TCVN **TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

TCVN 11823-3:2017

THIẾT KẾ CẦU ĐƯỜNG BỘ - PHẦN 3: TẢI TRỌNG VÀ HỆ SỐ TẢI TRỌNG

Highway bridge design specification - Part 3: Loads and load factors

HÀ NỘI - 2017

MỤC LỤC

1 PHẠM VI ÁP DỤNG 9
2 KÝ HIỆU 9
3 THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA 10
4 CÁC HỆ SỐ VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG 13
4.1 HỆ SỐ TẢI TRỌNG VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG 13
4.2 HỆ SỐ TẢI TRỌNG DÙNG CHO TẢI TRỌNG THI CÔNG 18
4.2.1 Đánh giá theo trạng thái giới hạn cường độ 18
4.3 HỆ SỐ TẢI TRỌNG DÙNG CHO LỰC KÍCH NÂNG HẠ KẾT CẤU NHỊP VÀ LỰC KÉO SAU ĐỐI VỚI CÁP DỰ ỨNG LỰC 18
4.3.1 Lực kích 18
4.3.2 Lực thiết kế vùng neo kéo sau 18
4.4 HỆ SỐ TẢI TRỌNG CHO BẢN TRỰC HƯỚNG 18
5 TẢI TRỌNG THƯỜNG XUYÊN 19
5.1 TĨNH TẢI DC, DW VÀ EV 19
5.2 TẢI TRỌNG ĐẤT EH, ES VÀ DD 19
6 HOẠT TẢI 20
6.1 TẢI TRỌNG TRỌNG LỰC: LL VÀ PL 20
6.1.1 Hoạt tải xe 20
6.1.1.1 Số làn xe thiết kế 20
6.1.1.2 Hệ số làn xe 20
6.1.2 Hoạt tải xe ôtô thiết kế 21
6.1.2.1 Tổng quát 21
6.1.2.2 Xe tải thiết kế 21
6.1.2.3 Xe hai trục thiết kế 21
6.1.2.4 Tải trọng làn thiết kế 22
6.1.2.5 Diện tích tiếp xúc của lốp xe 22
6.1.2.6 Phân bố tải trọng bánh xe qua đất đắp 22
6.1.3 Vận dụng xếp hoạt tải xe thiết kế 24
6.1.3.1 Tổng quát 24
6.1.3.2 Chất tải để đánh giá độ võng do hoạt tải 25
6.1.3.3 Tải trọng thiết kế mặt cầu, hệ mặt cầu và bản đỉnh của cống hộp 25
6.1.3.4 Tải trọng trên bản hẫng 26
6.1.4 Tải trọng mỏi 26
6.1.4.1 Độ lớn và dạng hoạt tải 26
6.1.4.2 Tần số lặp 26

6.1.4.3 Phân bố tải trọng khi tính mỏi 27
6.1.4.3.1 Các phương pháp chính xác 27
6.1.4.3.2 Các phương pháp gần đúng 27
6.1.5 Tải trọng đường sắt 27
6.1.6 Tải trọng bộ hành 27
6.1.7 Tải trọng trên lan can 27
6.2 TỶ LỆ GIA TĂNG LỰC DO XUNG KÍCH: IM 28
6.2.1 Tổng quát 28
6.2.2 Kết cấu vùi 28
6.3 LỰC LY TÂM: CE 28
6.4 LỰC HÃM XE: BR 29
6.5 LỰC VA CỦA XE: CT 29
6.5.1 Bảo vệ kết cấu 29
6.5.2 Xe cộ và tầu hoả va vào kết cấu 29
6.5.3 Xe cộ va vào lan can 30
7 TẢI TRỌNG NƯỚC: WA 30
7.1 ÁP LỰC TĨNH 30
7.2 LỰC ĐẨY NỔI 30
7.3 ÁP LỰC DÒNG CHẢY 30
7.3.1 Theo chiều dọc 30
7.3.2 Theo chiều ngang 31
7.4 TẢI TRỌNG SÓNG 31
7.5 KIỂM SOÁT SỰ BIẾN ĐỔI ĐIỀU KIỆN NỀN MÓNG DO TÁC ĐỘNG CỦA XÓI 32
8 TẢI TRỌNG GIÓ: WL VÀ WS 32
8.1 TẢI TRỌNG GIÓ NGANG 32
8.1.1 Tổng quát 32
8.1.2 Tải trọng gió tác động lên công trình : WS 33
8.1.2.1 Tải trọng gió ngang 33
8.1.2.2 Tải trọng gió dọc 35
8.1.3 Tải trọng gió tác dụng lên xe cộ: WL 35
8.2 TẢI TRỌNG GIÓ THẲNG ĐỨNG 35
8.3 MẤT ỔN ĐỊNH ĐÀN HỒI KHÍ ĐỘNG 36
8.3.1 Tổng quát 36
8.3.2 Hiện tượng đàn hồi khí 36
8.3.3 Kiểm tra đáp ứng động 36
8.3.4 Thí nghiệm hầm gió 36

9 HIỆU ỨNG ĐỘNG ĐẤT: EQ 36
9.1 TỔNG QUÁT 36
9.2 HỆ SỐ GIA TỐC 37
9.3 CÁC MỨC ĐỘ QUAN TRỌNG CỦA CÔNG TRÌNH CẦU 39
9.4 VÙNG ĐỘNG ĐẤT 39
9.5 CÁC ẢNH HƯỞNG CỦA VỊ TRÍ CÔNG TRÌNH 39
9.5.1 Tổng quát 39
9.5.2 Đất loại I 40
9.5.3 Đất loại II 40
9.5.4 Đất loại III 40
9.5.5 Đất loại IV 40
9.6 HỆ SỐ ĐÁP ỨNG ĐỘNG ĐẤT ĐÀN HỒI 40
9.6.1 Tổng quát 40
9.6.2 Các trường hợp ngoại lệ 41
9.7 HỆ SỐ ĐIỀU CHỈNH ĐÁP ỨNG 41
9.7.1 Tổng quát 41
9.7.2 Áp dụng 42
9.8 TỔ HỢP CÁC ỨNG LỰC ĐỘNG ĐẤT 42
9.9 TÍNH TOÁN LỰC THIẾT KẾ 42
9.9.1 Tổng quát 42
9.9.2 Vùng động đất 1 43
9.9.3 Vùng động đất 2 43
9.9.4 Vùng động đất 3 44
9.9.4.1 Tổng quát 44
9.9.4.2 Lực thiết kế điều chỉnh 44
9.9.4.3 Lực khớp dẻo 44
9..9.4.3.1 Tổng quát 44
9.9.4.3.2 Các cột và trụ đơn 44
9.9.4.3.3 Trụ với hai hoặc nhiều Cột 45
9.9.4.3.4 Các lực thiết kế cho cột và trụ cọc nạng chống 46
9.9.4.3.5 Lực thiết kế trụ 46
9.9.4.3.6 Lực thiết kế móng 46
9.9.5 Bộ phận cản dọc 46
9.9.6 Thiết bị neo giữ 47
9.10 CÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI CẦU TẠM VÀ XÂY DỰNG PHÂN KỲ 47
10 ÁP LỰC ĐẤT: EH, ES, LS VÀ DD 48
10.1 TỔNG QUÁT 48

10.2 ĐẦM NÉN 48
10.3 SỰ HIỆN DIỆN CỦA NƯỚC 48
10.4 HIỆU ỨNG ĐỘNG ĐẤT 49
10.5 ÁP LỰC ĐẤT: EH 49
10.5.1 Áp lực đất ngang 49
10.5.2 Hệ số áp lực đất ngang tĩnh (trạng thái nghỉ), k_o 49
10.5.3 Hệ số áp lực chủ động k_a 50
10.5.4 Hệ số áp lực đất ngang bị động, k_p 51
10.5.5. Phương pháp chất lỏng tương đương để tính áp lực đất ngang theo Rankine 54
10.5.6 Áp lực đất ngang của tường hẫng không trọng lực 55
10.5.7 Áp lực đất biểu kiến (AEP) của tường neo 63
10.5.7.1 Đất rời 63
10.5.7.2 Đất dính 64
10.5.7.2.1 Đất cứng tới cứng chắc 65
10.5.7.2.2 Đất dẻo mềm đến nửa cứng 65
10.5.8. Áp lực ngang đất trong tường chắn đất có cốt (MSE) 66
10.5.8.1 Tổng quát 66
10.5.8.2 Ổn định nội tại 67
10.5.9 Áp lực đất ngang cho tường đúc sẵn theo mô đun 68
10.6 TẢI TRỌNG CHẤT THÊM ES VÀ LS 69
10.6.1 Tải trọng chất thêm rải đều (ES) 69
10.6.2 Tải trọng tập trung, tuyến, dải (ES): Tường bị kìm chế dịch chuyển 70
10.6.3 Tải trọng dải (ES) - Tường chắn mềm 73
10.6.5 Chiết giảm tải trọng chất thêm 77
10.7 CHIẾT GIẢM ÁP LỰC ĐẤT 77
10.8 LỰC KÉO XUỐNG (DO MA SÁT ÂM) 77
11 ỨNG LỰC DO BIẾN DẠNG CƯỠNG BỨC: TU, TG, SE, PS 78
11.1 TỔNG QUÁT 78
11.2 NHIỆT ĐỘ PHÂN BỐ ĐỀU 78
11.2.1 Biên độ nhiệt độ 78
11.2.2 Chuyển vị do nhiệt thiết kế 79
11.3 GRADIEN NHIỆT 79
11.4 CO NGÓT KHÁC NHAU 80
11.5 TỪ BIẾN 80
11.6 LÚN 80
12 LỰC MA SÁT: FR 81

13 LỰC VA CỦA TÀU THUYỀN: CV 81
13.1 TỔNG QUÁT 81
13.2 CÁC CƠ SỞ ĐỂ XÁC ĐỊNH LỰC VA TÀU 81
13.3 PHÂN LOẠI TẦM QUAN TRỌNG KHAI THÁC CHO CẦU 82
13.4 TÀU THIẾT KẾ 82
13.5 TẦN SUẤT SẬP ĐỔ HÀNG NĂM 82
13.5.1 Phân bố tần suất của tàu thuyền 83
13.5.2 Xác suất của tàu đi sai luồng 83
13.5.2.1 Tổng quát 83
13.5.2.2 Phương pháp thống kê 83
13.5.2.3 Phương pháp gần đúng 83
13.5.3 Xác suất hình học 86
13.5.5 Hệ số chống va 87
13.6 VẬN TỐC VA THIẾT KẾ 87
13.7 NĂNG LƯỢNG VA TÀU 88
13.8 LỰC VA TÀU VÀO TRỤ 89
13.9 CHIỀU DÀI HƯ HỎNG CỦA MŨI TÀU 89
13.10 LỰC VA CỦA TÀU LÊN KẾT CẤU PHẦN TRÊN 89
13.10.1 Va với mũi tàu 89
13.10.2 Va với ca bin tàu 90
13.10.3 Va với cột tàu 90
13.11 LỰC VA CỦA SÀ LAN VÀO TRỤ 90
13.12 CHIỀU DÀI HƯ HỎNG CỦA MŨI SÀ LAN 91
13.13 HƯ HỎNG Ở TRẠNG THÁI GIỚI HẠN ĐẶC BIỆT 91
13.14 TÁC DỤNG CỦA LỰC VA 91
13.14.1 Thiết kế kết cấu phần dưới 91
13.14.2 Thiết kế kết cấu phần trên 93
13.15 BẢO VỆ KẾT CẤU PHẦN DƯỚI 93
PHỤ LỤC- A .....
SƠ ĐỒ CÁC BƯỚC THIẾT KẾ CẦU CHỊU TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT 94
PHỤ LỤC- B .....
SỨC KHÁNG VƯỢT CƯỜNG ĐỘ 96

LỜI NÓI ĐẦU

TCVN 11823 - 3: 2017 được biên soạn trên cơ sở tham khảo Tiêu chuẩn thiết kế cầu theo hệ số tải trọng và sức kháng của AASHTO (AASHTO, LRFD Bridge Design Specification). Tiêu chuẩn này là một Phần thuộc Bộ tiêu chuẩn Thiết kế cầu đường bộ, bao gồm 12 Phần như sau:

- TCVN 11823-1:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 1: Yêu cầu chung
- TCVN 11823-2:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 2: Tổng thể và đặc điểm vị trí
- TCVN 11823-3:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 3: Tải trọng và Hệ số tải trọng
- TCVN 11823-4:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 4: Phân tích và Đánh giá kết cấu
- TCVN 11823-5:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 5: Kết cấu bê tông
- TCVN 11823-6:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 6: Kết cấu thép
- TCVN 11823-9:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 9: Mặt cầu và Hệ mặt cầu
- TCVN 11823-10:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 10: Nền móng
- TCVN 11823-11:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 11: Mố, Trụ và Tường chắn
- TCVN 11823-12:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 12: Kết cấu vùi và Áo hầm
- TCVN 11823-13:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 13: Lan can
- TCVN 11823-14:2017 Thiết kế cầu đường bộ - Phần 14: Khe co giãn và Gối cầu .

Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công tương thích với Bộ tiêu chuẩn này là Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công cầu AASHTO LRFD (*AASHTO LRFD Bridge construction Specifications)*

TCVN 11823 - 3: 2017 do Bộ Giao thông vận tải tổ chức biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Thiết kế cầu đường bộ - Phần 3: Tải trọng và hệ số tải trọng

Highway Bridge Design Specification - Part 3: Loads and Load Factors

1 PHẠM VI ÁP DỤNG

Tiêu chuẩn này quy định những yêu cầu tối thiểu đối với tải trọng và lực, các hệ số tải trọng và tổ hợp tải trọng dùng trong thiết kế các cầu mới. Những quy định về tải trọng cũng được dùng trong đánh giá kết cấu các cầu đang khai thác.

Tiêu chuẩn cũng qui định hệ số tải trọng tối thiểu để xác định các nội lực kết cấu có thể phát sinh trong quá trình thi công, trừ hệ số tải trọng cho thi công phân đoạn các cầu bê tông cốt thép.

2 KÝ HIỆU

Các ký hiệu tải trọng sử dụng trong tiêu chuẩn này được liệt kê trong Bảng 1 và Bảng 2

Bảng 1- Ký hiệu tải trọng thường xuyên

Ký hiệu	Đơn vị	Mô tả	Điều viện dẫn
CR	N	hiệu ứng lực do từ biến	4;12.5
DD	N	tải trọng kéo xuống (xét hiện tượng ma sát âm)	4; 11.8
DC	N	tải trọng bản thân của các bộ phận kết cấu và thiết bị phụ trợ phi kết cấu	4;5.1
DW	N	tải trọng bản thân của lớp phủ mặt và các tiện ích công cộng	4;5.1
EH	N	tải trọng áp lực đất nằm ngang	4; 5.2
EL	N	các hiệu ứng lực bị hãm tích luỹ do phương pháp thi công bao gồm căng dự ứng lực từng phần của thi công hẫng phân đoạn.	4
ES	N	tải trọng đất chất thêm	4;5.2
EV	N	áp lực thẳng đứng do tự trọng đất đắp.	4;5.1
PS	N	hiệu ứng lực thứ cấp sau khi căng dự ứng lực	4;11
SH	N	hiệu ứng lực do co ngót	4;5.12

Bảng 2 - Ký hiệu tải trọng nhất thời

Ký hiệu	Đơn vị	Mô tả	Điều viện dẫn
BR	N	lực hãm xe	4;6.4
CE	N	lực ly tâm	4;6.3
CT	N	lực va xe	4;6.5
CV	N	lực va tầu thủy	4;13
EQ	N	tải trọng động đất	4;9
FR	N	lực ma sát	4
IM	%	Độ gia tăng lực do xung kích của xe	4;6.2
LL	N	hoạt tải xe	4;6.1
LS	N	hoạt tải chất thêm	4;10.6.4
PL	N	tải trọng người đi	4;6.1
SE	N	ứng lực do lún	4; 11
SH	N	co ngót	4;1.14
TG	N	ứng lực do gradien nhiệt	4;11.3
TU	N	ứng lực do biến đổi nhiệt độ đều	4;11.2
WA	N	tải trọng nước và áp lực dòng chảy	4;7
WL	N	tải trọng gió trên hoạt tải	4;8.1.3
WS	N	tải trọng gió trên kết cấu	4;8.1.2

3 THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA

3.1 Áp lực đất chủ động (Active Earth Pressure) - Áp lực ngang gây ra do đất được kết cấu hay bộ phận kết cấu chắn lại. Áp lực này có xu hướng làm chuyển dịch kết cấu chắn rời khỏi khối đất.

