

TRƯỜNG CAO ĐẲNG XÂY DỰNG TP.HCM
KHOA XÂY DỰNG



GIÁO TRÌNH
THIẾT KẾ CẦU



Biên soạn: Nguyễn Tấn Dương
Phạm Thị Anh

(Tài liệu lưu hành nội bộ)

Tp. Hồ Chí Minh, 2017

MỤC LỤC

PHẦN 1: TỔNG LUẬN CẦU	7
CHƯƠNG 1: KHÁI NIỆM CHUNG VỀ CÔNG TRÌNH CẦU	7
1.1 CÁC LOẠI CÔNG TRÌNH NHÂN TẠO TRÊN ĐƯỜNG	7
1.2 CÁC BỘ PHẬN VÀ KÍCH THƯỚC CƠ BẢN CỦA CẦU	7
1.2.1 Các bộ phận cơ bản của cầu	7
1.2.2 Các kích thước cơ bản về cầu	8
1.3 PHÂN LOẠI VÀ PHẠM VI SỬ DỤNG.....	9
1.3.1 Dựa theo mặt đường xe chạy:	9
1.3.2 Dựa vào mục đích sử dụng.....	9
1.3.3 Dựa vào vật liệu xây dựng	9
1.3.4 Dựa vào chứng ngại vật mà cầu vượt qua.....	9
1.3.5 Dựa vào sơ đồ kết cấu nhịp	10
1.4 SƠ LƯỢC LỊCH SỬ VÀ PHƯƠNG HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA NGÀNH XÂY DỰNG CẦU.....	12
1.4.1 Sơ lược lịch sử phát triển ngành xây dựng cầu	12
1.4.2 Lịch sử phát triển ngành xây dựng cầu tại Việt Nam	13
1.4.3 Phương hướng phát triển của ngành xây dựng cầu.....	14
CHƯƠNG 2: CẤU TẠO CÁC BỘ PHẬN CỦA HỆ MẶT CẦU	15
2.1 CẤU TẠO CÁC LỚP PHỦ CỦA HỆ MẶT CẦU ĐƯỜNG Ô TÔ	15
2.1.1 Tác dụng của các lớp phủ.....	15
2.1.2 Yêu cầu cấu tạo	15
2.1.3 Cấu tạo các lớp mặt cầu	15
2.2 BÀN MẶT CẦU.....	16
2.3 ỐNG THOÁT NƯỚC TRÊN CẦU.....	16
2.3.1 Tạo dốc ngang và dốc dọc cầu	16
2.3.2 Tính toán bố trí thoát nước trên cầu.....	16
2.3.3 Cấu tạo và cách bố trí.....	17
2.4 LỀ BỘ HÀNH VÀ LAN CAN	17
2.4.1 Lề bộ hành.....	17
2.4.2 Lan can.....	18
2.5 KHE CO GIẼN.....	19

2.5.1	Tác dụng và các yêu cầu kỹ thuật của khe co giãn	19
2.5.2	Cấu tạo khe co giãn	19
2.6	BẢN LIÊN TỤC NHIỆT	20
2.7	ĐƯỜNG ĐẦU CẦU	21
2.8	GỐI CẦU	22
2.8.1	Tác dụng của gối cầu.....	22
2.8.2	Cấu tạo một số loại gối cầu	23
CHƯƠNG 3: CƠ SỞ THIẾT KẾ CẦU THEO TIÊU CHUẨN 22 TCN 272-05		26
3.1	QUAN ĐIỂM CHUNG VỀ THIẾT KẾ CẦU	26
3.1.1	Giới thiệu tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN 272 – 05	26
3.1.2	Quan điểm chung về thiết kế.....	26
3.2	NGUYÊN TẮC CƠ BẢN CỦA TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ CẦU 22 TCN 272- 05	27
3.3	CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN THEO 22 TCN 272-05.....	29
3.3.1	Khái niệm:	29
3.3.2	Các trạng thái giới hạn	29
3.4	TẢI TRỌNG VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG	30
3.4.1	Phân loại các tải trọng	30
3.4.2	Hệ số tải trọng	31
3.4.3	Hoạt tải xe thiết kế (LL).....	32
PHẦN 2: CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP		39
CHƯƠNG 1: NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ CẦU BTCT		39
1.1	PHÂN LOẠI CẦU BTCT, CÁC ĐẶC ĐIỂM VÀ PHẠM VI ÁP DỤNG.....	39
1.1.1	Phân loại:.....	39
1.1.2	Các đặc điểm chung của cầu BTCT	40
1.1.3	Phạm vi áp dụng của kết cấu nhịp BTCT	41
1.1.4	Ưu, khuyết điểm của cầu bê tông cốt thép:.....	42
1.1.5	Các xu hướng trong lĩnh vực cầu BTCT hiện nay:	42
1.2	CÁC HỆ THỐNG CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP	43
1.2.1	Cầu dầm.....	43
1.2.2	Cầu khung:	46
1.2.3	Cầu vòm	47
1.2.4	Cầu giàn:	48

1.2.5 Cầu treo dây văng – dầm cứng BTCT	48
1.3 VẬT LIỆU LÀM CẦU BTCT.....	49
1.3.1 Bê tông	49
1.3.2 Cốt thép	59
CHƯƠNG 2: CẦU BẢN VÀ CẦU DẦM BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC LẮP GHÉP	70
2.1 KHÁI NIỆM CHUNG	70
2.1.1 Các phương pháp tạo dự ứng lực trước.....	70
2.1.2 Các hệ thống tạo dự ứng lực	71
2.2 KẾT CẤU NHỊP BẢN, DẦM BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC.....	72
2.2.1 Cầu tạo một số kết cấu nhịp bản	72
2.2.2 Cầu tạo một số kết cấu nhịp dầm DUL	73
2.3 NGUYÊN TẮC, SƠ ĐỒ BỐ TRÍ THÉP DỰ ỨNG LỰC TRONG NHỊP GIẢN ĐƠN.....	76
2.3.1 Nguyên tắc bố trí thép DUL cho dầm giản đơn	76
2.3.2 Một số sơ đồ bố trí thép DUL phổ biến	76
2.4 GIỚI THIỆU MỘT SỐ THIẾT KẾ ĐIỂN HÌNH.....	81
CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP THEO TIÊU CHUẨN 22TCN272-05	101
3.1 BỀ RỘNG DẢI TƯƠNG ĐƯƠNG ĐỐI VỚI CÁC LOẠI CẦU BẢN VÀ BỀ RỘNG CÁNH DẦM HỮU HIỆU.....	101
3.1.1 Bề rộng dải tương đương đối với các loại cầu bản	101
3.1.2 Bề rộng bản cánh dầm hữu hiệu.....	101
3.2 CƯỜNG ĐỘ KHÁNG UỐN CỦA MẶT CẮT TRONG TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ.....	102
3.2.1 Nguyên tắc chung.....	102
3.2.2 Phân bố ứng suất theo hình chữ nhật	103
3.2.3 Ứng suất trong cốt thép dự ứng lực ở mức sức kháng uốn danh định.....	103
3.2.4 Các nhận xét và phân tích	105
3.2.5 Điều kiện duyệt trạng thái giới hạn cường độ.....	105
3.3 CÁC GIỚI HẠN VỀ CỐT THÉP	108
3.3.1 Quy định về hàm lượng cốt thép tối đa.....	108
3.3.2 Quy định về hàm lượng cốt thép tối thiểu.....	108
3.4 KHÔNG CHẾ NÚT BẰNG SỰ PHÂN BỐ CỐT THÉP HỢP LÝ	109
3.4.1 Tính ứng suất kéo cốt thép ở Trạng thái giới hạn sử dụng	109

