

Phần 13 - Lan can

13.1. PHẠM VI

Phần này dùng để thiết kế lan can của các cầu mới và các cầu cải tạo trong phạm vi khi thấy cần thay thế lan can là cần thiết.

Phần này đề ra 5 mức độ ngăn chặn của lan can cầu và các yêu cầu thiết kế liên quan đến các mức độ đó. Hướng dẫn cách xác định mức độ thích hợp với các loại vị trí cầu thông thường.

13.2. CÁC ĐỊNH NGHĨA

Bó vỉa dạng rào chắn - Là hệ thêm phẳng hoặc khối xây nhô cao hơn mặt đường ô tô dùng để phân cách lề đi bộ và/hoặc đường xe đạp; xem Hình 13.7.1-1.

Lan can xe đạp - Hệ thống lan can hoặc rào chắn, như được minh họa ở Hình 13.9-1 tạo sự hướng dẫn vật lý đối với người đi xe đạp qua cầu nhằm giảm tới mức tối thiểu khả năng người đi xe đạp bị rơi ra ngoài lan can .

Lan can đường đầu cầu - Hệ thống tường hộ lan cạnh đường đặt trước kết cấu và được bắt với hệ thống thanh lan can cầu nhằm để phòng xe đâm vào đầu lan can hoặc tường chắn thấp trên cầu .

Lan can dùng kết hợp - Hệ thống lan can cho xe đạp hoặc cho người đi bộ, như được minh họa ở Hình 13.5.2-1 và 13.9.3-1 được thêm vào cùng với hệ thống lan can hoặc rào chắn xe.

Rào chắn bê tông - Hệ thống lan can bằng bê tông cốt thép có một mặt về phía đường ô tô thường nhưng không phải là luôn luôn có hình dạng nâng cao an toàn.

Tường phòng hộ bê tông - Hệ thống lan can bằng bê tông cốt thép, thường được xét như một tường bê tông được tăng cường cốt thép một cách đầy đủ.

Thử nghiệm xe đâm vào lan can cầu - Cách tiến hành một loạt các thử nghiệm va đập lên nguyên mẫu lan can cầu .

Lực thiết kế - Một lực tĩnh tương đương đại diện cho lực động của xe được quy định truyền lực tới hệ thống lan can bằng cách đâm vào lan can theo tốc độ và góc ấn định.

Sự xâm phạm - Sự xâm phạm vào bên trong các vùng được quy định, giới hạn hoặc hạn chế của hệ thống đường bộ, như là vượt ngang các làn xe hoặc đâm vào hệ thống rào chắn. Cũng vậy, sự xâm phạm vào lộ giới của bất kỳ loại hình nào hoặc đặc trưng nào không thuộc kết cấu hoặc đối tượng đường bộ.

Vùng đầu - Vùng kê với bất kỳ mối nối mở nào trong hệ thống lan can bê tông đòi hỏi có cốt thép thêm.

Đường siêu cao tốc - Đường trục chính ô tô, có lối vào được kiểm soát, có hoặc không được phân hướng hoặc có giao khác mức tại các nút giao cắt.

Mặt bó vỉa - Bề mặt thẳng đứng hoặc nghiêng của bó vỉa ở phía đường ô tô.

Đường cao tốc - Đường trục chính ô tô, có lối vào được kiểm soát, được phân hướng và giao khác mức tại các nút giao cắt.

Các tải trọng hướng dọc - Các lực thiết kế nằm ngang được đặt song song với hệ thống lan can hoặc rào chắn sinh ra do sự ma sát của các tải trọng ngang với hệ thống lan can.

Lan can đa dụng - Lan can có thể được dùng khi có hoặc không có đường người đi nhô cao.

Chủ Đầu tư - Nhà chức trách hoặc cơ quan chuyên ngành thuộc Chính phủ có trách nhiệm về tất cả các đặc điểm thiết kế an toàn và các chức năng của cầu.

Lan can cho người đi bộ - Hệ thống lan can hoặc rào chắn, như được minh họa trong Hình 13.8.2-1, tạo sự hướng dẫn vật lý đối với người đi bộ qua cầu, nhằm giảm tới mức tối thiểu khả năng người đi bộ bị rơi.

Cột - Bộ phận đỡ hệ thống thanh lan can thẳng đứng hoặc nghiêng để neo cấu kiện lan can với mặt cầu.

Cấu kiện thanh lan can - Bất kỳ thành phần nào tạo ra hệ thống lan can. Thông thường, nó gắn liền với nghĩa là bộ phận lan can đặt dọc.

Tốc độ cao/thấp - Tốc độ xe theo km/h. Các tốc độ thấp thường được sử dụng cho sự đi lại ở thành phố hoặc nông thôn mà ở đó các tốc độ được ghi rõ trên cột là dưới 70 km/h. Các tốc độ cao thường được gắn liền với đường cao tốc loại B hoặc loại A, ở đó các tốc độ ghi trên cột là 80 km/h hoặc hơn .

Lan can đường ô tô - Đồng nghĩa với lan can ô tô, được dùng như một lan can lắp đặt trên cầu hoặc trên kết cấu, khác với tường hộ lan hoặc lan can rào chắn ở giải phân cách giữa như nói trong các ấn phẩm khác.

Các tải trọng ngang - Các lực thiết kế nằm ngang được đặt thẳng góc lên hệ thống lan can hoặc rào chắn.

13.3. KÝ HIỆU

B = khoảng cách từ mép ngoài tới mép ngoài bánh xe trên một trục (mm) (13.7.3.3)