3.2 Lăng thể đất chủ động (Active Earth Wedge) - Lăng thể đất có xu hướng chuyển dịch nếu không có kết cấu hay bộ phận kết cấu chắn giữ lại.

3.3 Dao động khí động đàn hồi (Aeroelastic Vibration) - Phản ứng đàn hồi theo chu kỳ của kết cấu dưới tác động của gió.

3.4 Áp lực đất biểu kiến (Apparent Earth Pressure) - Áp lực đất nằm ngang phân phối cho tường neo thi công theo phương pháp trên xuống

3.5 Đơn vị trục xe (Axle Unit) - Trục đơn hay trục đôi (tandem) của xe

3.6 Hộ đạo (Berm) - Công trình bằng đất dùng để định hướng lại hoặc làm chậm lại sự va xô của xe cộ hoặc tầu thuyền và để ổn định đất đắp, nền đường hoặc đất yếu và các ta luy đào.

3.7 Lực ly tâm (Centrifugal Force) - Lực ngang do xe chuyển hướng di động trên đường cong.

3.8 Giảm chấn (Damper) - Bộ phận có cơ cấu truyền và giảm lực giữa các bộ phận kết cấu phần trên hoặc giữa kết cấu phần trên và kết cấu phần dưới trong khi vẫn cho phép chuyển vị do nhiệt. Cơ cấu giảm chấn bằng tiêu hao năng lượng sản sinh do động đất, lực hãm và các lực động khác.

3.9 Đường thủy mớn nước sâu (Deep Draft Waterways) - Luồng đường thủy cho tàu thương mại với mớn nước có tải trong khoảng 4200 - 18000mm.

3.10 Làn xe thiết kế (Design Lane) - Làn xe quy ước đặt theo chiều ngang trên bề rộng phần xe chạy.

3.11 Biên chuyển vị do nhiệt Design (Thermal Movement Range) – Phạm vi dịch chuyển kết cấu do chênh lệch giữa nhiệt độ thiết kế cao nhất và thấp nhất.

Chiều sâu nước thiết kế (Design Water Depth) – Chiều sâu ở mức nước cao trung bình.

3.12 Biến hình (Distortion) – Thay đổi hình dạng kết cấu.

3.13 Ụ Chống va (Dolphin) - Vật thể phòng hộ, có thể có hệ thống chắn riêng, thường có mặt bằng tròn và độc lập về kết cấu với cầu.

3.14 Độ gia tăng xung kích (Dynamic Load Allowance) - Phần tăng thêm hiệu ứng lực tĩnh để xét đến tương tác động giữa cầu và xe cộ đi lại.

3.15 Chất lỏng tương đương (Equivalent Fluid) - Một chất quy ước có tỷ trọng cụ thể gây ra cùng áp lực như đất được thay thế để tính toán.

3.16 Lộ ra (Exposed) - Điều kiện trong đó có một bộ phận của kết cấu phần dưới hay phần trên của cầu có thể bị va chạm bởi bất kỳ bộ phận nào của mũi tầu, ca bin hay cột tầu.

3.17 Cực hạn (Extreme) - Tối đa hoặc tối thiểu.

3.18 Hệ thống (chắn Fender) - Kết cấu phòng hộ cứng được liên kết vào bộ phận kết cấu được bảo vệ hoặc để dẫn luồng hoặc để chuyển hướng các tầu bị chệch hướng.

3.19 Tổng thể (Global) - Phù hợp với toàn bộ kết cấu phần trên hay toàn bộ cầu.

3.20 Mặt ảnh hưởng (Influence Surface) - Một bề mặt liên tục hay rời rạc được vẽ ứng với cao độ mặt cầu trong mô hình tính tóan mà giá trị tại một điểm của nó nhân với tải trọng tác dụng thẳng góc với mặt cầu tại điểm đó sẽ được ứng lực

3.21 Làn (Lane) – Phần diện tích mặt cầu tiếp nhận tải trọng xe hoặc dải tải trọng dải đều

3.22 Quy tắc đòn bẩy (Lever Rule) - Lấy tổng mô men đối với một điểm để tìm phản lực tại điểm thứ hai.

3.23 Hoá lỏng (Liquefaction) - Sự mất cường độ chịu cắt trong đất bão hoà do vượt qua áp lực thuỷ tĩnh. Trong đất rời bão hoà, sự mất cường độ này có thể do tải trọng tức thời hoặc chu kỳ, đặc biệt trong cát nhỏ đến cát vừa rời rạc hạt đồng nhất.

3.24 Tải trọng (Load) - Hiệu ứng của gia tốc bao gồm gia tốc trọng trường, biến dạng cưỡng bức hay thay đổi thể tích.

3.25 Cục bộ (Local) - Tính chất có liên quan với một cấu kiện hoặc cụm lắp ráp của cấu kiện.

3.26 Tấn (Megagram) **(Mg)** - 1000 kg (một đơn vị khối lượng).

3.27 Dạng thức dao động (Mode of Vibration) - Một dạng của biến dạng động ứng với một tần số dao động.

3.28 Đường thuỷ thông thương (Navigable Waterway) - Một đường thuỷ được xếp hạng thông thương bởi Cục Đường sông Việt Nam hoặc Cục Hàng hải Việt Nam.

3.29 Tải trọng danh định (Nominal Load) - Mức tải trọng thiết kế được lựa chọn theo quy ước.

3.30 Đất cố kết thông thường (Normally Consolidated Soil) - Đất dưới áp lực đất phủ hiện tại bằng áp lực đất phủ đã từng hiện diện trong quá khứ ở chỗ đang xét.

3.31 Đất quá cố kết (Overconsolidated Soil) - Đất dưới áp lực đất phủ hiện tại nhỏ hơn áp lực đất phủ đã từng hiện diện trong quá khứ.

3.32 Ổn định tổng thể (Overall Stability) - Ổn định của toàn bộ tường chắn hoặc kết cấu mố được xác định bằng việc đánh giá các mặt trượt cơ nguy cơ nằm ở bên ngoài toàn bộ kết cấu.

3.33 Tỷ lệ quá cố kết (Overconsolidation Ratio) - $OCR = \frac{\text{áp lực cố kết lớn nhất}}{\text{áp lực đất phủ}}$

3.34 Áp lực đất bị động (Passive Earth Pressure) - Áp lực ngang do đất chống lại chuyển vị ngang về phía khối đất của kết cấu hoặc bộ phận kết cấu.

3.35 Tải trọng thường xuyên (Permanent Loads) – Các tải trọng hay các lực không đổi tác dụng lên kết cấu sau khi hoàn thành thi công hoặc chỉ biến đổi sau một khoảng thời gian dài.

3.36 Xe được phép (Permit Vehicle) - Một xe bất kỳ được phép đi là xe bị hạn chế một cách nào đó bằng biện pháp hành chính về trọng lượng hoặc về kích thước của chúng.

3.37 Chỉ số độ tin cậy (Reliability Index) - Sự đánh giá định lượng về mặt an toàn được tính bằng tỷ số của hiệu của sức kháng bình quân và ứng lực bình quân với độ lệch tiêu chuẩn tổ hợp của sức kháng và ứng lực.

3.38 Giằng neo (Restrainers) – Một hệ cáp cường độ cao hoặc thanh làm nhiệm vụ truyền lực giữa các bộ phận kết cấu phần trên hoặc giữa các bộ phận kết cấu phần trên và phần dưới chịu tác dụng của động đất hay các lực động khác sau khi có xuất hiện các khe hở kết cấu nhưng vẫn cho phép chuyển vị do giãn nở nhiệt.

3.39 Bề rộng lòng đường, Bề rộng phần xe chạy (Roadway Width) - Khoảng cách tịnh giữa rào chắn và/ hoặc đá vỉa.

3.40 Nhiệt độ lắp đặt (Setting Temperature) - Nhiệt độ trung bình của kết cấu dùng để xác định kích thước của kết cấu khi lắp thêm một cấu kiện hoặc khi lắp đặt.

3.41 Đường thủy mớn nước nông (Shallow Draft Waterways) – Một đường thủy dùng chủ yếu cho tàu nhỏ với mớn nước có tải nhỏ hơn 2700 đến 3000 mm.

3.42 Bộ truyền lực sốc (Shock Transmission Unit (STU)- Bộ truyền dẫn xung động; Cơ cấu nối giữa các bộ phận kết cấu phần trên hoặc giữa kết cấu phần trên với kết cấu phần dưới có khả năng làm việc như một liên kết cứng tạm thời dưới tác dụng của các lực như động đất, lực hãm hoặc các lực động khác nhưng vẫn cho phép kết cấu chuyển vị dài hạn do các hiệu ứng thay đổi nhiệt độ hay co ngót.

3.43 Rào chắn liên tục theo kết cấu (Structurally Continuous Barrier) - Rào chắn hoặc bất kỳ bộ phận nào của nó chỉ ngắt ở khe chỗ nối mặt cầu.

3.44 Kết cấu phần dưới (Substructure) - Bộ phận kết cấu cầu để đỡ kết cấu nhịp bên trên.

3.45 Kết cấu phần trên (Superstructure) - Bộ phận kết cấu cầu để vượt nhịp (kết cấu nhịp).

3.46 Tải trọng chất thêm (Surcharge) - Tải trọng được dùng để mô hình hoá trọng lượng đất đắp hoặc các tải trọng khác tác dụng trên đỉnh của vật liệu đắp

3.47 Trục xe đôi (Tandem) - Xe có hai trục đặt sát nhau, thường được liên kết với cùng một khung gầm xe để tải trọng truyền đều lên các trục .

3.48 Tải trọng nhất thời (Transient Load) - Tải trọng và lực có thể biến đổi trong một khoảng thời gian tương đối ngắn so với tuổi thọ của kết cấu.

3.49 Góc ma sát tường (Wall Friction Angle) - Góc bằng arctg của hệ số ma sát biểu kiến giữa tường và khối đất.

3.50 Bánh xe (Wheel) - Một hoặc hai bánh lốp ở đầu một trục xe.

3.51 Dãy bánh xe (Wheel Line) - Một nhóm bánh xe được xếp theo chiều ngang hoặc chiều dọc.

4 CÁC HỆ SỐ VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG

4.1 HỆ SỐ TẢI TRỌNG VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG

Tổng ứng lực tính toán phải được tính như sau:

$$Q = \sum \eta_i \gamma_i Q_i \qquad (1)$$

trong đó:

η_i = hệ số điều chỉnh tải trọng lấy theo Điều 4.2 Phần 1 bộ tiêu chuẩn này

Q_i = ứng lực do tải trọng quy định ở đây

γ_i = hệ số tải trọng lấy theo Bảng 3, 4 và 5

Các cấu kiện và các liên kết của cầu phải thoả mãn Phương trình 1 Phần 1 bộ tiêu chuẩn này cho các tổ hợp thích hợp của ứng lực cực hạn tính toán được quy định cho mỗi tổ hợp tải trọng qui định trong Bảng 3 theo các trạng thái giới hạn sau đây:

- 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
- CƯỜNG ĐỘ II: Tổ hợp tải trọng liên quan đến việc sử dụng cầu cho các loại xe đặc biệt theo quy định riêng hoặc đánh giá cầu để cấp phép cho xe đặc biệt qua cầu, không xét đến gió trong cả hai trường hợp.
- CƯỜNG ĐỘ III: Tổ hợp tải trọng liên quan đến cầu chịu gió với vận tốc vượt quá 25m/s
- CƯỜNG ĐỘ IV: Tổ hợp tải trọng liên quan đến cầu có tỷ lệ giữa ứng lực do tĩnh tải với hoạt tải trong kết cấu phần trên rất lớn
- CƯỜNG ĐỘ V: Tổ hợp tải trọng liên quan đến việc sử dụng xe tiêu chuẩn của cầu với gió có vận tốc 25m/s
- ĐẶC BIỆT I: Tổ hợp tải trọng có tải trọng động đất. Hệ số tải trọng hoạt tải, γ_{EQ} được xác định trên cơ sở quy định của dự án.
- ĐẶC BIỆT II: Tổ hợp tải trọng liên quan đến lực va của tầu thuyền và xe cộ, lũ kiểm tra và một số hiện tượng thuỷ lực với hoạt tải đã chiết giảm mà chính là một phần của tải trọng xe va xô, CT. Các trường hợp tính lũ kiểm tra không tổ hợp với CV,CT
- SỬ DỤNG I: Tổ hợp tải trọng liên quan đến khai thác bình thường của cầu với gió có vận tốc 25m/s với tất cả tải trọng lấy theo giá trị danh định. Cũng dùng tổ hợp này để kiểm soát độ võng trong các kết cấu kim loại vùi, vách hầm vỏ thép, ống nhựa nhiệt dẻo, kiểm soát bề rộng vết nứt trong kết cấu bê tông cốt thép thường, và kiểm tra chịu kéo trong phân tích theo chiều ngang của dầm bê tông phân đoạn. Tổ hợp trọng tải này cũng cần được dùng để khảo sát ổn định mái dốc.
- SỬ DỤNG II: Tổ hợp tải trọng dự kiến để kiểm soát giới hạn chảy của kết cấu thép và trượt của mối nối bu lông cường độ cao chịu ma sát tới hạn do hoạt tải xe.
- SỬ DỤNG III: Tổ hợp tải trọng trong phân tích dọc liên quan đến kéo trong kết cấu phần trên bê tông cốt thép dự ứng lực để kiểm soát nứt và liên quan đến ứng suất kéo chủ trong bản bụng của dầm bê tông phân đoạn.
- SỬ DỤNG IV: Tổ hợp tải trọng chỉ liên quan đến kéo trong cột bê tông dự ứng lực để kiểm soát nứt.
- MỎI I: Tổ hợp tải trọng gây mỏi và nứt gẫy dòn, với tuổi thọ chịu mỏi vô hạn.
- MỎI II: Tổ hợp tải trọng gây mỏi và nứt gẫy dòn, với tuổi thọ chịu mỏi hữu hạn.

Hệ số tải trọng cho các tải trọng khác nhau trong một tổ hợp tải trọng thiết kế được lấy như quy định trong Bảng 3. Mọi tập hợp con thoả đáng của các tổ hợp tải trọng phải được nghiên cứu. Đối với mỗi tổ hợp tải trọng, mọi tải trọng được đưa vào tính toán và có liên quan đến cấu kiện được thiết kế bao gồm cả các hiệu ứng đáng kể do tác dụng của xoắn, phải được nhân với hệ số tải trọng tương ứng với hệ số làn lấy theo Điều 6.1.1.2 nếu có thể áp dụng.