3.4.2	Điều kiện kiểm toán về hạn chế vết nứt.....	109
3.5	CÁC MẤT MÁT DỰ ỨNG SUẤT TRONG KẾT CẤU BTCT DỰ ỨNG LỰC	111
3.5.1	Tổng mất mát ứng suất.....	111
3.5.2	Các mất mát ứng suất tức thời (đàn hồi).....	111
3.5.3	Ước tính gần đúng toàn bộ mất mát ứng suất theo thời gian	115
3.6	TÍNH TOÁN CẤU KIỆN DỰ ỨNG LỰC THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG VỀ CHỐNG NÚT.....	116
3.6.1	Nguyên tắc chung.....	116
3.6.2	Các đặc trưng mặt cắt.....	117
3.6.3	Các giới hạn ứng suất cho các bó thép dự ứng lực	117
3.6.4	Các giới hạn ứng suất đối với bê tông trong kết cấu dự ứng lực	118
3.7	TÍNH TOÁN THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG VỀ BIẾN DẠNG.....	123
3.7.1	Nguyên tắc chung.....	123
3.7.2	Tính toán về độ võng và độ vòng.....	123
3.7.3	Tính toán các biến dạng dọc trục	124
3.7.4	Điều kiện kiểm toán biến dạng dầm BTCT	125
3.8	TÍNH TOÁN CẤU KIỆN DỰ ỨNG LỰC THEO CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN	125
3.8.1	Tổng quát.....	125
3.8.2	Trạng thái giới hạn sử dụng	125
3.8.3	Trạng thái giới hạn mỏi.....	126
3.8.4	Trạng thái giới hạn cường độ	126
3.8.5	Trạng thái giới hạn đặc biệt.....	126
CHƯƠNG 4: TÍNH TOÁN PHÂN BỐ TẢI TRỌNG CHO CÁC BỘ PHẬN KẾT CẤU NHỊP.....		127
4.1	KHÁI NIỆM CHUNG VỀ HỆ SỐ PHÂN BỐ TẢI TRỌNG	127
4.2	BỐ TRÍ HOẠT TẢI HL-93 THEO PHƯƠNG NGANG CẦU	127
4.2.1	Số làn xe thiết kế	127
4.2.2	Bố trí hoạt tải HL-93 theo phương ngang cầu	127
4.2.3	Hệ số làn xe	130
4.3	PHƯƠNG PHÁP ĐÒN BẢY	130

4.3.1	Giả thiết và sơ đồ tính toán	130
4.3.2	Nguyên tắc tính toán	131
4.3.3	Trình tự tính toán.....	132
4.3.4	Ưu nhược điểm và phạm vi áp dụng	132
4.4	PHƯƠNG PHÁP TÍNH GẦN ĐÚNG HỆ SỐ PHÂN BỐ TẢI TRỌNG THEO TIÊU CHUẨN 22TCN 272-05.....	133
4.4.1	Điều kiện áp dụng	133
4.4.2	Công thức tính Hệ số phân bố dùng cho momen và lực cắt	135
4.4.3	Các điểm cần lưu ý khi áp dụng hệ số phân bố tải trọng	145
4.4.4	Trình tự tính toán hệ số phân bố tải trọng.....	146
CHƯƠNG 5: TÍNH TOÁN BẢN MẶT CẦU, DẦM NGANG VÀ DẦM CHỦ ...		147
5.1	TRÌNH TỰ CHUNG THIẾT KẾ KẾT CẤU NHỊP CẦU BTCT	147
5.2	TÍNH TOÁN BẢN MẶT CẦU	148
5.2.1	Phân tích cấu tạo chọn sơ đồ tính toán.....	148
5.2.2	Nguyên tắc tính toán	149
5.2.3	Thiết kế bản mặt cầu theo phương pháp gần đúng	149
5.2.4	Tính toán bản mặt cầu ở đầu nhịp	158
5.2.5	Tính toán bản mặt cầu khi có chiều dài làm việc theo phương dọc cầu ..	158
5.2.6	Tính toán cốt thép và kiểm toán bản	159
5.2.7	Tính toán và bố trí cốt thép trong bản.....	160
5.3	TÍNH TOÁN DẦM NGANG	161
5.3.1	Giả thiết tính toán.....	161
5.3.2	Tải trọng tác dụng lên dầm ngang.....	161
5.3.3	Tính nội lực trong dầm ngang	162
5.3.4	Tính toán và bố trí cốt thép trong dầm ngang	166
5.4	TÍNH TOÁN DẦM CHỦ	167
5.4.1	Thiết kế cấu tạo các bộ phận của kết cấu nhịp.....	167
5.4.2	Phân tích kết cấu	169
5.4.3	Tính toán hệ số phân bố ngang do hoạt tải	170
5.4.4	Tính toán nội lực dầm chủ.....	170
5.4.5	Lựa chọn cốt thép chủ và kích thước mặt cắt	172
5.4.6	Bố trí thép chủ theo chiều dọc dầm.....	173