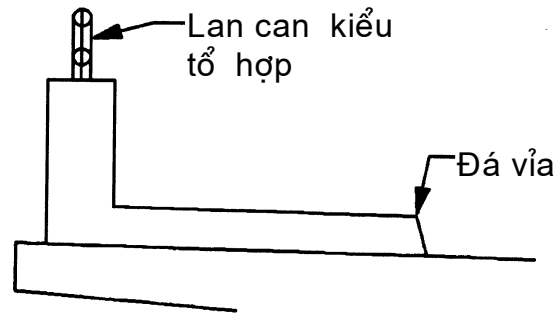
F_L	=	lực ma sát hướng dọc dọc theo lan can = $0,33F_t(N)$ (13.7.3.3)
F_t	=	lực va ngang của xe được phân bố trên một chiều dài L tại chiều cao H_c ở phía trên mặt cầu (N) (13.7.3.3)
F_v	=	lực thẳng đứng của xe nằm trên đỉnh lan can (N) (13.7.3.3)
G	=	chiều cao từ trọng tâm xe đến mặt cầu
H	=	chiều cao tường (mm) (13.7.3.4.1)
H_R	=	chiều cao lan can (mm) (A13.4)
H_w	=	chiều cao tường (mm) (A13.4)
L	=	khoảng cách cột của nhịp đơn giản (mm) (13.7.3.4.2)
L_c	=	chiều dài nguy hiểm của sự phá hoại đối với tường (mm) (13.7.3.4.1)
L_L	=	chiều dài phân bố lực ma sát F_L theo hướng dọc $L_L = L_t$ (mm)(13.7.3.3)
L_t	=	chiều dài phân bố của lực va F_t theo hướng dọc, dọc theo lan can đặt ở chiều cao H_c phía trên mặt cầu (mm) (13.7.3.3)
L_v	=	phân bố theo hướng dọc của lực thẳng đứng F_v ở trên đỉnh lan can (13.7.3.3)
l	=	chiều dài của tải trọng xe va xô vào lan can hay rào chắn, lấy bằng L_t , L_v hoặc L_L một cách tương ứng (mm) (13.7.3.4.1)
M_b	=	khả năng chịu mô men cực hạn của rầm tại đỉnh tường (N-mm) (13.7.3.4.1)
M_c	=	sức kháng uốn cực hạn của tường đối với trục nằm ngang (N-mm/mm)(13.7.3.4.1)
M_d	=	mô men tay hăng mặt cầu (N-mm/mm)(13.7.3.5.3a)
M_p	=	sức kháng dẻo hoặc phá hoại theo đường chảy của lan can (N-mm) (13.7.3.4.2)
M_w	=	sức kháng uốn cực hạn của tường đối với trục thẳng đứng (N-mm/mm)(13.7.3.4.1)
$\frac{P_p}{R}$	=	sức kháng tải trọng cực hạn của một cột lan can (N) (13.7.3.4.2)
\bar{R}	=	tổng các thành phần của các lực nằm ngang tác dụng vào lan can (N) (13.7.3.3)
W	=	trọng lượng xe tương ứng với mức độ làm việc yêu cầu, lấy theo Bảng 13.7.2-1 (N) (13.7.2).
W_b	=	bề rộng của tấm đáy hoặc khối phân bố (mm) (13.7.3.5.3e)
X	=	chiều dài phân hăng tính từ mặt đỡ tới rầm hoặc sườn rầm phía ngoài (mm) (13.7.3.5.3a)
\bar{Y}	=	Chiều cao của \bar{R} về phía trên mặt cầu (mm) (13.7.3.3)
ϕ	=	Hệ số sức kháng đối với trạng thái giới hạn cường độ trong các Phần 5, 6, hoặc đối với trạng thái giới hạn đặc biệt quy định trong Phần 1 (13.7.5.3b)

13.4. TỔNG QUÁT

Chủ đầu tư phải xác định mức độ ngăn chặn của lan can phù hợp với vị trí cầu.

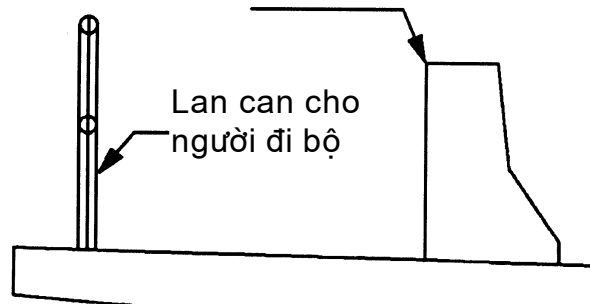
Lan can phải được bố trí dọc theo các mép kết cấu để bảo vệ cho xe và người đi bộ. Có thể yêu cầu lan can đối với các cống có chiều dài như cầu.

Đường dành cho người đi bộ có thể tách khỏi đường xe chạy kề bên bởi bố vỉa dạng rào chắn, lan can đường ô tô hoặc lan can dùng kết hợp như được chỉ ra trong Hình 1. Trên các đường tốc độ lớn, có bố trí đường người đi bộ, vùng đường đi bộ cần được tách ra khỏi đường xe chạy kề bên bằng một lan can đường ô tô hoặc lan can dùng kết hợp.



Áp dụng cho tốc độ thấp

Lan can chắn xe và người đi bộ



Áp dụng cho tốc độ cao

Hình 13.4-1 - Đường người đi bộ

Các lan can của cầu và sự gắn với phần hẫng mặt cầu phải được thử nghiệm xe đâm để chứng tỏ là chúng đáp ứng các yêu cầu kết cấu và hình học của mức độ ngăn chặn của lan can bằng sử dụng các tiêu chuẩn thử nghiệm quy định trong Điều 13.7.2.

13.5. VẬT LIỆU

Phải áp dụng các yêu cầu của các Phần 5 và 6. đối với các vật liệu được dùng trong hệ thống lan can, trừ khi có sự thay đổi khác ở đây.

13.6. CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN VÀ CÁC HỆ SỐ SỨC KHÁNG

13.6.1. TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ

Phải áp dụng các trạng thái giới hạn cường độ bằng cách dùng các tổ hợp tải trọng thích hợp trong Bảng 3.4.1-1 và các tải trọng được quy định ở đây. Các hệ số sức kháng đối với cột và các bộ phận lan can phải dùng theo quy định trong các Điều 5.5.4 và 6.5.4 .

Các tải trọng thiết kế dùng cho lan can người đi bộ phải theo quy định trong Điều 13.8.2. Các tải trọng thiết kế dùng cho lan can xe đạp phải theo quy định trong Điều 13.9.3. Các tải trọng của người đi bộ hoặc xe đạp phải được đặt vào các lan can dùng kết hợp như được quy định trong Điều 13.10.3. Các phần hẫng mặt cầu phải được thiết kế theo các tổ hợp tải trọng về cường độ tương ứng được quy định trong Bảng 3.4.1-1.

13.6.2. TRẠNG THÁI GIỚI HẠN ĐẶC BIỆT

Các lực được truyền từ lan can cầu tới mặt cầu có thể xác định bằng cách phân tích cường độ cực hạn của hệ thống lan can cầu, dùng các tải trọng cho trong Điều 13.7.3.3. Các lực đó phải được xem là các tải trọng tính toán tại trạng thái giới hạn đặc biệt.

13.7. LAN CAN ĐƯỜNG Ô TÔ

13.7.1. HỆ THỐNG LAN CAN

13.7.1.1. Tổng quát

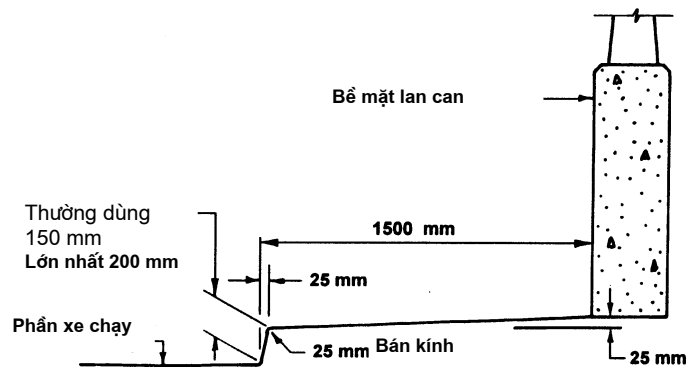
Mục đích chủ yếu của các lan can đường ô tô là phải chặn giữ và chỉnh hướng các xe cộ sử dụng kết cấu.