Kết quả được tổng hợp theo Phương trình 1 Phần 1 bộ tiêu chuẩn này và nhân với hệ số điều chỉnh tải trọng lấy theo Điều 4.2. Phần 1 bộ tiêu chuẩn này.

Các hệ số phải chọn sao cho gây ra tổng ứng lực tính toán bất lợi nhất. Đối với mỗi tổ hợp tải trọng, cả trị số cực hạn âm lẫn trị số cực hạn dương đều phải được xem xét.

Trong tổ hợp tải trọng nếu tác dụng của một tải trọng làm giảm tác dụng của một tải trọng khác thì phải lấy giá trị nhỏ nhất của tải trọng làm giảm giá trị tải trọng kia. Đối với tác động của tải trọng thường xuyên thì hệ số tải trọng gây ra tổ hợp bất lợi hơn phải được lựa chọn theo Bảng 3. Khi tải trọng thường xuyên làm tăng sự ổn định hoặc tăng năng lực chịu tải của một cấu kiện hoặc của toàn cầu thì trị số tối thiểu của hệ số tải trọng đối với tải trọng thường xuyên này cũng phải được xem xét.

Trị số lớn hơn của hai trị số quy định cho hệ số tải trọng TU phải được dùng để tính biến dạng, còn trị số nhỏ hơn dùng cho các tác động khác. Trong phân tích giản hóa kết cấu phần dưới bằng bê tông ở trạng thái giới hạn cường độ, giá trị 0,50 cho γ_{TU} có thể sử dụng khi tính toán hiệu ứng lực, nhưng phải lấy với mô men quán tính mặt cắt nguyên của các cột hoặc thân trụ. Khi sử dụng phân tích chính xác với toàn bộ kết cấu phần dưới bằng bê tông ở trạng thái giới hạn cường độ, giá trị 1,0 cho γ_{TU} phải được sử dụng khi phân tích với mô men quán tính của mặt cắt đã bị nứt một phần. Với kết cấu phần dưới trong trạng thái giới hạn cường độ, giá trị 0,5 cho γ_{PS}, γ_{CR} và γ_{SH} có thể vận dụng tương tự khi tính toán các hiệu ứng lực trong kết cấu không phân đoạn, nhưng phải áp dụng kết hợp với mô men quán tính mặt cắt nguyên của cột hay thân trụ. Với kết cấu phần dưới bằng thép, giá trị 1,0 cho γ_{TU}, γ_{PS}, γ_{CR} và γ_{SH} phải được áp dụng.

Khi đánh giá ổn định tổng thể của khối đất sau tường chắn cũng như mái đất có móng hoặc không có móng, móng nông hay móng sâu đều cần đánh giá ở trạng thái giới hạn sử dụng dựa trên tổ hợp tải trọng sử dụng I và với hệ số sức kháng phù hợp theo Điều 5.6 và Điều 6.2.3 Phần 11 của bộ tiêu chuẩn này..

Đối với các kết cấu hộp dạng bản phù hợp với các quy định của Điều 9 Phần 12 của bộ tiêu chuẩn này, hệ số hoạt tải của hoạt tải xe LL và IM phải lấy bằng 2,0.

Hệ số tải trọng tính cho gradien nhiệt γ_{TG} cần được xác định trên cơ sở một dự án cụ thể riêng. Nếu không có thông tin riêng có thể lấy γ_{TG} bằng:

- 0,0 ở các trạng thái giới hạn cường độ và đặc biệt
- 1,0 ở trạng thái giới hạn sử dụng khi không xét hoạt tải, và
- 0,50 ở trạng thái giới hạn sử dụng khi xét hoạt tải

Hệ số tải trọng cho lún, γ_{SE} , nên được xem xét trên cơ sở của từng dự án cụ thể. Trong trường hợp thiếu các quy định cụ thể, γ_{SE} , có thể lấy bằng 1,0. Tổ hợp tải trọng có xét lún cũng phải áp dụng khi không lún.

Đối với cầu thi công phân đoạn, phải xem xét tổ hợp sau đây ở trạng thái giới hạn sử dụng:

DC + DW + EH + EV + ES + WA + CR + SH + TG + EL + PS (2)

Bảng 3 - Tổ hợp tài trọng và hệ số tài trọng

TỔ HỢP TÀI TRỌNG THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Chỉ một trong các tài trọng đồng thời		
										EQ	CT	CV
CƯỜNG ĐỘ I (trừ ghi chú)	γ_p	1,75	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-
CƯỜNG ĐỘ II	γ_p	1,35	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-
CƯỜNG ĐỘ III	γ_p	-	1,00	1,40	-	1,00	0.50/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-
CƯỜNG ĐỘ I V	γ_p	-	1,00	-	-	1,00	0.50/1,20	-	-	-		
CƯỜNG ĐỘ V	γ_p	1,35	1,00	0,40	1.0	1,00	0.50/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-		-
ĐẶC BIỆT I	1,0	γ_{EQ}	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,00		-
ĐẶC BIỆT II	γ_p	0,50	1,00	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00	1,00
SỬ DỤNG I	1,00	1,00	1,00	0,30	1.0	1,00	1,00/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-		- -
SỬ DỤNG II	1,00	1,30	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	-	-	-		- -
SỬ DỤNG III	1,00	0,80	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	γ_{TG}	γ_{SE}	-		- -
SỬ DỤNG IV	1,00	-	1,00	0,70	-	1,00	1,00/1,20	-	1,0	-		- -
MỎI I – chỉ LL, IM & CE	-	1,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MỎI II – chỉ LL, IM & CE	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-		- -

Bảng 4 - Hệ số tài trọng cho tải trọng thường xuyên, γ_p

Loại tải trọng, Loại móng, Phương pháp tính lực kéo xuống		Hệ số tải trọng	
		Lớn nhất	Nhỏ nhất
DC: Cấu kiện và các thiết bị phụ		1,25	0,90
DC: chỉ cho Cường độ IV		1,50	0,90
DD: Ma sát âm	Cọc tính theo phương pháp α Tomlinson	1,4	0,25
	Cọc tính theo Phương pháp λ	1,05	0,30
	Cọc khoan tính theo, Phương pháp của O' Neill và Reese (1999)	1,25	0,35
DW: Lớp phủ mặt cầu và các tiện ích		1,50	0,65
EH: Áp lực đất ngang			
• Chủ động		1,50	0,90
• Nghỉ		1,35	0,90
• Áp lực đất chủ động cho tường neo		1,35	N/A
EL: Ứng suất do lực cưỡng bức tích lũy khi thi công		1,00	1.00
EV: Áp lực đất thẳng đứng			
• Ổn định tổng thể		1,00	N/A
• Tường chắn và mố		1,35	1,00
• Kết cấu vùi cứng		1,30	0,90
• Khung cứng		1,35	0,90
• Kết cấu vùi mềm			
o Cống hộp và cống kim loại lượn sóng		1,50	0,90
o Cống nhựa chất dẻo		1,30	0,90
o Các loại khác		1,95	0,90
ES: Tải trọng đất chất thêm		1,50	0,75

Bảng 5 - Hệ số tải trọng cho tải trọng thường xuyên do tích lũy biến dạng, γ_p

Cấu kiện cầu	PS	CR, SH
Kết cấu phần trên thi công phân đoạn Kết cấu phần dưới bằng bê tông đỡ kết cấu phần trên phân đoạn (xem Điều 11.4, 11.5)	1,0	Xem γ_p cho DC, Bảng .4.
Kết cấu phần trên bằng bê tông – không thi công phân đoạn	1,0	1,0
Kết cấu phần dưới đỡ kết cấu phần trên không phân đoạn		
Sử dụng I_g	0,5	0,5
Sử dụng $I_{có hiệu}$	1,0	1,0
Kết cấu phần dưới bằng thép	1,0	1,0

Khi các cấu kiện dự ứng lực được ghép với dầm thép, các hiệu ứng lực sau phải được xét đến như các tải trọng thi công, EL:

- Khi ghép các bản mặt cầu đúc sẵn bằng dự ứng lực dọc căng trước khi chúng được liên hợp với dầm thép, phải xét ma sát giữa phần bản bê tông và dầm thép.
- Khi tạo dự ứng lực dọc trong bản mặt cầu sau khi tạo liên hợp với dầm thép, phải xét các hiệu ứng lực bổ sung trong dầm thép và neo chống cắt.
- Hiệu ứng do chênh lệch của co ngót và từ biến trong bê tông.
- Hiệu ứng Poisson.

Hệ số tải trọng cho hoạt tải trong Tổ hợp tải trọng đặc biệt I, γ_{EQ}, phải được xác định trên cơ sở của từng dự án cụ thể.

4.2 HỆ SỐ TẢI TRỌNG DÙNG CHO TẢI TRỌNG THI CÔNG

4.2.1 Đánh giá theo trạng thái giới hạn cường độ

Phải xem xét tất cả các tổ hợp tải trọng cường độ thích hợp trong Bảng 3. với các qui định hiệu chỉnh tại Điều này.
Khi xem xét các tổ hợp tải trọng cường độ I, III, và V trong quá trình thi công, hệ số tải trọng dùng cho tải trọng kết cấu và các phụ kiện không được lấy nhỏ hơn 1,25.

Trừ khi có quy định khác, hệ số tải trọng của tải trọng thi công cho các thiết bị và bất kỳ hiệu ứng xung kích nào của nó không được lấy nhỏ hơn 1,5 trong tổ hợp tải trọng cường độ I. Hệ số tải trọng gió trong tổ hợp tải trọng cường độ III không được lấy nhỏ hơn 1,25.

4.2.2 Đánh giá độ võng theo trạng thái giới hạn sử dụng

Khi không được quy định riêng trong tài liệu hợp đồng, để đánh giá độ võng thi công yêu cầu trong tài liệu hợp đồng, phải áp dụng Tổ hợp tải trọng sử dụng I. Ngoại trừ các cầu thi công theo phương pháp phân đoạn, tĩnh tải thi công phải được bổ sung vào Tổ hợp tải trọng sử dụng I với hệ số tải trọng bằng 1,0. Các Tổ hợp tải trọng và giới hạn ứng suất cho các cầu thi công phân đoạn qui định trong Điều 14.2.3 Phần 5 bộ tiêu chuẩn này. Độ võng cho phép khi thi công phải được chỉ rõ trong hồ sơ thiết kế.

4.3 HỆ SỐ TẢI TRỌNG DÙNG CHO LỰC KÍCH NÂNG HẠ KẾT CẤU NHỊP VÀ LỰC KÉO SAU ĐỐI VỚI CÁP DỰ ỨNG LỰC

4.3.1 Lực kích

Trừ khi có quy định đặc biệt, lực kích thiết kế trong khai thác cầu không được nhỏ hơn 1,3 lần phản lực gối liền kề với điểm kích do tải trọng thường xuyên.

Khi kích dầm mà không đóng cầu dừng giao thông thì lực kích còn phải xét đến phản lực do hoạt tải phù hợp với kế hoạch duy trì giao thông nhân với hệ số tải trọng đối với hoạt tải.

4.3.2 Lực thiết kế vùng neo kéo sau

Lực thiết kế vùng neo kéo sau phải lấy bằng 1,2 lần lực kích kéo căng cáp lớn nhất.

4.4 HỆ SỐ TẢI TRỌNG CHO BẢN TRỰC HƯỚNG

Khi đánh giá mỏi của mối hàn sườn dọc vào chi tiết khoét lỗ ở bụng dầm ngang và mối hàn sườn vào bản mặt thì hệ số hoạt tải của trọng mỏi I, γ_{LL}, nhân thêm trị số 1,5.

5 TẢI TRỌNG THƯỜNG XUYÊN

5.1 TĨNH TẢI DC, DW VÀ EV

Tĩnh tải bao gồm trọng lượng của tất cả cấu kiện của kết cấu, phụ kiện và tiện ích công cộng kèm theo, trọng lượng đất phủ, trọng lượng mặt cầu, dự phòng phủ bù và mở rộng cầu.

Khi không có đủ số liệu chính xác có thể lấy khối lượng riêng như trong Bảng 6 để tính tĩnh tải

Bảng 6 - Khối lượng riêng

Vật liệu		Khối lượng riêng (kg/m^3)
Hợp kim nhôm		2800
Lớp phủ bê tông asphalt		2250
Thép đúc		7200
Xỉ than		960
Đất đầm chặt loại cát, bụi, sét		1925
Bê tông	Nhẹ	1775
	cát nhẹ	1925
	thường với $f'_c \leq 35$MPa	2320
	thường với $35 < f'_c \leq 105$MPa	$2240+2,29f'_c$
Đất xốp loại cát, bụi, đá sỏi		1600
Sét mềm		1600
Sỏi cuội, Ma ca đam hoặc ba lát		2250
Thép		7850
Đá xây		2725
Gỗ	Cứng	960
	Mềm	800
Nước	Ngọt	1000
	Mặn	1025
Hạng mục		Khối lượng trên đơn vị chiều dài (kg/mm)
Ray, nối, cóc hãm cho mỗi đường ray		0,30

5.2 TẢI TRỌNG ĐẤT EH, ES VÀ DD

Áp lực đất, tải trọng gia tải trên đất , tải trọng kéo xuống (ma sát âm) được xác định như qui định trong Điều 10.

6 HOẠT TẢI

6.1 TẢI TRỌNG TRỌNG LỰC: LL VÀ PL

6.1.1 Hoạt tải xe

6.1.1.1 Số làn xe thiết kế

Số làn xe thiết kế được xác định bởi phần số nguyên của tỷ số w/3600, ở đây w là bề rộng khoảng trống của lòng đường giữa hai đá vỉa hoặc hai rào chắn, đơn vị là mm. Cần xét đến khả năng thay đổi trong tương lai về vật lý hoặc chức năng của bề rộng trống của lòng đường của cầu .

Trong trường hợp bề rộng làn xe nhỏ hơn 3600mm 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 6000 mm đến 7200 mm phải có 2 làn xe thiết kế, mỗi làn bằng một nửa bề rộng lòng đường.

6.1.1.2 Hệ số làn xe

Những quy định của Điều này không được áp dụng cho trạng thái giới hạn mỏi, trong trường hợp đó chỉ dùng với một xe tải thiết kế, bất kể số làn xe thiết kế. Khi dùng hệ số phân phối gần đúng của 1 làn xe đơn như qui định trong Điều 6.2.2 và 6.2.3, Phần 4 của bộ tiêu chuẩn này với quy tắc đòn bẩy và phương pháp tĩnh học, ứng lực phải được chia cho 1,20.

Trừ khi được chỉ rõ tại điều khác, ứng lực cực hạn gây ra do hoạt tải phải xác định bằng cách xét mỗi tổ hợp có thể của số làn chịu tải nhân với hệ số làn xe để tính đến xác suất có mặt đồng thời đầy đủ hoạt tải thiết kế HL93 trên tất cả các làn. Khi thiếu những dữ liệu cần thiết, lấy các giá trị hệ số làn trong Bảng 7 dùng cho các trường hợp:

- Khi kiểm tra các hiệu ứng của một làn xe chịu tải,
- Có thể sử dụng để kiểm tra các hiệu ứng của ba hoặc nhiều hơn làn xe chịu tải.

Với mục đích xác định số làn xe khi đặt tải bao gồm cả tải trọng người đi bộ theo Điều 6.1.6 kết hợp với một hoặc nhiều làn xe cơ giới, tải trọng người đi có thể xác định như một làn xe đặt tải.