5.4.7	Tính duyệt theo các TTGH	176
5.4.8	Trình tự tính toán đảm bảo đơn BTCT DUL	176

TaiLieu.vn

PHẦN 1: TỔNG LUẬN CẦU

CHƯƠNG 1: KHÁI NIỆM CHUNG VỀ CÔNG TRÌNH CẦU

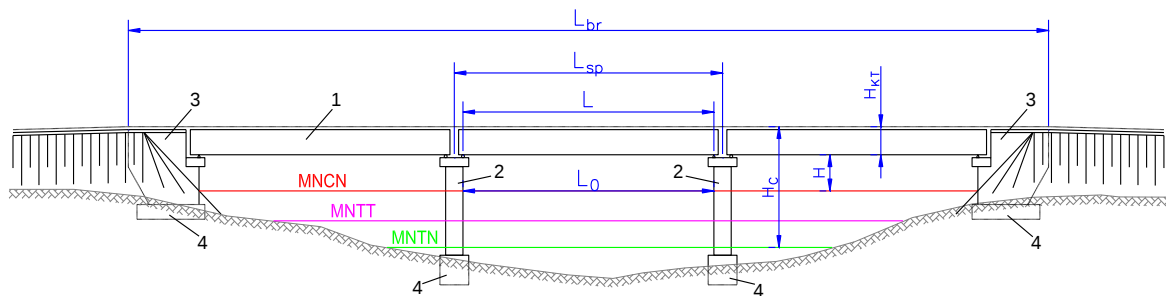
1.1 CÁC LOẠI CÔNG TRÌNH NHÂN TẠO TRÊN ĐƯỜNG

Công trình nhân tạo trên đường là những công trình vượt qua các chướng ngại trên đường như sông, suối, khe núi, vực sâu, ...

Các loại công trình nhân tạo chủ yếu bao gồm:

- *Cầu*: là một công trình nhân tạo để cho đường giao thông vượt qua các dòng nước, thung lũng, bãi sông (cầu dẫn), vượt qua đường hay các chướng ngại vật khác.
- *Công trình thoát nước nhỏ*: gồm đường tràn, cầu tràn, cống
- *Tường chắn*: được sử dụng khi xây dựng nền đường trong điều kiện không thể duy trì được độ dốc tự nhiên của taluy. Tránh hiện tượng trượt, sụt lở mái taluy.
- *Hầm*: khi cao độ mặt đường nằm thấp hơn nhiều so với cao độ mặt đất tự nhiên người ta có thể làm hầm xuyên qua núi. Khi tuyến đường đi men theo sườn núi có độ dốc lớn, địa chất quá xấu như có đá lẫn, đất trượt người ta dịch tuyến đường vào núi và xây dựng đường hầm. Khi vượt qua các sông lớn, eo biển sâu người ta cũng có thể làm hầm. Trong các thành phố đông dân cư, người ta cũng có thể làm hầm để phục vụ cho người đi bộ, các phương tiện giao thông, hệ thống tàu điện ngầm.

1.2 CÁC BỘ PHẬN VÀ KÍCH THƯỚC CƠ BẢN CỦA CẦU



Hình 1.1: Công trình cầu

1-Két cầu nhịp; 2-Trụ; 3-Mố; 4-Móng

1.2.1 Các bộ phận cơ bản của cầu

❖ *Két cầu nhịp*:

Bao gồm: dầm cầu, bản mặt cầu, lan can, lề bộ hành ...

Nhiệm vụ của kết cấu nhịp là vượt chướng ngại vật, kê đỡ mặt cầu và gánh chịu toàn bộ tải trọng lưu thông trên cầu.

❖ *Mố trụ cầu*:

Là bộ phận kê đỡ kết cấu nhịp, tiếp nhận toàn bộ tải trọng từ kết cấu nhịp, truyền xuống nền đất qua kết cấu móng. Tùy theo số lượng nhịp mà có loại cầu một nhịp (không có trụ) và cầu nhiều nhịp.

Mố nằm ở hai đầu cầu, trụ được bố trí ở khoảng giữa hai mố.

Ngoài ra mố còn có tác dụng chắn đất đầu cầu, chịu áp lực của đất và là vị trí chuyển tiếp từ đường vào cầu.

❖ **Đường dẫn vào cầu:**

Có tác dụng vượt nổi cao độ từ đường vào cầu. Thông thường là đường đắp cao do đó để giảm chiều cao nền đắp có thể thay bằng cầu cạn.

1.2.2 Các kích thước cơ bản về cầu

❖ **Mức nước**

- Mức nước cao nhất (MNCN): được đo trong mùa lũ, ứng với một tần suất quy định (với cầu lớn, trung là 1%; cầu nhỏ là 2%). Căn cứ vào MNCN để xác định cao độ đáy dầm
- Mức nước thấp nhất (MNTN): được đo trong mùa cạn, ứng với một tần suất quy định (với cầu lớn, trung là 1%; cầu nhỏ là 2%). Căn cứ vào MNTN để bố trí nhịp thông thuyền.
- Mức nước thông thuyền (MNTT): là mức nước cao nhất cho phép tàu bè qua lại, thường lấy với tần suất 5%, từ MNTT xác định được chiều cao khổ gầm cầu của nhịp thông thuyền.

❖ **Chiều dài**

- Chiều dài toàn cầu L_{br} : là khoảng cách tính từ hai đuôi mố
 - Cầu nhỏ: $L_{br} \leq 20m$
 - Cầu trung : $L_{br} > 20$ đến $100m$
 - Cầu lớn: $L_{br} \geq 100m$
- Nhịp tĩnh không L_0 : khoảng cách giữa mép hai trụ (hoặc hai mố) tại MNCN
- Chiều dài nhịp L_{sp} : là khoảng cách giữa tim hai trụ
- Chiều dài nhịp tính toán L : là khoảng cách giữa tim các gối kê nhịp.

❖ **Chiều cao**

- Chiều cao cầu H_C là khoảng cách từ MNTN tới mặt cầu. Nếu là cầu vượt hoặc cầu cạn thì tính từ mặt đường hoặc mặt đất bên dưới.
- Chiều cao kiến trúc h_{kt} là khoảng cách từ đáy kết cấu nhịp đến mặt cầu
- Chiều cao gầm cầu (tính không dưới cầu) H là khoảng cách từ MNCN đến đáy kết cấu nhịp.
 - Sông không có thông thuyền: H tối thiểu là $0.5m$, trong trường hợp có cây trôi thì H tối thiểu là $1m$

- Sông có thông thuyền: phụ thuộc vào khổ thông thuyền H_{TT} và B_{TT}

1.3 PHÂN LOẠI VÀ PHẠM VI SỬ DỤNG

Có nhiều cách phân loại dựa trên các tiêu chí khác nhau. Sau đây là một số tiêu chí thường dùng:

1.3.1 Dựa theo mặt đường xe chạy:

- Cầu có đường xe chạy dưới: đường xe chạy bố trí dọc theo biên dưới của kết cấu nhịp
- Cầu có đường xe chạy trên: đường xe chạy bố trí trên đỉnh của kết cấu nhịp
- Cầu có đường xe chạy giữa: đường xe chạy bố trí trong phạm vi chiều cao của kết cấu nhịp