Cần xem xét để :

- Bảo vệ cho các người ngồi trên xe khi xe va vào lan can,
- Bảo vệ các xe khác ở gần nơi va chạm,
- Bảo vệ người và tài sản trên đường xe chạy và các vùng khác bên dưới kết cấu,
- Hiệu quả kinh tế của lan can, và
- Dáng vẻ và độ thoáng của tầm nhìn từ các xe chạy qua.

Một lan can dùng kết hợp, theo đúng các kích thước cho trong các Hình 13.8.2-1 và 13.9.3-1, có thể được xem như là thích hợp để dùng cho đường người đi bộ rộng 1000 mm hoặc hơn, và các chiều cao bó vỉa tới 200mm.

Việc dùng lan can kết hợp xe ô tô-người đi bộ thể hiện trong Hình 1 phải được hạn chế đối với các đường ấn định tốc độ 70 km/h hoặc nhỏ hơn.



Hình 13.7.1.1-1. Đường người đi nhô cao điển hình

13.7.1.2. Lan can đường đầu cầu

Hệ thống rào chặn phòng hộ đường đầu cầu cần được bố trí tại nơi bắt đầu của tất cả lan can cầu tốc độ cao trong vùng nông thôn.

Một hệ thống lan can đường đầu cầu nên bao gồm một sự chuyển tiếp từ hệ thống rào chặn phòng hộ tới hệ thống lan can cầu cứng có khả năng cho sức kháng bên đối với xe không điều khiển được. Hệ thống tường hộ lan can đầu cầu phải có đầu mút thích hợp.

13.7.1.3. Xử lý vùng đầu

Trong các vùng nông thôn tốc độ cao đầu tường phong hộ đầu cầu hoặc lan can phải có hình dạng phù hợp, hoặc được che chắn bởi rào chắn ô tô.

13.7.2. TIÊU CHUẨN LỰA CHỌN MỨC ĐỘ NGĂN CHẶN

Cần quy định một trong mức độ sau đây:

- L1 - Mức cấp một được chấp nhận chung áp dụng cho các công trường với tốc độ quy định thấp và lưu lượng xe rất thấp, cho các đường phố khu vực có tốc độ thấp.
- L2 - Mức cấp hai-được chấp nhận chung áp dụng cho các công trường và hầu hết các đường địa phương và đường thu gom với điều kiện tại chỗ cũng như công trường thuận lợi và ở nơi dự kiến có một số lượng nhỏ các xe nặng và tốc độ quy định được giảm bớt.
- L3 - Mức cấp ba - được chấp nhận chung áp dụng cho hầu hết các đường có tốc độ cao với hỗn hợp các xe tải và các xe nặng.
- L4 - Mức cấp bốn - được chấp nhận chung áp dụng cho đường cao tốc với tốc độ cao, lưu lượng giao thông lớn với tỷ lệ cao hơn của các xe nặng và cho đường bộ với điều kiện tại chỗ xấu.
- L5 - Mức cấp năm - được chấp nhận chung áp dụng giống như mức cấp bốn khi có điều kiện tại chỗ chứng minh cần mức độ ngăn chặn cao hơn.

Trách nhiệm của Chủ đầu tư là phải xác định mức độ ngăn chặn nào là phù hợp nhất với vị trí công trình.

Trong trường hợp Chủ đầu tư yêu cầu thí nghiệm va xô thì tiêu chuẩn thí nghiệm cho mức độ ngăn chặn được chọn cần phù hợp với trọng lượng xe, tốc độ va và góc va mô tả trong Bảng 1.

Bảng 13.7.2-1 - Mức độ ngăn chặn của lan can cầu và các tiêu chuẩn thí nghiệm va

Đặc trưng xe cộ	Xe con		Xe tải thùng	Xe tải đơn	Xe kéo moóc	
	W (kN)	7	8	20	80	220
B (mm)	1.700	1,700	2,000	2,300	2,450	2,450
G (mm)	550	550	700	1,250	1,630	1,850
Góc va (độ)	20°	20°	25°	15°	15°	15°
Mức độ	Tốc độ thí nghiệm (km/h)					
L1	50	50	50	N/A	N/A	N/A
L2	70	70	70	N/A	N/A	N/A
L3	100	100	100	80	N/A	N/A
L4	100	100	100	N/A	80	N/A
L5	100	100	100	N/A	N/A	80

13.7.3 . THIẾT KẾ LAN CAN

13.7.3.1. Tổng quát

Thông thường lan can đường ô tô nên có một mặt liên tục nhìn về phía xe chạy. Các cột trụ bằng thép với các cấu kiện lan can nên được đặt về phía sau của mặt lan can. Sự liên tục về mặt kết cấu trong các bộ phận lan can và các neo ở các đầu cần được xét đến.

13.7.3.1.1. Áp dụng các hệ thống được thử nghiệm trước đây

Một hệ thống lan can tỏ ra thoả mãn các thử nghiệm va xô tỷ lệ thật trước đây có thể được sử dụng mà không cần có sự phân tích và/hoặc thử nghiệm thêm, với điều kiện là sự lắp đặt đề xuất không có các đặc điểm mà chúng không tồn tại trong hình thể thử nghiệm có thể làm giảm giá trị làm việc của hệ thống lan can đã thử nghiệm.

13.7.3.1.2. Hệ thống mới

Các hệ thống lan can mới phải được thiết kế phù hợp với Điều 13.7.3, khi Chủ Đầu tư yêu cầu phải bổ sung thêm thí nghiệm.

13.7.3.2. Hình học và các neo

13.7.3.2.1. Chiều cao tường phòng hộ hoặc lan can đường ô tô

Các lan can bê tông thiết kế theo các mặt nghiêng về phía xe cộ phải có chiều cao nhỏ nhất là 810.

Xem xét đối với lớp phủ mặt cầu trong tương lai không phải tăng đáy lớp đục bỏ 75mm của dạng an toàn. Chiều cao nhỏ nhất của vách bê tông trong tường phòng hộ bê tông có mặt phẳng thẳng đứng phải là 685mm.

Chiều cao nhỏ nhất của lan can đường người đi bộ và xe đạp cần được đo bên trên bề mặt của đường người đi bộ hoặc đường xe đạp.

