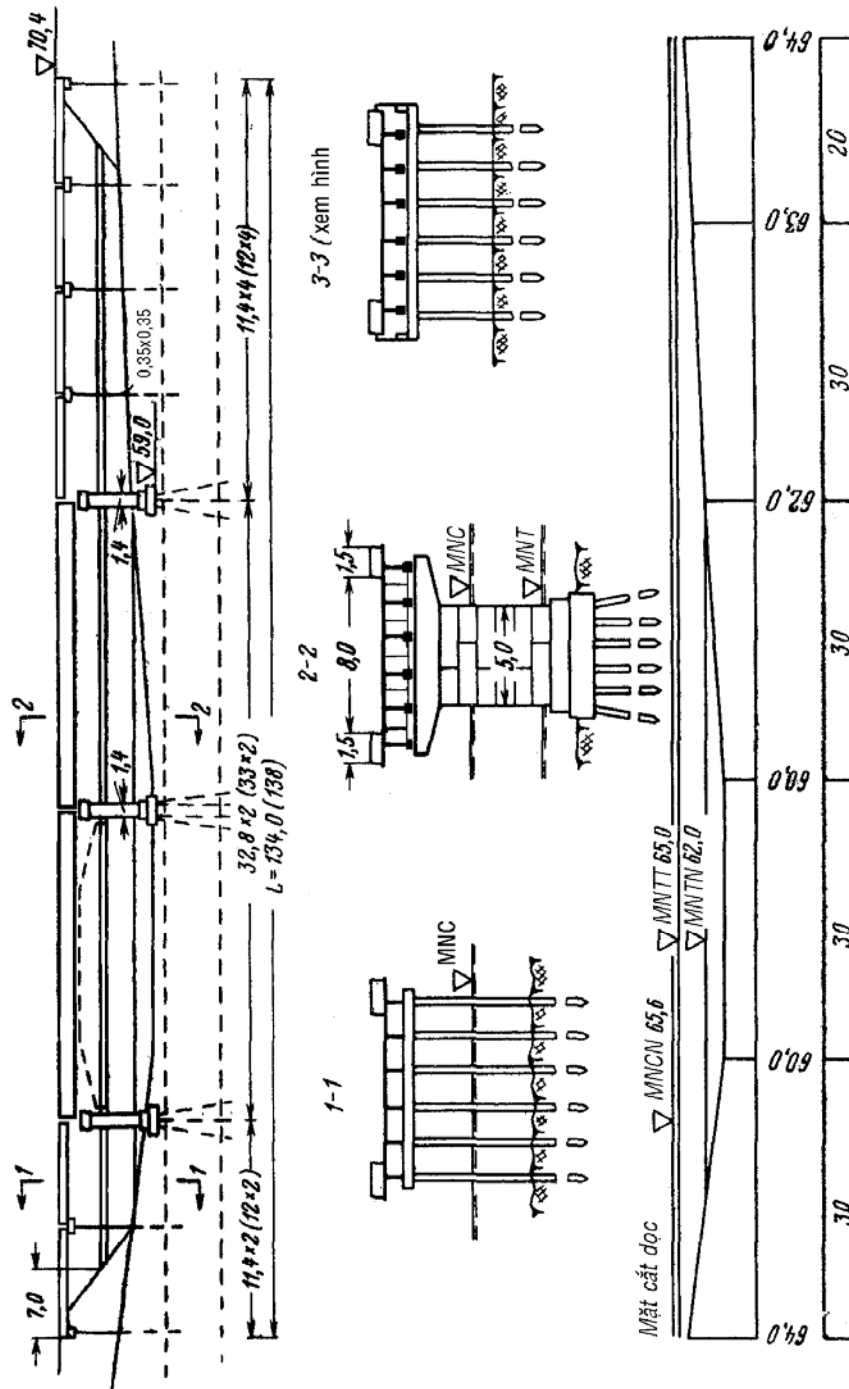
Mục đích: để lựa chọn một phương án hợp lý người ta thường đưa ra nhiều phương án khả thi, và tiến hành so sánh chúng về rất nhiều chỉ tiêu như: giá thành dự toán (vốn đầu tư); thời gian, thiết bị, kinh nghiệm thi công; chi phí đền bù giải toả, chi phí khai thác, điều kiện mặt bằng, địa chất, thủy văn nơi sẽ xây dựng cầu, lợi ích kinh tế của địa phương có được từ việc xây dựng công trình cầu. Hiện nay yếu tố mỹ quan rất được chú ý khi xây dựng các cầu lớn, các cầu trong thành phố, v.v... .



Hình 5-1 Các phương n cầu thp



Hình 5-2 Các phương án cầu BTCT, con số trong ngoặc là chiều dài dầm



Hình 5-3 Phương án cầu BTCT (được chọn), các mặt cắt ngang và dọc cầu.



6 KHÁI NIỆM THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH NHÂN TẠO

6.1 Các định nghĩa

Chủ đầu tư - Cơ quan hoặc cá nhân có quyền lực pháp lý quyết định đầu tư đối với cầu.

Công tác giám sát - ép buộc và hướng dẫn Nhà thầu đảm bảo thực hiện đúng mọi quy định đã được cụ thể hoá trong các văn bản kỹ thuật có hiệu lực pháp lý, sao cho bất kỳ hạng mục kết cấu nào cũng đạt đúng yêu cầu chất lượng, tiến độ và giảm chi phí trong khuôn khổ dự toán của Dự án.

Hệ số sức kháng - Hệ số chủ yếu xét đến sự biến thiên của các tính chất của vật liệu, kích thước kết cấu và tay nghề của công nhân và sự không chắc chắn trong dự đoán về sức kháng, nhưng cũng liên hệ đến những thống kê về các tải trọng thông qua quá trình hiệu chỉnh.

Hệ số tải trọng - Hệ số xét đến chủ yếu là sự biến thiên của các tải trọng, sự thiếu chính xác trong phân tích và xác suất xảy ra cùng một lúc của các tải trọng khác nhau, nhưng cũng liên hệ đến những thống kê về sức kháng thông qua quá trình hiệu chỉnh.

Hiệu ứng lực - Biến dạng, ứng suất hoặc tổ hợp ứng suất (tức là lực dọc trục, lực cắt, mô men uốn hoặc xoắn) gây ra do tác động của tải trọng, của những biến dạng cưỡng bức hoặc của các thay đổi về thể tích.

Kết cấu có nhiều đường truyền lực - Kết cấu có khả năng chịu được các tải trọng đã định sau khi mất đi một cấu kiện hoặc liên kết chịu lực chính.

Kỹ sư (tư vấn thiết kế) - Người chịu trách nhiệm thiết kế cầu.

Mô hình - Sự lý tưởng hoá kết cấu dùng cho mục đích phân tích kết cấu.

Sử dụng bình thường - Điều kiện sử dụng cầu không bao gồm : loại xe được phép đặc biệt, tải trọng gió với tốc độ vượt quá 25 m/s và các sự cố đặc biệt kể cả xói lở.

Sức kháng danh định - Sức kháng của một cấu kiện hoặc liên kết đối với ứng lực được xác định bởi những kích thước ghi trong hồ sơ hợp đồng và bởi ứng suất cho phép, biến dạng hoặc cường độ được ghi rõ của vật liệu.

TTGH - Điều kiện mà vượt qua nó thì cầu hoặc cấu kiện của cầu ngừng thoả mãn các quy định đã được dựa vào để thiết kế.

Tuổi thọ thiết kế - Với tiêu chuẩn 22 TCN 272-05 là 100 năm.

6.2 Triết lý thiết kế

6.2.1 Tổng quát

Cầu phải được thiết kế theo các TTGH quy định để đạt được các mục tiêu thì công được, an toàn và sử dụng được, có xét đến các vấn đề : *khả năng dễ kiểm tra, tính kinh tế và mỹ quan*.



Bất kể dùng phương pháp phân tích kết cấu nào thì phương trình 6.2.2.1-1 luôn luôn cần được thỏa mãn với mọi ứng lực và các tổ hợp được ghi rõ của chúng.

Nhiệm vụ của tính toán thiết kế là phải đảm bảo cho công trình không đạt đến trạng thái giới hạn trong suốt quá trình sử dụng. Tuy nhiên khi xác định nội lực vật liệu vẫn coi như làm việc đàn hồi.

☞ Cách tính toán nội lực của các hệ thống quy trình nói chung đều giống nhau, chỉ khác nhau về mặt kiểm toán khả năng chịu lực tiết diện. Nội dung và các quy định trong mỗi quy trình là một thể thống nhất, có liên quan chặt chẽ với nhau, vì vậy khi sử dụng và tham khảo các quy trình cần tránh hiện tượng áp dụng lắp ghép máy móc thiếu nhất quán.

6.2.2 Các TTGH

6.2.2.1 Tổng quát

Mỗi cấu kiện và liên kết phải thỏa mãn phương trình. 1 với mỗi TTGH, trừ khi được quy định khác. Mọi TTGH được coi trọng như nhau.

$$\sum \eta_i \gamma_i Q_i \leq \phi R_n = R_r \quad (6.2.2.1-1)$$

trong đó :

- γ_i hệ số tải trọng: hệ số nhân dựa trên thống kê dùng cho ứng lực.
- ϕ hệ số sức kháng. Đối với các TTGH sử dụng và TTGH đặc biệt, $\phi = 1,0$.
- η_i hệ số điều chỉnh tải trọng; liên quan đến tính dẻo, tính dư và tầm quan trọng trong khai thác. Trong phép tính sơ bộ có thể lấy $\eta_D = \eta_R = \eta_I = 1,0$
- η_D hệ số liên quan đến tính dẻo
- η_R hệ số liên quan đến tính dư
- η_I hệ số liên quan đến tầm quan trọng trong khai thác
- Q_i ứng lực
- R_n sức kháng danh định
- R_r sức kháng tính toán : $R_r = \phi R_n$

6.2.2.2 TTGH sử dụng

TTGH sử dụng phải xét đến như một biện pháp nhằm hạn chế đối với ứng suất, biến dạng và vết nứt dưới điều kiện sử dụng bình thường.

6.2.2.3 TTGH môi và phá hoại giòn

TTGH môi phải được xét đến trong tính toán như một biện pháp nhằm hạn chế về biên độ ứng suất do một xe tải thiết kế gây ra với số chu kỳ biên độ ứng suất dự kiến.

TTGH phá hoại giòn phải được xét đến như một số yêu cầu về tính bền của vật liệu theo tiêu chuẩn vật liệu.



6.2.2.4 TTGH cường độ

TTGH cường độ phải được xét đến để đảm bảo cường độ và sự ổn định cục bộ và ổn định tổng thể được dự phòng để chịu được các tổ hợp tải trọng quan trọng theo thống kê được định ra để cầu chịu được trong phạm vi tuổi thọ thiết kế của nó.

- TTGH cường độ I: Tổ hợp tải trọng cơ bản liên quan đến việc sử dụng cho xe tiêu chuẩn của cầu không xét đến gió
- TTGH cường độ II: Tổ hợp tải trọng liên quan đến cầu chịu gió với vận tốc vượt quá 25m/s
- TTGH cường độ III: Tổ hợp tải trọng liên quan đến việc sử dụng xe tiêu chuẩn của cầu với gió có vận tốc 25m/s

6.2.2.5 TTGH đặc biệt

TTGH đặc biệt phải được xét đến để đảm bảo sự tồn tại của cầu khi động đất hoặc lũ lớn hoặc khi bị tàu thủy, xe cộ va, có thể cả trong điều kiện bị xói lở.

7 THIẾT KẾ TỔNG THỂ VÀ ĐẶC ĐIỂM VỊ TRÍ CẦU

7.1 Các định nghĩa

Bề rộng đường người đi - Khoảng không gian trống dành cho người đi bộ.

Khẩu độ thoát nước - Chiều rộng hoặc khoảng trống của cầu ở giai đoạn quy định, thường được đo theo hướng chính của dòng chảy.

Khổ giới hạn (tĩnh không) - Khoảng không gian trống không có chướng ngại, được dành cho thông xe trên cầu hoặc thông xe dưới cầu hoặc thông thuyền dưới cầu.

Lưu vực - Vùng địa phương nằm trong đường phân thủy, thường chỉ có một lối xả; tổng diện tích thoát nước gây nên dòng chảy ở một điểm duy nhất.

Siêu cao - Độ nghiêng của mặt đường để cân bằng một phần lực ly tâm tác động vào xe trên đường cong nằm.

Xói chung - Xói ở sông hoặc trên bãi mà không tập trung ở trụ hoặc ở vật cản khác trên dòng chảy. Ở một con sông xói chung thường tác động đến toàn bộ hoặc gần hết chiều rộng của sông do sự thu hẹp dòng chảy gây ra.

Xói cục bộ - Ở sông hoặc trên bãi tập trung ở mô trụ hoặc vật cản khác trên dòng chảy.

7.2 Các đặc trưng vị trí

Khi chọn vị trí cầu phải qua phân tích các phương án có xét về các mặt kinh tế, kỹ thuật, xã hội và môi trường có liên quan cũng như xét đến giá duy tu và kiểm tra kết cấu của nó và với tầm quan trọng tương đối của các mối liên quan trên.

Vị trí và hướng tuyến của cầu cần được chọn để thỏa mãn các yêu cầu về an toàn giao thông cả ở trên cầu và ở dưới cầu. Cần xét đến các thay đổi có thể có trong tương lai về hướng hoặc chiều rộng của đường sông, đường bộ hoặc đường sắt mà cầu vượt qua.

Phải xác định các điểm vượt sông có xét đến giá thành xây dựng ban đầu và việc tối ưu hoá tổng giá thành công trình, bao gồm các công trình chính trị sông và các biện pháp duy tu, bảo dưỡng cần thiết để giảm xói lở.

7.3 Tiêu chuẩn hình học

Các yêu cầu của Tiêu chuẩn thiết kế đường phải được thỏa mãn, trường hợp đặc biệt phải được chứng minh và lập hồ sơ. Chiều rộng của lề đường và kích thước của rào chắn giao thông phải đáp ứng các yêu cầu của Chủ đầu tư.

7.3.1 Cấu tạo mặt đường

Mặt đường trên cầu phải có đặc tính chống trượt, có sống đường, thoát nước và siêu cao phải phù hợp với Tiêu chuẩn thiết kế đường.



7.3.2 Kích thước sơ bộ của kết cấu

Bảng 7-1 Chiều cao tối thiểu thông thường dùng cho các kết cấu phần trên có chiều cao không đổi

Kết cấu phần trên		Chiều cao tối thiểu ^{1, 2} (gồm cả mặt cầu)	
Vật liệu	Loại hình	Dầm giản đơn	Dầm liên tục
Bê tông cốt thép	Dầm I, T	0,070L	0,065L
	Dầm cho người đi bộ	0,035L	0,033L
Bê tông dự ứng lực	Bản	0,030L; $\geq 165\text{mm}$	0,027L; $\geq 165\text{mm}$
	Dầm hộp đúc tại chỗ	0,045L	0,04L
	Dầm I đúc sẵn	0,045L	0,04L
	Dầm cho người đi bộ	0,033L	0,030L
	Dầm hộp liên kết	0,030L	0,025L
Thép	Chiều cao toàn bộ của dầm I liên hợp	0,040L	0,032L
	Chiều cao của phần dầm I của dầm I liên hợp	0,033L	0,027L
	Giàn	0,100L	0,100L

L – Chiều dài nhịp của kết cấu

Diện tích mặt cắt ngang tối thiểu của ống thoát nước phải lấy là $1\text{cm}^2/1\text{m}^2$ mặt cầu. Cự ly tối đa giữa các ống thoát nước dọc cầu $\leq 15\text{m}$. Kích thước bên trong tối thiểu của ống thoát nước thông thường phải $\geq 100\text{mm}$.

Ít nhất ống phải nhô ra khỏi cấu kiện thấp nhất của kết cấu phần trên là 100mm,

7.3.3 Trắc dọc của công trình cầu:

+ Trong cầu đường ô-tô và đường thành phố, mặt cầu xe chạy thông thường phải tạo dốc dọc và trong mọi trường hợp phải có dốc ngang 1,5 – 2,0% không phụ thuộc vào độ dốc dọc.

+ Độ dốc dọc lớn nhất (i_{max}) của mặt đường trên cầu:

- Cầu trên đường ô-tô: 3,0 %

- Cầu trên đường đô thị : 4,0 %.

¹ khi dùng các cấu kiện có chiều cao thay đổi thì phải hiệu chỉnh các giá trị có tính đến những thay đổi về độ cứng tương đối của các mặt cắt mô men dương và âm

² không kể lớp phủ

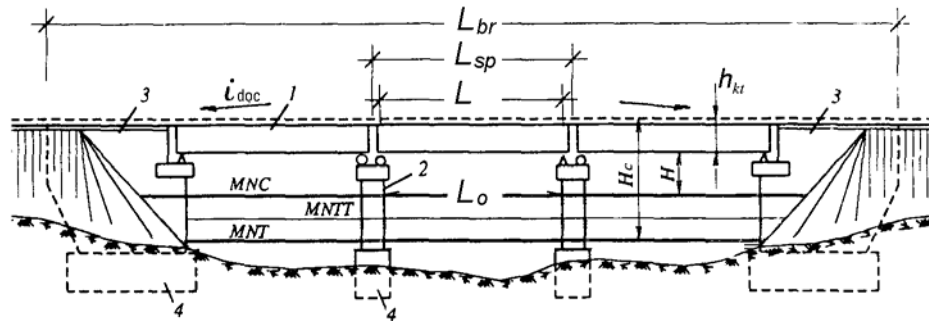
7.3.4 Kích thước theo phương dọc cầu

L_{br} – chiều dài toàn cầu, là khoảng cách từ đuôi mố này đến đuôi mố kia.