1.3.2 Dựa vào mục đích sử dụng

- Cầu đường sắt: dùng cho tàu lửa
- Cầu đường ô tô: dùng cho tất cả các phương tiện giao thông trên đường ô tô
- Cầu chạy chung: ô tô và tàu lửa
- Cầu người đi bộ
- Cầu đặc biệt: dùng cho đường ống dẫn dầu, nước, khí gas, cáp điện

1.3.3 Dựa vào vật liệu xây dựng

- Cầu gỗ, tre ...
- Cầu đá
- Cầu kim loại (gang, thép ...)
- Cầu bê tông cốt thép, bê tông cốt thép dự ứng lực

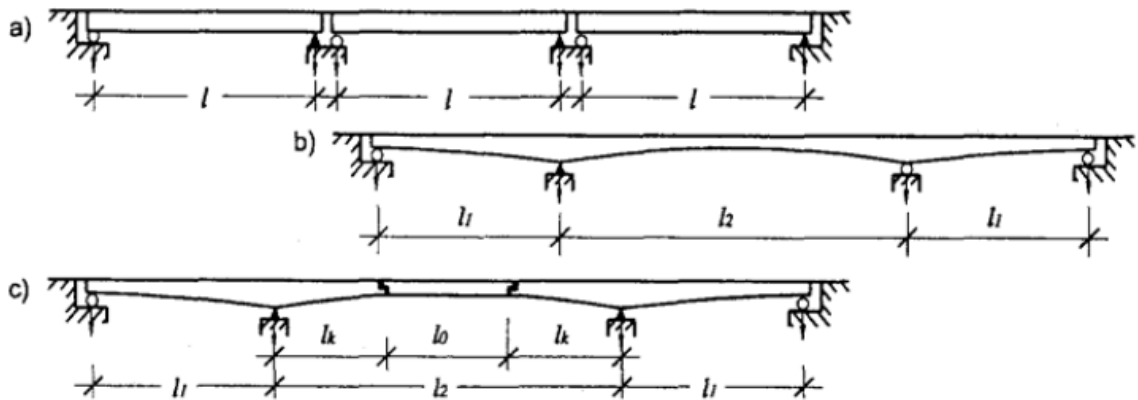
1.3.4 Dựa vào chứng ngại vật mà cầu vượt qua

- Cầu thông thường: cầu vượt qua các dòng nước như sông, suối, thậm chí là vượt biển.
- Cầu vượt hay cầu qua đường: các tuyến đường giao thông có lưu lượng lớn giao cắt nhau hoặc đường ô tô giao với đường sắt.
- Cầu cạn: dùng cho đường ô tô, tàu điện ngầm, đường sắt chạy riêng trong thành phố.
- Cầu cao: là cầu vượt qua các thung lũng sâu. Trụ cầu rất cao > 20m thậm chí hàng trăm mét.
- Cầu mở: dùng khi yêu cầu chiều cao thông thuyền lớn (40-60m). Các loại cầu mở như cầu cút, cầu nâng, cầu quay.
- Cầu phao: dùng trong thời chiến hoặc tại vị trí mà khi xây các loại cầu khác quá phức tạp, tốn kém.

1.3.5 Dựa vào sơ đồ kết cấu nhịp

– Cầu dầm:

- Cầu dầm giản đơn dưới tác dụng của lực thẳng đứng tại gối chỉ có phản lực gối. Cầu BTCT thường có $L=12 - 20\text{m}$, BTCT DUL có $L=20-40\text{m}$. cầu dầm thép $L= 6 - 40\text{m}$
- Cầu dầm liên tục, dầm hẫng dưới tác dụng của lực thẳng đứng tại gối xuất hiện phản lực gối và momen.



Hình 1.2: Các loại cầu dầm

a-Cầu dầm giản đơn; b-Cầu liên tục; c: Cầu hẫng đeo

– Cầu dàn thép:

- Cầu dàn giản đơn: chiều dài nhịp từ 50 đến 80m
- Cầu dàn liên tục: có nội lực nhỏ hơn cầu dàn giản đơn nên cho phép vượt nhịp lớn hơn

– Cầu khung:

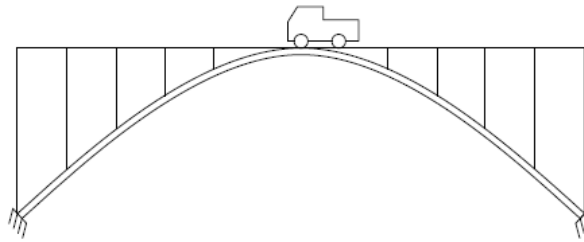
- Cầu khung liên tục
- Cầu khung T dầm đeo
- Cầu khung – dầm liên tục



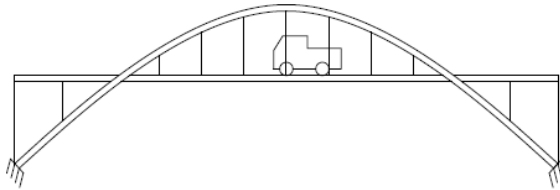
Hình 1.3: Cầu Khung liên tục

– Cầu vòm:

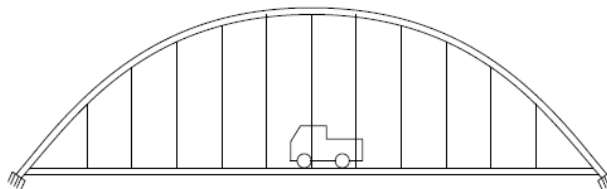
- Cầu vòm có lực đẩy ngang: Cầu vòm chạy trên, chạy giữa, chạy dưới