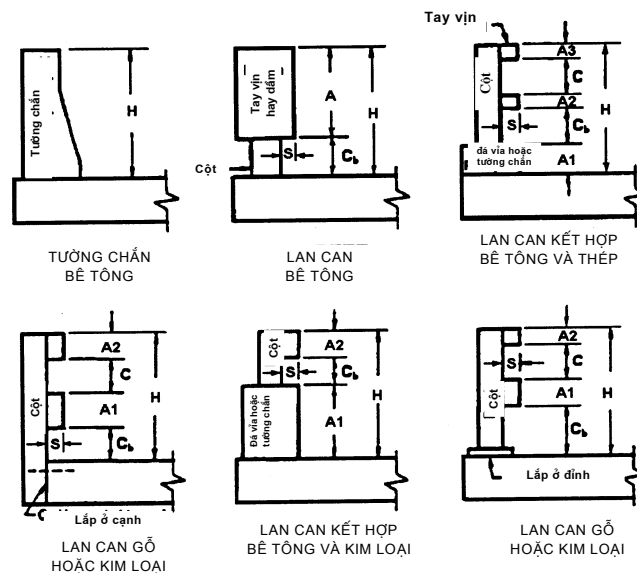
Các yêu cầu nhỏ nhất về hình học đối với các lan can dùng kết hợp phải được lấy theo quy định trong Điều 13.9 và 13.10

13.7.3.2.2. Phân cách các cấu kiện thanh lan can

Đối với các lan can đường bộ, các tiêu chuẩn về khoảng trống lớn nhất giữa các lan can C, tổng bề rộng các thanh lan can $\sum A$ đối với các khoảng cách thụt vào khác nhau của cột S phải lấy theo Bảng 1. Định nghĩa của các thông số này đối với các lan can điển hình được mô tả trong Hình 1.

Bảng 13.7.3.2.2-1- Tiêu chuẩn phân cách lan can và chiều rộng

S (mm)	C (mm)		ΣA/H	
	Max tuyệt đối	Max mong muốn	Min tuyệt đối	Min mong muốn
0	250	250	0,75	0,80
25	3000	265	0,65	0,80
50	325	285	0,52	0,80
75	325	300	0,40	0,70
100	325	300	0,30	0,60
125	350	300	0,30	0,50
≥ 150	380	300	0,30	0,45



Hình 13.7.3.2.2-1- Các lan can đường ô tô điển hình

Đối với lan can dùng kết hợp và lan can người đi bộ khoảng trống tối đa thẳng đứng giữa các thanh lan can kề nhau hoặc cột lan can phải theo quy định trong các Điều 13.8 , 13.9 và 13.10.

13.7.3.2.3 . Neo

Phải tạo sự dính kết, các đầu móc, gắn với các tấm được chôn sâu hoặc bất kỳ tổ hợp nào với nó để phát huy được cường độ chảy hoàn toàn của bu lông neo dùng cho lan can thép. Cốt thép dùng cho các rào chắn bê tông phải có chiều dài chôn sâu đầy đủ để phát huy hết cường độ chảy.

13.7.3.3. Lực thiết kế lan can đường ô tô

Trừ khi có sự thay đổi ở đây, phải áp dụng trạng thái giới hạn cực hạn và các tổ hợp tải trọng tương ứng trong Bảng 3.4.1-1.

Các lực thiết kế lan can và các tiêu chuẩn hình học phải như quy định trong Bảng 1 và được minh họa trong Hình 1. Các tải trọng ngang và dọc được cho trong Bảng 1 không cần thiết đặt cùng với các tải trọng thẳng đứng.

Các lan can phải được thiết kế theo:

$$\bar{R} \geq F_t \tag{13.7.3.3-1}$$

$$\bar{Y} \geq H_c \tag{13.7.3.3-2}$$

trong đó:

$$\bar{R} = \Sigma R_i \tag{13.7.3.3-3}$$

$$\bar{Y} = \frac{\Sigma (R_i Y_i)}{R} \tag{13.7.3.3-4}$$

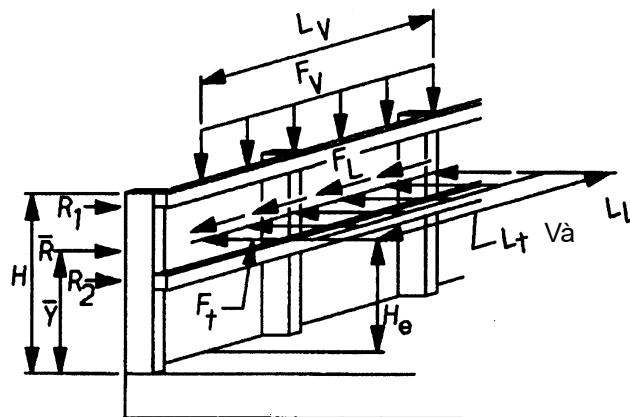
với

R_i = sức kháng của thanh lan can (N)

Y_i = khoảng cách từ mặt cầu tới thanh lan can thứ i (mm)

Bảng 13.7.3.3-1- Các lực thiết kế đối với các lan can đường ô tô

Các lực thiết kế và các ký hiệu	Các mức độ thiết kế của lan can				
	L-1	L-2	L-3	L-4	L-5
F_t Ngang (kN)	60	120	240	516	550
F_L Dọc (kN)	20	40	80	173	183
F_v Thẳng đứng (kN) hướng xuống dưới	20	20	80	222	355
L_t và L_l (mm)	1220	1220	1 070	2440	2440
L_v (mm)	5500	5500	5 500	12200	12200
H_e (min) (mm)	460	510	810	1020	1070
Chiều cao lan can nhỏ nhất H (mm)	810	810	810	1020	1370



Hình 13.7.3.3-1- Các lực thiết kế lan can cầu kim loại. Vị trí thẳng đứng và chiều dài phân bố ngang

Tất cả các lực phải đặt vào các cấu kiện thanh lan can dọc. Việc phân bố các tải trọng hướng dọc tới các cột phải phù hợp với tính liên tục của các cấu kiện thanh lan can. Việc phân bố các tải trọng hướng ngang phải phù hợp với cơ cấu phá hoại giả định của hệ thống lan can.

13.7.3.4. Quy định thiết kế đối với lan can

13.7.3.4.1. Lan can bê tông

Có thể dùng phân tích đường chảy và thiết kế cường độ đối với các rào chắn và tường phòng hộ bằng bê tông cốt thép và bê tông dự ứng lực.