L_{sp} – chiều dài nhịp, là khoảng cách giữa tim của hai trụ ...

L – chiều dài nhịp tính toán, là khoảng cách giữa tim các gối kê nhịp.

L_0 – chiều dài nhịp tĩnh, là khoảng cách từ mép trụ này tới mép trụ kia (hoặc mố) xác định tại mức nước cao nhất.



Hình 7-1 Một số kích thước cơ bản của công trình cầu

H_c – chiều cao cầu, là khoảng cách từ MNT tới mặt cầu. Nếu là cầu vượt hoặc cầu cạn thì tính từ mặt đường hoặc mặt đất bên dưới.

h_{kt} – chiều cao kiến trúc, là khoảng cách từ đáy của kết cấu nhịp đến mặt cầu.

H – chiều cao khổ gầm cầu, là khoảng cách từ MNC đến đáy KCN, để đảm bảo cây trôi không va đập và mắc nghẽn. Nếu là cầu vượt thì được tính từ mặt đường bên dưới đến đáy kết cấu nhịp.

7.3.5 Tĩnh không

7.3.5.1 Sông không thông thuyền:

Khoảng cách từ MNC tới đáy dầm cầu không được nhỏ hơn 0,75m (cầu đường sắt) và 0,5m (cầu ô tô), trường hợp sông có cây trôi lớn thì các kích thước này sẽ được tăng thêm.

7.3.5.2 Thông thuyền

Giấy phép để xây dựng cầu qua đường thủy có thông thuyền phải do Cục Đường sông Việt Nam hoặc Cục Hàng hải Việt nam cấp. Trừ khi có chỉ định khác, khổ giới hạn thông thuyền phải tuân theo Bảng 7 – 1, lấy từ TCVN 5664-1992



Bảng 7-2 Khổ giới hạn thông thuyền trên các sông có thông thuyền

Cấp đường sông	Khổ giới hạn tối thiểu trên mức nước cao có chu kỳ 20 năm (m)		
	Theo chiều ngang		Theo chiều thẳng đứng (trên toàn chiều rộng)
	Cầu qua sông	Cầu qua kênh	
I	80	50	10
II	60	40	9
III	50	30	7
IV	40	25	6 (thích hợp), 5 (tối thiểu)
V	25	20	3,5
VI	15	10	2,5

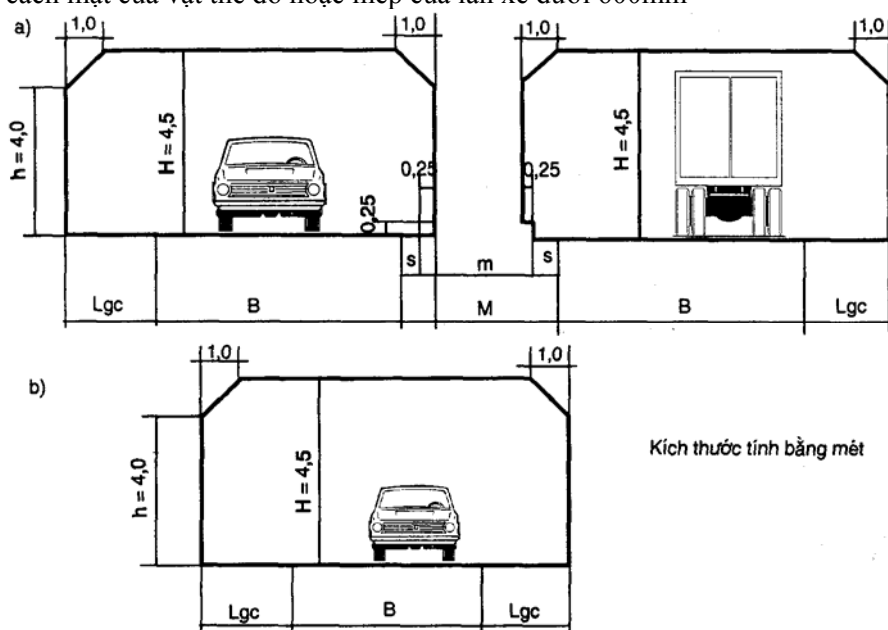
7.3.5.3 Khổ giới hạn đứng của cầu cạn, cầu vượt

Khổ giới hạn đứng của các kết cấu đường bộ phải phù hợp với Tiêu chuẩn thiết kế đường. Cần nghiên cứu khả năng giảm khổ giới hạn đứng do lún của kết cấu cầu vượt.

7.3.5.4 Khổ giới hạn ngang của cầu đường bộ

Chiều rộng cầu không được nhỏ hơn chiều rộng của đoạn đường đầu cầu bao gồm cả lề hoặc bó vỉa, rãnh nước và đường người đi.

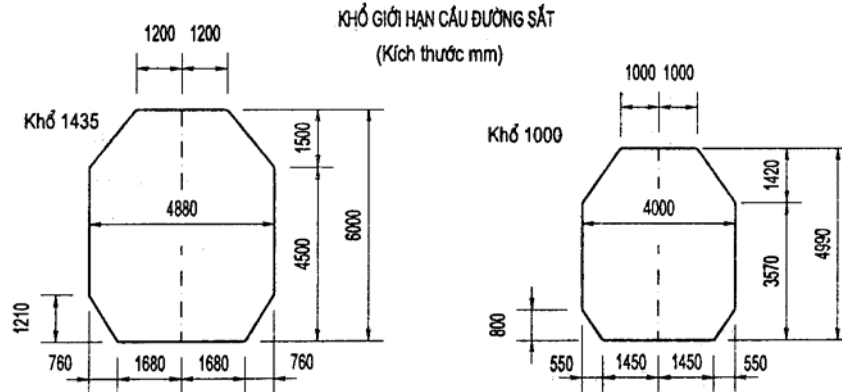
Không có vật thể nào ở trên hoặc ở dưới cầu, ngoài rào chắn, được định vị cách mép của làn xe dưới 1200mm. Mặt trong của rào chắn không được đặt cách mặt của vật thể đó hoặc mép của làn xe dưới 600mm



Hình 7-2 Khổ giới hạn cầu đường ô tô (Tính không của đường)

- a) Đường với $V_{tt} \geq 80$ km/h, có dải phân cách giữa;
- b) Đường các cấp không có dải phân cách giữa

B – Bề rộng phần xe chạy; L_{gc} – bề rộng phần lề gia cố; m – phần phân cách; s – phần an toàn (gia cố); M – bề rộng dải phân cách; H – chiều cao tĩnh không, tính từ điểm cao nhất của phần xe chạy; h – chiều cao tĩnh không ở mép của lề. Có thể thêm vào chiều cao tĩnh không chiều dày dự trữ nâng cao mặt đường.



Hình 7-3 Khổ giới hạn cầu đường sắt

Khổ đường người đi có chiều cao bằng 2,5m, chiều rộng lấy bằng bội số của 0,75m (tương ứng với khả năng thông qua của 1000 người trong một giờ). Đối với cầu thành phố có $w_{PXC} \leq 10,5$, chiều rộng đường người đi tối thiểu là 1,5m; w_{PXC} lớn hơn, lấy bằng 2,25m. Phần bộ hành cầu xe lửa thường dùng dùng cho việc duy tu sửa chữa nên bề rộng lấy bằng 1,0 m.

Chiều rộng cầu = Chiều rộng phần người đi + Chiều rộng phần xe thô sơ + Chiều rộng phần xe cơ giới + chiều rộng của lan can, dải phân cách, ...

Chiều cao tiêu chuẩn của đường người đi : $e = 0,25$ m

7.3.6 Các mức nước:

MNLS - Mức nước lịch sử, là mức nước lớn nhất mà người ta điều tra được.

MNC - Mức nước cao, được đo trong mùa lũ, ứng với một tần suất quy định (1% hay 2%). Căn cứ vào MNC để xác định cao độ đáy dầm.

MNT - Mức nước thấp, được đo trong mùa cạn và ứng với một tần suất quy định (1% hay 2%), căn cứ vào MNT để bố trí nhịp thông thuyền ...

MNTT - Mức nước thông thuyền, là mức nước cao nhất cho phép tàu bè qua lại, thường lấy với tần suất 5%, từ mức nước này xác định được chiều cao khổ gầm cầu của nhịp thông thuyền.



8 TẢI TRỌNG & HỆ SỐ TẢI TRỌNG

Trong nội dung bài giảng ưu tiên phân tích kết cấu nhịp giản đơn

8.1 Các định nghĩa

Bánh xe - Một hoặc hai bánh lốp ở đầu một trục xe.

Bề rộng lòng đường, Bề rộng phần xe chạy - Khoảng cách tịnh giữa rào chắn và/ hoặc đá vĩa.

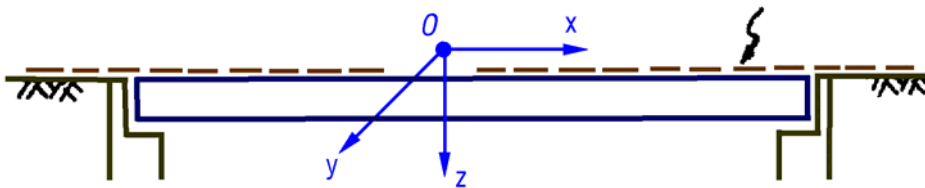
Tải trọng danh định - (Tải trọng tiêu chuẩn) Mức tải trọng thiết kế được lựa chọn theo quy ước.

Tải trọng thường xuyên - (Tĩnh tải) Tải trọng và lực không đổi hoặc giả thiết không đổi sau khi hoàn thành việc xây dựng.

Đường ảnh hưởng: đồ thị biểu diễn sự thay đổi của một đại lượng nào đó khi lực đơn vị $P = 1$ có hướng không đổi chuyển động trên công trình.

Hoạt tải: (Tải trọng nhất thời) đó là tải trọng mà không ngừng thay đổi vị trí của mình trên công trình. Khi hoạt tải thay đổi vị trí thì các đại lượng cần nghiên cứu (lực dọc, lực cắt, moment v.v...) cũng sẽ thay đổi theo vị trí của hoạt tải.

Công trình phải được tính với các giá trị bất lợi nhất về lực dọc, ứng suất, chuyển vị, do đó tính toán công trình có hoạt tải cần phải xác định được vị trí của hoạt tải gây ra các cực trị của các đại lượng đó. Vị trí đó được gọi là vị trí *khống chế* (tính toán), còn giá trị của các đại lượng ứng với vị trí đó được gọi là giá trị *khống chế* (giá trị tính toán).



Hình 8-1 Hệ trục tọa độ được qui định trong giáo trình

8.2 Tải trọng tác dụng lên cầu

8.2.1 Hệ số tải trọng γ_D, γ_{LL}

Để kể đến một số yếu tố như trọng lượng thể tích của vật liệu thực tế có sai khác với con số lý thuyết; chế tạo, đo đạc không chính xác... Khi tính toán, cần phải đưa vào hệ số tải trọng γ_i (HSTT). HSTT có thể ≤ 1 hay > 1 , miễn là nó phải tạo ra một trạng thái bất lợi hơn cả.

8.2.2 Tải trọng thường xuyên

Bảng 8-1 Hệ số tải trọng dùng cho tải trọng thường xuyên, γ_p

LOẠI TẢI TRỌNG	Hệ số tải trọng	
	Lớn nhất	Nhỏ nhất
DC: Cầu kiện và các thiết bị phụ	1,25	0,90
DW: Lớp phủ mặt cầu và các tiện ích	1,50	0,65
EH: Áp lực ngang của đất		
+ Chủ động	1,50	0,90
+ Nghi	1,35	0,90
EV: Áp lực đất thẳng đứng		
+ Kết cấu tường chắn	1,35	1,00
+ Kết cấu vùi cứng	1,30	0,90
+ Khung cứng	1,35	0,90
+ Kết cấu vùi mềm khác với công hộp thép	1,95	0,90

Bảng 8-2 Bảng Khối lượng riêng

Vật liệu	Tỷ trọng (kg/m ³)
Betong cốt thép	2500
Betong thường (không cốt thép)	2400
Cát chặt. phù sa hay đất sét	1925
Cát rời. phù sa. sỏi	1600
Lớp phủ bê tông at-phan	2250
Đất sét mềm	1600
Đá xây	2725
Nước	1000
Sỏi, cuội, macadam hoặc balat	2250
Thép	7850

8.2.3 Tải trọng nhất thời

Ký hiệu	Tên tải trọng	Ký hiệu	Tên tải trọng
BR	lực hãm xe	PL	tải trọng người đi
CE	lực ly tâm	TU	nhiệt độ đều
CR	từ biến	LL	hoạt tải xe
CT	lực va xe	WL	gió trên hoạt tải
CV	lực va tàu thủy	WS	tải trọng gió trên kết cấu
EQ	động đất	FR	ma sát
IM	lực xung kích của xe	WA	tải trọng nước và áp lực dòng chảy



Bảng 8-3 Tổ hợp và hệ số tải trọng γ_{LL}

Tổ hợp tải trọng Trạng thái giới hạn	DC DW EH EV	LL IM CE BR PL	WA	WS	WL	FR	TU CR	Cùng một lúc chỉ dùng một trong các tải trọng		
								EQ	CT	CV
Cường độ I	γ_p	1,75	1,00	-	-	1,00	0,5/1,20	-	-	-
Cường độ II	γ_p	-	1,00	1,40	-	1,00	0,5/1,20	-	-	-
Cường độ III	γ_p	1,35	1,00	0,4	1,00	1,00	0,5/1,20	-	-	-
Đặc biệt	γ_p	0,50	1,00	-	-	1,00	-	1,00	1,00	1,00
Sử dụng	1,0	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	1,0/1,20	-	-	-
Mỗi chỉ có LL, IM & CE	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-

8.3 Hoạt tải xe

8.3.1 Số làn xe thiết kế

Số làn xe thiết kế được xác định bởi phần số nguyên của tỷ số $w/3500$, ở đây w là bề rộng khoảng trống của lòng đường giữa hai đá vĩa hoặc hai rào chắn, đơn vị là mm.

Trong trường hợp bề rộng làn xe nhỏ hơn 3500mm thì số làn xe thiết kế lấy bằng số làn giao thông và bề rộng làn xe thiết kế phải lấy bằng bề rộng làn giao thông.

Lòng đường rộng từ 6000mm đến 7200mm phải có 2 làn xe thiết kế, mỗi làn bằng một nửa bề rộng lòng đường.

8.3.2 Hệ số làn xe, m

Những quy định của Điều này không được áp dụng cho trạng thái giới hạn môi, trong trường hợp đó chỉ dùng với một xe tải thiết kế, bất kể số làn xe thiết kế.

Ứng lực cực hạn của hoạt tải phải xác định bằng cách xét mỗi tổ hợp có thể của số làn chịu tải nhân với hệ số tương ứng trong Bảng 8-4.

Hệ số trong Bảng 8-4 không được áp dụng kết hợp với hệ số phân bố tải trọng gần đúng quy định trong Chương 9, trừ khi dùng quy tắc tròn bầy.

Bảng 8-4 Hệ số làn "m"

Số làn chất tải	1	2	3	> 3
Hệ số làn xe				
m	1,20	1,00	0,85	0,65

8.3.3 Hoạt tải xe ô tô thiết kế

8.3.3.1 Tổng quát

Hoạt tải xe ô tô trên mặt cầu hay kết cấu phụ trợ được đặt tên là HL-93, sẽ gồm 2 nhóm tổ hợp :

Nhóm tổ hợp 1	Nhóm tổ hợp 2
Xe tải thiết kế (xe 3 trục) & tải trọng làn thiết kế	Xe 2 trục thiết kế & tải trọng làn thiết kế

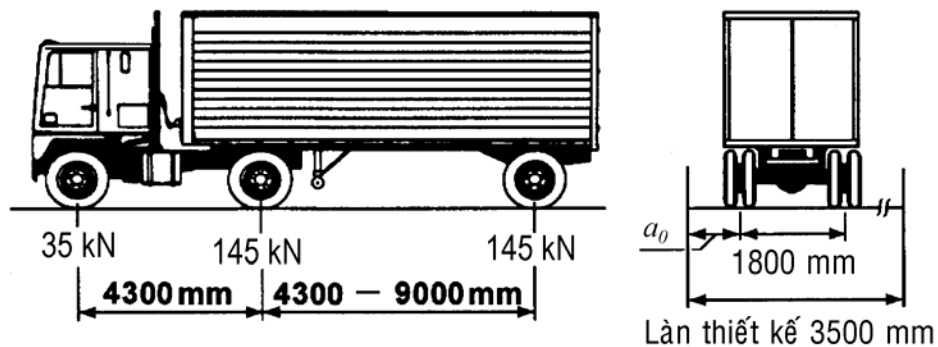
Trừ khi có quy định khác, ứng lực lớn nhất phải được lấy theo giá trị lớn hơn của các tổ hợp trên.

8.3.3.2 Xe tải thiết kế (xe 3 trục)

Trọng lượng và khoảng cách các trục và bánh xe của xe tải thiết kế phải lấy theo Hình 8-2. Lực xung kích lấy theo Điều 8.3.4

Trừ quy định trong Điều 8.3.3.6, cự ly giữa 2 trục 145.000N phải thay đổi giữa 4300 và 9000mm để gây ra ứng lực lớn nhất.

Đối với các cầu trên các tuyến đường cấp IV và thấp hơn, Chủ đầu tư có thể xác định tải trọng trục cho trong Hình 8-2 nhân với hệ số 0,50 hoặc 0,65.



Hình 8-2 Đặc trưng của xe tải thiết kế
 a_0 – xem điều 8.3.3.6

8.3.3.3 Xe hai trục thiết kế (Xe Tandem)

Xe hai trục gồm một cặp trục 110 kN cách nhau 1200 mm. Cự ly chiều ngang của các bánh xe lấy bằng 1800 mm. Tải trọng động cho phép lấy theo Điều 8.3.4.