a. Cầu vòm chạy trên

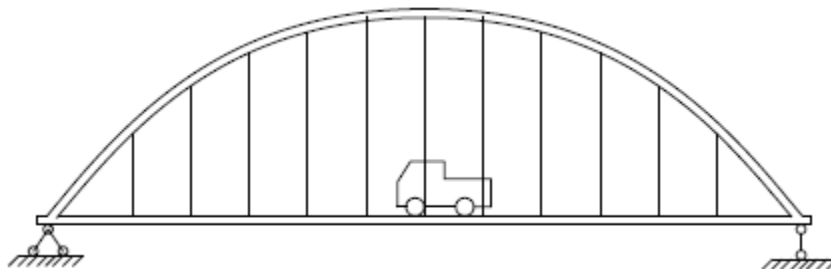


b. Cầu vòm chạy giữa



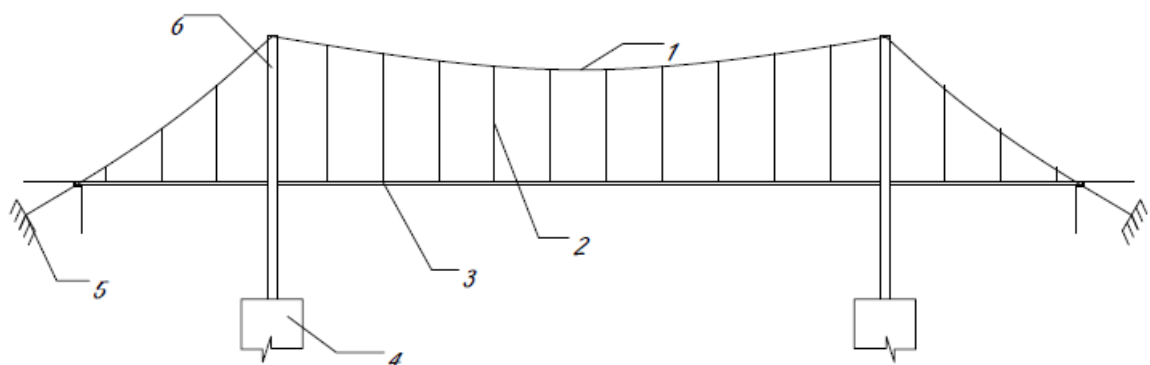
c. Cầu vòm chạy dưới

- Cầu vòm không có lực đẩy ngang: cầu có một thanh kéo, hệ vòm dầm liên hợp dầm cứng vòm cứng. Phản lực gối của cầu giống với cầu dầm giản đơn.



– Cầu có kết cấu liên hợp

- Cầu treo



1. Dây cáp chủ;

2. Dây đeo;

3. Dầm cứng

4. Trụ cầu;

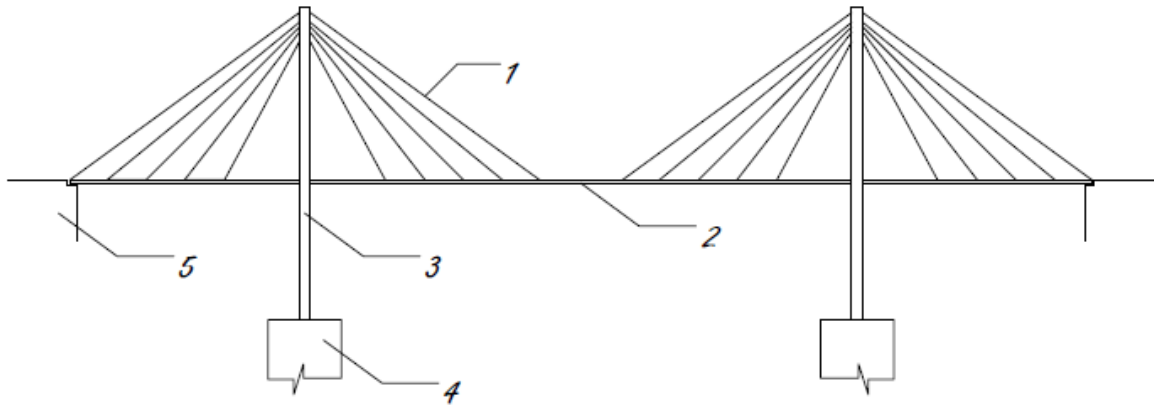
5. Mố neo

6. Tháp cầu

Ưu điểm: Cáp cường độ cao nên trọng lượng bản thân nhỏ, vượt được nhịp rất lớn. Trong quá trình thi công thì cáp chủ được thi công trước rồi mới đến dầm nên không cần làm trụ tạm

Nhược điểm: kết cấu rất nhạy cảm với tải trọng động (gió, lực xung kích). Cầu tạo mỏ neo rất phức tạp và tốn kém.

- Cầu dây văng



1. Dây văng; 2. Dầm cứng; 3. Tháp cầu; 4. Trụ cầu; 5. Mỏ cầu

Ưu điểm: Cáp cường độ cao nên trọng lượng bản thân nhỏ, làm việc chịu kéo. Dầm cứng làm việc như dầm liên tục trên gối cứng (tại vị trí mỏ trụ) và các gối đàn hồi (tại vị trí neo cáp vào dầm). Cáp thường neo vào dầm cứng nên không cần bố trí các mỏ neo phức tạp như cầu treo.

Nhược điểm: Chịu tải trọng động kém hơn so với các cầu dầm cứng khác.

1.4 SƠ LƯỢC LỊCH SỬ VÀ PHƯƠNG HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA NGÀNH XÂY DỰNG CẦU

1.4.1 Sơ lược lịch sử phát triển ngành xây dựng cầu

Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật và sự tiến bộ của xã hội loài người, ngành xây dựng cầu ngày càng phát triển mạnh mẽ.

❖ Cầu gỗ

Cầu gỗ là loại cầu được xây dựng lâu đời nhất. Gỗ là vật liệu tự nhiên tương đối tốt nhưng để dùng xây dựng cầu thì phải chọn loại gỗ tứ thiết (gụ, lim, sến ...) và phải phòng mọt. Cầu gỗ có thời gian sử dụng ngắn, vượt những nhịp nhỏ.

❖ Cầu đá

Đá cũng là một loại vật liệu tự nhiên tốt và cầu đá là một trong những loại cầu xuất hiện từ thời cổ xưa. Một số cầu đá được xây dựng từ hàng ngàn năm trước (thời La Mã cổ) đến nay vẫn còn tồn tại và sử dụng được. Đại bộ phận cầu đá được xây dựng theo kiểu vòm phù hợp với tính chất chịu nén tốt của đá.

❖ Cầu thép (kim loại)

Cầu thép xuất hiện vào khoảng nửa cuối thế kỷ 19. Chiếc cầu kim loại đầu tiên được làm bằng gang, xây dựng vào năm 1776-1779 tại Anh. Cầu thép có khả năng

vượt được nhịp rất lớn. Ưu điểm nổi bật của cầu thép là hoàn toàn công nghiệp hóa chế tạo và lắp ghép nhưng nhược điểm chính của cầu thép là gì.

❖ Cầu bê tông cốt thép

Cuối thế kỷ 19, trong xây dựng cầu đã sử dụng một loại vật liệu mới là BTCT. Chiếc cầu BTCT đầu tiên được xây dựng tại Pháp dành cho người đi bộ với chiều dài 16m, rộng 4m, dạng vòm. Mãi đến những năm 30 của thế kỷ 20, sau khi kỹ sư người Pháp là Freyssinet nghiên cứu thành công BTCT dự ứng lực (BTCTDUL) cầu BTCT bắt đầu phát triển mạnh mẽ.