Sức kháng danh định của lan can đối với tải trọng ngang R_w có thể được xác định bằng phương pháp đường chảy như sau:

- Đối với các va xô trong một phân đoạn tường:

$$R_w = \left(\frac{2}{2L_c - L_t} \right) \left(8M_b + 8M_w H + \frac{M_c L_c^2}{H} \right) \quad (13.7.3.4-1)$$

Chiều dài tường tối hạn L_c trên đó xảy ra cơ cấu đường chảy phải lấy bằng:

$$L_c = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2} \right)^2 + \frac{8H(M_b + M_w H)}{M_c}} \quad (13.7.3.4-2)$$

- Với các va chạm tại đầu tường hoặc tại mối nối :

$$R_w = \left(\frac{2}{2L_c - L_t} \right) \left(M_b + M_w H + \frac{M_c L_c^2}{H} \right) \quad (13.7.3.4-3)$$

$$L_c = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2} \right)^2 + H \left(\frac{M_b + M_w H}{M_c} \right)} \quad (A13.3.1-4)$$

trong đó:

- F_t = lực ngang quy định trong Bảng 13.7.3.3 giả định đang tác động tại đỉnh tường bê tông (N)
- H = chiều cao tường (mm)
- L_c = chiều dài tối hạn của kiểu phá hoại theo đường chảy (mm)
- L_t = chiều dài phân bố của lực va theo hướng dọc F_t (mm)
- R_w = tổng sức kháng bên của lan can (N)

- M_b = sức kháng uốn phụ thêm của dầm cộng thêm với M_w nếu có, tại đỉnh tường (N-mm)
 M_w = sức kháng uốn của tường (N-mm/mm)
 M_c = sức kháng uốn của tường hằng quy định trong Điều 13.7.3.5.2 (N-mm/mm)

Đối với việc dùng các phương trình trên, M_c và M_w không nên thay đổi đáng kể theo chiều cao tường. Đối với các trường hợp khác, nên dùng phân tích phá hoại theo đường chảy chính xác.

13.7.3.4.2. Lan can dạng cột và dầm

Phải dùng sự phân tích phi đàn hồi để thiết kế các lan can dạng cột-dầm phá hoại. Sức kháng danh định tới hạn của tường, R , phải được lấy theo trị số nhỏ nhất xác định từ các phương trình 1 và 2 cho một số nhịp lan can khác nhau, N .

- Đối với các dạng phá hoại gồm số lượng nhịp lan can lẻ N :

$$R = \frac{16M_p + (N-1)(N+1)P_p L}{2NL - L_t} \quad (13.7.3.4-1)$$

- Đối với các dạng phá hoại gồm số lượng nhịp lan can chẵn N :

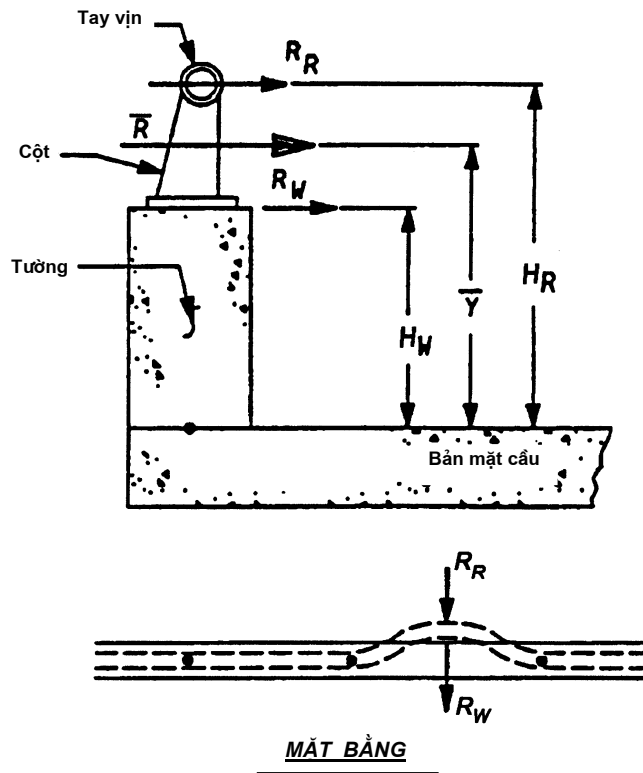
$$R = \frac{16M_p + N^2 P_p L}{2NL - L_t} \quad (13.7.3.4-2)$$

- L = khoảng cách cột hoặc chiều dài một nhịp (mm)
 M_p = sức kháng phi đàn hồi hoặc sức kháng đường chảy của tất cả các thanh lan can tham gia vào khớp dẻo (N-mm)
 P_p = sức kháng tải trọng ngang cực hạn của cột đứng đơn lẻ ở cao độ \bar{Y} phía trên mặt cầu (N)
 R = tổng sức kháng cực hạn, tức là sức kháng danh định của lan can (N)
 L_t, L_L = chiều dài theo chiều ngang của các tải trọng va phân bố của xe F_t và F_L (mm)

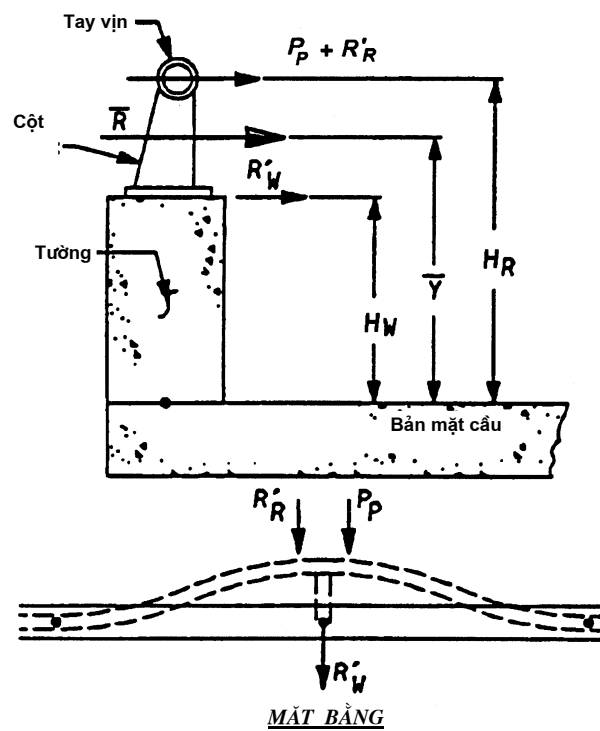
13.7.3.4.3 . Tổ hợp tường phòng hộ bê tông và thanh lan can kim loại

Sức kháng của từng bộ phận của tổ hợp thanh lan can cầu phải được xác định theo quy định trong các Điều 13.7.3.4.1 và 13.7.3.4.2. Cường độ chịu uốn của thanh lan can phải được xác định trên một nhịp R_R và trên hai nhịp R'_R . Sức kháng của cột trên đỉnh tường, P_p , phải được xác định bao gồm cả sức kháng của các bu lông neo hoặc cột.

Sức kháng của tổ hợp tường phòng hộ và thanh lan can phải lấy theo các sức kháng nhỏ hơn được xác định theo hai phương thức phá hoại được thể hiện trong các Hình 1 và 2.



Hình 13.7.3.4.3.1- Lực và tại giữa nhịp thanh lan can -
Tổ hợp tường bê tông và thanh lan can kim loại.