Đối với các cầu trên các tuyến đường cấp IV và thấp hơn, Chủ đầu tư có thể xác định tải trọng xe hai trục nói trên nhân với hệ số 0,50 hoặc 0,65.



8.3.3.4 Tải trọng làn thiết kế

Gồm tải trọng 9,3 N/mm phân bố đều theo chiều dọc. Theo chiều ngang cầu được giả thiết là phân bố đều trên chiều rộng 3000 mm. Ứng lực của tải trọng làn thiết kế không xét lực xung kích.

8.3.3.5 Diện tích tiếp xúc của lốp xe

Diện tích tiếp xúc của lốp xe của một bánh xe có một hay hai lốp được giả thiết là một hình chữ nhật có chiều rộng là 510mm và chiều dài tính bằng mm lấy như sau:

$$L = 2,28 \times 10^{-3} \gamma (1 + IM/100)P \quad (8-1)$$

trong đó:

- γ = hệ số tải trọng
- IM = lực xung kích tính bằng phần trăm
- P = 72,5 kN cho xe tải thiết kế và 55 kN cho xe hai trục thiết kế.

Áp lực lốp xe được giả thiết là phân bố đều trên diện tích tiếp xúc. Áp lực lốp xe giả thiết phân bố như sau:

Trên bề mặt liên tục phân bố đều trên diện tích tiếp xúc quy định

Trên bề mặt bị gián đoạn phân bố đều trên diện tích tiếp xúc thực tế trong phạm vi vết xe với áp suất tăng theo tỷ số của diện tích quy định trên diện tích tiếp xúc thực tế.

8.3.3.6 Tác dụng của hoạt tải xe thiết kế

Các trục bánh xe không gây ra ứng lực lớn nhất đang xem xét phải bỏ qua.

Mỗi làn thiết kế được xem xét phải được bố trí hoặc xe tải thiết kế hoặc xe hai trục chồng với tải trọng làn khi áp dụng được. Tải trọng được giả thiết chiếm 3000mm theo chiều ngang trong một làn xe thiết kế.

Cả tải trọng làn và vị trí của bề rộng 3000mm của mỗi làn phải đặt sao cho gây ra ứng lực lớn nhất. Xe tải thiết kế hoặc xe hai bánh thiết kế phải bố trí trên chiều ngang sao cho tim của bất kỳ tải trọng bánh xe nào cũng không gần hơn khi thiết kế :

- bản hằng: $a_0 \geq 300\text{mm}$ (tính từ mép đá vĩa hay lan can) ;
- các bộ phận khác: $a_0 \geq 600\text{mm}$ (tính từ mép làn xe thiết kế).

Trừ khi có quy định khác, chiều dài của làn xe thiết kế hoặc một phần của nó mà gây ra ứng lực lớn nhất phải được chắt tải trọng làn thiết kế.

Đối với mô men âm giữa các điểm uốn ngược chiều khi chịu tải trọng rải đều trên các nhịp và chỉ đối với phản lực gối giữa thì lấy 90% hiệu ứng của hai xe tải thiết kế có khoảng cách trục bánh trước xe này cách bánh sau xe kia là 15000mm tổ hợp với 90% hiệu ứng của tải trọng làn thiết kế; khoảng cách giữa các trục 145kN của mỗi xe tải phải lấy bằng 4300mm.



8.3.3.7 Tải trọng môi

8.3.3.7.1 Độ lớn và dạng

Tải trọng tính môi là một xe tải thiết kế hoặc là các trục của nó được quy định trong Điều 8.3.3.2 nhưng với một khoảng cách không đổi là 9000 mm giữa các trục 145.000N.

Lực xung kích quy định trong Điều 8.3.4 phải được áp dụng cho tải trọng tính môi.

8.3.3.7.2 Tần số

Tần số của tải trọng môi phải được lấy theo lưu lượng xe tải trung bình ngày của làn xe đơn (ADTT_{SL}). Tần số này phải được áp dụng cho tất cả các cầu kiện của cầu, dù cho chúng nằm dưới làn xe có số xe tải ít hơn.

Khi thiếu các thông tin tốt hơn thì ADTT của làn xe đơn phải lấy như sau:

$$ADTT_{SL} = p \times ADTT \quad (8-2)$$

trong đó:

ADTT = số xe tải / ngày theo một chiều tính trung bình trong tuổi thọ thiết kế;

ADTT_{SL} = số xe tải / ngày trong một làn xe đơn tính trung bình trong tuổi thọ thiết kế;

p = lấy theo Bảng 8-5.

Bảng 8-5 Phân số xe tải trong một làn xe đơn, p (3.6.1.4.2 -1)

Số làn xe có giá trị cho xe tải	p
1	1, 00
2	0, 85
≥ 3	0, 80

8.3.3.7.3 Phân bố tải trọng khi tính môi

a. Các phương pháp chính xác

Do tính phức tạp, trong bài giảng chưa xét đến các phương pháp chính xác.

b. Các phương pháp gần đúng

Khi cầu được tính toán theo sự phân bố gần đúng của tải trọng như quy định trong Điều 9.4 - 9.6 phải sử dụng hệ số phân bố cho một làn xe.

8.3.3.8 Tải trọng bộ hành

Đối với tất cả đường bộ hành rộng hơn 600m phải lấy tải trọng người đi bộ bằng 3 kN/m² và phải tính đồng thời cùng hoạt tải xe thiết kế.

Đối với cầu chỉ dành cho người đi bộ và/hoặc đi xe đạp phải thiết kế với hoạt tải là 4 kN/m².



Khi đường bộ hành, cầu cho người đi bộ và cầu đi xe đạp có dụng ý dùng xe bảo dưỡng và/hoặc xe ngẫu nhiên thì các tải trọng này phải được xét trong thiết kế. Lực xung kích của các loại xe này không cần phải xét.

8.3.4 Lực xung kích: IM

Đối với kết cấu nhịp và các bộ phận của nó, tác động tĩnh học của xe tải hay xe hai trục thiết kế không kể lực ly tâm và lực hãm, phải được tăng thêm một tỷ lệ phần trăm được quy định trong Bảng 8-6 cho lực xung kích.

Hệ số áp dụng cho tải trọng tác dụng tĩnh được lấy bằng: $(1 + IM/100)$

Lực xung kích không được áp dụng cho tải trọng bộ hành hoặc tải trọng làn thiết kế.

Bảng 8-6 Lực xung kích IM

Cấu kiện	IM
Mỗi nối bản mặt cầu - Tất cả các TTGH	75%
Tất cả các cấu kiện khác (gồm cả bản mặt cầu)	
• Trạng thái giới hạn mỗi và giòn	15%
• Tất cả các trạng thái giới hạn khác	25%

Lực xung kích có thể được chiết giảm cho các cấu kiện trừ mỗi nối, nếu có thêm những phân tích về động lực học.



9 PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT CẤU

Nhìn chung, các kết cấu cầu được phân tích trên cơ sở tính đàn hồi, thoả mãn điều kiện cân bằng và tính tương hợp. Tuy nhiên, tiêu chuẩn cũng cho phép xem xét sự làm việc không đàn hồi của vật liệu.

9.1 Các định nghĩa

Phương pháp phân tích được chấp nhận - Phương pháp phân tích không đòi hỏi việc xác minh lại và đã trở thành thông dụng trong thực tế kỹ thuật kết cấu công trình.

Biến dạng - Sự thay đổi hình học của kết cấu do tác dụng của lực, bao gồm chuyển vị dọc trục, chuyển vị cắt hoặc xoay.

Bộ phận, Cấu kiện, thành phần - Là một chi tiết kết cấu riêng biệt hoặc một tổ hợp các chi tiết của cầu đòi hỏi phải được xem xét thiết kế riêng.

Chiều rộng của lõi - Chiều rộng kết cấu nhịp liên khối trừ đi phần hăng của bản mặt cầu.

Dầm tương đương - Dầm giản đơn cong hoặc thẳng chịu được cả tác động của lực xoắn và uốn.

Dải tương đương - Một phần tử tuyến tính nhân tạo được tách ra từ mặt cầu để phân tích, trong đó hiệu ứng của lực cực trị tính cho một đường của tải trọng bánh xe, theo phương ngang hoặc dọc, sẽ xấp xỉ bằng các tải trọng này xuất hiện thật trên mặt cầu.

Góc chéo - Góc giữa đường tim của gối đỡ và đường thẳng vuông góc với tim đường.

Hệ mặt cầu - Kết cấu phần trên, trong đó mặt cầu là một thể thống nhất với các cấu kiện đỡ, hoặc khi mà tác động hoặc biến dạng của các cấu kiện đỡ có ảnh hưởng đáng kể đến sự làm việc của mặt cầu.

Mặt cầu - Cấu kiện, có hoặc không có lớp áo đường, trực tiếp chịu tải trọng của bánh xe

Đàn hồi - Sự làm việc của vật liệu kết cấu trong đó tỉ lệ giữa ứng suất và biến dạng là hằng số, và khi lực thôi tác dụng thì vật liệu quay trở lại trạng thái ban đầu như khi chưa chịu tải.

Đường bao - Lấy 2 hoặc nhiều hơn các cực trị của các tham số để vẽ đường bao đặc trưng nhằm đạt được một thiết kế thiên về an toàn..

Ứng xử tuyến tính - Sự làm việc của kết cấu trong đó biến dạng tỉ lệ thuận với tải trọng

Phần tử - Một phần của cấu kiện hoặc bộ phận được cấu tạo chỉ bằng một loại vật liệu.

Phương pháp biến dạng cổ điển - Phương pháp phân tích trong đó kết cấu được chia thành các thành phần mà độ cứng của chúng có thể được tính một cách độc lập. Điều kiện cân bằng và tính tương hợp giữa các thành phần được bảo đảm bằng cách xác định biến dạng tại các giao diện.



Phương pháp lực cổ điển - Phương pháp phân tích trong đó kết cấu được chia thành các thành phần tĩnh định và tính tương hợp giữa các thành phần được bảo đảm bằng cách xác định lực tại các giao diện.

Phương pháp phần tử hữu hạn - Phương pháp phân tích trong đó kết cấu được tách ra thành các phần tử nối với nhau tại các nút, dạng của trường chuyển vị của các phần tử được giả định, tính tương hợp một phần hoặc đầy đủ sẽ được duy trì giữa giao diện của các phần tử, và các chuyển vị nút được xác định bằng cách sử dụng nguyên lý biến đổi năng lượng hoặc phương pháp cân bằng

Tỉ số mặt cắt - Tỉ số giữa chiều dài và chiều rộng của hình chữ nhật

Thiết kế - Việc xác định kích thước và bố trí cấu tạo các cấu kiện và liên kết của cầu nhằm thoả mãn các yêu cầu của các Tiêu chuẩn kỹ thuật.

Trạng thái cân bằng - Trạng thái có tổng lực và mô men đối với bất kỳ điểm nào trong không gian đều bằng không.

Vết bánh xe - Diện tích tiếp xúc giữa bánh xe và mặt đường

Vị trí không chế - Vị trí và hướng của tải trọng tức thời để gây ra tác động cực trị của hiệu ứng lực.

9.2 Ký hiệu

A	=	diện tích của dầm dọc phụ, dầm hoặc dầm tổ hợp (mm^2)
d_e	=	khoảng cách giữa tim bản bụng phía ngoài của dầm biên và mép trong của bó vỉa hoặc lan can chắn xe, Hình 9-2; (mm)
e	=	hệ số điều chỉnh
g	=	hệ số phân bố
K_g	=	tham số độ cứng dọc (mm^4)
L	=	nhịp của dầm
N_b	=	số dầm, dầm dọc phụ hoặc dầm tổ hợp
N_L	=	số làn thiết kế nêu trong Điều 8.3.1
S	=	khoảng cách của các dầm hoặc các bản bụng dầm (mm)
t_o	=	chiều dày của lớp phủ (mm)
t_s	=	chiều dày của bản bê tông (mm)
W	=	bề rộng mép-đến-mép của cầu (mm)
θ	=	góc chéo (Độ)
μ	=	hệ số Poisson

9.3 Các phương pháp phân tích kết cấu được chấp nhận

Có thể sử dụng bất cứ phương pháp phân tích kết cấu nào thoả mãn các yêu cầu về điều kiện cân bằng và tính tương hợp và sử dụng được mối liên hệ ứng suất - biến dạng cho loại vật liệu đang xét, chúng bao gồm các phương pháp sau và danh sách này còn có thể mở rộng hơn nữa:

PP. chuyển vị và pp. lực cổ điển, pp. phần tử hữu hạn, pp. đường chảy dẻo ...



Người thiết kế có trách nhiệm sử dụng các chương trình máy tính để để phân tích kết cấu và giải trình cũng như sử dụng các kết quả.

Trong tài liệu tính toán và báo cáo thiết kế cần chỉ rõ tên, phiên bản và ngày phần mềm được đưa vào sử dụng

Nếu chiều dài nhịp của kết cấu phần trên với các mặt cắt kín cứng chịu xoắn vượt quá 2.5 lần chiều rộng của nó, thì kết cấu phần trên đó có thể được lý tưởng hoá như dầm giản đơn.

Để phân tích kết cấu của cầu, tùy từng mục đích người ta có thể sử dụng: các phương pháp phân tích chính xác hoặc các phương pháp phân tích gần đúng.

Phương pháp phân tích chính xác : Đó là nhóm các phương pháp PTHH, đã được soạn thảo trong các phần mềm chuyên dụng tính kết cấu đã được thương mại hóa trên thị trường. Tùy theo yêu cầu cụ thể mà nó thể có mức độ chính xác khác nhau (VD. Có hay không có xét sự làm việc đồng thời của kết cấu nhịp và móng).

Phương pháp gần đúng : đã đưa vào nhiều giả thiết để đơn giản hoá bài toán. PP hệ số phân phối ngang : là một trong các phương pháp gần đúng.

Sau đây chúng ta chỉ xét các pp gần đúng để phân tích kết cấu của phần thượng tầng (bản mặt cầu, dầm ngang, dầm chính).

9.4 Dầm chính

9.4.1 Phương pháp hệ số phân phối ngang (phân bố ngang).

Để thiết kế một hệ thống phức tạp như cầu, cần phải phân chia hệ thống thành những thành những hệ con, những hệ con này lại bao gồm các kết cấu thành phần.

Đối với cầu, hệ con sẽ là : kết cấu nhịp, móng – trụ, móng. Các kết cấu thành phần là dầm chính, dầm ngang, bản mặt cầu, lan can, gối cầu, cọc, móng, ...

Có thể xem xét sự làm việc của từng kết cấu thông qua hệ số phân phối tải trọng theo công thức sau.

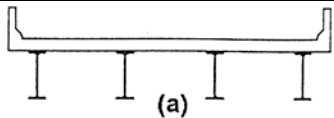
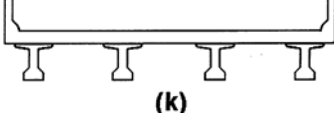
Hoạt tải hiệu dụng = Hệ số phân bố \times Hoạt tải đặt lên cầu nhịp

Zokaie (1991) và những người khác, đã đề nghị một số công thức để tính g, các công thức này đã được đưa vào trong Tiêu chuẩn.



9.4.2 Phân loại mặt cắt ngang KCN

Bảng 9-1 Kết cấu phần trên của cầu thông thường

Cấu kiện đỡ	Loại mặt cầu	Mặt cắt ngang cầu điển hình
Dầm thép	Mặt cầu bê tông đúc tại chỗ, đúc sẵn, lưới thép.	 (a)
Mặt cắt chữ I hoặc chữ T béo, bê tông đúc sẵn	Bê tông đổ tại chỗ, bê tông đúc sẵn	 (k)

Các bảng ở Điều 9.4.3 và 9.4.4 chỉ áp dụng với mặt cắt a, k.

9.4.3 Hệ số phân bố cho moment

Bảng 9-2 Phân bố hoạt tải theo làn đối với mô men trong các dầm giữa

Loại dầm	Các hệ số phân số	Phạm vi áp dụng
Mặt bê tông trên dầm thép hoặc bê tông; dầm bê tông chữ T, mặt cắt T	Một làn thiết kế chịu tải: $0,06 + \left(\frac{S}{4300} \right)^{0,4} \left(\frac{S}{L} \right)^{0,3} \left(\frac{K_g}{L t_s^3} \right)^{0,1}$	$1100 \leq S \leq 4900$ $110 \leq t_s \leq 300$ $6000 \leq L \leq 73000$ $N_b \geq 4$
	≥ 2 làn thiết kế chịu tải: $0,075 + \left(\frac{S}{2900} \right)^{0,6} \left(\frac{S}{L} \right)^{0,2} \left(\frac{K_g}{L t_s^3} \right)^{0,1}$	
	MIN (tính từ phương trình trên với $N_b = 3$; hoặc theo nguyên tắc đòn bẩy)	$N_b = 3$

Để thiết kế sơ bộ, có thể chấp nhận $\left(\frac{K_g}{L t_s^3} \right)^{0,1} = 1$.

Bảng 9-3 Phân bố hoạt tải theo làn đối với mô men trong dầm dọc biên

Loại kết cấu nhịp	1 làn thiết kế chịu tải	≥ 2 làn thiết kế chịu tải	Phạm vi áp dụng
Mặt cầu bê tông, trên dầm bê tông hoặc thép; dầm bê tông chữ T, mặt cắt T	Quy tắc đòn bẩy	$mg = e (mg_{\text{bên trong}})$ $e = 0,77 + \frac{d_e}{2800}$	$-300 \leq d_e \leq 1700$
		MIN (tính theo phương trình trên với $N_b = 3$; hoặc theo nguyên tắc đòn bẩy)	$N_b = 3$

Khoảng cách, d_e , phải được lấy giá trị dương nếu bản bụng dầm biên ở vào phía trong của mặt trong của tay vịn lan can và âm nếu ở về phía ngoài của bó vỉa hoặc lan can (Hình 9-2).