Hệ số trong Bảng 7 không được áp dụng kết hợp với hệ số phân bố tải trọng gần đúng quy định trong Điều 6.2.2 và 6.2.3 Phần 4 của bộ tiêu chuẩn này, trừ khi dùng quy tắc đòn bẩy hay khi có yêu cầu riêng cho dầm ngoài cùng trong cầu hệ dầm - bản mặt cầu liên hợp, quy định trong Điều 6.2.2.2.4 Phần 4 của bộ tiêu chuẩn này thì được áp dụng

Bảng 7 - Hệ số làn, m

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

6.1.2 Hoạt tải xe ôtô thiết kế

6.1.2.1 Tổng quát

Hoạt tải xe ôtô trên mặt cầu hay kết cấu phụ trợ được đặt tên là HL-93 sẽ gồm một tổ hợp của:

- Xe tải thiết kế hoặc xe 2 trục thiết kế, và
- Tải trọng làn thiết kế

Trừ trường hợp được điều chỉnh trong Điều 6.1.3.1, 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. Các tải trọng này được coi là chiếm 3000mm theo chiều ngang trong một làn xe thiết kế.

6.1.2.2 Xe tải thiết kế

Trọng lượng và khoảng cách các trục và bánh xe của xe tải thiết kế phải lấy theo Hình 1. Độ gia tăng lực do xung kích của hoạt tải lấy theo Điều 6.2.

Trừ quy định trong Điều 6.1.3.1 và 6.1.4.1, 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, có thể điều chỉnh tải trọng trục cho trong Hình 1 nhân với hệ số 0,50 hoặc 0,65 nếu có yêu cầu.



Hình 1- Các đặc trưng của xe tải thiết kế

6.1.2.3 Xe hai trục thiết kế

Xe hai trục gồm một cặp trục 110.000N cách nhau 1200mm. Cự ly chiều ngang của các bánh xe lấy bằng 1800mm. Độ gia tăng lực do xung kích của hoạt tải lấy theo Điều 6.2

Đối với các cầu trên các tuyến đường cấp IV và thấp hơn, có thể điều chỉnh tải trọng xe hai trục nói trên nhân với hệ số 0,50 hoặc 0,65 nếu có yêu cầu.

6.1.2.4 Tải trọng làn thiết kế

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

6.1.2.5 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 là 250mm

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 vệt bánh xe với áp lực tăng theo tỷ số của diện tích quy định trên diện tích tiếp xúc thực tế.

Đối với thiết kế mặt cầu bản trực hướng và lớp phủ mặt cầu bản trực hướng, các bánh xe phía trước phải được giả định là một hình chữ nhật đơn có chiều rộng và chiều dài là 250 mm quy định tại Điều 6.1.4.1.

6.1.2.6 Phân bố tải trọng bánh xe qua đất đắp

6.1.2.6.1 Tổng quát

Đối với cống đơn, khi chiều dầy lớp đất đắp lớn hơn 2400mm và lớn hơn chiều dài nhịp cống thì có thể bỏ qua tác dụng của hoạt tải; đối với cống nhiều nhịp có thể bỏ qua tác dụng của hoạt tải khi bề dầy đất đắp lơn hơn khoảng cách giữa các bề mặt phía trong của hai tường biên của cống.

Khi bề dày lớp đất đắp trên cống nhỏ hơn 600mm, hoạt tải phân bố trên bản nắp cống hộp, cống tròn bê tông cốt thép theo qui định điều 6.2.10 Phần 4 của bộ tiêu chuẩn này. Lớp đất đắp trên cống tròn bê tông cốt thép có chiều dày 300 mm hoặc hơn nhưng nhỏ hơn 600 mm phải được thiết kế theo chiều dày lớp đất đắp phủ 300 mm. Các cống tròn có lớp đất đắp phủ nhỏ hơn 300 mm phải được tính toán với các phương pháp chính xác hơn.

Khi lớp đất đắp trên các loại cống tròn không phải là bê tông có chiều dày lớn hơn 300 mm hoặc các cống hộp, cống vòm và ống cống bê tông có chiều dầy lớp đất phía trên dày 600 mm hoặc lớn hơn thì coi hoạt tải phân bố trên kết cấu như tải trọng bánh xe phân bố đều trên diện tích hình chữ nhật có các cạnh bằng với kích thước của diện tích bánh xe tiếp xúc như qui định trong Điều 6.1.2.5 được gia tăng bởi hệ số phân bố hoạt tải (LLDF) qui định trong Bảng 8 và các qui định của các Điều 6.1.2.6.2 và 6.1.2.6.3. Có thể sử dụng các phương pháp tính chính xác hơn.

Khi mô men trong bản bê tông do hoạt tải có lực xung kích được tính theo sự phân bố của tải trọng bánh xe qua đất đắp lớn hơn mô men do hoạt tải và lực xung kích được tính theo

Điều 6.2.1 và 6.3.2 Phần 4 của bộ tiêu chuẩn này thì phải dùng trị số mô men tính theo các điều nêu trên của Phần 4 bộ tiêu chuẩn này.

Bảng 8 - Hệ số phân bố hoạt tải (LLDF) trên các kết cấu vùi dưới đất.

Loại kết cấu	LLDF theo chiều ngang hoặc song song với nhịp
Ống cống bê tông có lớp đất đắp phía trên dày 600 mm hoặc hơn	1,15 cho đường kính 600 mm hoặc nhỏ hơn 1,75 cho đường kính 2400 mm hoặc lớn hơn Nội suy tuyến tính cho LLDF giữa các gia trị giới hạn trên
Tất cả các loại cống khác và các kết cấu vùi trong đất	1,15

Diện tích hình chữ nhật, A_{LL}, được tính như sau:

$$A_{LL} = l_w w_w \quad (3)$$

Các giá trị l_w và w_w phải được xác định như qui định trong các Điều 6.1.2.6.2 và 6.1.2.6.3.

6.1.2.6.2 Hướng xe chạy song song với khẩu độ nhịp cống

Khi xét sự phân bố của hoạt tải qua đất đắp theo chiều vuông góc với kết cấu nhịp cống, chiều sâu tương tác của tải trọng trục bánh xe, H_{int-t} được xác định như sau:

$$H_{int-t} = \frac{s_w - w_i - 0{,}06D_i}{LLDF} \quad (4)$$

Trong đó:

- Khi $H < H_{int-t}$:

$$w_w = w_i + LLDF(H) + 0{,}06D_i \quad (5)$$

- Khi $H \geq H_{int-t}$:

$$w_w = w_i + s_w + LLDF(H) + 0{,}06D_i \quad (6)$$

Khi xét sự phân bố của hoạt tải qua đất đắp theo chiều song song với kết cấu nhịp cống, chiều sâu tương tác của tải trọng trục bánh xe H_{int-p} được xác định như sau:

$$H_{int-p} = \frac{s_a - l_i}{LLDF} \quad (7)$$

Trong đó:

- Khi $H < H_{int-p}$:

$$l_w = l_i + LLDF(H) \quad (8)$$

- Khi $H \geq H_{int-p}$

$$l_w = l_i + s_a + LLDF(H) \quad (9)$$

Tại đây:

A_{LL} = diện tích hình chữ nhật tại chiều sâu H (mm^2)

L_w = chiều dài vệt phân bố hoạt tải tại chiều sâu H (mm)
W_w = chiều rộng vệt phân bố hoạt tải tại chiều sâu H (mm)
H_{int-t}= chiều sâu tương tác của bánh xe theo chiều vuông góc với nhịp bản (mm)
S_w = cự ly bánh xe, 1800 mm
W_t = chiều rộng vệt lốp xe, 510 mm.
D_i = đường kính trong hoặc nhịp tịnh của cống (mm.)
LLDF = hệ số phân bố hoạt tải như qui định trong Bảng 8
H = chiều dày lớp đất đắp trên cống (mm)
H_{int-p} = chiều sâu tương tác của tải trọng trục xe song song với nhịp cống (mm)
s_a = cự ly trục xe (mm)
l_t = chiều dài vệt lốp bánh xe, 250 mm

Áp lực do hoạt tải thẳng đứng phải được xác định như sau:

$$P_L = \frac{P\left(1+\frac{IM}{100}\right)(m)}{A_{LL}} \quad (10)$$

Trong đó:
P_L = áp lực chóp do hoạt tải thẳng đứng (MPa).
P = hoạt tải đặt trên mặt đường tất cả các bánh xe tương tác (N).
IM = độ gia tăng lực do xung kích theo Điều 6.2.2.
m = hệ số làn xe theo qui định Điều 6.1.1.2.
A_{LL} = diện tích hình chữ nhật ở độ sâu H (mm^2).

6.1.2.6.3 .Hướng xe chạy vuông góc với nhịp của cống

Áp dụng các qui định của Điều 6.1.2.6.2 bằng cách thay các hạng thức w_t và s_w trong các Phương trình từ 4 đến 6 bằng l_t và s_a tương ứng, và các hạng thức l_t và s_a trong các Phương trình từ 7 đến 9 bằng các hạng thức w_t và s_w tương ứng.

6.1.3 Vận dụng xếp hoạt tải xe thiết kế

6.1.3.1 Tổng quát

Trừ khi có quy định khác, ứng lực lớn nhất phải được lấy theo giá trị lớn hơn của các trường hợp sau:

- Hiệu ứng của xe hai trục thiết kế tổ hợp với hiệu ứng tải trọng làn thiết kế, hoặc
- Hiệu ứng của một xe tải thiết kế có cự ly trục bánh thay đổi như trong Điều 6.1.2.2 tổ hợp với hiệu ứng của tải trọng làn thiết kế, và
- 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.

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

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 hẫng: 300mm tính từ mép đá vỉa hay lan can
- Khi thiết kế các bộ phận khác: 600mm 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 chất tải trọng làn thiết kế.

6.1.3.2 Chất tải để đánh giá độ võng do hoạt tải

Nếu có yêu cầu kiểm soát độ võng do hoạt tải theo qui định của Điều 5.2.6.2 Phần 2 bộ tiêu chuẩn này thì độ võng cần lấy theo trị số lớn hơn của:

- Kết quả tính toán do chỉ một xe tải thiết kế, hoặc
- Kết quả tính toán của 25% xe tải thiết kế cùng với tải trọng làn thiết kế.

6.1.3.3 Tải trọng thiết kế mặt cầu, hệ mặt cầu và bản đỉnh của cống hộp

Những quy định trong điều này không được áp dụng cho mặt cầu được thiết kế theo quy định của Điều 7.2 Phần 9 bộ tiêu chuẩn này qui định phương pháp thiết kế theo kinh nghiệm.

Khi bản mặt cầu và bản nắp của cống hộp được thiết kế theo phương pháp dải gần đúng, thì các ứng lực phải được xác định trên cơ sở sau:

- Trường hợp nhịp chính của bản theo phương ngang, phải áp dụng các trục của xe tải thiết kế theo Điều 6.1.2.2 hoặc xe hai trục thiết kế theo Điều 6.1.2.3 để thiết kế bản mặt cầu hoặc bản nắp cống hộp.
- Trường hợp nhịp chính của bản theo phương dọc:
  - Với bản nắp của cống hộp trong mọi trường hợp và mọi chiều dài nhịp, và cả cầu bản có nhịp không vượt quá 4600mm, phải áp dụng các trục của xe tải thiết kế hoặc xe hai trục thiết kế theo Điều 6.1.2.2 hoặc 6.1.2.3 tương ứng.
  - Các trường hợp khác, kể cả cầu bản (trừ bản nắp của cống hộp) có nhịp vượt 4600mm, phải áp dụng tất cả các tải trọng theo Điều 6.1.2.

Khi dùng phương pháp tính chính xác để phân tích bản mặt cầu, phải xác định các hiệu ứng lực trên các cơ sở như sau:

- Trường hợp nhịp chính của bản là phương ngang, chỉ phải áp dụng các trục của xe tải thiết kế theo Điều 6.1.2.2 hoặc xe hai trục thiết kế theo Điều 6.1.2.3 trên bản.

- Trường hợp nhịp chính của bản là phương dọc (bao gồm các loại cầu bản), phải áp dụng tất cả các tải trọng theo Điều 6.1.2.

Tải trọng bánh xe phải được giả thiết là bằng nhau trong phạm vi một đơn vị trục xe và sự tăng tải trọng bánh xe do các lực ly tâm và lực hãm không cần đưa vào tính toán bản mặt cầu.

6.1.3.4 Tải trọng trên bản hẫng

Khi thiết kế bản mặt cầu hẫng có chiều dài hẫng không quá 1800mm tính từ trục tim của dầm ngoài cùng đến mặt của lan can bằng bê tông liên tục theo kết cấu, tải trọng bánh xe dãy ngoài cùng có thể được thay bằng một tải trọng tuyến phân bố đều với cường độ 14,6 N/mm đặt cách bề mặt lan can 300mm.
Tải trọng ngang trên bản hẫng do lực va của xe với rào chắn phải lấy theo quy định của Phần 13 bộ tiêu chuẩn này.

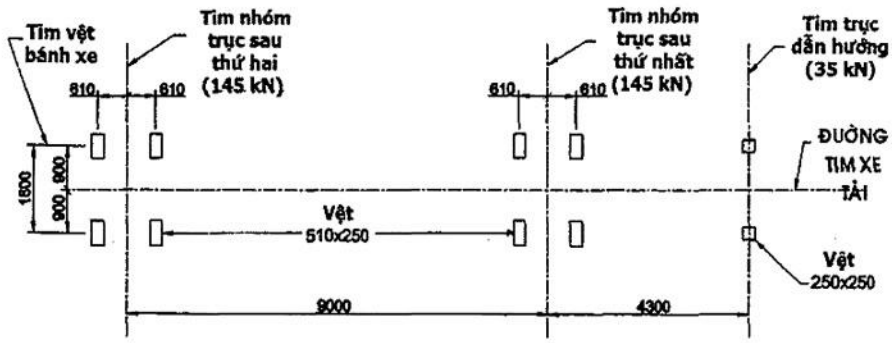
6.1.4 Tải trọng mỏi

6.1.4.1 Độ lớn và dạng hoạt tải

Tải trọng tính mỏi là một xe tải thiết kế hoặc là các trục của nó được quy định trong Điều 6.1.2.2 nhưng với một khoảng cách không đổi là 9000 mm giữa các trục 145.000N.

Phải áp dụng Lực xung kích quy định trong Điều 6.2 cho tải trọng tính mỏi.

Khi thiết kế mặt cầu bản trực hướng và lớp phủ mặt cầu bản trực hướng phải sử dụng mô hình tải trọng như trên Hình 2.



Hình 2- Vệt xe tải thiết kế để tính thiết kế mỏi bản mặt cầu trực hướng

6.1.4.2 Tần số lặp

Tần số của tải trọng mỏi 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 cấu 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:

$$ADTT_{SL} = p \times ADTT \quad (11)$$

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 = Tỷ lệ lượng xe tải trên một làn lấy theo Bảng 9.

Bảng 9 – Tỷ lệ xe tải trong một làn xe đơn, p

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

6.1.4.3 Phân bố tải trọng khi tính mỏi

6.1.4.3.1 Các phương pháp chính xác

Khi cầu được tính toán theo bất kỳ phương pháp chính xác nào được quy định trong Điều 6.3 Phần 4 bộ tiêu chuẩn này thì một xe tải đơn chiếc phải được bố trí theo chiều ngang và chiều dọc sao cho phạm vi ứng suất trong chi tiết đang xét là lớn nhất, bất kể vị trí dòng xe hay làn xe thiết kế trên mặt cầu.