Hình 13.7.3.4.3-2 - Lực và tại cột của tổ hợp tường bê tông và thanh lan can kim loại

Khi xe va vào giữa nhịp thanh lan can kim loại, như minh họa trong Hình 1, sức kháng uốn của thanh lan can, R_R , và cường độ lớn nhất của tường bê tông R_w , phải được cộng với nhau để xác định cường độ tổ hợp \bar{R} và chiều cao hữu hiệu, \bar{Y} được lấy theo:

$$\bar{R} = R_R + R_w \quad (13.7.3.4.3-1)$$

$$\bar{Y} = \frac{R_R H_R + R_w H_w}{\bar{R}} \quad (13.7.3.4.3-2)$$

trong đó:

- R_R = khả năng cực hạn của thanh lan can trên một nhịp (N)
- R_w = khả năng cực hạn của tường theo quy định trong Điều 13.7.3.4.1 (N)
- H_w = chiều cao tường (mm)
- H_R = chiều cao thanh lan can (mm)

Khi xe va vào cột, như được minh họa trong Hình 2, cường độ hợp lực lớn nhất, \bar{R} , phải được lấy theo tổng khả năng chịu lực của cột P_p , cường độ thanh lan can, R'_R và cường độ tường được giảm R'_w đặt tại chiều cao \bar{Y} .

$$\bar{R} = P_p + R'_R + R'_w \quad (13.7.3.4.3-3)$$

$$\bar{Y} = \frac{P_p H_R + R'_R H_R + R'_w H_w}{\bar{R}} \quad (13.7.3.4.3-4)$$

với :

$$R'_w = \frac{R_w H_w - P_p H_R}{H_w} \quad (13.7.3.4.3.5)$$

trong đó :

- P_p = sức kháng cực hạn theo hướng ngang của cột (N)
- R'_R = sức kháng cực hạn theo hướng ngang của thanh lan can qua hai nhịp (N)
- R_w = sức kháng cực hạn hướng ngang của tường theo quy định trong Điều A13.3.1 (N)
- R'_w = khả năng chịu lực của tường, được giảm để chịu tải trọng cột (N)

13.7.3.5. Thiết kế phần hẫng mặt cầu

13.7.3.5.1. Các trường hợp thiết kế

Các phần hẫng của mặt cầu phải được thiết kế với các trường hợp thiết kế được xem xét một cách riêng rẽ như sau:

- Trường hợp thiết kế 1: các lực ngang và dọc quy định trong Điều 13.7.3.3 - trạng thái giới hạn đặc biệt .
- Trường hợp thiết kế 2: các lực thẳng đứng quy định trong Điều 13.7.3.3- trạng thái giới hạn đặc biệt.
- Trường hợp thiết kế 3: các tải trọng quy định trong Điều 3.6.1 các tải trọng này chất lên phần hẫng- trạng thái giới hạn cường độ.

Trừ khi có một chiều dày nhỏ hơn có thể được chứng tỏ là thoả mãn bởi thử nghiệm chống va xô, bề dày nhỏ nhất tại mép phần hẫng mặt cầu bê tông phải được lấy theo:

- Đối với các phần hẫng mặt cầu bê tông đỡ hệ thống nhô cao : 200mm
- Đối với hệ thống cột nhô cao ở cạnh bên : 300mm
- Đối với các phần hẫng mặt cầu bê tông đỡ các tường phòng hộ hoặc các rào chắn bê tông : 200mm

13.7.3.5.2. Mặt cầu đỡ các lan can loại tường phòng hộ bê tông

Đối với trường hợp thiết kế 1, phần hẫng mặt cầu có thể được thiết kế để tạo ra sức kháng uốn M_s theo N-mm/mm, tác động đồng thời với lực kéo T theo N/mm, theo quy định ở đây, lớn hơn M_s của tường phòng hộ. Lực kéo dọc trục T, có thể lấy theo :

$$T = \frac{R_w}{L_c + 2H} \quad (13.7.3.5.2-1)$$

trong đó

- R_w = sức kháng của tường phòng hộ, quy định trong Điều 13.7.3.4.1 (N)
- L_c = chiều dài tới hạn của kiểu phá hoại theo đường chảy (mm)
- H = chiều cao tường (mm)
- T = lực kéo trên đơn vị chiều dài mặt cầu (N/mm).

Thiết kế phần hẫng mặt cầu theo các lực thẳng đứng quy định trong trường hợp thiết kế 2 phải dựa trên đoạn hẫng của mặt cầu.

13.7.3.5.3. Mặt cầu đỡ các lan can dạng cột và dầm**13.7.3.5.3a. Thiết kế phân hẫng**

Đối với trường hợp thiết kế 1, mômen M_d trên mm và lực đẩy trên mm của mặt cầu T có thể được lấy theo:

$$M_d = \frac{M_{\text{cột}}}{W_b + D} \quad (13.7.3.5.3a-1)$$

$$T = \frac{P_p}{W_b + D} \quad (13.7.3.5.3a-2)$$

Đối với trường hợp thiết kế 2, lực cắt xuyên thủng và mômen phân hẫng có thể lấy theo:

$$P_v = \frac{F_v L}{L_v} \quad (13.7.3.5.3a-3)$$

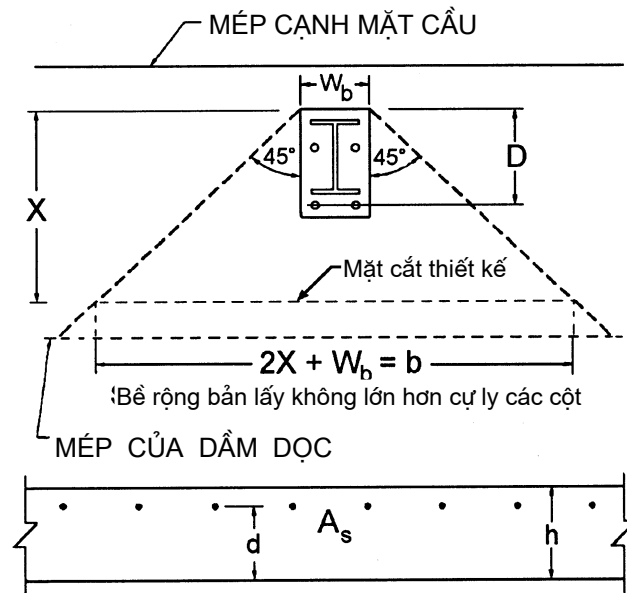
$$M_d = \frac{P_v X}{b} \quad (13.7.3.5.3a-4)$$

với:

$$b = 2X + W_b \leq L \quad (13.7.3.5.3a-5)$$

trong đó:

- $M_{\text{cột}}$ = sức kháng uốn của cột lan can (N)
- P_p = lực cắt tương ứng với $M_{\text{cột}}$ (N)
- X = khoảng cách từ mép ngoài của tấm đáy cột tới mặt cắt đang xem xét như quy định trong Hình 1 (mm)
- W_b = chiều rộng tấm đáy (mm)
- T = lực kéo trong mặt cầu (N/mm)
- D = khoảng cách từ mép ngoài tấm đáy tới hàng bulông phía trong nhất như được cho trong Hình 1 (mm)
- L = khoảng cách cột (mm)
- L_v = chiều dài phân bố theo hướng dọc của lực thẳng đứng F_v , trên đỉnh lan can (mm).
- F_v = lực thẳng đứng của xe đang nằm trên đỉnh của thanh lan can sau khi các lực xung kích F_t và F_L đã qua (N).