9.4.4 Hệ số phân bố cho lực cắt

Bảng 9-4 Phân bố hoạt tải theo làn đối với lực cắt trong dầm giữa

Loại kết cấu nhịp	1 làn thiết kế chịu tải	≥ 2 làn thiết kế chịu tải	Phạm vi áp dụng
Mặt cầu bê tông, trên dầm thép hoặc bê tông, dầm bê tông chữ T, mặt cắt I	$0,36 + \frac{S}{7600}$	$0,2 + \frac{S}{3600} - \left(\frac{S}{10700} \right)^{2,0}$	$1100 \leq S \leq 4900$ $6000 \leq L \leq 73000$ $110 \leq t_s \leq 300$ $4 \times 10^9 \leq K_g \leq 3 \times 10^{12}$ $N_b \geq 4$
	Quy tắc đòn bẩy	Quy tắc đòn bẩy	$N_b = 3$

Bảng 9-5 Sự phân bố hoạt tải theo làn đối với lực cắt trong dầm biên

Dạng kết cấu nhịp	1 làn thiết kế chịu tải	≥ 2 làn thiết kế chịu tải	Phạm vi áp dụng
Mặt cầu bê tông, trên dầm bê tông hoặc thép; dầm T bê tông	Quy tắc đòn bẩy	$mg = e \cdot mg_{\text{bên trong}}$ $e = 0,77 + \frac{d_e}{3000}$	$-300 \leq d_e \leq 1700$
		Quy tắc đòn bẩy	$N_b = 3$

Bất kể phương pháp phân tích nào được áp dụng, tức là phương pháp xấp xỉ hay phương pháp chính xác, các dầm biên của cầu nhiều dầm phải có sức kháng \geq sức kháng của dầm trong.

9.5 Dầm ngang

Nếu mặt cầu được tựa trực tiếp lên dầm ngang hệ mặt cầu thì hệ mặt cầu có thể được thiết kế cho các tải trọng được xác định theo Bảng 9-6.

Các phân số cho trong Bảng 9-6 phải được sử dụng cùng với một tải trọng trục thiết kế 145 kN. Đối với các cự ly của các dầm của hệ mặt cầu nằm ngoài phạm vi áp dụng đã cho, thì tất cả các hoạt tải thiết kế phải được xét và có thể sử dụng quy tắc đòn bẩy.

Bảng 9-6 Phân bố hoạt tải theo làn đối với mô men và lực cắt cho dầm ngang

Loại mặt cầu	Phần số của tải trọng bánh xe cho mỗi dầm sàn	Phạm vi áp dụng
Bê tông	$S/1800$	$S \leq 1800$



9.6 Bản mặt cầu

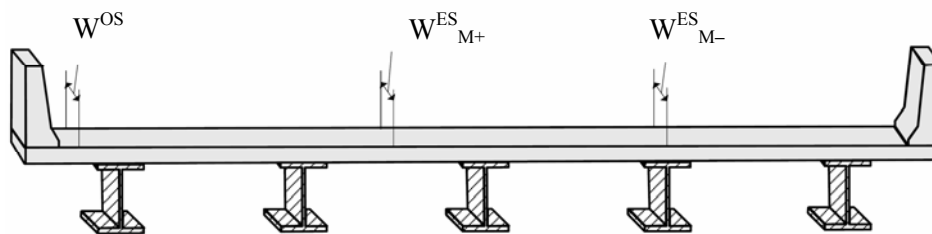
9.6.1 Tổng quát

Trong nội dung của bài giảng chỉ xem xét pp phân tích gần đúng để phân tích mặt cầu BTCT của cầu dầm I, và T. Theo đó, mặt cầu được chia thành những dải nhỏ vuông góc với các cầu kiện đỡ là các dầm chính. Trên Hình 9-1, bản được mô hình hoá thành dải ngang, có sơ đồ tính là dầm liên tục trên các gối tựa là các dầm chính. Nếu tính với tải trọng thường xuyên thì chiều rộng của dải là 1mm, nếu tính với hoạt tải chiều rộng này thay đổi tùy theo muốn xác định M^+ hay M^- .

Khi áp dụng phương pháp dải thì phải lấy M^+ cực trị trong bất cứ pa-nen sàn giữa các dầm để đặt tải cho tất cả các vùng có M^+ . Tương tự phải lấy M^- cực trị trên bất cứ dầm nào để đặt tải cho tất cả các vùng có M^- .

Đối với tính toán gần đúng, có thể lấy M do HL-93 theo Bảng 9-7.

9.6.2 Bề rộng của các dải tương đương bên trong



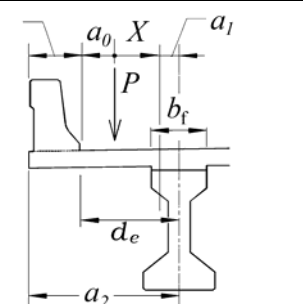
Hình 9-1 Bản được chia thành các dải ngang và kê trên các gối tựa

- S = khoảng cách của các cầu kiện đỡ (mm);
 M^+ = mô men dương; M^- = mô men âm
 X = khoảng cách từ tải trọng đến điểm gối tựa (mm)
 W^{ES}, W^{OS} - chiều rộng của dải tương đương bên trong và của bản hẫng;
 $W^{OS} = 1140,0 + 0,833X$; $W^{ES}_{M+} = 660,0 + 0,55S$; $W^{ES}_{M-} = 1220,0 + 0,25S$

Khi các dải cơ bản là ngang và nhịp ≤ 4600 mm \rightarrow các dải ngang phải được thiết kế theo các bánh xe của trục 145 kN.

9.6.2.1 Tải trọng trên bản hẫng

Khi thiết kế bản mặt cầu hẫng có chiều dài hẫng ≤ 1800 mm tính từ trục tim của dầm ngoài cùng đến mặt của lan can bằng bê tông liên tục về kết cấu, tải trọng bánh xe dầy ngoài cùng có thể được thay bằng một tải trọng tuyến phân bố đều với cường độ 14,6N/mm, đặt cách bề mặt lan can 300mm.

	<p>Mặt cắt thiết kế cho các M^- và lực cắt có thể được lấy như sau:</p> <p>Cho dầm thép : ở 1/4 bề rộng bản cánh dầm kể từ đường tim của gối,</p> <p>Cho dầm BT đúc sẵn dạng T hoặc I : $a_1 = \text{MIN} (b_f / 3; 380 \text{ mm})$.</p> <p>$b_f$ – bề rộng của bản cánh dầm</p>
---	--

Hình 9-2 Sơ đồ tính bản hằng

$a_0 = 300 \text{ mm}$; a_1 – Khoảng cách từ tim dầm đến mặt cắt tính M^- ;
 $P = 72.5 \text{ kN}$ – tải trọng của một bên trục xe; a_2 – phần hằng của BMC;

9.6.3 Bề rộng dải tương đương tại các mép của bản

Khi thiết kế, phải xem như có dầm biên quy ước là một dải băng có chiều rộng được quy định dưới đây cộng thêm bộ phận tăng chiều dày cục bộ gắn liền với nó hay bộ phận nhô ra có tác dụng tăng cứng cho bản mặt cầu. Phải giả thiết các dầm biên đỡ một hàng bánh xe, nếu thích hợp, đỡ thêm một phần nào đó của tải trọng làn thiết kế.

9.6.4 Tính toán các hiệu ứng lực

Các dải phải được coi như các dầm liên tục hoặc dầm đơn giản. Chiều dài nhịp phải được lấy bằng khoảng cách tâm đến tâm giữa các cầu kiện đỡ. Nhằm xác định hiệu ứng lực trong các dải, các cầu kiện đỡ phải được giả thiết là cứng vô hạn.

Các tải trọng bánh xe có thể được mô hình hoá như tải trọng tập trung hoặc như tải trọng vệt mà chiều dài dọc theo nhịp sẽ là chiều dài của diện tích tiếp xúc của lốp xe được chỉ ra trong Điều 8.3.3.5, cộng với chiều cao của bản mặt cầu. Các dải cần được phân tích bằng lý thuyết dầm cổ điển.

Trong Điều này, mỗi bản bụng dầm của dầm hộp thép hoặc bê tông có thể được coi như là một cầu kiện đỡ riêng biệt



Bảng 9-7 Bảng tính moment ($N.mm / mm$) trong bản mặt cầu do HL-93

S mm	M^+	M^-						
		Cự ly từ tim dầm đến mặt cắt thiết kế M^-, a_1						
		0.0 mm	75 mm	150 mm	225 mm	300 mm	450 mm	600 mm
1300	21130	11720	10270	8940	7950	7150	6060	5470
1400	21010	14140	12210	10340	8940	7670	5960	5120
1500	21050	16320	14030	11720	9980	8240	5820	5250
1600	21190	18400	15780	13160	11030	8970	5910	4290
1700	21440	20140	17290	14450	12010	9710	6060	4510
1800	21790	21690	18660	15630	12930	10440	6270	4790
1900	22240	23050	19880	16710	13780	11130	6650	5130
2000	22780	24260	20960	17670	14550	11770	7030	5570
2100	23380	26780	23190	19580	16060	12870	7410	6080
2200	24040	27670	24020	20370	16740	13490	7360	6730
2300	24750	28450	24760	21070	17380	14570	9080	8050
2400	25500	29140	25420	21700	17980	15410	10870	9340
2500	26310	29720	25990	22250	18510	16050	12400	10630
2600	27220	30220	26470	22730	18980	16480	13660	11880
2700	28120	30680	26920	23170	19420	16760	14710	13110
2800	29020	31050	27300	23550	19990	17410	15540	14310
2900	29910	32490	28720	24940	21260	18410	16800	15480
3000	30800	34630	30790	26960	23120	19460	18030	16620
3100	31660	36630	32770	28890	23970	21150	19230	17780
3200	32500	38570	34670	30770	26880	22980	20380	18910
3300	33360	40440	36520	32600	28680	24770	21500	20010
3400	34210	42250	38340	34430	30520	26610	22600	21090
3500	35050	43970	40030	36090	32150	28210	23670	22130
3600	35870	45650	41700	37760	33810	29870	24700	23150
3700	36670	47250	43310	39370	35430	31490	25790	24140
3800	37450	48820	44880	40940	37010	33070	27080	25100
3900	38230	50320	46390	42460	38540	34600	28330	25550
4000	38970	51790	47870	43950	40030	36110	29570	26410
4100	39710	53190	49280	45370	41470	37570	30770	27850
4200	40420	54560	50670	46770	42880	38990	31960	28730
4300	41120	55880	52000	48130	44250	40380	33130	29570
4400	41800	57150	53290	49440	45580	41720	34250	30400
4500	42460	58420	54580	50740	46900	43060	35380	31290
4600	43110	59620	55800	51980	48160	44340	36700	32360

10 MỐ TRỤ CẦU

10.1 Khái niệm cơ bản về mố trụ cầu

Mố trụ cầu là một bộ phận quan trọng trong công trình cầu, có chức năng đỡ kết cấu nhịp, truyền tải các tải trọng thẳng đứng và ngang xuống đất nền. Mố cầu còn là bộ phận chuyển tiếp và đảm bảo xe chạy êm thuận từ đường vào cầu. Trụ cầu còn có tác dụng phân chia nhịp cầu.

Về mặt kinh tế, mố trụ cầu chiếm một tỷ lệ đáng kể, đôi khi đến 50% vốn đầu tư xây dựng công trình.

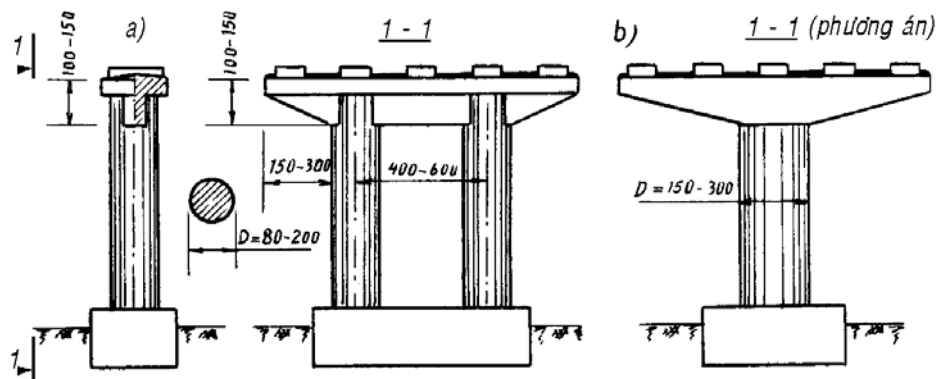
Mố trụ cầu là công trình thuộc kết cấu phần dưới, nằm trong vùng đất ẩm ướt, dễ bị xâm thực, xói lở, bào mòn; việc xây dựng, thay đổi sửa chữa rất khó khăn nên khi thiết kế cần chú ý sao cho phù hợp với địa hình, địa chất, các điều kiện kỹ thuật khác và dự đoán trước sự phát triển tải trọng.

10.2 Cấu tạo mố trụ cầu

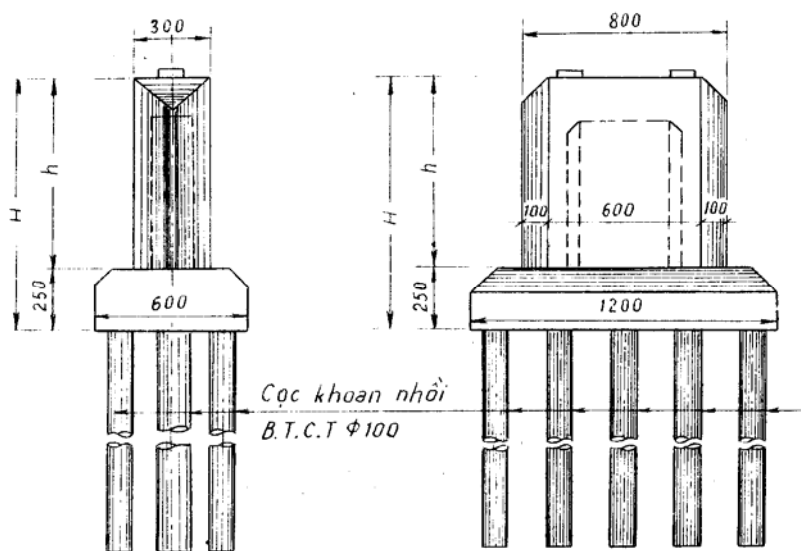
10.2.1 Phân loại mố trụ cầu

Có rất nhiều cách phân loại mố trụ cầu : Theo độ cứng dọc cầu, theo vật liệu, theo phương pháp xây dựng, theo hình dạng ...

10.2.2 Cấu tạo trụ cầu

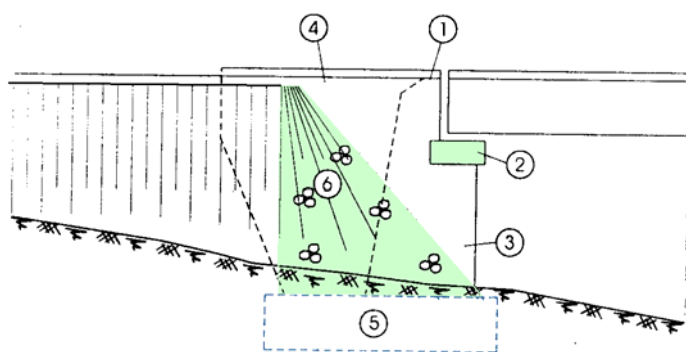


Hình 10-1 Trụ cầu có dạng một hay nhiều cột



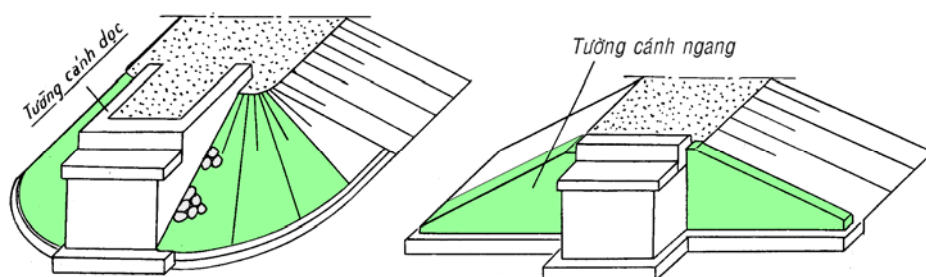
Hình 10-2 Trụ thân đặc trên móng cọc khoan nhồi

10.2.3 Cấu tạo mố cầu

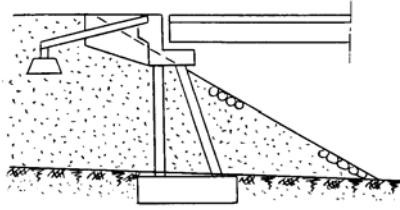


Hình 10-3 Các bộ phận cơ bản của mố cầu:

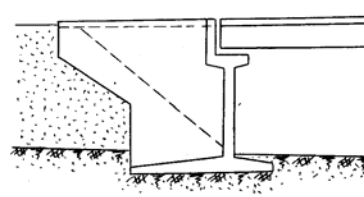
- 1 – Tường đỉnh;
- 2 – Mũ mố;
- 3 – Tường trước;
- 4 – Tường cánh;
- 5 – Móng mố;
- 6 – Đất đắp nón mố.