6.1.4.3.2 Các phương pháp gần đúng

Khi cầu được tính toán theo sự phân bố gần đúng của tải trọng như quy định trong Điều 6.2 Phần 4 bộ tiêu chuẩn này, phải sử dụng hệ số phân bố cho một làn xe.

6.1.5 Tải trọng đường sắt

Nếu cầu dùng cho cả đường sắt, cơ quan có thẩm quyền qui định các đặc trưng của hoạt tải đường sắt và các tương quan giữa hoạt tải ô tô và hoạt tải đường sắt

6.1.6 Tải trọng bộ hành

Đối với tất cả đường bộ hành rộng hơn 600m phải lấy tải trọng người đi bộ bằng $3x10^{-3}$ MPa 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 $4x10^{-3}$ MPa.

Khi cần phải dùng xe bảo dưỡng và/hoặc để phòng xe ngẫu nhiên đi vào phần đường bộ hành trên cầu hay trên cầu cho người đi bộ và cầu đi xe đạp thì các tải trọng này phải được xét trong thiết kế. Lực xung kích của các loại xe này không cần phải xét.

Khi xe có thể đi vào lề bộ hành, tải trọng bộ hành trên lề đi bộ không được tính đồng thời với hoạt tải xe.

6.1.7 Tải trọng trên lan can

Tải trọng trên lan can phải lấy như quy định tại Phần 13 bộ tiêu chuẩn này.

6.2 TỶ LỆ GIA TĂNG LỰC DO XUNG KÍCH: IM

6.2.1 Tổng quát

Trừ trường hợp cho phép qui định trong Điều 6.2.2 và.6.2.3, 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 10 để tính đến tác động xung kích lực.

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 10- Tỷ lệ gia tăng lực do xung kích IM

Cấu kiện	IM
Mối nối bản mặt cầu - Tất cả các trạng thái giới hạn	75%
Tất cả cấu kiện khác • Trạng thái giới hạn mỏi và nứt gẫy • Tất cả trạn thái giới hạn khác	 15% 33%

Tác động của lực xung kích đối với các cấu kiện vùi trong đất như trong Phần 12 phải lấy theo qui định của Điều 6.2.2.

Không cần xét lực xung kích đối với:

- Tường chắn không chịu phản lực thẳng đứng từ kết cấu phần trên.
- Thành phần móng nằm hoàn toàn dưới mặt đất.

Lực xung kích có thể được chiết giảm cho các cấu kiện trừ mối nối, nếu đã kiểm tra đủ căn cứ theo các quy định của Điều 7.2.1 Phần 4 bộ tiêu chuẩn này.

6.2.2 Kết cấu vùi

Lực xung kích tính bằng phần trăm đối với cống và các cấu kiện vùi trong đất qui định trong Phần 12 bộ tiêu chuẩn này phải lấy như sau:

$$IM = 33(1,0 - 4,1x10^{-4} D_E) \geq 0\% \quad (12)$$

trong đó:

D_E = Chiều dày tối thiểu của lớp đất phủ phía trên kết cấu (mm).

6.3 LỰC LY TÂM: CE

Để tính toán lực hướng tâm hoặc hiệu ứng lật lên tải trọng bánh xe, lực ly tâm của hoạt tải phải được lấy bằng tích số của các trọng lượng trục của xe tải hay xe hai trục với hệ số C lấy như sau;

$$C = f(v^2/gR) \quad (13)$$

trong đó:

f = 4/3 cho các tổ hợp tải trọng khác với tổ hợp mỏi và bằng 1,0 cho mỏi
v = tốc độ thiết kế đường ô tô (m/s);

g = gia tốc trọng lực 9,807 (m/s^2)

R = bán kính cong của làn xe (m)

Tốc độ thiết kế đường bộ không lấy nhỏ hơn trị số theo cấp đường quy định trong TCVN 4054:2005.

Phải áp dụng hệ số làn quy định trong Điều 6.1.1.2.

Lực ly tâm tác dụng theo phương nằm ngang cách phía trên mặt đường 1800mm. Phải có một đường truyền lực hướng tâm tới kết cấu phần dưới.

Có thể xem xét giảm hiệu ứng lật của lực ly tâm lên tải trọng bánh xe theo phương đứng do hiệu ứng của siêu cao.

6.4 LỰC HÃM XE: BR

Lực hãm phải lấy giá trị lớn hơn giữa:

- 25% trọng lượng các trục xe của xe tải hoặc xe hai trục thiết kế hoặc,
- 5% của xe tải thiết kế cộng tải trọng làn hoặc 5% trọng lượng của xe hai trục thiết kế cộng tải trọng làn

Lực hãm này phải được đặt trong tất cả các làn thiết kế được chất tải theo Điều 6.1.1.1 và coi như đi cùng một chiều. Các lực này được coi là tác dụng theo chiều nằm ngang cách phía trên mặt đường 1.800mm cùng theo chiều dọc để gây ra ứng lực lớn nhất. Tất cả các làn thiết kế phải được chất tải đồng thời trên cầu và coi như đi cùng một chiều trong tương lai.

Phải áp dụng hệ số làn quy định trong Điều 6.1.1.2

6.5 LỰC VA CỦA XE: CT

6.5.1 Bảo vệ kết cấu

Không áp dụng các quy định trong Điều 6.5.2 nếu công trình được bảo vệ bởi một trong các kết cấu:

- Nền đắp;
- Kết cấu rào chắn độc lập cao 1370 mm chịu được va, chôn trong đất, đặt trong phạm vi cách bộ phận cần được bảo vệ 3000 mm; hoặc
- Rào chắn cao 1070 mm đặt cách bộ phận cần bảo vệ hơn 3000 mm.

Rào chắn phải có cấu tạo và kích thước hình học đủ chịu lực va tương đương thí nghiệm va xe mức 5 quy định trong Phần 13 bộ tiêu chuẩn này..

6.5.2 Xe cộ và tầu hoả va vào kết cấu

Trừ khi được bảo vệ như quy định trong Điều 6.5.1, mố trụ đặt trong phạm vi cách mép lòng đường bộ 9000 mm hay trong phạm vi 15000 mm đến tim đường sắt đều phải thiết kế chịu

một va lực tĩnh tương đương là 1.800.000N tác dụng ở bất kỳ hướng nào trong mặt phẳng nằm ngang, cách mặt đất 1200 mm.

Phải áp dụng các quy định của Điều 3.2.2.1 Phần 2 bộ tiêu chuẩn này.

6.5.3 Xe cộ va vào lan can

Phải áp dụng các quy định trong Phần 13 bộ tiêu chuẩn này.

7 TẢI TRỌNG NƯỚC: WA

7.1 ÁP LỰC TĨNH

Áp lực tĩnh của nước được giả thiết là tác động thẳng góc với mặt cản nước. Áp lực được tính toán bằng tích của chiều cao mặt nước phía trên điểm đang tính nhân với khối lượng riêng của nước và gia tốc trọng trường.

Mực nước thiết kế trong các trạng thái giới hạn phải tương ứng với mức lũ thiết kế cho xói.

Khi kiểm tra tác động của các tải trọng EQ, CT và CV ở trạng thái giới hạn đặc biệt, tải trọng nước (WA) và chiều sâu xói có thể dựa trên lưu lượng lũ trung bình hàng năm. Tuy nhiên, kiểm tra các hậu quả của những thay đổi điều kiện nền móng do xói bởi lũ kiểm tra, áp dụng tải trọng nước (WA) nhưng không tính tải trọng EQ, CT hoặc CV.

7.2 LỰC ĐẨY NỔI

Lực đẩy nổi của nước là một lực đẩy hướng lên trên được lấy bằng tổng của các thành phần thẳng đứng của áp lực tĩnh được xác định trong Điều 7.1, tác dụng lên tất cả các bộ phận kết cấu nằm dưới mức nước thiết kế.

7.3 ÁP LỰC DÒNG CHẢY

7.3.1 Theo chiều dọc

Áp lực nước chảy tác dụng theo chiều dọc của kết cấu phần dưới phải được tính theo công thức:

$$p = 5{,}14 \times 10^{-4} C_D V^2 \qquad (14)$$

trong đó :

- p = áp lực của nước chảy (MPa)
- C_D = hệ số cản của trụ lấy theo Bảng 11
- V = vận tốc nước thiết kế tính theo lũ thiết kế cho xói ở trạng thái giới hạn cường độ và sử dụng.

Bảng 11- Hệ số cản

Loại hình	C_D
Trụ đầu tròn	0,7
Trụ đầu vuông	1,4
Trụ có tụ rác	1,4
Trụ đầu nhọn với góc nhọn 90^0 hoặc nhỏ hơn	0,8

Lực cản dọc được tính bằng tích của áp lực dòng chảy dọc nhân với hình chiếu của diện tích mặt hứng nước của trụ.

7.3.2 Theo chiều ngang

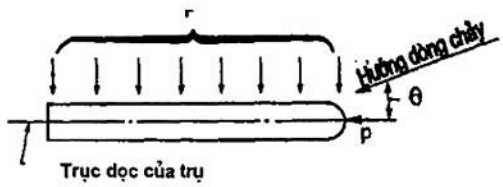
Áp lực ngang phân bố đều trên kết cấu phần dưới do dòng chảy lệch với chiều dọc của trụ một góc θ được lấy bằng :

$$p = 5{,}14 \times 10^{-4} C_L V^2 \qquad (15)$$

trong đó :

p = áp lực theo chiều ngang (MPa)

C_L = hệ số cản theo chiều ngang lấy theo Bảng 12



Hình 3 - Mặt bằng trụ thể hiện áp lực dòng chảy

Bảng 12- Hệ số cản theo chiều ngang

Góc θ giữa hướng dòng chảy và trục dọc của trụ	C_L
0^0	0,0
5^0	0,5
10^0	0,7
20^0	0,9
$\geq 30^0$	1,0

Lực cản ngang được tính bằng tích số của áp lực dòng chảy theo chiều ngang nhân với diện tích hứng nước của kết cấu.

7.4 TẢI TRỌNG SÓNG

Tác dụng của sóng lên kết cấu được xét cho những kết cấu phơi lộ chịu tác dụng của lực sóng lớn có thể xuất hiện.

7.5 KIỂM SOÁT SỰ BIẾN ĐỔI ĐIỀU KIỆN NỀN MÓNG DO TÁC ĐỘNG CỦA XÓI

Phải áp dụng những quy định trong Điều 6.4.4 Phần 2 bộ tiêu chuẩn này.

Những hậu quả của sự thay đổi điều kiện của móng sau xói do lũ thiết kế phải được xét đến ở trạng thái giới hạn cường độ và trạng thái giới hạn sử dụng. Hậu quả của sự thay đổi điều kiện của móng sau xói do tác động của lũ kiểm tra phải được xét đến ở trạng thái giới hạn đặc biệt.

8 TẢI TRỌNG GIÓ: WL VÀ WS

8.1 TẢI TRỌNG GIÓ NGANG

8.1.1 Tổng quát

Điều này quy định các tải trọng gió nằm ngang tác dụng vào các công trình cầu thông thường. Đối với các kết cấu nhịp lớn hay kết cấu nhạy cảm với gió như cầu treo dây võng, cầu dây văng cần có những khảo sát, nghiên cứu đặc biệt về môi trường khí hậu đối với gió và thí nghiệm hầm gió để xác định các tác động của gió trong thiết kế. Ngoài ra, phải xem xét trạng thái làm việc khí động học của các kết cấu đó theo các yêu cầu của Điều 8.3.

Tốc độ gió thiết kế, V, phải được xác định theo công thức:

$$V = V_B S \quad (16)$$

trong đó :

V_B = tốc độ gió giật cơ bản trong 3 giây với chu kỳ xuất hiện 100 năm thích hợp với vùng tính gió tại vị trí cầu đang nghiên cứu, như quy định trong Bảng 13.

S = hệ số điều chỉnh đối với khu đất chịu gió và độ cao mặt cầu theo quy định trong Bảng14.

Bảng 13 - Các giá trị của V_B cho các vùng tính gió ở Việt Nam

Vùng tính gió theo TCVN 2737 - 1995	V_B(m/s)
I	38
II	45
III	53
IV	59

Để tính gió trong quá trình lắp ráp, có thể nhân các giá trị V_B trong Bảng 13 với hệ số 0,85.

Bảng 14 - Các giá trị của S

Độ cao của mặt cầu trên mặt đất khu vực xung quanh hay trên mặt nước (m)	Khu vực lộ thiên hay mặt nước thoáng	Khu vực có rừng hay có nhà cửa với cây cối, nhà cao tối đa khoảng 10m	Khu vực có nhà cửa với đa số nhà cao trên 10m
10	1,09	1,00	0,81
20	1,14	1,06	0,89
30	1,17	1,10	0,94
40	1,20	1,13	0,98
50	1,21	1,16	1,01

8.1.2 Tải trọng gió tác động lên công trình : WS

8.1.2.1 Tải trọng gió ngang

Tải trọng gió ngang P_D phải được lấy theo phương tác dụng nằm ngang và đặt tại trọng tâm của các phần diện tích thích hợp, và được tính như sau:

$$P_D = 0{,}0006\, V^2 A_t C_d \geq 1{,}8\, A_t \text{ (kN)} \qquad (17)$$

trong đó:

V = tốc độ gió thiết kế xác định theo phương trình 16 (m/s)

A_t = diện tích của kết cấu hay cấu kiện phải tính tải trọng gió ngang (m^2)

C_d = hệ số cản được xác định theo Hình 4

Diện tích kết cấu hay cấu kiện đang xét phải là diện tích đặc chiếu lên mặt trước vuông góc, trong trạng thái không có hoạt tải tác dụng, với các điều kiện sau đây:

Đối với kết cấu phần trên có lan can đặc, diện tích kết cấu phần trên phải bao gồm diện tích của lan can đặc hứng gió, không cần xét ảnh hưởng của lan can không hứng gió.

Đối với kết cấu phần trên có lan can hở, tải trọng toàn bộ phải lấy bằng tổng tải trọng tác dụng lên kết cấu phần trên, khi đó phải xét lan can hứng và không hứng gió riêng rẽ từng loại. Nếu có hơn hai lan can, chỉ xét ảnh hưởng những lan can nào có ảnh hưởng lớn nhất về phương diện không che chắn.

Đối với kết cấu nhịp kiểu dàn, lực gió sẽ được tính toán cho từng bộ phận một cách riêng rẽ cả nơi hướng gió và nơi khuất gió, mà không xét phần bao bọc.

Đối với các trụ, không xét mặt che chắn.

Hệ số cản C_d phải tính theo các phương pháp sau:

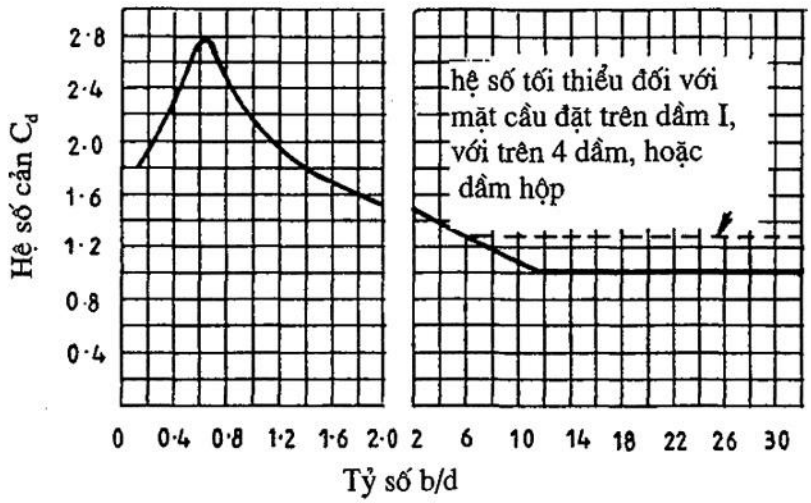
Đối với Kết cấu phần trên có mặt trước đặc, khi kết cấu quy đổi có các mép cạnh dốc đứng và không có góc vuốt đáy đáng kể về khí động phải lấy Cd theo Hình 4, trong đó:

b = Chiều rộng toàn bộ của cầu giữa các bề mặt lan can (mm)

d = Chiều cao Kết cấu phần trên bao gồm cả lan can đặc nếu có (mm)

Đối với Kết cấu phần trên giàn, lan can và kết cấu phần dưới phải lấy lực gió đối với từng cấu kiện với các giá trị C_d theo Bảng 6 TCVN 2737: 1995 hoặc theo tài liệu khác nếu có căn cứ khoa học.