Hình 13.7.3.5.3a-1 - Chiều dài hữu hiệu của bản cánh hằng chịu các tải trọng tập trung của cột-Theo phương ngang hoặc thẳng đứng.

13.7.3.5.3b. Sức kháng đối với lực cắt xuyên thủng

Đối với trường hợp thiết kế 1, lực cắt tính toán có thể được lấy theo:

$$V_u = A_t F_y \tag{13.7.3.5.3b-1}$$

Sức kháng tính toán của các phần hằng mặt cầu đối với lực cắt xuyên thủng có thể lấy theo:

$$V_r = \phi V_n \tag{13.7.3.5.3b-2}$$

$$V_n = v_c \left[W_b + h + 2 \left(E + \frac{B}{2} + \frac{h}{2} \right) \right] h \tag{13.7.3.5.3b-3}$$

$$v_c = \left(0,166 + \frac{0,332}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} \leq 0,332 \sqrt{f'_c} \tag{13.7.3.5.3b-4}$$

$$\frac{B}{2} + \frac{h}{2} \leq B \tag{13.7.3.5.3b-5}$$

với:

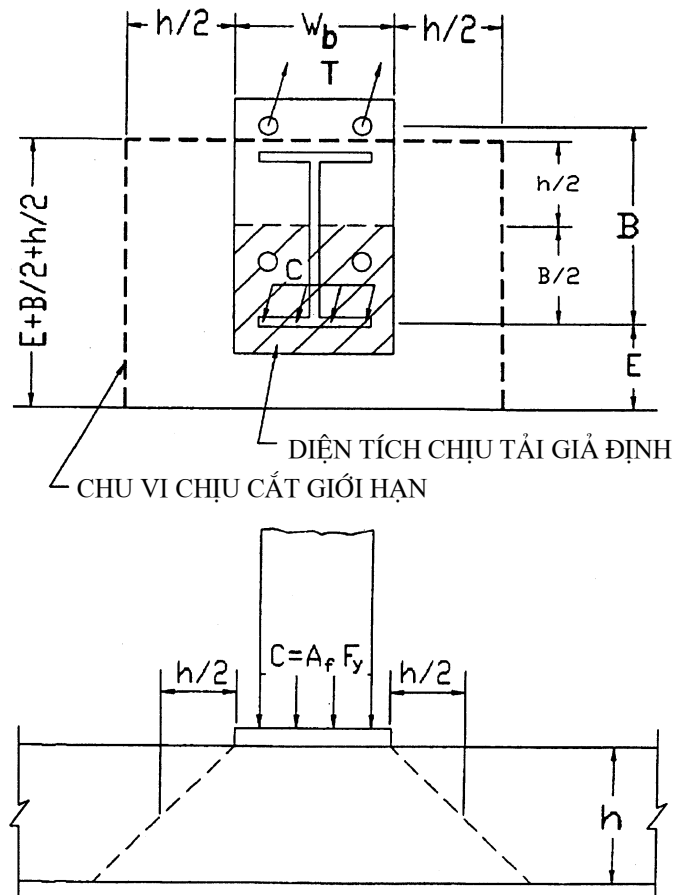
$$\beta_c = W_b / D$$

trong đó:

- h = chiều cao bản (mm)
- W_b = chiều rộng tấm đáy (mm)
- A_t = diện tích bản cánh cột chịu nén (mm²)
- F_y = cường độ chảy của bản cánh cột chịu nén (MP_a)
- b = chiều dài mặt cầu chịu cường độ cột hoặc tải trọng cắt = h + W_b

- B = khoảng cách giữa các trọng tâm các hợp lực ứng suất kéo và nén trong cột (mm)
 D = chiều dày tấm đáy (mm)
 E = khoảng cách từ mép bản tới trọng tâm của hợp lực ứng suất nén trong cột (mm)
 f'_c = cường độ chịu nén của bê tông ở tuổi 28 ngày (MP_a)
 ϕ = hệ số sức kháng = 1,0

Sự phân bố giả định của các lực đối với lực cắt xuyên thủng phải như được cho trong Hình 1.



Hình 13.7.3.5.3b -1- Kiểu phá hoại cắt xuyên thủng

13.8. LAN CAN ĐƯỜNG NGƯỜI ĐI BỘ

13.8.1. HÌNH HỌC

Chiều cao nhỏ nhất của lan can đường người đi bộ phải là 1060 mm được đo mặt đường người đi bộ.

Một lan can đường người đi bộ có thể bao gồm các cấu kiện nằm ngang và/hoặc thẳng đứng. Khoảng hở tịnh giữa các cấu kiện lan can không được vượt quá 150 mm.

Khi dùng cả hai loại cấu kiện nằm ngang và thẳng đứng khoảng hở tịnh 150 mm phải áp dụng đối với phần lan can thấp hơn 685 mm và khoảng cách trong phần cao hơn không được lớn hơn hoặc 380 mm hoặc theo như được chỉ ra trong Bảng 13.7.3.2.2-1. Cần dùng loại đầu lan can và bố vỉa có dạng an toàn.

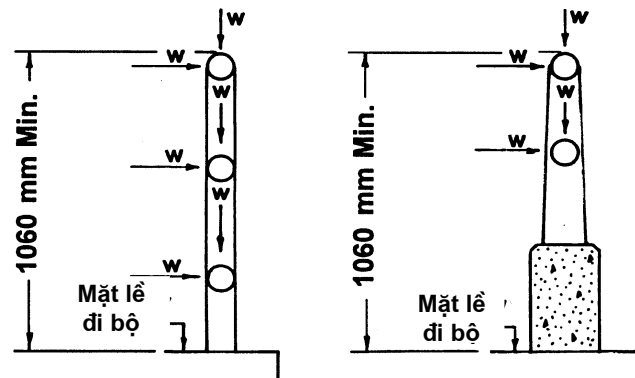
Các yêu cầu khoảng cách thanh lan can cho ở trên không nên dùng đối với cột lan can và hàng rào bằng dây xích hoặc cột đỡ tấm lưới kim loại. Mặt lưới của dây xích hoặc tấm lưới kim loại không nên rộng hơn 50mm.