Hiện nay, cầu BTCT ngày càng phát triển và mở ra một kỷ nguyên mới dùng BTCT thay thế cho kết cấu thép. Kỹ thuật và công nghệ xây dựng ngày càng hoàn thiện nên sơ đồ kết cấu ngày phong phú, chiều dài nhịp ngày càng lớn, công trình ngày càng thẩm mỹ hơn.

1.4.2 Lịch sử phát triển ngành xây dựng cầu tại Việt Nam

So với thế giới thì ngành xây dựng cầu nước ta vẫn còn non trẻ. Thời kỳ trước cách mạng tháng 8, trên các tuyến đường ô tô chủ yếu là cầu BTCT nhịp nhỏ từ 3-20m với một làn xe, tải trọng nhỏ. Thời kỳ này cũng có một số cầu thép lớn như cầu Đuống, cầu Ninh Bình ... trong đó nổi bật là cầu Long Biên dành cho đường sắt và ô tô đi chung.

Từ sau hòa bình lập lại (1954) một loạt cầu mới được xây dựng. Cầu thép có cầu Hàm Rồng, cầu Việt Trì ... Cầu BTCT có cầu Đoàn Vĩ, cầu Giẽ ... Cầu BTCTDUL có cầu Phủ Lỗ, cầu Cửa Tiền ... nhưng đến năm 1964 – 1972 thì các cầu này bị đế quốc Mỹ ném bom phá hoại.

Từ năm 1975 đến nay chúng ta đã xây dựng hàng loạt các cầu mới trên tuyến đường sắt và đường ô tô điển hình như:

- Cầu Thăng Long qua sông Hồng cho đường sắt và ô tô được xây dựng xong năm 1982 có các nhịp chính là dàn thép liên tục, nhịp lớn nhất là 112m, chiều dài toàn cầu là 1680m.
- Cầu Chương Dương qua sông Hồng (1985), nhịp chính là dàn thép, nhịp lớn nhất là 97.6m, chiều dài toàn cầu là 1211m
- Cầu Phú Lương (Hải Dương) năm 1996, cầu khung dầm BTCTDUL, nhịp lớn nhất 102m
- Cầu Hoàng Long (Thanh Hóa), cầu khung dầm BTCTDUL có nhịp lớn nhất 130m
- Ngoài ra còn có hàng loạt các cầu dây văng hiện đại được xây dựng như cầu quay sông Hàn (Đà Nẵng), cầu Mỹ Thuận (Vĩnh Long) với nhịp chính 350m, cầu Bính (Hải Phòng) nhịp chính 250m, cầu Kiên (Quốc lộ 10) nhịp chính 200m, cầu Bãi Cháy (Quảng Ninh) nhịp lớn nhất 435m với cấu tạo một mặt phẳng dây, cầu Cần Thơ có nhịp chính 550m.

1.4.3 Phương hướng phát triển của ngành xây dựng cầu

- Về vật liệu: sử dụng rộng rãi các loại vật liệu có cường độ cao như bê tông chất lượng cao, bê tông siêu dẻo có cường độ sớm, thép cường độ cao ... và các loại vật liệu nhẹ như bê tông nhẹ, hợp kim nhôm ...
- Về kết cấu: các kết cấu hợp lý được áp dụng chủ yếu trong xây dựng cầu như kết cấu thép bê tông liên hợp, BTCTDUL, bản trực hướng, tiết diện hộp, cầu dây văng, cầu khung dầm liên tục BTCTDUL
- Về công nghệ thi công: áp dụng công nghệ tiên tiến như đúc đẩy, đúc hẫng, lắp hẫng

Tailieu.vn

CHƯƠNG 2: CẤU TẠO CÁC BỘ PHẬN CỦA HỆ MẶT CẦU

2.1 CẤU TẠO CÁC LỚP PHỦ CỦA HỆ MẶT CẦU ĐƯỜNG Ô TÔ

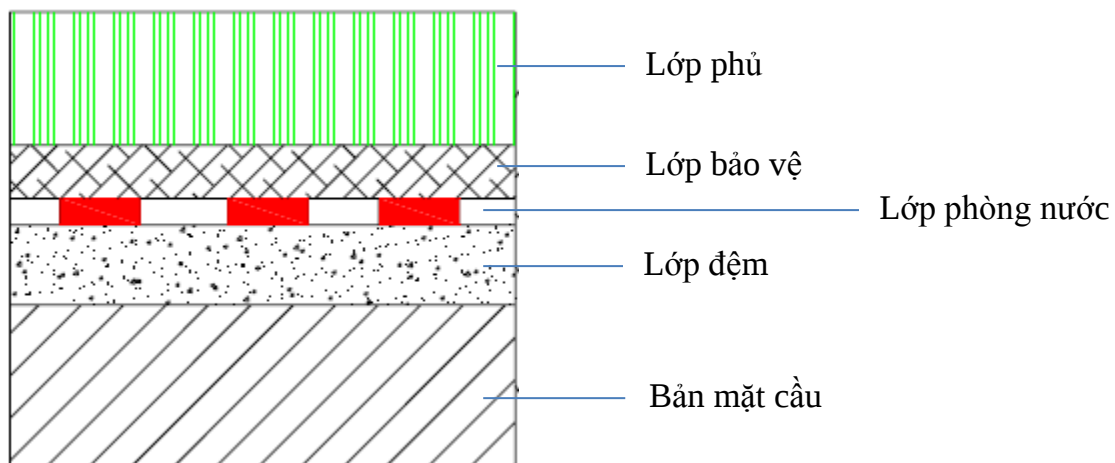
2.1.1 Tác dụng của các lớp phủ

- Trực tiếp chịu tải trọng bánh xe.
- Chống mài mòn cho bản mặt cầu.
- Chịu tác động trực tiếp của các yếu tố thời tiết: mưa, gió...

2.1.2 Yêu cầu cấu tạo

- Bằng phẳng, đủ độ nhám, chống hao mòn
- Có độ đàn hồi nhất định
- Đảm bảo chống thấm và thoát nước tốt

2.1.3 Cấu tạo các lớp mặt cầu



2.1.3.1 Lớp đệm

- Có tác dụng tạo phẳng và độ dốc ngang cầu. Dùng vật liệu là hỗn hợp vữa xi măng để tạo dốc ngang $i = 1-2\%$.
- Bề dày lớp đệm phụ thuộc vào độ dốc ngang và bề rộng của cầu.
- Trường hợp bản mặt cầu đã có độ dốc ngang ta rải đều lớp đệm dày 1-1,5cm.

2.1.3.2 Lớp phòng nước

Có tác dụng chống thấm nước từ trên mặt cầu xuống kết cấu bên dưới, thường có bề dày 1cm. Vật liệu dùng làm lớp này là bitum và giấy dầu.