Đối với mọi Kết cấu phần trên khác, phải xác định C_d trong hầm thí nghiệm gió.



Hình 4 - Hệ số cản C_d dùng cho kết cấu phần trên có mặt hứng gió đặc

CHÚ DẪN:

1. Các giá trị cho trong Hình 4 dựa trên giả thiết là mặt hứng gió thẳng đứng và gió tác dụng nằm ngang.
2. Nếu mặt hứng gió xiên so với mặt thẳng đứng, hệ số cản C_d có thể được giảm 0.5% cứ mỗi độ xiên so với mặt đường và tối đa được giảm 30%.
3. Nếu mặt hứng gió có cả phần đứng lẫn phần dốc hoặc 2 phần dốc nghiêng với góc khác nhau, tải trọng gió phải lấy như sau:

   a) Hệ số cản cơ bản C_d tính với chiều cao toàn bộ kết cấu

   b) Đối với từng mặt đứng hệ số cản cơ bản tính trên được giảm theo chú dẫn 2.

   c) Tính tải trọng gió tổng cộng bằng cách dùng hệ số cản thích hợp cho các diện tương ứng.
4. Nếu kết cấu phần trên được nâng cao, phải lấy C_d tăng lên 3% cho mỗi độ nghiêng so với đường nằm ngang, nhưng không quá 25%.
5. Nêu kết cấu phần trên chịu gió xiên không quá 5^0 so với hướng nằm ngang, phải tăng C_d lên 15%. Nếu góc xiên vượt 5^0 phải chia hệ số cản cho một hệ số theo thí nghiệm.
6. Nếu kết cấu phần trên được nâng cao đồng thời chịu gió xiên, phải lấy hệ số cản theo kết quả khảo sát đặc biệt.

8.1.2.2 Tải trọng gió dọc

Đối với mố, trụ, kết cấu phần trên là giàn hay các dạng kết cấu khác có một bề mặt cản gió lớn song song với tim dọc của kết cấu thì phải xét tải trọng gió dọc. Phải tính tải trọng gió dọc theo cách tương tự với tải trọng gió ngang theo Điều 8.1.2.1.

Đối với Kết cấu phần trên có mặt trước đặc, tải trọng gió lấy bằng 0,25 lần tải trọng gió ngang theo Điều 8.1.2.1.

Các tải trọng gió dọc và ngang phải cho tác dụng trong từng trường hợp đặt tải riêng rẽ, nếu thấy thích hợp thì kết cấu phải kiểm toán bằng hợp lực của gió xét đến ảnh hưởng của các góc hướng gió trung gian (không vuông góc).

8.1.3 Tải trọng gió tác dụng lên xe cộ: WL

Khi có xe trên cầu, phải xét áp lực gió tác dụng vào cả kết cấu và xe cộ. Áp lực gió lên xe cộ phải thể hiện bằng các dải lực có thể di động và gián đoạn với giá trị 1,46 N/mm tác dụng theo phương vuông góc và ở trên 1800 mm so với mặt đường và tác dụng vào kết cấu.

Khi gió tác dụng trên xe cộ không vuông góc với kết cấu, thành phần vuông góc và song song tác dụng lên hoạt tải có thể lấy theo quy định trong Bảng 15 với góc chéo lấy vuông góc với bề mặt.

Phải đặt tải lực gió ngang và dọc lên xe cộ cho từng trường hợp đặt tải riêng rẽ, nếu thích hợp, phải kiểm toán kết cấu bằng hợp lực gió có xét ảnh hưởng của các góc hướng gió trung gian.

Bảng 15 - Các thành phần gió lên hoạt tải

Góc chéo	Thành phần vuông góc	Thành phần song song
Độ	N/mm	N/mm
0	1,46	0,00
15	1,28	0,18
30	1,20	0,35
45	0,96	0,47
60	0,50	0,55

8.2 TẢI TRỌNG GIÓ THẲNG ĐỨNG

Phải lấy tải trọng gió thẳng đứng P_v tác dụng vào trọng tâm của diện tích thích hợp theo công thức:

$$P_v = 0{,}00045\ V^2 A_v \qquad \text{(kN)} \qquad (18.)$$

trong đó:

V = tốc độ gió thiết kế được xác định theo phương trình 16 (m/s)

A_v = diện tích phẳng của mặt cầu hay cấu kiện dùng để tính tải trọng gió thẳng đứng (m^2).

Chỉ tính tải trọng này cho các trạng thái giới hạn cường độ III và Sử dụng IV không liên quan đến gió lên hoạt tải, và chỉ tính khi lấy hướng gió vuông góc với trục dọc của cầu.

Đường lực này phải đặt ở điểm 1/4 chiều rộng mặt cầu ở phía có gió cùng với lực gió nằm ngang quy định theo Điều 8.1.

Có thể dùng Phương trình 18 với điều kiện góc nghiêng của gió tác dụng vào kết cấu ít hơn 5^0; nếu vượt quá 5^0, hệ số "nâng bốc" phải được xác định bằng thí nghiệm.

8.3 MẤT ỔN ĐỊNH ĐÀN HỒI KHÍ ĐỘNG

8.3.1 Tổng quát

Hiệu ứng lực đàn hồi khí động phải được xét trong thiết kế các cầu và các bộ phận có khả năng nhạy cảm với gió. Các cầu và các bộ phận kết cấu của nó có tỷ lệ giữa chiều dài nhịp và chiều rộng hoặc chiều cao vượt quá 30 được coi là nhạy cảm với gió.

Dao động của dây cáp do cộng tác dụng của gió và mưa cũng phải được xét.

8.3.2 Hiện tượng đàn hồi khí

Phải xét hiện tượng đàn hồi khí của các kích thích do gió xoáy, rung giật, rung chao đảo hay rung lệch tăng dần khi phù hợp.

8.3.3 Kiểm tra đáp ứng động

Cầu và các bộ phận kết cấu của nó bao gồm cả dây cáp phải được thiết kế bảo đảm không bị hỏng do mỏi dưới tác dụng của dao động do gió xoáy hoặc giật. Cầu phải được thiết kế bảo đảm không bị xoắn vặn và chịu được dao động ngang gây thảm hoạ khi có gió với vận tốc lớn hơn 1,2 lần vận tốc thiết kế có thể tác động đến chiều cao mặt cầu.

8.3.4 Thí nghiệm hầm gió

Có thể dùng các thí nghiệm hầm gió cho mặt cắt đại diện để thoả mãn các yêu cầu của các Điều 8.3.2 và 8.3.3.

9 HIỆU ỨNG ĐỘNG ĐẤT: EQ

9.1 TỔNG QUÁT

Tải trọng động đất phải được lấy bằng một ứng lực nằm ngang được xác định phù hợp với các quy định của Điều 7.4 Phần 4 bộ tiêu chuẩn này trên cơ sở hệ số ứng xử đàn hồi C_{sm} được quy định trong Điều 9.6 và trọng lượng tương đương của kết cấu phần trên và được chỉnh lý bằng hệ số điều chỉnh ứng xử quy định trong Điều 9.7.1

Những quy định ở đây được áp dụng với kết cấu phần trên dạng bản, dầm tổ hợp, dầm hộp và giàn thông thường với nhịp không vượt quá 150.000 mm. Đối với những kết cấu khác và cầu với chiều dài nhịp vượt quá 150.000 mm thì xác định theo chứng cứ khoa học hoặc chấp nhận những quy định thích hợp. Trừ khi có quy định khác, các quy định này không áp dụng cho những công trình hoàn toàn bị vùi.

Đối với cống hộp và công trình bị vùi không cần xét hiệu ứng động đất trừ trường hợp công trình đi qua vùng đứt gẫy đang hoạt động .

Phải xét đến khả năng đất bị hoá lỏng và các dốc trượt tùy theo điều kiện địa chất và vùng động đất..

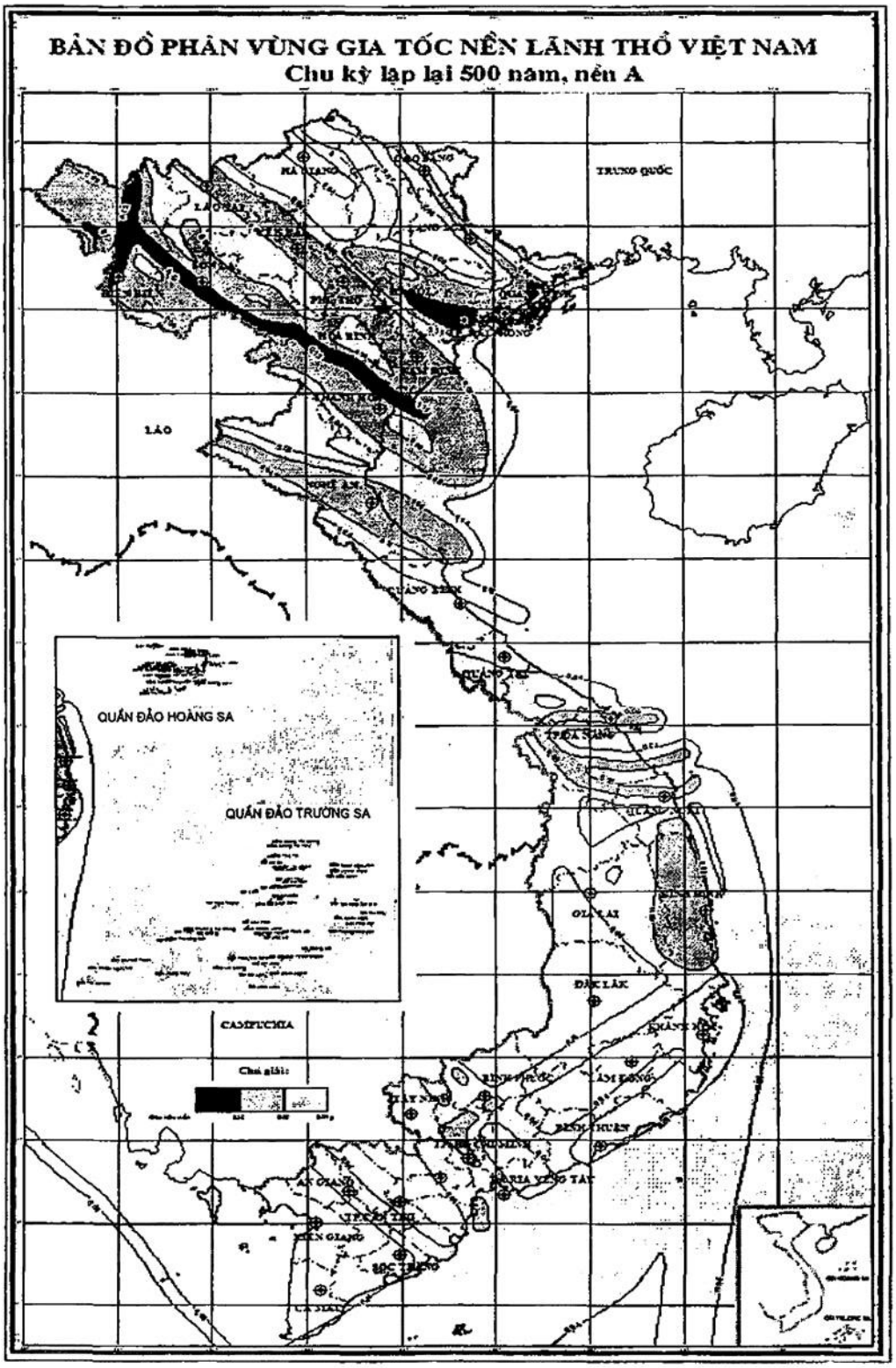
9.2 HỆ SỐ GIA TỐC

Hệ số gia tốc "A" phải được xác định từ bản đồ phân vùng gia tốc nền trong Hình 5 và các giá trị hệ số gia tốc theo địa danh hành chính qui định trong Phụ lục H của TCVN 9386:2012.

Phải tiến hành những nghiên cứu riêng do chuyên gia chuyên sâu thực hiện để xác định các hệ số gia tốc riêng theo vị trí và kết cấu nếu tồn tại bất kỳ một điều kiện nào dưới đây:

- Vị trí ở gần một đứt gãy đang hoạt động.
- Có thể có những động đất kéo dài trong vùng.
- Do tầm quan trọng của cầu cần xét đến một chu kỳ công trình chịu động đất dài hơn (do đó liên quan đến chu kỳ tái xuất hiện).

Ảnh hưởng của các đặc tính cơ lý đất tại chỗ được qui định trong Điều 9.5.



Hình 5 - Các vùng hệ số gia tốc

9.3 CÁC MỨC ĐỘ QUAN TRỌNG CỦA CÔNG TRÌNH CẦU

Để tính toán về động đất, phải xếp loại công trình cầu đang xét vào một trong ba mức độ quan trọng như sau:

- Các cầu đặc biệt quan trọng
- Các cầu thiết yếu, hoặc
- Các cầu thông thường

Cơ sở để xếp loại phải dựa trên các yêu cầu xã hội/sự sống còn và an ninh/quốc phòng. Trong việc phân loại cầu cần xét đến những thay đổi có thể trong tương lai về các điều kiện và các yêu cầu.

9.4 VÙNG ĐỘNG ĐẤT

Mỗi vị trí cầu phải được xem xét để xác định mức độ kháng chấn theo một trong 3 vùng động đất qui định trong Bảng 16.

Bảng 16 - Vùng động đất

Hệ số gia tốc	Vùng động đất	Cấp (MSK - 64)
$A \leq 0,09$	1	Cấp $\leq 6,5$
$0.09 < A \leq 0,19$	2	$6,5 <$ Cấp $\leq 7,5$
$0.19 < A < 0,29$	3	$7,5 <$ Cấp ≤ 8

9.5 CÁC ẢNH HƯỞNG CỦA VỊ TRÍ CÔNG TRÌNH

9.5.1 Tổng quát

Ảnh hưởng của vị trí cầu phải được xét đến trong việc xác định các tải trọng động đất cho cầu.

Hệ số thực địa S quy định trong Bảng 17 phải dựa trên loại đất được xác định theo các Điều 9.5.2 đến 9.5.5.

Bảng 17- Hệ số thực địa

Hệ số thực địa	Loại đất			
	I	II	III	IV
S	1,0	1,2	1,5	2,0

Ở những vị trí công trình không biết đầy đủ chi tiết về tính chất của đất để xác định loại đất, hoặc khi đất không khớp với một trong 4 loại, thì hệ số thực địa S phải lấy theo đất loại II.