13.8.2. HOẠT TẢI THIẾT KẾ

Hoạt tải thiết kế đối với lan can đường người đi bộ phải là $w = 0.37 \text{ N/mm}$, theo cả hai hướng ngang và thẳng đứng, tác động đồng thời trên từng cấu kiện hướng dọc. Bộ phận lan can cũng phải được thiết kế với một tải trọng tập trung 890 N, có thể tác động đồng thời với các tải trọng ở trên tại bất kỳ điểm nào và theo hướng bất kỳ tại đỉnh lan can.

Tải trọng thiết kế đối với hàng rào bằng dây xích phải là $7,2 \times 10^{-4} \text{ MPa}$ tác động thẳng góc lên trên toàn bộ bề mặt.

Việc đặt các tải trọng phải theo như được chỉ ra trong Hình 1, trong đó các hình dạng của các bộ phận lan can chỉ là minh họa. Có thể dùng bất kỳ vật liệu nào hoặc tổ hợp của các vật liệu quy định trong Điều 13.5.



Hình 13.8.2-1. Các tải trọng lan can đường người đi bộ - được dùng trên mép ngoài của đường người đi bộ khi giao thông đường bộ được ngăn cách với giao thông người đi bộ bởi lan can đường ô tô-Hình dạng lan can chỉ là minh họa.

13.9. LAN CAN ĐƯỜNG XE ĐẠP

13.9.1. TỔNG QUÁT

Các lan can xe đạp phải được dùng cho các cầu chuyên dùng được thiết kế riêng cho xe đạp đi và cho các cầu mà ở đó nhận thấy cần thiết phải bảo vệ đặc biệt cho người đi xe đạp.

13.9.2. HÌNH HỌC

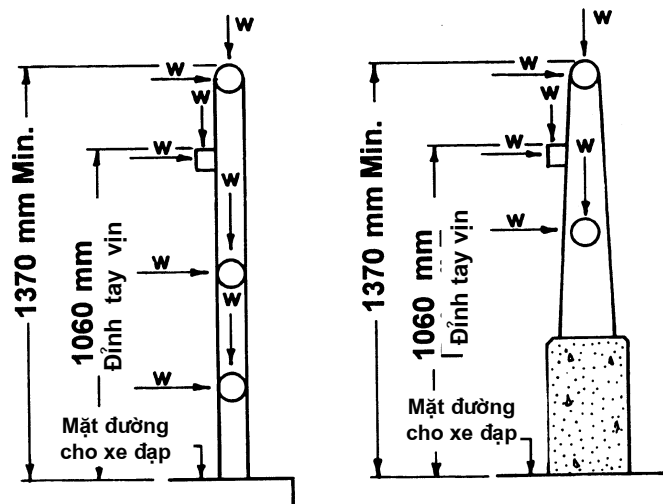
Chiều cao của lan can đường xe đạp không được nhỏ hơn 1370 mm đo từ bề mặt đường xe đạp lăn bánh. Chiều cao vùng trên và vùng của lan can xe đạp phải ít nhất là 685 mm. Các vùng trên và vùng dưới phải có lan can có khoảng cách thỏa mãn các quy định tương ứng của Điều 13.8.1.

Nếu thấy là cần thiết, các thanh lan can nhấn gắn với lan can hoặc hàng rào để đề phòng sự đâm toạc vào người nên đủ cao để bảo vệ một phạm vi rộng các chiều cao ghi đông xe đạp. Nếu dùng màn chắn, hàng rào hoặc một mặt đặc thì số lượng các thanh lan can có thể giảm bớt.

13.9.3. HOẠT TẢI THIẾT KẾ

Khi chiều cao lan can vượt quá 1370 mm bên trên bề mặt xe lăn bánh, các tải trọng thiết kế phải do người thiết kế quy định. Các tải trọng thiết kế đối với chiều cao lan can xe đạp thấp hơn 1370 mm không được nhỏ hơn các tải trọng thiết kế được quy định trong Điều 13.8.2.

Việc đặt các tải trọng phải theo như thể hiện trong Hình 1. Có thể dùng vật liệu bất kỳ nào hoặc tổ hợp nhiều vật liệu quy định trong Điều 13.5.



Hình 13.9.3-1- Các tải trọng lan can đường xe đạp - Được đặt ở mép ngoài đường xe đạp khi giao thông đường ô tô được ngăn cách với giao thông đường xe đạp bằng lan can đường ô tô. Hình dạng lan can chỉ là minh họa.

13.10. LAN CAN DỪNG KẾT HỢP

13.10.1. TỔNG QUÁT

Lan can dừng kết hợp phải phù hợp với các yêu cầu của hoặc lan can đường người đi bộ hoặc lan can đường xe đạp, như được quy định trong Điều 13.8 và 13.9, chọn theo lan can thích hợp. Phần lan can đường ô tô của lan can dừng kết hợp phải phù hợp với Điều 13.7.

13.10.2 . HÌNH HỌC

Các điều khoản hình học của các Điều 13.7, 13.8 và 13.9 phải áp dụng đối với các phần tương ứng của chúng trong lan can dừng kết hợp.

13.10.3. HOẠT TẢI THIẾT KẾ

Các tải trọng thiết kế đã quy định trong các Điều 13.8 và 13.9 không được đặt đồng thời cùng với các tải trọng va của ô tô.

13.11. BÓ VỈA VÀ LỀ ĐƯỜNG ĐI BỘ

13.11.1. TỔNG QUÁT

Các kích thước theo chiều ngang của bề rộng đường xe chạy phải lấy từ đáy của mặt bó vỉa. Bó vỉa của lề đường đi bộ ở phía giao thông đường ô tô của lan can cầu phải được xem như là phần không tách rời của lan can và phải được bao gồm trong bất kỳ thí nghiệm va xô nào

13.11.2. LỀ ĐƯỜNG ĐI BỘ

Khi dùng bó vỉa và rãnh thoát nước với lề đường đi bộ trên các đường dẫn đầu cầu thì chiều cao bó vỉa cho đường người đi được nâng cao trên cầu không nên cao quá 200 mm. Nếu yêu cầu bó vỉa có rào chắn thì chiều cao bó vỉa không nên thấp dưới 150 mm. Nếu chiều cao bó vỉa trên cầu khác chiều cao bó vỉa ngoài cầu thì nên làm đoạn chuyển tiếp đều dài hơn hoặc bằng 20 lần chênh lệch về chiều cao.

13.11.3. XỬ LÝ ĐẦU CÁC LAN CAN

Việc xử lý đầu các lan can đường ô tô hoặc rào chắn bất kỳ nào phải đáp ứng các yêu cầu được quy định trong các Điều 13.7.1.2 và 13.7.1.3.