2.1.3.3 Lớp bảo vệ

- Có tác dụng bảo vệ lớp phòng nước (thường dùng khi lớp trên là bê tông nhựa)

- Cầu tạo lớp bảo vệ: dùng lưới thép dạng ô vuông 5x5cm hoặc 10x10cm. Bê tông M200 hoặc cao hơn, có chiều dày 3-5cm

2.1.3.4 Lớp phủ

Là lớp trên cùng và thường dùng một trong hai loại vật liệu sau:

- Bê tông nhựa dày 5-7cm nếu rải 1 lớp. Nếu rải 2 lớp thì lớp dưới dày 4-4,5cm và lớp trên là 2-2,5cm.
- Bê tông xi măng dày 6-8cm, M300, lúc này lớp phủ đặt trực tiếp lên lớp phòng nước (bỏ lớp bảo vệ).

2.2 BÀN MẶT CẦU

Bản mặt cầu là cấu kiện, có hoặc không có lớp áo đường, trực tiếp chịu tải trọng của bánh xe. Nhiệm vụ chính của bản là tạo mặt cầu xe chạy và truyền tải trọng lên các dầm.

Chiều dày tối thiểu của bản mặt cầu là 175mm

Sơ đồ làm việc gồm 2 phần: phần hẫng ở dầm biên tính theo sơ đồ consol, phần phía trong tính theo sơ đồ dầm liên tục kê trên các gối cứng tại vị trí dầm chủ.

2.3 ỐNG THOÁT NƯỚC TRÊN CẦU

Trong quá trình khai thác và sử dụng dưới tác dụng của tải trọng và các yếu tố khác như thời tiết... xuất hiện vết nứt trong kết cấu. Nước mưa (hơi nước) thấm qua vết nứt làm gỉ thép từ đó làm giảm tuổi thọ công trình. Do đó việc thoát nước tốt trên cầu sẽ tăng cường bảo vệ kết cấu nhịp.

Giải pháp tăng cường thoát nước trên cầu như sau:

2.3.1 Tạo dốc ngang và dốc dọc cầu

Loại cầu	kết cấu các lớp mặt cầu	dốc dọc i_d (%)		dốc ngang i_n (%)	
		trung bình	lớn nhất	trung bình	lớn nhất
cầu nhỏ	BTN và BTXM	1-2	theo tiêu chuẩn của đường	1,5-2	1,5-2
trung bình	BTN và BTXM	1-2		2	1,5-2
cầu lớn	BTN và BTXM	1-2	3	1,5-2	1,5-2

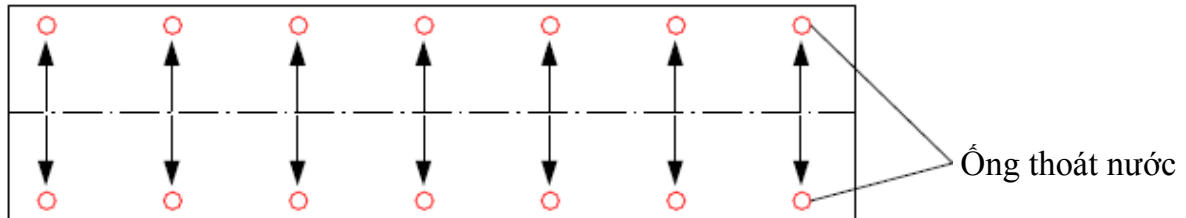
2.3.2 Tính toán bố trí thoát nước trên cầu

- Để đảm bảo thoát nước cần bố trí $1m^2$ mặt cầu có tối thiểu $1cm^2$ diện tích ngang ống thoát nước. Ngoài ra cần phải căn cứ vào chế độ mưa của từng vùng. Ở nước ta thường lấy theo tỷ lệ $2cm^2/1m^2$
- Khoảng cách bố trí các ống thoát nước $L_{ống} < 15$
- Cầu có $i_d < 2\%$ thì $L_{ống} < 6 - 8m$.
- Cầu có $i_d \geq 2\%$; $L_{cầu} \leq 50m$ thì có thể không cần bố trí ống

- Cầu có $i_d \geq 2\%$; $L_{\text{cầu}} > 50\text{m}$ thì $L_{\text{ống}} = 10 - 15\text{m}$

2.3.3 Cấu tạo và cách bố trí

- Ống thoát nước có thể làm bằng gang, thép, nhựa PVC hoặc bê tông. Đường kính trong nhỏ nhất $d_{\min} = 15\text{cm}$, đầu thoát thò ra ít nhất 10cm
- Ống thoát nước nên bố trí đối xứng



2.4 LỀ BỘ HÀNH VÀ LAN CAN

2.4.1 Lề bộ hành

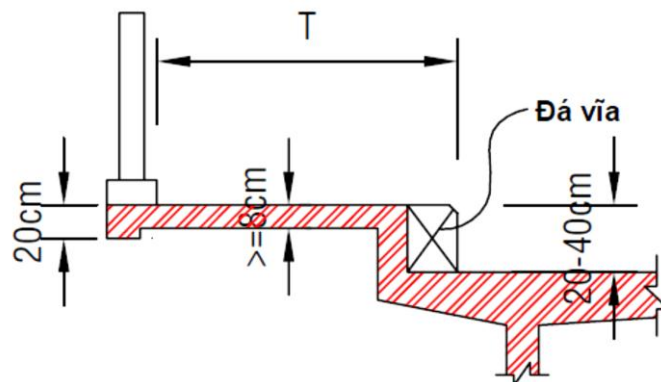
Là phần dành cho người đi bộ qua lại trên cầu. Do vậy để an toàn thông thường được làm cao hơn mặt đường 20-40cm. Ngoài ra có thể dùng phần đường người đi bộ để bố trí ống dẫn điện, nước, thông tin...

2.4.1.1 Yêu cầu cấu tạo:

- Bề rộng của lề bộ hành (T) phải đủ rộng và phụ thuộc vào lưu lượng người đi bộ. Bề rộng $T \geq 75\text{cm}$ và chọn là bội số của 25cm
- Phải bằng phẳng, thoát nước tốt
- An toàn và bền vững

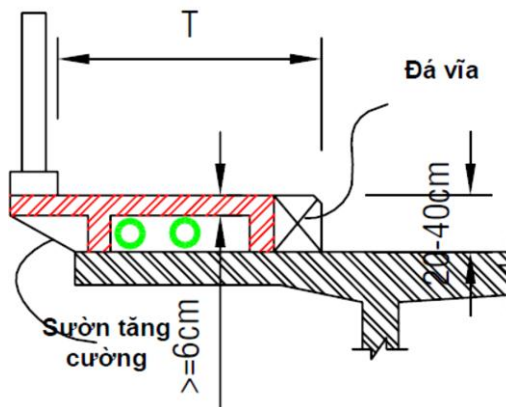
2.4.1.2 Một số dạng cấu tạo

- Lề bộ hành dạng toàn khối: Loại này thường áp dụng cho cầu nhỏ tại chỗ. Cấu tạo toàn khối nên làm tang độ cứng tổng thể của kết cấu. Tuy nhiên thi công phức tạp và tốn nhiều ván khuôn, đà giáo. Để an toàn đá vữa thường làm bằng bê tông mác thấp.