Hình 10-4 Một số dạng mố cầu đang được áp dụng



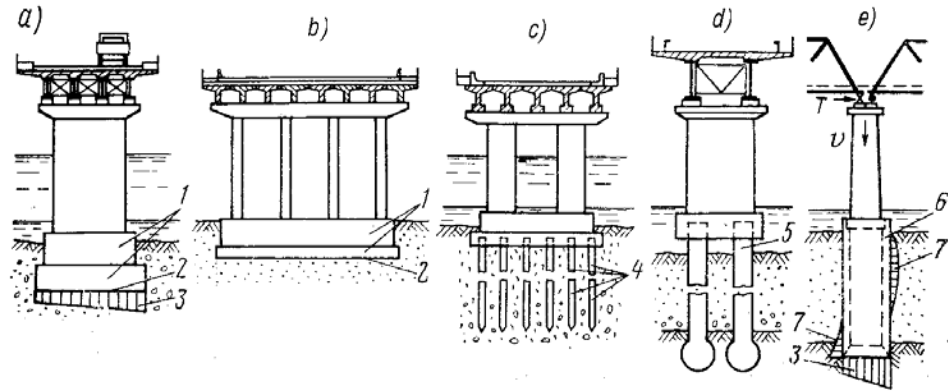
Hình 10-5 Mố chân dê



Hình 10-6 Mố chữ U bằng BTCT

1 - Bản quá độ

10.2.4 Nền móng mố trụ cầu



Hình 10-7 Các dạng móng trụ cầu

1 – móng; 2 – lớp BT lót; 3 – biểu đồ áp lực lên nền đất dưới đáy móng; 4 – cọc; 5 – cọc ống; 6 – móng giằng chìm; 7 – biểu đồ áp lực lên đất ở bề mặt xung quanh móng.

10.3 Thiết kế mố trụ

10.3.1 Trình tự thiết kế mố trụ cầu thường phải qua những bước sau:

- Chọn loại mố trụ;
- Sơ bộ xác định kích thước các kết cấu của mố trụ;
- Chọn sơ đồ tính toán;
- Xác định các loại tải trọng đối với tiết diện cần tính toán của các bộ phận mố trụ;
- Lập tổ hợp các tải trọng nhằm xác định các trị số nội lực bất lợi rất có khả năng xảy ra trong quá trình xây dựng và khai thác công trình
- Kiểm tra lại các tiết diện theo các trạng thái giới hạn.
- Kiểm tra ổn định của nền đường đầu cầu.



10.3.2 Kiểm tra lại các tiết diện theo các trạng thái giới hạn

Việc tính toán, bố trí cốt thép và kiểm tra cường độ, kiểm tra nứt của mũ trụ chịu uốn tiến hành theo yêu cầu của qui trình thiết kế cầu hay các qui trình liên quan.

Trong mục này chỉ giới thiệu tính toán các bộ phận kết cấu đặc thù, hay gặp nhất của móng, trụ cầu:

- Kiểm tra ép mặt của đá kê gối;
- Kiểm tra cường độ tiết diện bê tông hay bê tông cốt thép chịu nén;
- Kiểm tra ổn định chống lật và chống trượt đối với móng đặt trực tiếp trên nền thiên nhiên.
- Kiểm tra chuyển vị ngang của đỉnh trụ.
- Kiểm tra móng móng trụ khả năng chịu lực và biến dạng.

11 CÔNG TRÌNH & PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG TRONG ĐÔ THỊ

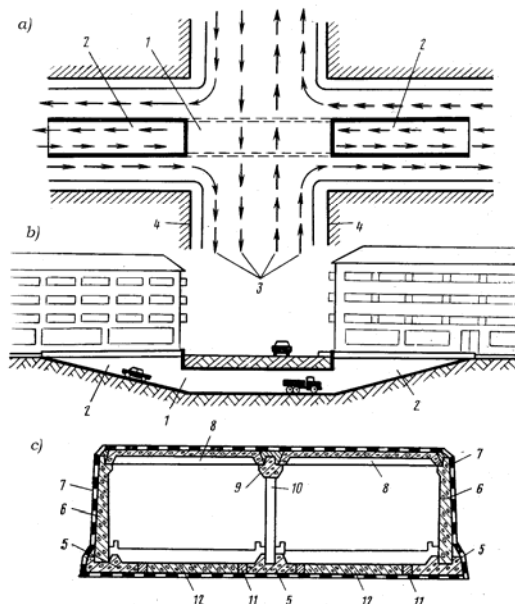
11.1 Khái niệm và mục tiêu xây dựng công trình giao thông đô thị

Sự tăng trưởng của số lượng ô tô và các phương tiện giao thông vận tải ở trong các thành phố, yêu cầu về tăng tốc độ chuyển động của chúng dẫn đến sự cần thiết của hệ thống nút giao thông với các cầu vượt, cầu cho người đi bộ, chỗ đỗ ô tô ở trên mặt đất, hệ thống đường trên cao, đường monorail, Tận dụng khoảng đất quý giá dọc theo các con sông trong thành phố cũng góp phần giải quyết ùn tắc giao thông. Trong các thành phố lớn, hiện nay người ta bắt đầu sử dụng máy bay trực thăng như là một phương tiện vận tải hành khách.

11.2 Công trình giao thông đô thị

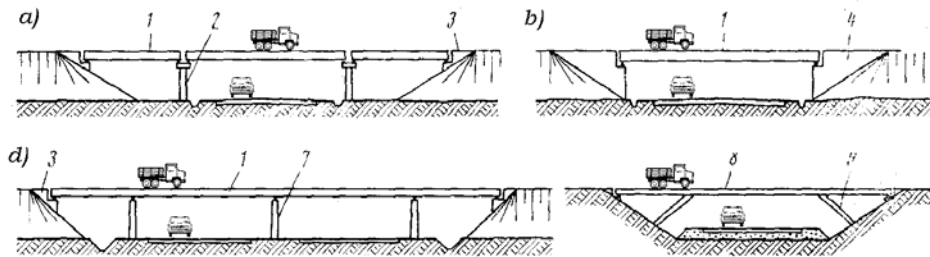
11.2.1 Hầm chui cho phương tiện giao thông và người đi bộ:

Thường được đặt ở độ sâu không lớn, càng gần mặt đất càng tốt (nếu không có yêu cầu đặc biệt); Thường có mặt cắt ngang hình chữ nhật;



Hình 11-1 Một số dạng hầm giao thông đô thị

1 – đường hầm; 2 – đoạn dốc của hầm; 3 – hướng chuyển động của ô tô; 4 – nhà, công trình dân dụng; 5 – Khối bê tông móng; 6 – khối BT tường; 7 – lớp chống thấm; 8 – khối BT trần; 9 – trụ chống ở giữa; 10 – mố nổi ướt; 11 – khối BT nền; 12 – khối BT nền;



Hình 11-2 Một số dạng cầu vượt

1 – kết cấu nhịp; 2 – trụ cầu; 3 – móng vùi; 4 – móng có tường cánh lớn; 5 – vòm che; 7 – trụ cầu ở trên dải phân cách của đường; 8 – dầm cầu; 9 – trụ nghiêng;

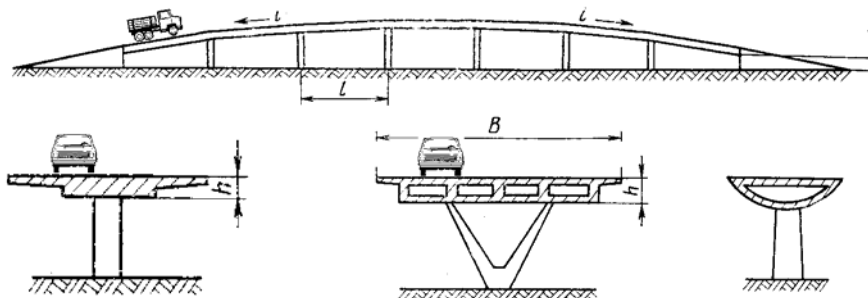
Đặc điểm của cầu vượt:

- Xây dựng từ bê tông ứng suất trước hay bê tông thường;
- Không có quá 4 – 5 nhịp;
- Có sơ đồ dầm giản đơn, dầm liên tục, khung hay vòm. Lựa chọn sơ đồ kết cấu phụ thuộc vào chiều rộng của đường ô tô cần phải vượt qua hay địa hình của nơi giao cắt.
- Phải đảm bảo tầm nhìn tốt nhất cho người lái xe đi dưới cầu.

11.2.2 Cầu cạn

Đặc điểm của cầu cạn:

- xây dựng từ bê tông ứng suất trước hay bê tông thường;
- Có nhiều hơn 5 – 6 nhịp;
- Phạm vi ứng dụng rất rộng, trên đường ô tô cũng như trong thành phố.
- Theo thống kê, sơ đồ tĩnh học thường là dầm liên tục hay khung nhiều nhịp, sơ đồ dầm giản đơn – được ứng dụng ít hơn.
- Chiều dài nhịp thay đổi từ 15 – 20 đến 50 – 60 m. $i_{\text{đọc}} \leq 7\% - 8\%$



Hình 11-3 Một số dạng mặt cắt ngang cầu cạn BTCT

11.2.3 Nút giao thông cùng mức

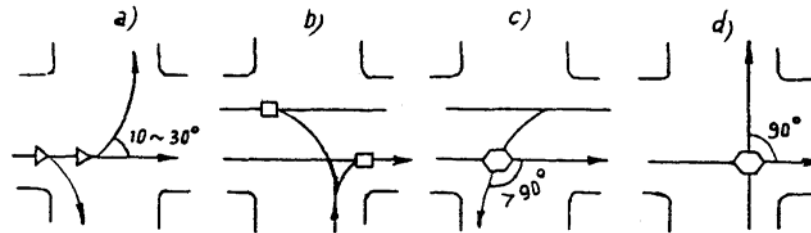
Ở đô thị, đường giao nhau nhiều, hình thành các nút giao thông. Nút giao thông là nơi tập trung các loại phương tiện giao thông và tại đây chúng sẽ chuyển đi các hướng khác nhau.

Tại các nút giao thông, lưu lượng xe lớn, thành phần xe phức tạp, khách qua đường đông. Do tính chất giao thông tại nút phức tạp, có hiện tượng cản trở lẫn nhau giữa các loại phương tiện giao thông, giữa xe và người, nên thường xảy ra ách tắc giao thông và tai nạn giao thông, nhất là khi mật độ lưu thông lớn.

Trong quá trình xe chạy trên đường, do tồn tại các nút giao thông cùng mức, nên tồn thất nhiều thời gian. Theo số liệu thống kê, nếu quản lý bằng đèn tín hiệu, thời gian xe mất đi tại nút khoảng 30 % trong toàn bộ thời gian xe chạy.

Do xe chạy theo các hướng khác nhau, tại các nút giao thông thường xuyên xảy ra các điểm xung đột. Tính chất xung đột thể hiện ở : điểm tách, điểm nhập và điểm cắt.

Điểm tách là điểm tại đó các xe chạy trên cùng một hướng rồi tách ra theo các hướng khác nhau. Điểm nhập là điểm tại đó các xe chạy từ các hướng khác nhau nhập thành một hướng. Điểm cắt là điểm tại đó xe chạy từ các hướng khác nhau cắt nhau theo một góc lớn. Các điểm xung đột này chính là nguyên nhân làm giảm tốc độ xe và gây tai nạn. Số điểm xung đột càng nhiều, tình trạng giao thông càng nghiêm trọng.

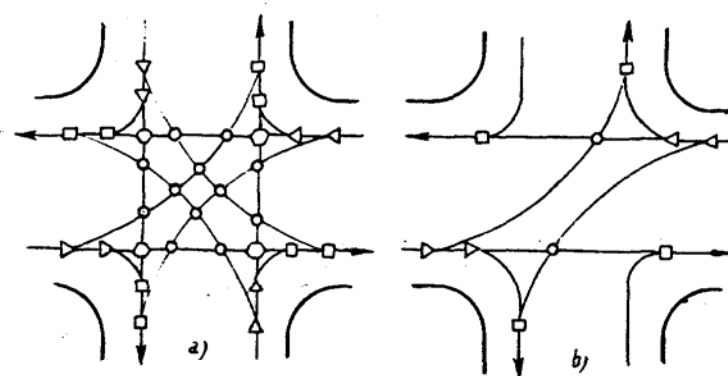


Hình 11-4 Các điểm xung đột ở nút giao thông
Δ - Điểm tách, □ - Điểm nhập, ◇ - Điểm cắt

Một trong những nhiệm vụ quan trọng trong thiết kế nút giao thông là giảm tối đa số lượng các điểm cắt. Có một số biện pháp sau thường dùng:

- + Đặt đèn tín hiệu điều khiển xe chạy, làm cho trong cùng một thời gian chỉ cho phép xe chạy theo một hướng nào đó.
- + Bố trí hợp lý các đảo giao thông, đảm bảo xe chạy có tổ chức, biến điểm cắt thành điểm tách hoặc nhập.
- + Dùng nút giao khác mức có thể xóa bỏ các điểm cắt, chỉ còn các điểm tách, nhập. Tuy nhiên chi phí đầu tư lớn và mất nhiều diện tích đất do nút chiếm.

Ngoài ra phải đảm bảo thoát nước mặt nhanh chóng trong nút giao cùng mức.



Điểm xung đột	A	B
	a)	b)
△ Tách	8	4
□ Nhập	8	4
○ Cắt (rẽ trái)	12	2
○ Cắt (chạy thẳng)	4	0
Tổng cộng	32	10

Hình 11-5 Nút giao thông chữ +
a) không đèn tín hiệu; b) có đèn tín hiệu

11.2.4 Nút giao thông khác mức

Ở những nút giao thông đông xe, để đảm bảo an toàn, thường phải dùng đèn tín hiệu để điều khiển xe chạy. Dùng đèn tín hiệu hạn chế nhiều khả năng thông xe và tốc độ xe. Do đó nếu dùng nút giao thông khác mức, có thể cải thiện được rất nhiều điều kiện xe chạy. Tuy nhiên dùng nút giao thông khác mức đòi hỏi chi phí lớn, mất nhiều diện tích. Cho nên cần phải cân nhắc kỹ trước khi chọn phương án này. Nếu thỏa mãn được hai điều kiện sau có thể dùng nút giao thông khác mức.

11.2.4.1 Về điều kiện kỹ thuật

Có thể xem xét dùng nút giao thông khác mức trong các trường hợp sau:

- Khi đường giao nhau có tiêu chuẩn kỹ thuật cao, có tốc độ xe chạy lớn, như đường cao tốc giao nhau hoặc giao với đường khác;
- Cường độ xe qua nút rất lớn, thường xuyên phát sinh hiện tượng ùn tắc giao thông;
- Khi đường đô thị giao nhau với đường sắt và bị ảnh hưởng rất nhiều;
- Điều kiện địa hình cho phép xây dựng nút giao khác mức không tốn kém lắm ...

11.2.4.2 Về điều kiện kinh tế

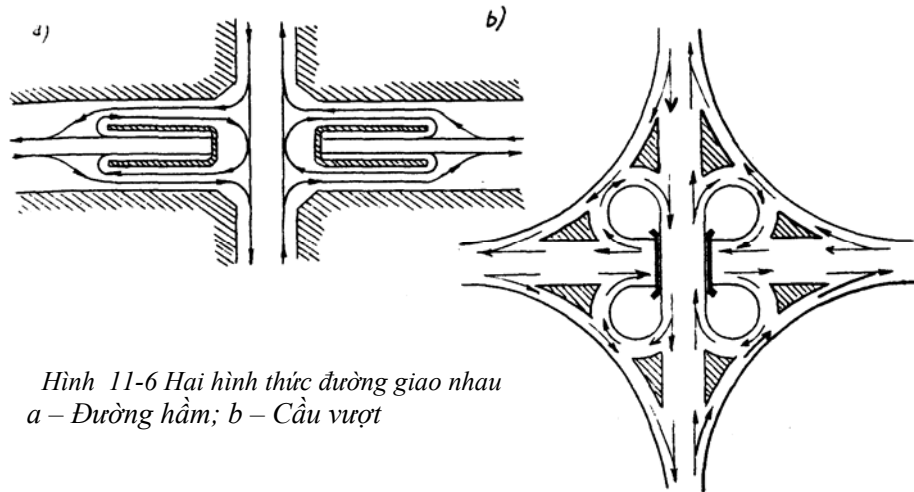
Hiệu quả kinh tế của công trình được thể hiện ở hai mặt sau:

- Kinh phí đầu tư bình quân năm để xây dựng nút giao khác mức phải nhỏ hơn tổn thất kinh tế hàng năm khi dùng cùng mức.
- Thời gian thu hồi vốn khi xây dựng nút giao khác mức $T = 6 - 10$ năm có thể coi là hợp lý.

11.2.4.3 Phân loại nút giao thông khác mức

Theo hình thức giao nhau : hầm chui (đường hầm) và cầu vượt.

Trong điều kiện đô thị, dùng đường hầm có nhiều thuận lợi hơn vì chiếm ít đất, đường phố mỹ quan hơn; nhưng nhược điểm là chi phí xây dựng cao, thời gian thi công dài, thoát nước khó khăn, chi phí quản lý cao.



Hình 11-6 Hai hình thức đường giao nhau
a – Đường hầm; b – Cầu vượt

Cầu vượt thi công thuận lợi hơn, nhưng chiếm nhiều đất và ảnh hưởng mỹ quan đường phố, nên thích hợp ở ngoại ô.

Ngoài ra còn có nhiều cách phân loại khác.