9.5.2 Đất loại I

Đất được xếp vào loại I gồm:

- Đá các loại hoặc là đá sit dạng kết tinh, hoặc
- Đất cứng có bề dày nhỏ hơn 60000 mm và đất phủ trên nền đá là cát, sỏi cuội hoặc sét cứng trầm tích ổn định.

9.5.3 Đất loại II

Đất dính cứng hoặc đất rời sâu có bề dày vượt quá 60000 mm và loại đất phủ trên nền đá là cát, sỏi cuội hay sét cứng trầm tích ổn định được xếp vào loại II.

9.5.4 Đất loại III

Đất sét mềm đến nửa cứng và cát được đặc trưng bởi lớp dày 9000 mm hay hơn nữa là sét mềm hay nửa cứng, có hoặc không có xen lẫn các lớp cát hoặc đất rời khác được xếp vào loại III.

9.5.5 Đất loại IV

Đất sét mềm hoặc bùn dày hơn 12000 mm được xếp vào loại IV.

9.6 HỆ SỐ ĐÁP ỨNG ĐỘNG ĐẤT ĐÀN HỒI

9.6.1 Tổng quát

Ngoài quy định của Điều 9.6.2, hệ số đáp ứng động đất đàn hồi C_{sm} cho dạng thức dao động thứ m được lấy theo:

$$C_{sm} = \frac{1,2AS}{T_m^{2/3}} \leq 2,5A \qquad (19)$$

trong đó:

T_m = chu kỳ dao động của dạng thức dao động thứ m (s)

A = hệ số gia tốc lấy theo Điều 9.2

S = hệ số thực địa lấy theo Điều 9.5

Khi xác định chu kỳ dao động, T_m, cần dựa trên cơ sở khối lượng danh định, không có hệ số của các cấu kiện hoặc kết cấu.

9.6.2 Các trường hợp ngoại lệ

Với các cầu trong vùng đất loại III và trong các vùng mà hệ số "A" không nhỏ hơn 0,30, C_{sm} không vượt quá 2,0A.

Đối với đất loại III và IV và đối với các dạng thức dao động khác với dạng thức dao động cơ bản có chu kỳ nhỏ hơn 0,3 giây, thì C_{sm} phải lấy theo:

$$C_{sm} = A\,(0,8 + 4,0\,T_m) \qquad (20)$$

Nếu chu kỳ dao động của một dạng thức dao động bất kỳ lớn hơn 4,0 giây thì trị số C_{sm} của dạng thức dao động đó phải lấy theo:

$$C_{sm} = \frac{3AS}{T_m^{4/3}} \qquad (21)$$

9.7 HỆ SỐ ĐIỀU CHỈNH ĐÁP ỨNG

9.7.1 Tổng quát

Để áp dụng các hệ số điều chỉnh ứng xử qui định ở đây, các chi tiết kết cấu cần phải thỏa mãn quy định của các Điều 10.2.2, Điều 10.11 và 13.4.6 Phần 5 bộ tiêu chuẩn này.

Trừ các điểm lưu ý tại Điều này, ứng lực động đất thiết kế của các kết cấu phần dưới và các liên kết giữa các bộ phận của kết cấu được liệt kê trong Bảng 19 phải được xác định bằng cách chia ứng lực từ kết quả phân tích đàn hồi cho hệ số điều chỉnh ứng xử thích hợp R, như quy định trong Bảng 18 và 19 tương ứng.

Hệ số R còn được quy định trong Bảng 19 cho các liên kết, các mối nối ướt giữa các bộ phận kết cấu và các kết cấu, chẳng hạn như liên kết cột với bệ móng, có thể được thiết kế để truyền ứng lực lớn nhất có thể phát sinh bởi khớp dẻo của cột hay bệ nhóm cột mà chúng liên kết như quy định trong Điều 9.9.4.3.

Nếu phương pháp lịch sử thời gian phi đàn hồi được dùng để phân tích, thì hệ số điều chỉnh ứng xử R sẽ lấy bằng 1,0 cho mọi kết cấu phần dưới và liên kết.

Bảng 18 - Hệ số điều chỉnh ứng xử R - Kết cấu phần dưới

Kết cấu phần dưới	Mức độ quan trọng		
	Rất quan trọng	Chủ yếu	Khác
Trụ kiểu tường có kích thước lớn	1,5	1,5	2,0
Bệ cọc BTCT			
• chỉ có cọc thẳng	1,5	2,0	3,0
• có cả cọc xiên	1,5	1,5	2,0
Cột đơn	1,5	2,0	3,0
Cọc thép hay thép liên hợp và bệ cọc BTCT			
• chỉ có cọc thẳng	1,5	3,5	5,0
• có cả cọc xiên	1,5	2,0	3,0
Bệ nhóm cột	1,5	3,5	5,0

Bảng 19 - Hệ số điều chỉnh ứng xử R - Các liên kết

Liên kết	Tất cả các cấp quan trọng
Kết cấu nhịp với mố	0,8
Khe co giãn trong nhịp của kết cấu phần trên	0,8
Cột trụ hay bệ cọc với rầm mũ hay kết cấu phần trên	1,0
Cột hay trụ với móng	1,0

9.7.2 Áp dụng

Tải trọng động đất được giả thiết tác dụng trong mọi phương ngang.

Hệ số R được dùng cho cả hai trục trực giao của kết cấu phần dưới.

Một trụ bê tông cốt thép dạng tường có thể được tính toán như là cột đơn theo chiều mảnh nếu thỏa mãn quy định cho cột trong Phần 5 bộ tiêu chuẩn này.

9.8 TỔ HỢP CÁC ỨNG LỰC ĐỘNG ĐẤT

Các ứng lực động đất đàn hồi trên mỗi trục chính của một cấu kiện được rút ra từ tính toán theo hai phương thẳng góc phải được tổ hợp thành hai trường hợp tải trọng sau:

- 100% của giá trị tuyệt đối của các ứng lực theo một trong các chiều vuông góc thứ nhất được tổ hợp với 30% của giá trị tuyệt đối của các ứng lực trong chiều vuông góc thứ hai.
- 100% của giá trị tuyệt đối của các ứng lực trong chiều vuông góc thứ hai được tổ hợp với 30% của giá trị tuyệt đối của các ứng lực trong chiều vuông góc thứ nhất.

Khi lực liên kết giữa cột và/hoặc móng được xác định từ khớp dẻo trong cột theo Điều 9.9.4.3, khi xác định hiệu ứng của hợp lực có thể không xét đến các trường hợp tổ hợp tải trọng nêu trên. Với mục đích này lực cắt và mô men được xác định trên cơ sở khớp dẻo. Lực dọc trục phải được xác định từ các tổ hợp tải trọng phù hợp với lực dọc, nếu có, kết hợp với khớp dẻo khi động đất EQ. Nếu một trụ được thiết kế như một cột theo Điều 9.7.2, ngoại lệ này phải áp dụng cho phương yếu của trụ khi sử dụng khớp dẻo; các trường hợp tổ hợp tải trọng trên phải được áp dụng cho phương khỏe của trụ.

9.9 TÍNH TOÁN LỰC THIẾT KẾ

9.9.1 Tổng quát

Đối với cầu một nhịp bất kể trong vùng động đất nào, lực thiết kế liên kết nhỏ nhất theo chiều bị kiềm giữ dịch chuyển giữa kết cấu phần trên và kết cấu phần dưới không được lấy nhỏ hơn tích của hệ số thực địa, hệ số gia tốc nhân với tải trọng thường xuyên được phân phối về đó.

Bề rộng của bệ gối di động của cầu nhiều nhịp phải phù hợp hoặc theo Điều 7.4.4 Phần 4 bộ tiêu chuẩn này hoặc phải lắp đặt bộ truyền lực sốc (STUs), và giảm chấn.

9.9.2 Vùng động đất 1

Đối với cầu nằm trong vùng 1 có hệ số gia tốc nhỏ hơn 0,025 và nền đất thuộc loại I hoặc loại II, lực thiết kế liên kết ngang trong chiều bị kiềm giữ dịch chuyển không được lấy nhỏ hơn 0,1 lần phản lực thẳng đứng do tải trọng thường xuyên truyền vào đó và do các hoạt tải được cho là có tồn tại trong khi có động đất.

Đối với các địa điểm khác trong vùng 1 thì lực liên kết ngang thiết kế trong các chiều bị kiềm giữ dịch chuyển không được lấy nhỏ hơn 0,2 lần phản lực thẳng đứng do tải trọng thường xuyên truyền vào đó và do các hoạt tải có thể tồn tại trong khi có động đất.

Đối với mỗi phân đoạn liền của kết cấu phần trên thì tải trọng thường xuyên được phân phối cho liên kết trên trục gối cố định dùng để xác định lực liên kết thiết kế phải lấy bằng tổng tải trọng thường xuyên của đốt dầm.

Nếu mỗi gối đỡ một phân đoạn liền hoặc đỡ một nhịp giản đơn được cố định theo phương ngang thì tải trọng thường xuyên dùng để xác định lực liên kết phải lấy bằng phân lực do tải trọng thường xuyên tác dụng trên gối đó.

Mỗi gối cao su và các liên kết của chúng vào khối xây hay bản gối phải được thiết kế để chịu được lực động đất nằm ngang truyền qua gối. Đối với tất cả các cầu trong vùng động đất 1 và tất cả các cầu một nhịp thì lực cắt do động đất không được nhỏ hơn lực liên kết được quy định ở đây.

9.9.3 Vùng động đất 2

Công trình trong vùng động đất 2 phải được tính toán phù hợp với yêu cầu tối thiểu được ghi trong các Điều 7.4.1 và 7.4.3 Phần 4 bộ tiêu chuẩn này.

Trừ móng, lực động đất thiết kế dùng cho các bộ phận bao gồm cả bệ cọc và tường chắn phải được xác định bằng cách chia lực động đất đàn hồi tính theo Điều 9.8 cho hệ số điều chỉnh đáp ứng thích hợp R lấy trong Bảng 18.

Lực động đất thiết kế dùng cho móng, trừ bệ cọc và tường chắn phải được xác định bằng cách chia lực động đất đàn hồi theo Điều 9.8 cho một nửa hệ số điều chỉnh đáp ứng R theo Bảng 18 đối với cấu kiện kết cấu phần dưới được liên kết vào móng đó. Giá trị của R/2 không được lấy nhỏ hơn 1,0.

Khi có một nhóm tải trọng không phải loại Đặc biệt I quy định trong Bảng 3, chi phối việc thiết kế các cột, thì phải xem xét khả năng các lực động đất truyền xuống móng có thể lớn hơn lực tính theo cách quy định trên đây, do có thể vượt cường độ của các cột.

9.9.4 Vùng động đất 3

9.9.4.1 Tổng quát

Các kết cấu trong vùng động đất 3 phải được tính toán phù hợp với yêu cầu tối thiểu ghi trong các Điều 7.4.1 và 7.4.3 Phần 4 bộ tiêu chuẩn này.

Lực thiết kế của mỗi thành phần phải lấy giá trị nhỏ hơn của các lực xác định theo:

- Các quy định của Điều 9.9.4.2; hoặc
- Các quy định của Điều 9.9.4.3,

cho tất cả các cấu kiện của một cột, xà mũ và móng cũng như liên kết của chúng.

9.9.4.2 Lực thiết kế điều chỉnh

Lực thiết kế điều chỉnh phải được xác định như qui định trong Điều 9.9.3, trừ trường hợp tính móng phải lấy hệ số R bằng 1,0.

9.9.4.3 Lực khớp dẻo

9..9.4.3.1 Tổng quát

Khi áp dụng sơ đồ tính theo giả thiết hình thành khớp dẻo làm cơ sở để thiết kế động đất, các ứng lực tổng hợp do khớp dẻo ở đỉnh và đáy cột phải được tính toán sau khi thiết kế sơ bộ của cột đó hoàn thành theo các lực thiết kế được điều chỉnh qui định trong Điều 9.9.4.2 như là các tải trọng động đất. Các lực thu được từ khớp dẻo sau đó phải được dùng để xác định lực thiết kế cho hầu hết các bộ phận như qui định tại Điều này. Phương pháp để tính toán các lực cho cột trụ đơn và trụ khung với nhiều hơn hai cột phải lấy theo các quy định trong các Điều tiếp sau.

Khớp dẻo phải được xác định là xảy ra trước khi kết cấu và/hoặc móng bị phá hoại do vượt ứng suất hay do mất ổn định trong kết cấu và/hoặc trong móng. Khớp dẻo chỉ cho phép xuất hiện trong cột là vị trí dễ kiểm tra và sửa chữa. Sức kháng uốn dẻo của bộ phận kết cấu phần dưới phải được xác định theo các quy định trong các Phần 5 và 6 bộ tiêu chuẩn này.

Cấu kiện và bộ phận liên kết với cột trong kết cấu phần trên và kết cấu phần dưới cũng phải được thiết kế để chịu lực cắt ngang của cột, được xác định theo sức kháng uốn dẻo tính toán của cột sử dụng hệ số sức kháng được quy định tại đây.

Các lực cắt phát sinh, được tính trên cơ sở khớp dẻo, có thể coi như lực động đất cực hạn mà cầu có thể khai thác được.

9.9.4.3.2 Các cột và trụ đơn

Các hiệu ứng lực phải được xác định theo hai trục chính của cột và trục yếu của trụ hoặc trụ khung như sau:

- Bước 1 – Xác định sức kháng mô men vượt cường độ của cột. Sử dụng hệ số sức kháng bằng 1,3 cho cột bê tông cốt thép và 1,25 cho cột thép. Với cả hai loại vật liệu, lực dọc tác dụng phải được xác định từ Tổ hợp tải trọng đặc biệt I, với lực dọc đàn hồi lớn nhất từ lực động đất xác định theo Điều 9.8 được lấy như EQ.

- Bước 2 – Sử dụng sức kháng mô men vượt cường độ của cột, tính toán lực cắt tương ứng trong cột. Với cột loe, trong tính toán này phải sử dụng sức kháng vượt cường độ cho cả mặt cắt trên và dưới phần loe của thân cột. Nếu móng của cột ngàm sâu đáng kể dưới đất, nên xem xét khả năng hình thành khớp dẻo ở phía trên móng. Nếu điều này xảy ra, phải dùng chiều dài cột giữa các khớp dẻo để tính lực cắt trong cột.

Ứng lực tương ứng với sự hình thành khớp dẻo trong cột đơn được xác định như sau:

- Lực dọc – Được xác định theo tổ hợp tải trọng đặc biệt I, tải trọng lực dọc động đất không chiết giảm lớn nhất và nhỏ nhất theo Điều 9.8 được lấy như EQ

- Mô men – Được tính theo Bước 1

- Lực cắt – Được tính theo Bước 2

9.9.4.3.3 Trụ với hai hoặc nhiều Cột

Ứng lực của trụ khung với hai hoặc nhiều cột phải được xác định theo cả hai mặt phẳng trụ khung và vuông góc với mặt phẳng trụ khung. Theo phương vuông góc với trụ khung, các lực phải xác định cho cột đơn theo Điều 9.9.4.3.2. Trong mặt phẳng khung, các lực phải được tính toán như sau:

- Bước 1 – Xác định sức kháng mô men vượt cường độ của cột. Sử dụng hệ số sức kháng bằng 1,3 cho cột bê tông cốt thép và 1,25 cho cột thép. Lực dọc ban đầu được xác định trong tổ hợp tải trọng đặc biệt I với EQ = 0 cho cả hai loại vật liệu.