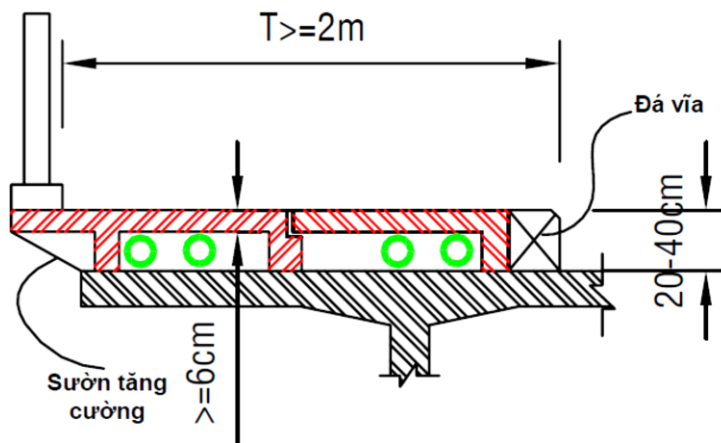


Hình 2.1: Lề bộ hành dạng toàn khối

- Lề bộ hành dạng lắp ghép (ghế bộ hành): loại này thường áp dụng cho cầu lắp ghép. Sườn tăng cường được bố trí ngay tại cột lan can để tăng cường độ cứng cho ghế bộ hành.



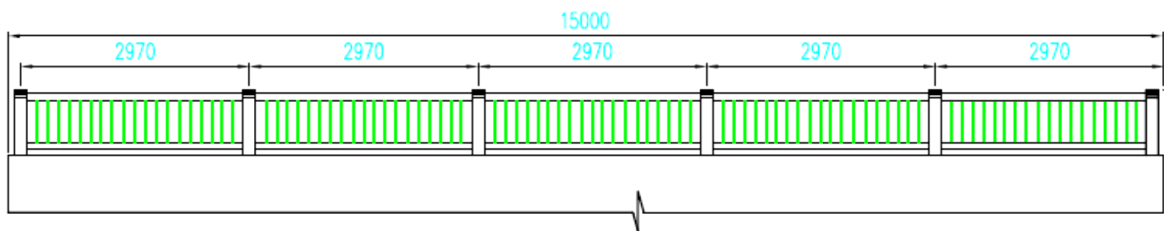
Hình 2.2: Lề bộ hành dạng lắp ghép

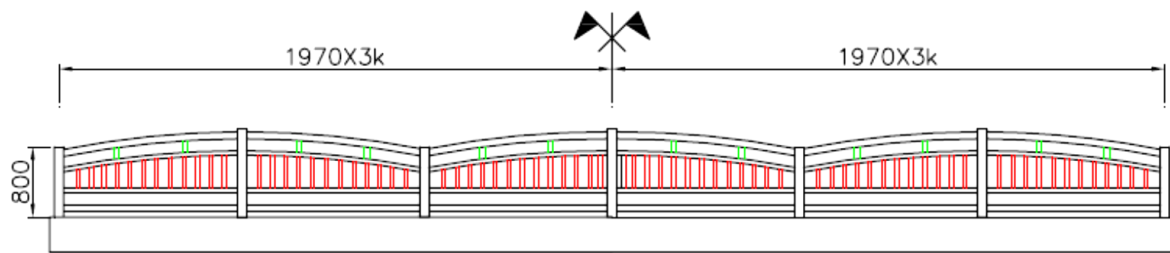


Hình 2.3: Lề bộ hành dạng lắp ghép khi $T \geq 2m$

2.4.2 Lan can

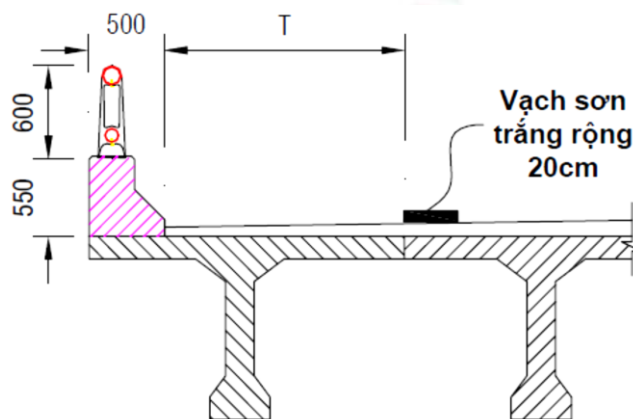
- Lan can để đảm bảo an toàn cho người đi bộ qua lại trên cầu và trang trí cho cầu
- Yêu cầu cấu tạo:
 - Đẹp, bền chắc, dễ thi công và chế tạo
 - Có thể làm bằng gang đúc, thép, Inox, bê tông ...





Hình 2.4: Một số kiểu lan can trên cầu

Tuy nhiên hiện nay do sự phát triển nhanh chóng của các phương tiện giao thông và nhằm khai thác triệt để khả năng lưu thông trên cầu, đường đi được cấu tạo đồng mức với phần xe chạy và được phân cách bằng vạch sơn trắng rộng 20cm. Lúc này lan can và tay vịn cũng được cấu tạo đặc biệt để chống lại lực va của xe cộ khi có sự cố trên cầu.



Hình 2.5: Bố trí lề bộ hành đồng mức với phần xe chạy

2.5 KHE CO GIÃN

2.5.1 Tác dụng và các yêu cầu kỹ thuật của khe co giãn

- Bảo đảm sự biến dạng tự do cho kết cấu nhịp do hoạt tải và thay đổi nhiệt độ gây ra
- Tạo bằng phẳng cho mặt cầu, xe chạy êm thuận, giảm xung kích và tránh thoát nước xuống móng trụ cầu
- Khe co giãn thường được bố trí tại vị trí tiếp giáp giữa móng và nhịp, nhịp và nhịp

2.5.2 Cấu tạo khe co giãn

2.5.2.1 Khe co giãn dùng bản thép:

- Loại này có cấu tạo liên tục qua khe biến dạng
- Bản thép chống thấm ngăn nước không thấm xuống dưới khi có vết nứt trên bề mặt lớp phủ.
- Thường được áp dụng khi $L_{nhịp} \leq 15m$