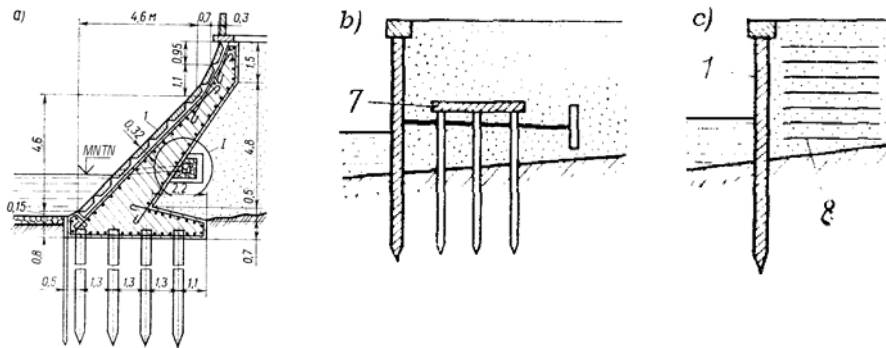
Hình 11-7 Nút giao thông nam cầu Chương Dương, Hà nội.

11.3 Công trình bờ sông

11.3.1 Công trình gia cố bờ sông

Đối với các thành phố có nhiều kênh rạch, để tận dụng quỹ đất quý báu của đô thị, người ta tiến hành gia cố bờ sông.

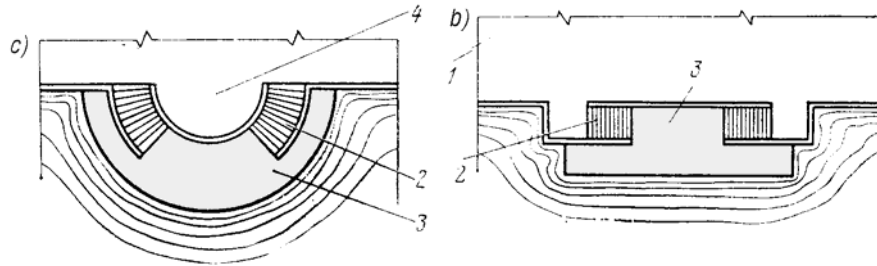
Để gia cố bờ sông người ta sử dụng các loại tường chắn khác nhau, tùy theo điều kiện cụ thể.



Hình 11-8 Một số dạng kết cấu bờ kè

11.3.2 Điểm ngắm cảnh ở bờ sông

Được xây dựng dọc theo bờ sông, được sử dụng làm bến tàu khách hay chỗ cho khách tham quan ngắm cảnh bờ sông.

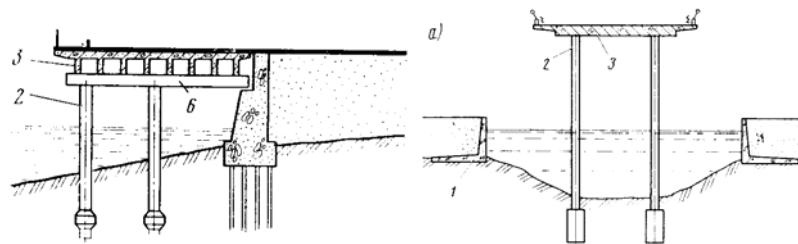


Hình 11-9 Mặt bằng một số điểm ngắm cảnh dọc sông

1 – hành lang dọc bên; 2 – cầu thang xuống bên; 3 – chiều nghiêng; 4 – chiều quan sát;

11.3.3 Phương pháp mở rộng đường bờ sông

Trong nhiều trường hợp cần phải mở rộng đường bờ sông mà không được lấp sông hay lấn dòng. Khi đó có thể xây dựng hệ thống cầu dọc theo bờ sông, hay trên mặt sông tùy theo điều kiện địa hình cụ thể.



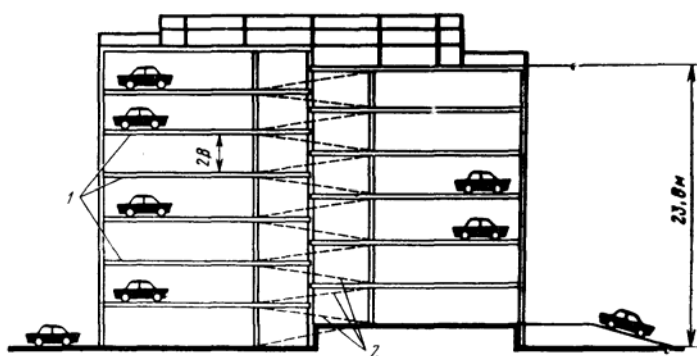
Hình 11-10 Một số phương án tận dụng sông để xây dựng đường ô tô

11.4 Bãi đỗ xe và bãi đáp cho máy bay trực thăng

11.4.1 Bãi đỗ xe

Phát triển các bãi đỗ xe là một trong những vấn đề cấp thiết của các thành phố hiện đại gắn liền với sự gia tăng mức độ ô tô hoá. Theo các thống kê thì xe ô tô cá nhân trung bình trong 1 ngày chỉ hoạt động từ 1-2 giờ, thời gian còn lại là đứng ở bên bãi, nhà để xe, hay trên đường phố, gây chiếm lòng lề đường, cản trở hoạt động của các phương tiện giao thông khác.

Bãi đỗ xe có nhiều loại khác nhau: Dưới, trên mặt đất, có 1 hay nhiều tầng.



Hình 11-11 Cấu tạo một bãi đỗ xe nhiều tầng
1 – các tấm sàn; 2 – đường dốc;

11.4.2 Bãi đáp cho máy bay trực thăng trong thành phố

Vận tải bằng máy bay trực thăng ở thời điểm hiện tại, trên thế giới còn chưa phát triển, tuy nhiên khối lượng vận chuyển ngày càng tăng, phương thức vận tải này sẽ chiếm một tỷ lệ đáng kể trong tương lai gần.

Ưu điểm của vận tải bằng trực thăng: vận tốc cao, có thể đạt đến 200 – 300 km/h, không phụ thuộc vào hệ thống đường bộ, tính cơ động cao, xây dựng bãi đáp – đơn giản, không tốn kém.

Nhược điểm: Khả năng vận chuyển không lớn – 500 – 600 khách/giờ, giá thành cao, nhiều tiếng ồn, phụ thuộc vào thời tiết.

Bảng 11-1 Phân loại máy bay trực thăng và kích thước bãi đáp

Loại	Nhẹ	Trung	Nặng
Trọng lượng khi cất cánh, kN	< 40	40–120	> 120
Kích thước bãi đáp, m	> 30×30	> 60×60	> 80×80

11.5 Phương tiện giao thông công cộng:

Trong các thành phố thường phổ biến các phương tiện giao thông công cộng sau:

- **MRT – Metro:** Thường là một đoàn xe có nhiều toa chạy trên đường sắt có rào che dành riêng cho metro, sử dụng năng lượng điện, có thể đi ngầm dưới đất hay đi trên mặt đất, hay trên cao, khả năng chuyên chở rất lớn. Từ năm 2001, Tp. Hồ Chí Minh đang xem xét dự án xây dựng 2 tuyến metro.
- **Hệ thống xe ô tô Bus :** Từ năm 2003 Tp. Hồ Chí Minh và Hà Nội đã triển khai đầu tư thay mới hệ thống xe Bus, tăng chuyến, tăng tuyến, qui hoạch thêm nhiều tuyến mới.



Tàu điện : đi trên mặt đất, có từ 1 –2 toa, không có rào ngăn cách đường ray với xung quanh;

Giá thành đầu tư khai thác : thấp

Nhược điểm: tốc độ không cao, cản trở các phương tiện giao thông khác, sử dụng không hiệu quả quỹ đất.

Xe điện bánh hơi : giống như xe bus, nhưng sử dụng năng lượng điện nên ít gây ô nhiễm hơn. Ưu điểm hơn xe điện là không phải làm đường sắt, mà sử dụng trực tiếp mặt đường ô tô;



Monorails : Các toa xe được treo hay chạy trên một đường dẫn hẹp (monorail) có dạng “dầm”. Trong hầu hết các trường hợp rail được đặt trên cao, nhưng có thể đặt trên mặt đất hay đi ngầm. Lưu ý toa xe rộng hơn nhiều so với đường dẫn.

Hình 11-12 Một số phương tiện vận tải công cộng

- Đường sắt “nhẹ” (Light Rail) : Gần giống với Monorail



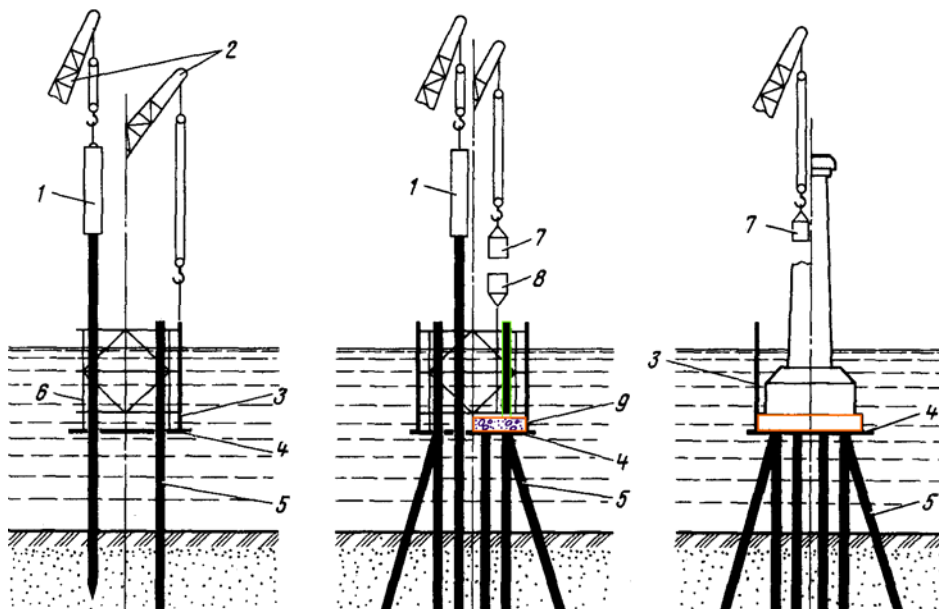
Hình 11-13 Một đoàn tàu Monorail ở Osaka



Hình 11-14 Đường sắt trên cao ở Vancouver – một dạng đường sắt nhẹ

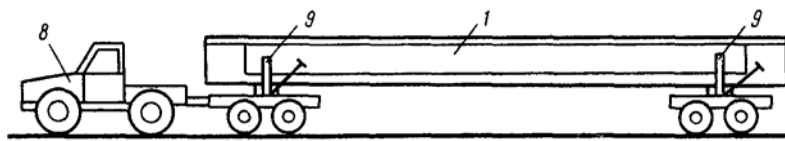
12 XÂY DỰNG CẦU

12.1 Xây dựng móng cọc đài cao



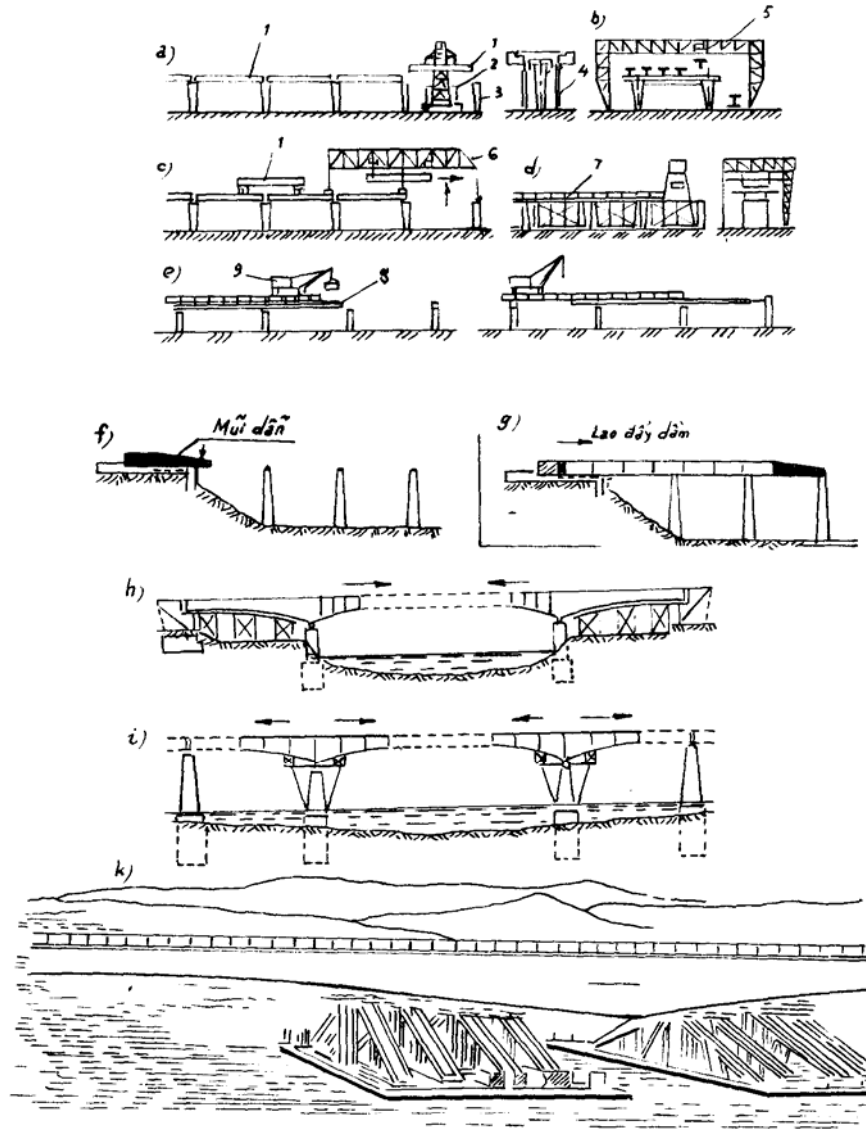
Hình 12-1 Xây dựng móng cọc đài cao

12.2 Vận chuyển dầm BTCT



Hình 12-2 Cận chuyển dầm BTCT

12.3 Các phương pháp thi công KCN cầu BTCT

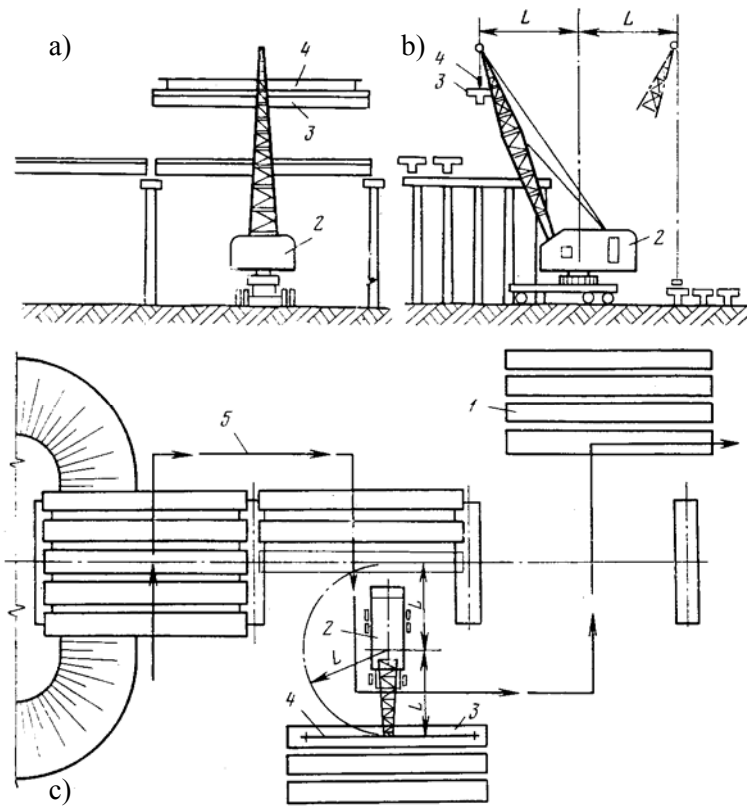


Hình 12-3 Các phương pháp thi công kết cấu nhịp dầm BTCT



1 – Dầm giằng đơn; 2 & 9 – Cần cẩu; 3 – Trụ cầu; 4 – Trụ tạm; 5 – Cần cẩu cổng; 6 – Giá 3 chân; 7 – Các đốt dầm; 8 – Đà giáo di động;

12.4 Lao lắp kết cấu nhịp cầu BTCT nhịp giằng đơn

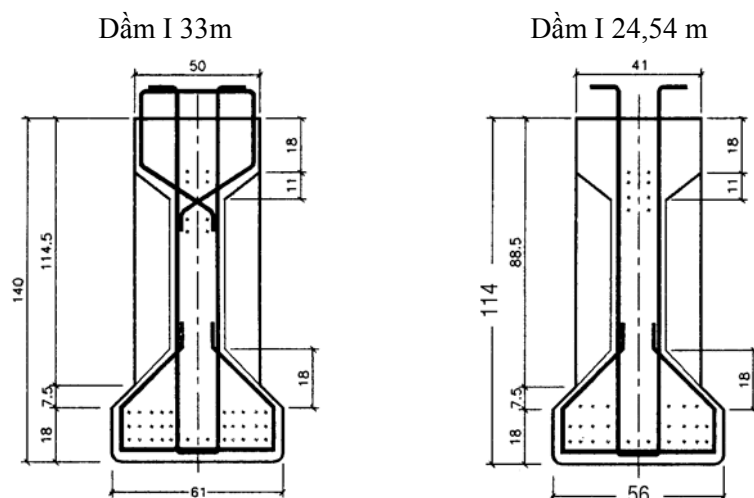


Hình 12-4 Dùng cần cẩu đứng trên mặt đất hay sàn đạo để lắp KCN
 1 – Bãi chứa dầm; 2 – Cần cẩu; 3 – Dầm cầu; 4 – Dầm nâng; 5 – Hướng di chuyển của cần cẩu.

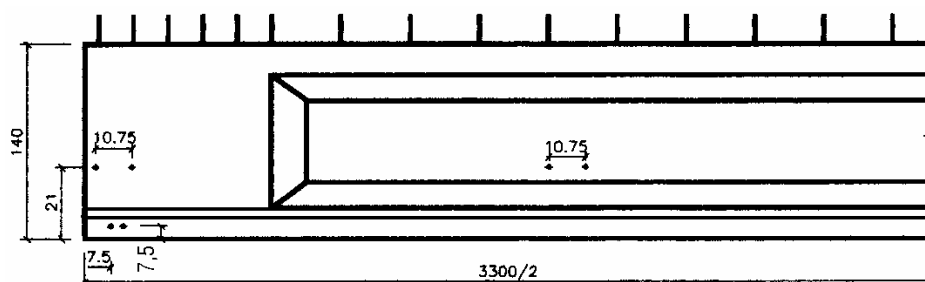


13 PHỤ LỤC

13.1 Một số dạng dầm giản đơn



Hình 13-1 Mặt cắt ngang dầm I 33 m và I 24,54 m



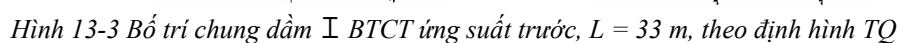
Hình 13-2 Mặt đứng dầm I 33 và I 24,54

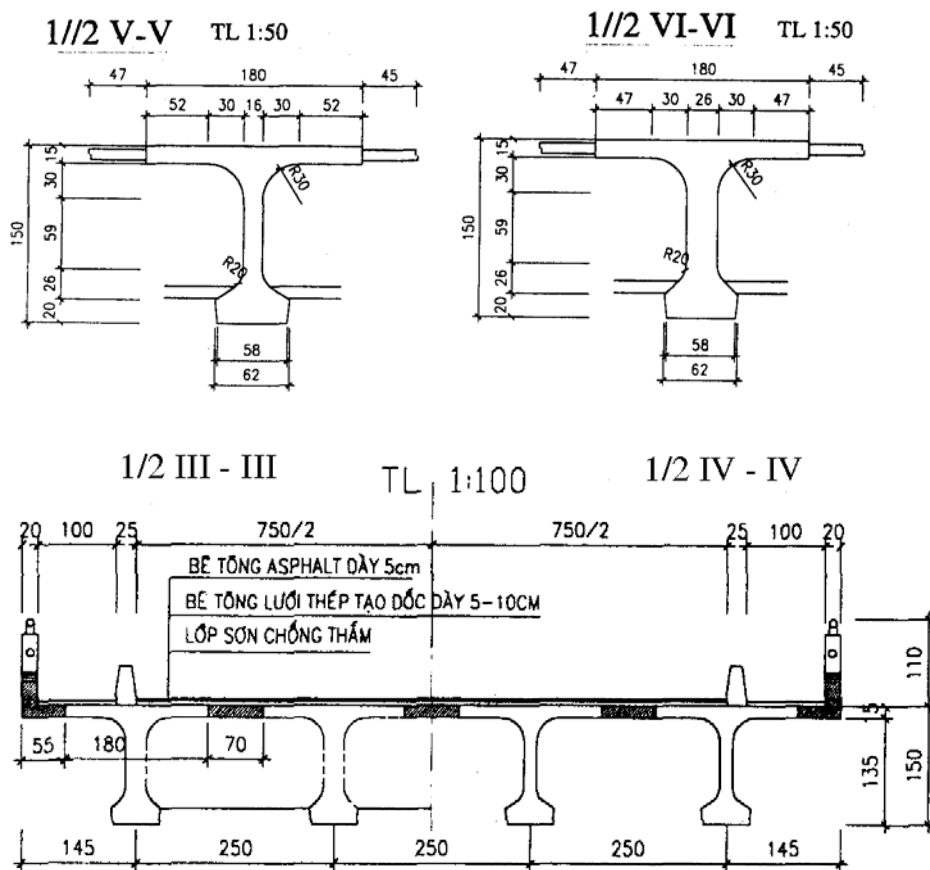
Thuyết minh

- Dầm BTCT ứng suất trước tiết diện chữ I dài 24,54 m được thiết kế với tải trọng HS – 20 – 44 theo qui trình AASHTO và được đưa vào sử dụng ở miền Nam từ 1994;
- Cáp Ø 12,7 mm theo tiêu chuẩn ASTM có sức chịu kéo 220 kip tương đương với cáp có $R = 12\,000\text{ kg/cm}^2$;
- Cốt thép thường cấp 40 theo tiêu chuẩn ASTM A615-II có giới hạn chảy 2600 kg/cm^2 , tương đương AII
- Bản mặt cầu và dầm ngang đổ tại chỗ, cấp 300 kg/cm^2 ;

Khối lượng vật tư chủ yếu cho 1 phiên dầm

Cáp 12,7mm : 874,00 kg; Thép tròn : 517,00 kg; Thép bản : 23,00 kg
BT cấp 500 : 9,25 tấn; Trọng lượng 1 phiên dầm : 23,10 tấn

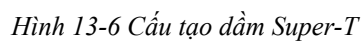




Hình 13-4 Chi tiết dầm T



Hình 13-5 Bãi đúc dầm Super-T





13.2 Vật liệu dùng trong xây dựng cầu

13.2.1 Cốt thép, thép hình

Bảng 13-1 Một số yêu cầu của cốt thép theo các tiêu chuẩn phổ biến ở Việt nam

Tiêu chuẩn Standard	Mác Grade	Giới hạn chảy Yield strength f_y , (N/mm ²)	Giới hạn bền Tensile strength f_u , (N/mm ²)
JIS G 3101	SS 400	235 min	400-510
JIS G 3112	SD 295A (SD30)	295 min	440-600
	SD 295B	295 min	440 min
	SD 390 (SD40)	390-510	560 min
	SD 490 (SD 50)	490-625	620 min
OCT 5781-82	A-I	235 min	373 min
	A-II	294 min	490 min
	A-III	392 min	590 min
TCVN 1651-85	CI	240 min	380 min
	CII	300 min	500 min
	CIII	400 min	600 min
ASTM A615/A615M-94	Gr40 (300)	300 min	500 min
	Gr60 (400)	400 min	600 min
ASTM A615/A615M-96a	Gr40 (300)	300 min	500 min
	Gr60 (420)	420 min	620 min
BS 4449	Gr250	250 min	287 min
	Gr460	460 min	483 min

Bảng 13-2 Chủng loại thép có thể dùng trong xây dựng cầu
REBAR - THÉP VÁN

Đường kính	Tiêu chuẩn				Áp dụng
	JIS G 3112	GOST 5781-82	TCVN 1651-85	ASTM A615M	
D10 - D32	SD 295A	CT5	BCT 51	Gr300 (Gr40)	Xây dựng
	SD 390			Gr420 (Gr60)	
	SD 490				



ROUND BAR - THÉP THANH TRƠN

Đường kính	Tiêu chuẩn				Áp dụng
	JIS G 3101	JIS G 3112	GOST 5781-82	TCVN 1651-85	
Ø10 - Ø50		SR 235	CT3	CT 38	Xây dựng
	SS 400				Gia công

WIRE ROD - THÉP CUỘN

Đường kính	Tiêu chuẩn					Áp dụng
	JIS G 3505	GOST 5781-82	TCVN 1651-85	TCVN 1766-75	TCVN 2362-78	
Ø5.5-Ø22	SWRM 8	CT 1	CT 33			Gia công
	SWRM 10	CT 2	CT 34			Gia công
	SWRM 12	CT 3	BCT 38			Xây dựng
				C10		Bolts, nuts
					Ha-08	Electrodes

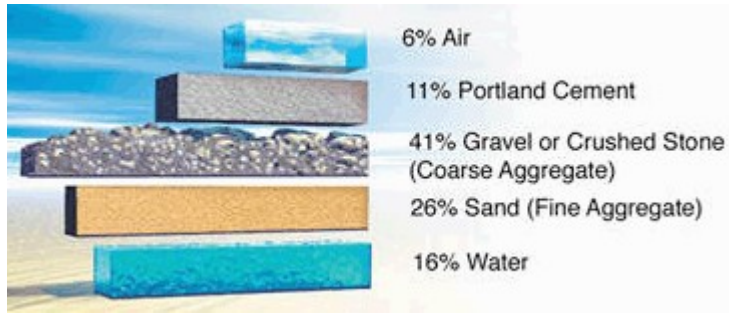
ANGLE BAR - THÉP GÓC

Tiêu chuẩn			Áp dụng
JIS G 3101	GOST 8509-86	TCVN 1656-93	
SS 400	CT 3	CT 38	Xây dựng
			Gia công

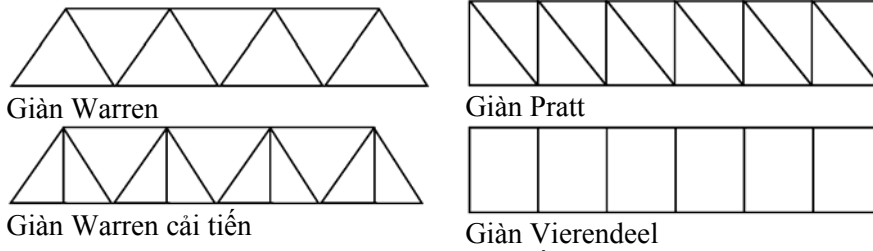
13.2.2 Thiết kế cấp phối BT

Theo khuyến cáo của Holcim, nếu dùng xi măng của hãng thì có thể dùng bảng hướng dẫn sau để thiết kế cấp phối BT đa dụng :

Vật liệu	Mác bê tông (KG/cm ²)		
	200	250	300
Xi măng đa dụng		2	3
Cát		3	4
Đá		5	7

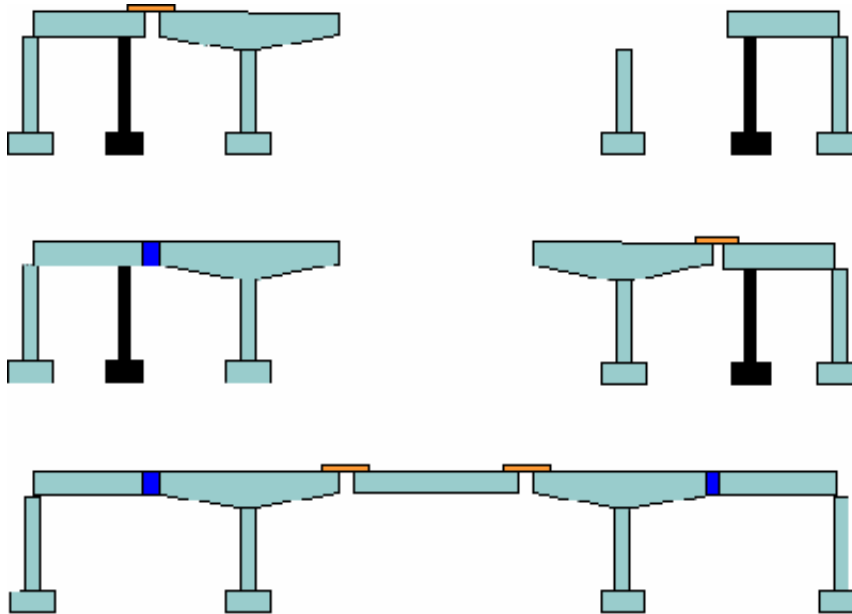


13.2.3 Tên một số loại kết cấu giàn

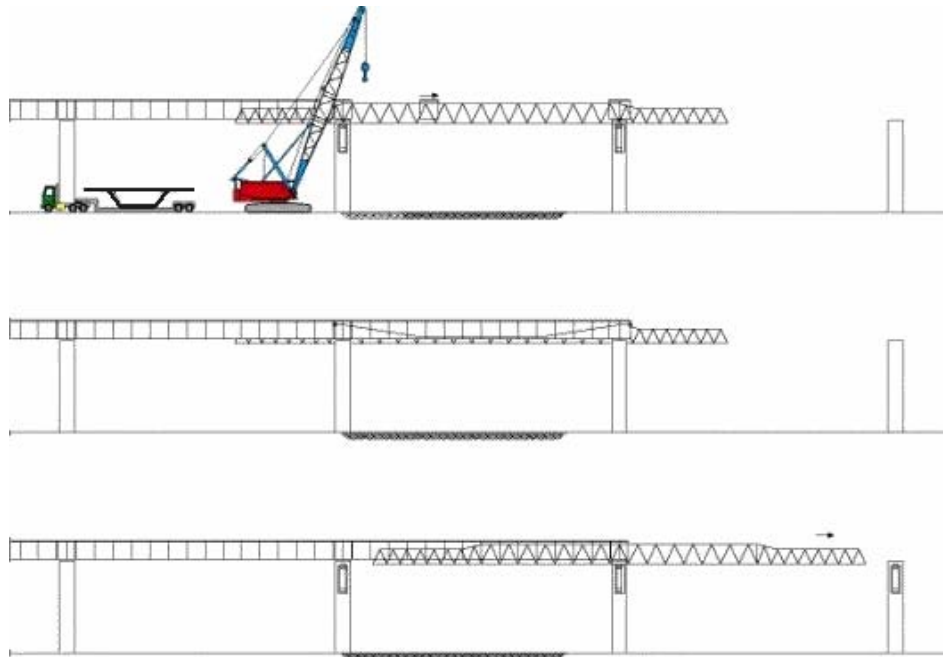


Hình 13-7 Tên một số loại giàn

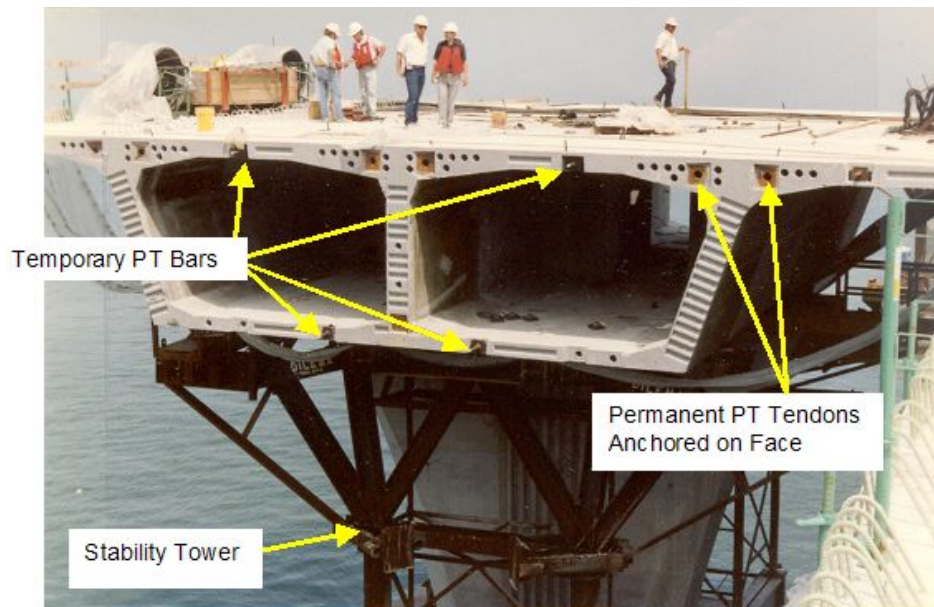
13.3 Phương pháp thi công cầu



Hình 13-8 Lắp dầm BTCT từ các đoạn dầm đúc sẵn



Hình 13-9 Lắp dầm của cầu dầm liên tục



Hình 13-10 Khối K0 đúc sẵn, đã đặt trên trụ



Hình 13-11 Lắp các khối hộp tiếp theo



Hình 13-12 Lắp dầm Super-T

14 TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Như Khải, Phạm Duy Hoà, Nguyễn Minh Hùng. *Những vấn đề chung về Mố trụ cầu*. NXB Xây dựng, Hà nội, 2000. 100 trg.
2. Nguyễn Minh Nghĩa, Dương Minh Thu. *Mố trụ cầu*. NXB Giao thông vận tải, Hà nội, 2002. 208 trg.
3. Ng. Tấn Quý, ... *Giáo trình thí nghiệm vật liệu XD*, 1983
4. Nguyễn Viết Trung, Hoàng Hà. *Cầu bê tông cốt thép – tập I*, NXB Giao thông vận tải, Hà nội, 2001.
5. *Tiêu chuẩn thiết kế cầu*, 22 TCN 272-05. NXB Giao thông vận tải, Hà nội, 2005.
6. *Quy trình thiết kế cầu cống theo trạng thái giới hạn*, 22 TCN 18-79, NXB Giao thông vận tải, Hà nội, 1998;
7. Polivanov N.I. *Thiết kế cầu BTCT lắp ghép và cầu thép trên đường ô tô*, NXB Khoa học kỹ thuật, Hà nội, 1979.
8. A.P. Singh, S.P. Singh, Satya Prakashan. *Railways bridges and tunnels*, New Delhi, 1996.
9. AASHTO (1998 – 2004). *LRFD Bridge Design Specifications*. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, D.C.
10. AASHTO (2000) *Material test*. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, D.C.
11. Roger L. B. , Kenneth J. B. *Highway engineering handbook*, Mc GRAW-HILL, 1996
12. OVM Construction Machinery Co., Ltd. *HVM Multistrand Post-tensioning System. An Introduction for the Design and Construction of Prestressing Structural Engineering*, Liuzhou, 2000
13. *Comprehensive design example for prestressed concrete (psc) girder superstructure bridge with commentary*. Modjeski and Masters, Inc. 2003 (FHWA NHI - 04-044)
14. *LRFD Design Example for Steel Girder Superstructure Bridge*. Michael Baker Jr Inc. 2003 (FHWA NHI-04-042)
15. Structural Concrete Industries www.sciaust.com.au
16. Колоколов Н.М. и др. *Искусственные сооружения*. М.: Транспорт, 1988. – 440 с.
17. Гибшман М.Е. и др. *Мосты и сооружения на автомобильных дорогах*. М.: Транспорт, 1981. – 399 с.
18. Под ред. В. Н. Байкова, Г. И. Попова. *Строительные конструкции*. М.: Высш. шк., 1986. – 399 с.
19. Стрелецкий Н. Н. *Сталежелезобетонные пролетные строения мостов*. М.: Транспорт, 1981. – 360 с.
20. СНиП 2.05.03-84. *Мосты и трубы / Госстрой СССР*. - М.: ЦИТП Госстроя СССР 1988. - 200 с.

Cho một kết cấu nhịp cầu giản đơn, có các thông số sau

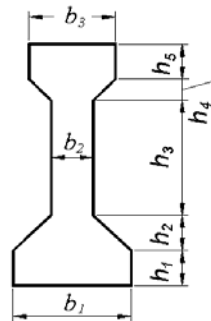
SỐ LIỆU

Chiều dài nhịp tính toán	24000	mm
Số dầm chính	5	dầm I, BTCT ứng suất trước
Khoảng cách giữa 2 dầm chính	2300	mm
Tỷ số của khối lượng dầm ngang / dầm chính	0.12	
Chiều rộng lan can trái / phải	500 500	mm
Số lẻ bộ hành	0	
Chiều dày trung bình lớp phủ	82	mm
Chiều rộng phần xe chạy	10500	mm
Chiều dày bản mặt cầu	195	mm
Cường độ chịu nén của BT BMC	26	MPa
Đường kính danh định cốt thép BMC	14	mm
Giới hạn chảy của cốt thép BMC	390	MPa
Chiều dày lớp bảo vệ của BMC (trên / dưới)	50 25	mm
Trọng lượng lan can	5.5	N/mm

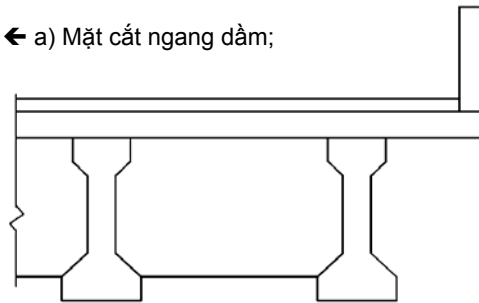
Bê tông BMC :

BT đá 1 x 2

b_1	b_2	b_3	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
560	200	410	220	180	515	110	175



a) Mặt cắt ngang dầm;



b) Một phần mặt cắt ngang cầu

NHIỆM VỤ

1. Tìm moment tính toán ở mặt cắt cách gối trái 9000 mm
2. Tính và bố trí cốt thép BMC

1. TÌM MOMENT TÍNH TOÁN (moment khổng chế)

1.1. Tìm hệ số phân bố của moment

1.1.1. Kiểm tra điều kiện áp dụng “công thức tính HSPB”

Hạng mục kiểm tra	Điều kiện kiểm tra	Kết luận
Khoảng cách giữa 2 dầm chính	$1100 \leq S \leq 4900$	thoả
Chiều dày bản mặt cầu	$110 \leq t_s \leq 300$	thoả
Chiều dài nhịp tính toán	$6000 \leq L \leq 73000$	thoả
Số dầm chính	$N_b \geq 4$	thoả

Kết luận : Có thể dùng pp. gần đúng để tìm hệ số phân bố moment.

Trong thiết kế sơ bộ, có thể chấp nhận
$$\left(\frac{K_g}{L t_s^3} \right)^{0,1} = 1$$

1.1.2. Phân bố hoạt tải xe cho dầm trong

* Khi 1 làn thiết kế chịu tải

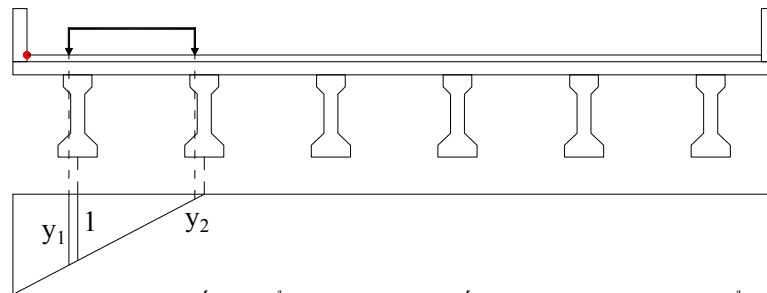
$$mg = 0,06 + \left(\frac{S}{4300} \right)^{0,4} \left(\frac{S}{L} \right)^{0,3} \left(\frac{K_g}{L t_s^3} \right)^{0,1} = 0.4453$$

* Khi ≥ 2 làn thiết kế chịu tải

$$mg = 0,075 + \left(\frac{S}{2900} \right)^{0,6} \left(\frac{S}{L} \right)^{0,2} \left(\frac{K_g}{L t_s^3} \right)^{0,1} = 0.6194$$

1.1.3. Phân bố hoạt tải xe cho dầm ngoài

* Khi 1 làn thiết kế chịu tải, tính theo pp. đòn bẩy



Chất tải để xác định phân bố tải trọng theo pp. đòn bẩy

$$d_e = 650 \text{ mm}$$

$$y_1 = 1.0217$$

$$y_2 = 0.2391$$

$$\text{Với xe thiết kế, } mg = 0.7565$$

* Khi ≥ 2 làn thiết kế chịu tải

$$\text{Thoả điều kiện : } -300 \leq d_e \leq 1700 \text{ mm}$$

$$e = 0.77 + d_e / 2800 = 1.0021$$

$$mg = e \times (mg) = 1.0021 \times 0.6194 = 0.6207$$

1.1.4. Phân bố hoạt tải cho TTGH mỗi (chỉ xét với 1 làn thiết kế)

$$\text{Dầm trong, } mg = 0.4453 / 1.2 = 0.3711$$

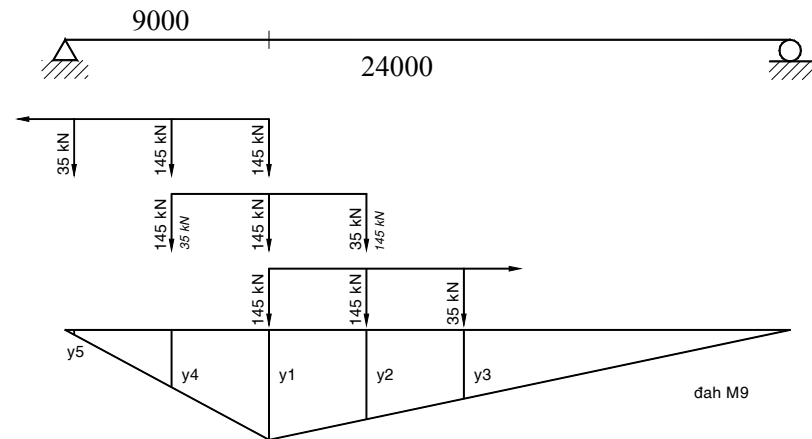
$$\text{Dầm ngoài, } mg = 0.7565 / 1.2 = 0.6304$$

1.2. Tìm M khổng chế (tính toán) do HL-93, DẦM TRONG

(TTGH CĐ I, chưa xét LF_{LL} ; $LF_{LL} \equiv \gamma_{LL}$)

1.2.1. Tìm moment M_{3t} do xe 3 trục (xe tải thiết kế), không hệ số :

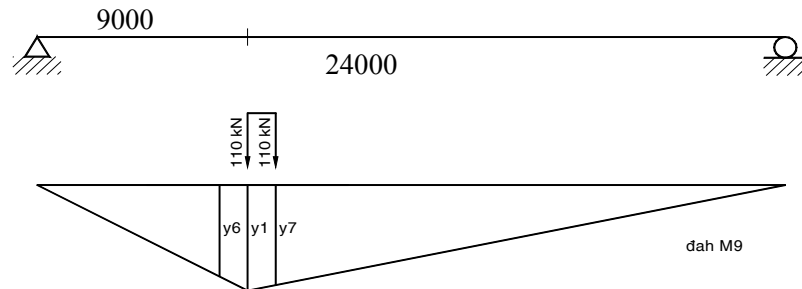
$$x_k - \text{mặt cắt tính M} \quad 9000$$



*Xếp xe lên đah để tìm moment bất lợi nhất
(có thể có phương án xếp xe khác)*

	x - vị trí tải trọng	y - tung độ đah
x_k	9000	y_1 5.6250
$x_k - 4300$	4700	y_4 2.9375
$x_k - 8600$	400	y_5 0.2500
$x_k + 4300$	13300	y_2 4.0125
$x_k + 8600$	17600	y_3 2.4000
Moment do các phương án xếp tải		
PA 1 :	$145*(y_1 + y_4) + 35*y_5$	1250.3125
PA 2 :	$145*(y_1 + y_2) + 35*y_4$	1500.2500
PA 3 :	$145*(y_1 + y_2) + 35*y_3$	1481.4375
PA 4 :	$145*(y_1 + y_4) + 35*y_2$	1382.0000
	$M_{3t} =$	1500.2500 kN.m

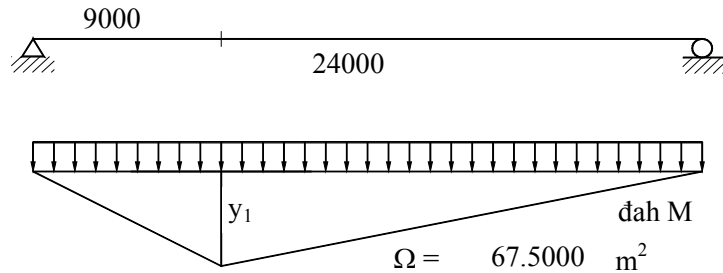
1.2.2. Tìm moment M_{2t} do xe 2 trục (xe tandem), không hệ số



Xếp xe lên đah để tìm moment bất lợi nhất

	x - vị trí tải trọng	y - tung độ đah
x_k	9000	y_1 5.6250
$x_k - 1200$	7800	y_6 4.8750
$x_k + 1200$	10200	y_7 5.1750
Moment do các phương án xếp tải		
PA 1 :	$110*(y_1 + y_6)$	1155
PA 2 :	$110*(y_1 + y_7)$	1188
	$M_{2t} =$	1188 kN.m

1.2.3. Tìm moment $M_{làn}$, do tải trọng làn, không hệ số



$$M = \Omega * 9.3 \quad M_{làn} = 627.75 \text{ kN.m}$$

1.2.4. Tìm M tính toán do HL-93; dầm trong; TTGH CĐ I

$$M = mg \times [\text{Max}(M_{2t}, M_{3t}) \times (1 + IM) + M_{làn}]$$

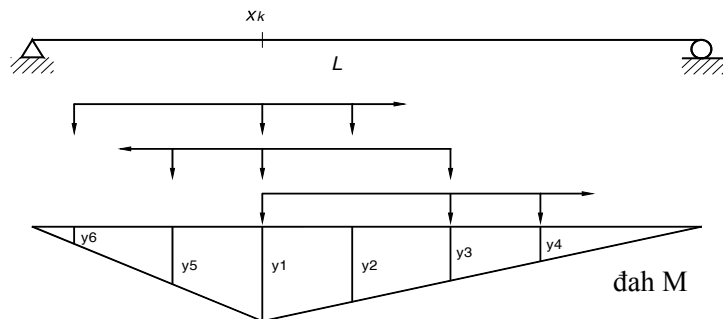
$$0.6194 \times [1500.2500 \times 1.25 + 627.7500] = 1550.3969 \text{ kN.m}$$

1.3. Tìm M khổng chế (tính toán) do HL-93, DẦM TRONG

(TTGH **Mỗi**, chưa xét LF_{LL} ; $LF_{LL} \equiv \gamma_{LL}$)

1.3.1. Tìm moment M_{3t} do xe 3 trục (xe tải thiết kế), không hệ số :

	x - vị trí tải trọng	y - tung độ đỉnh
x_k	9000	y_1 5.6250
$x_k - 4300$	4700	y_5 2.9375
$x_k - 9000$	0	y_6 0.0000
$x_k - 13300$	0	y_7 0.0000
$x_k + 4300$	13300	y_2 4.0125
$x_k + 9000$	18000	y_3 2.2500
$x_k + 13300$	22300	y_4 0.6375



Moment do các phương án xếp tải

PA 1 :	$145 \cdot (y_1 + y_3) + 35 \cdot y_4$	1164.1875
PA 2 :	$145 \cdot (y_1 + y_3) + 35 \cdot y_5$	1244.6875
PA 3 :	$145 \cdot (y_1 + y_6) + 35 \cdot y_7$	815.6250
PA 4 :	$145 \cdot (y_1 + y_6) + 35 \cdot y_2$	956.0625
	$M_{3t} =$	1244.6875 kN.m

1.3.2. Tìm M tính toán do HL-93; dầm trong; TTGH Mọi

$$M = mg \times [M_{3t} \times (1 + IM)]$$

$$0.3711 \times [1244.6875 \times 1.15] = 531.1891 \text{ kN.m}$$

1.4. Tìm moment tính toán do tĩnh tải, DẦM TRONG, TTGH CĐ I

(tĩnh tải rải đều, qui về 1 m dài dầm; có xét γ_P)

tĩnh tải \equiv tải trọng thường xuyên

Diện tích mặt cắt ngang dầm chính

$$A_b = 0.3999 \text{ m}^2$$

1.4.1. Tải trọng thường xuyên rải đều, chưa có hệ số γ_P

Do lớp phủ (tra bảng 8.2)

$$q = 22,5 \times 2.300 \times 0.082 = 4.2435 \text{ kN/m}$$

Do bản mặt cầu (tra bảng 8.2)

$$q = 25,0 \times 2.300 \times 0.195 = 11.2125 \text{ kN/m}$$

Dầm chính

$$q = 25,0 \times 0.39990 = 9.9975 \text{ kN/m}$$

Dầm ngang

$$0.12 \times 9.99750 = 1.1997 \text{ kN/m}$$

1.4.2. Moment tính toán do tĩnh tải

(cho TTGH cường độ I, có hệ số γ_P)

$$M = \Omega \cdot \Sigma \gamma_i \cdot q_i = 2320.4728 \text{ kN/m}$$

$$67.5000 \cdot [1.5 \cdot 4.2435 + 1.25 \cdot (11.2125 + 9.9975 + 1.1997)]$$

1.5. Moment tính toán, TTGH CD I, Dầm trong

$$\text{Moment tính toán} = 1.75 * M_{\text{hoạt tải}} + M_{\text{tĩnh tải}}$$

$$M = 1.75 * 1550.3969 + 2320.4728 = 5033.6674 \text{ kN/m}$$

1.6. Moment tính toán, TTGH Mỗi, Dầm trong

$$\text{Moment tính toán} = 0.75 * M_{\text{hoạt tải}}$$

$$M = 0.75 * 531.1891 = 398.3918 \text{ kN/m}$$

2. TÍNH CỐT THÉP BÀN MẶT CẦU CHỊU MOMENT DƯƠNG

* Tính nội lực

Chiều dày lớp BT bảo vệ	25	mm
Đường kính danh định cốt thép chịu lực; bar_Dia	14	mm
Diện tích MCN cốt thép; bar_Area	153.9380	mm ²
Chiều cao làm việc của tiết diện; d _e	163	mm
Nhịp tính toán của bản	2300	mm
Moment do hoạt tải, chưa có LF _{LL}	24750	N.mm/mm
Hệ số sức kháng uốn	0.9	
Tĩnh tải do BMC & lớp phủ	8.8613E-03	N/mm

$$q = (1,25 \times 25,0 \times 195,0 + 1,5 \times 22,5 \times 82,0) * 10e-6 =$$

Moment do tĩnh tải, đã có LF

$$M^{\pm} = w l^2 / c =$$

$$8.8613E-3 * 2300.0^2 / 11 = 4261.4557 \text{ N.mm}$$

$$c = 10 \div 12; \text{ lấy } c = 11$$

w - tĩnh tải trên 1 đơn vị diện tích (w = q)

l - nhịp của bản; (l = S)

Moment dương tính toán ở giữa nhịp của BMC

$$24 \ 750.00 \times 1,75 + 4 \ 261.46 = 47573.956 \text{ N.mm}$$

* Tính cốt thép

$$R_n = \frac{M_u \times 1mm}{\phi_f \cdot b \cdot d_e^2} = 1.9895$$

$$\rho = 0,85 \frac{f'_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n}{0,85 \cdot f'_c}} \right] = 5.3543E-03$$

Diện tích cốt thép cần thiết

$$A_s = \rho \cdot d_e = 0.8728 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Khoảng cách tính toán giữa các thanh cốt thép

$$\text{bar_sp}^* = \text{bar_Area} / A_s = 176.38 \text{ mm}$$

Chọn bước cốt thép hướng chính $\text{bar_sp} = 175 \text{ mm}$

* Kiểm tra cự ly cốt thép

+ *Cự ly tối thiểu của các thanh cốt thép*

Đối với bê tông đúc tại chỗ, cự ly tính

giữa các thanh song song trong một lớp \geq :

1,5 lần đường kính danh định của thanh,

1,5 lần kích thước tối đa của cấp phối thô, hoặc

38 mm

+ *Cự ly tối đa của các thanh cốt thép*

thoả điều kiện $\text{bar_sp} < \text{MIN}(450\text{mm và } 1,5 \cdot t_s)$

* Kiểm tra về hàm lượng cốt thép tối đa

Điều kiện kiểm tra : $c/d_e \leq 0,42$

$$T = \text{bar_Area} \cdot F_y = 60035.8356$$

$$a = \frac{T}{0,85 \cdot f'_c \cdot \text{bar_sp}} = 15.5232$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$c = a/\beta_1 = 18.2625$$

c - khoảng cách từ thớ chịu nén ngoài cùng
đến trục trung hoà (mm)

$$c/d_e = 0.1120$$

Kết luận : hàm lượng cốt thép < hàm lg cốt thép tối đa = 0,42