- Bước 2- Sử dụng sức kháng mô men vượt cường độ, để tính toán lực cắt. Lấy tổng lực cắt của khung để xác định lực cắt lớn nhất trong trụ. Nếu có giằng ngang giữa các cột, chiều cao có hiệu của cột sẽ được lấy từ đỉnh giằng ngang. Với cột có phần loe và móng ở dưới mặt đất, phải áp dụng các quy định của Điều 9.9.4.3.2. Với các cọc tạo thành trụ khung, tính thêm cả chiều dài của cọc trong lớp bùn khi xác định lực cắt.

- Bước 3 – Đặt lực cắt của khung tại tâm khối lượng của kết cấu phần trên phía trên trụ và xác định lực dọc trong cột do lật khi cột làm việc tới sức kháng mô men vượt cường độ.

- Bước4– Sử dụng các lực dọc này như EQ trong tổ hợp tải trọng đặc biệt I, xác định sức kháng mô men vượt cường độ điều chỉnh của cột. Với sức kháng mô men vượt cường độ điều chỉnh của cột, tính toán lực cắt trong cột và lực cắt lớn nhất trong trụ khung. nếu lực cắt lớn nhất trong trụ khung không vượt quá 10% giá trị đã xác định ở bước trước, sử dụng giá trị lực cắt trong trụ khung lớn nhất này và quay trở lại bước 3.

Các lực trong các cột riêng biệt trong mặt phẳng khung ứng với khớp dẻo của cột phải được lấy như sau:

- Lực dọc – Lực dọc lớn nhất và nhỏ nhất xác định theo tổ hợp tải trọng đặc biệt I, với lực dọc được xác định từ bước lặp cuối cùng ở bước 3 được lấy như EQ và được lấy cả hai dấu dương và âm.
- Mô men – sức kháng mô men vượt cường độ tương ứng với lực nén lớn nhất xác định từ bước trên.
- Lực cắt – Lực cắt tương ứng với sức kháng mô men vượt cường độ đã xác định như trên, lưu ý đến các quy định ở bước 2 ở trên.

9.9.4.3.4 Các lực thiết kế cho cột và trụ cọc nạng chống

Lực thiết kế cho cột và trụ cọc nạng chống phải được lấy theo Điều 9.9.4.1, áp dụng như sau:

- Lực dọc – Lực thiết kế lớn nhất hoặc nhỏ nhất trong tổ hợp tải trọng đặc biệt I với giá trị thiết kế đàn hồi theo điều 9.8 được lấy như EQ, hoặc giá trị tương ứng với khớp dẻo lấy như EQ.
- Mô men – Mô men thiết kế hiệu chỉnh trong tổ hợp tải trọng đặc biệt I
- Lực cắt – giá trị nhỏ hơn giữa giá trị thiết kế đàn hồi trong tổ hợp tải trọng đặc biệt I tổ hợp với tải trọng động đất theo Điều 9.8 và sử dụng hệ số R bằng 1 cho cột, hoặc giá trị tương ứng cho khớp dẻo của cột

9.9.4.3.5 Lực thiết kế trụ

Lực thiết kế phải lấy theo tổ hợp tải trọng đặc biệt I, trừ khi trụ được thiết kế như một cột theo phương yếu. Nếu trụ được thiết kế như một cột, lực thiết kế theo phương yếu phải được xác định theo Điều 9.9.4.3.4 và phải áp dụng tất cả các yêu cầu thiết kế của trụ theo qui định của Phần 5 của bộ tiêu chuẩn này. Khi các lực phát sinh do chốt dẻo được dùng trong phương yếu, phải áp dụng tổ hợp các lực theo Điều 9.8, để xác định mô men đàn hồi sau đó chiết giảm bằng hệ số R thích hợp.

9.9.4.3.6 Lực thiết kế móng

Các lực thiết kế cho móng bao gồm cả móng nông, bệ cọc và cọc có thể lấy như các lực từ tổ hợp tải trọng đặc biệt I, với lực động đất theo Điều 9.8, hoặc các lực ở đáy cột tương ứng với khớp dẻo theo Điều 9.8.

Khi các cột của trụ khung có một bệ chung, lực phân bố cuối cùng ở chân cột trong Bước 4 của Điều 9.9.4.3.3 có thể dùng để thiết kế móng trong mặt phẳng khung. Sự phân bố này tạo ra lực cắt và mô men bé hơn cho móng bởi vì một cột ngoài cùng này có thể bị kéo và cột khác bị nén do mô men lật động đất. Điều này làm tăng đáng kể lực cắt và mô men tới hạn cho cột này và giảm cho cột khác.

9.9.5 Bộ phận cản dọc

Lực ma sát không được coi là một phương thức cản lại tác dụng của lực ngang do hiệu ứng động đất.

Bộ phận cản phải được thiết kế theo một lực được tính bằng hệ số gia tốc nhân với tải trọng thường xuyên của nhịp nhẹ hơn trong hai nhịp hoặc các bộ phận kề bên của kết cấu.

Nếu bộ phận cản đặt ở một điểm mà ở đó được cấu tạo để có chuyển vị tương đối của các mặt cắt kết cấu phần trên xảy ra trong quá trình hoạt động của động đất, thì phải cho phép đủ chùng trong bộ phận cản để bộ phận cản chỉ bắt đầu hoạt động khi chuyển vị vượt quá trị số thiết kế.

Bộ phận cản được đặt ở trụ hay cột thì bộ phận cản của mỗi nhịp có thể được liên kết với trụ hay cột tốt hơn là liên kết các nhịp liền kề với nhau. Thay cho các bộ phận cản, STUs (cơ cấu truyền lực đẩy ngang) có thể được sử dụng và thiết kế cho cả các lực đàn hồi theo Điều 7 Phần 4 bộ tiêu chuẩn này hoặc ứng lực lớn nhất được sinh ra do khớp dẻo của kết cấu phần dưới theo Điều 9.7.1

9.9.6 Thiết bị neo giữ

Đối với Vùng động đất 2 và 3, thiết bị neo giữ phải được đặt ở các gối và khớp trong kết cấu liên tục mà ở đó lực động đất thẳng đứng do tải trọng động đất dọc ngược chiều và vượt 50% nhưng không lớn hơn 100% phản lực do tải trọng thường xuyên gây ra. Trong trường hợp này lực nâng thực dùng để thiết kế thiết bị neo giữ phải lấy bằng 10% phản lực do tải trọng thường xuyên có thể phát huy nếu như giả định là dầm kê đơn giản lên gối.

Nếu lực động đất thẳng đứng tạo ra hiệu ứng lực nâng thì thiết kế neo giữ phải được tính toán để chịu được trị số lực lớn hơn trong hai trường hợp sau:

- 120% hiệu số giữa lực động đất thẳng đứng và phản lực do tải trọng thường xuyên, hoặc
- 10% phản lực do tải trọng thường xuyên.

9.10 CÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI CẦU TẠM VÀ XÂY DỰNG PHÂN KỲ.

Bất kỳ cầu hoặc cầu được xây dựng từng phần nào được coi là tạm cho trên 5 năm thì phải thiết kế theo kết cấu vĩnh cửu và không được dùng các quy định của điều này.

Yêu cầu một trận động đất không được gây ra sập đổ toàn bộ hoặc một phần cầu nêu trong Điều 9.1 phải áp dụng cho cầu tạm dùng cho giao thông. Yêu cầu đó cũng phải được áp dụng cho các cầu được xây dựng phân kỳ dùng cho giao thông và/hoặc vượt qua đường giao thông. Hệ số gia tốc cho trong Điều 9.2 có thể được giảm bằng một hệ số không lớn hơn 2 để tính các lực đàn hồi và chuyển vị của cấu kiện. Các hệ số gia tốc cho các địa điểm xây dựng ở gần các đứt gãy đang hoạt động phải được nghiên cứu riêng. Các hệ số điều chỉnh đáp ứng cho trong Điều 9.7 có thể tăng lên bằng một hệ số không lớn hơn 1,5 để tính lực thiết kế. Hệ số này không được áp dụng cho các liên kết như xác định trong Bảng 19.

Các quy định về chiều rộng gối tối thiểu của Điều 7.4.4 Phần 4 bộ tiêu chuẩn này phải áp dụng cho mọi cầu tạm và cầu xây dựng phân kỳ.

10 ÁP LỰC ĐẤT: EH, ES, LS VÀ DD

10.1 TỔNG QUÁT

Áp lực đất phải được coi là hàm số của:

- Loại đất và tỷ trọng của đất,
- Hàm lượng nước,
- Tính lưu biến của đất,
- Độ chặt,
- Vị trí mực nước ngầm,
- Tương tác giữa đất và công trình,
- Trị số tải trọng chất thêm, và
- Tác động của động đất.
- Góc nghiêng mái dốc đất đắp phía sau, và
- Độ nghiêng của tường.

Không được sử dụng đất hạt bụi hoặc sét nghèo cho nền đắp sau mố và tường chắn trừ khi phương pháp thiết kế phù hợp được áp dụng và thống nhất với biện pháp đo đạc kiểm tra qui định trong hồ sơ thiết kế. Phải xét đến sự xuất hiện của áp lực nước lỗ rỗng trong khối đất theo Điều 10.3. Các quy định về thoát nước thích hợp phải được áp dụng để tránh lực thủy tĩnh và thấm phát sinh sau tường theo các quy định của Phần 9 bộ tiêu chuẩn này. Không được sử dụng sét có độ dẻo cao để đắp nền đường sau mố và tường chắn.

10.2 ĐẦM NÉN

Tác dụng gia tăng của áp lực đất do đầm lèn phải được đưa vào tính toán Tác dụng này xảy ra phía sau tường trong phạm vi cự ly một nửa chiều cao tường, lấy bằng chênh cao giữa điểm giao của lớp đắp đường đã làm xong với móng tường .

10.3 SỰ HIỆN DIỆN CỦA NƯỚC

Khi đất phía sau tường không được thoát nước thì tác dụng của áp lực thuỷ tĩnh phải được tính bổ sung vào áp lực đất.

Trong trường hợp phía sau tường có thể đọng thành vũng thì tường phải được thiết kế để chịu áp lực đất cộng với áp lực thuỷ tĩnh.

Áp lực ngang của đất phía dưới mức nước ngầm phải tính với tỷ trọng đất ngập nước.

Nếu mức nước ngầm ở hai phía tường khác nhau thì phải xét tác dụng dòng nước ngầm qua móng tường đến ổn định của tường và xem xét khả năng sói ngầm . Áp lực nước lỗ rỗng sau tường phải được cộng thêm vào ứng suất nằm ngang có hiệu khi tính tổng áp lực ngang của đất lên tường.

10.4 HIỆU ỨNG ĐỘNG ĐẤT

Phải tính hiệu ứng của lực quán tính của tường, khả năng khuyếch đại của áp lực đất chủ động và/hoặc độ chuyển dịch của khối đất bị động do động đất.

10.5 ÁP LỰC ĐẤT: EH

10.5.1 Áp lực đất ngang

Áp lực đất ngang được giả thiết là phân bố tuyến tính và tỷ lệ với chiều sâu đất và lấy bằng:

$$p = k_h \gamma_s g z \left(\times 10^{-9}\right) \quad (22)$$

trong đó:

p = áp lực đất ngang (MPa)

k_h = hệ số áp lực ngang của đất lấy bằng k_o qui định trong Điều10.5.2 đối với tường không biến dạng hay dịch chuyển, hoặc k_a trong các Điều 10.5.3; 10.5.6 và 10.5.7 đối với tường biến dạng hay dịch chuyển đủ để đạt tới điều kiện chủ động tối thiểu, hoặc k_p, theo Điều 10.5.4, cho biến dạng hoặc dịch chuyển của tường đủ để đạt đến điều kiện bị động.

γ_s = tỷ trọng của đất (kg/m^3)

z = chiều sâu dưới mặt đất (mm)

g = gia tốc trọng trường (m/s^2)

Tải trọng ngang của áp lực đất do trọng lượng cuả nền đắp phải được giả thiết tác dụng tại một phần ba chiều cao tường H (H/3), trong đó H là tổng chiều cao tường tính từ mặt đất ở sau tường đến đáy móng hoặc đỉnh của gờ làm phẳng đỉnh tường (cho tường đất có cốt MSE).

10.5.2 Hệ số áp lực đất ngang tĩnh (trạng thái nghỉ), k_o

Đối với đất được cố kết bình thường hệ số áp lực đất ngang tĩnh lấy như sau:

$$k_0 = 1 - \sin \phi_f' \quad (23)$$

trong đó:

ϕ_f' = góc ma sát có hiệu của đất.

k_o = hệ số áp lực đất ngang tĩnh.

Đối với đất quá cố kết, hệ số áp lực đất ngang tĩnh có thể giả thiết thay đổi theo hàm số của tỷ lệ quá cố kết hay biểu đồ ứng suất và có thể lấy bằng:

$$k_0 = (1 - \sin \phi_f') \ (OCR)^{\sin \phi_f'} \quad (24)$$

trong đó:

OCR = tỷ lệ quá cố kết

Không dùng đất bột và sét nghèo để đắp nền sau mố và tường chắn trừ khi có các giải pháp thiết kế thich hợp và các biện pháp kiểm soát thi công được đề cập trong hồ sơ thiết kế để xét đến sự hiện diện của chúng. Phải chú ý đến sự phát triển áp lực nước lỗ rỗng trong khối đất theo qui định của Điều 10.3. Phải có qui định thoát nước thích hợp để ngăn chặn sự xuất hiện áp lực thủy tĩnh và áp lực thẩm thấu sau tường theo các điều khoản trong Phần 11 bộ tiêu chuẩn này. Không được dùng sét dẻo chảy để đắp nền đường sau mố và tường chắn.

10.5.3 Hệ số áp lực chủ động k_a

Giá trị cho hệ số áp lực đất chủ động có thể lấy bằng:

$$k_a = \frac{\sin^2(\theta + \phi_f')}{\Gamma[\sin^2\theta \sin(\theta - \delta)]} \quad (25)$$

trong đó:

$$\Gamma = \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_f' + \delta)\sin(\phi_f' - \beta)}{\sin(\theta - \delta)\sin(\theta + \beta)}}\right]^2 \quad (26)$$

với:

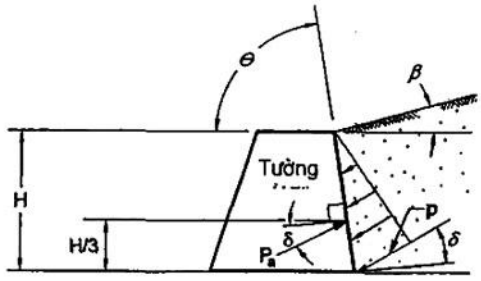
δ = góc ma sỏt giữa đất đắp và tường lấy như quy định trong Bảng 20 (Độ)

β = góc của đất đắp với phương nằm ngang như trong Hình 6 (Độ)

θ = góc của đất đắp với mặt sau tường với phương nằm ngang như trong Hình 6 (Độ)

ϕ_f' = góc nội ma sát có hiệu (Độ)

Đối với các điều kiện khác với miêu tả trong Hình 6, áp lục đất chủ động có thể tính bằng phương pháp thử dần dựa theo lý thuyết lăng thể trượt theo phương pháp Culmann. .



Hình 6- Chú giải theo Coulomb về áp lực đất

Bảng 20 - Góc ma sát của các loại vật liệu khác nhau

Vật liệu bề mặt	Góc ma sát, δ (độ)	hệ số ma sát, Tan δ
Khối bê tông trên các nền sau:		
• Đá rắn chắc, sạch	35	0,70
• Đá dăm sạch, hỗn hợp đá dăm cát, cát hạt thô	29 - 31	0,55 – 0,60
• Cát hạt mịn đến hạt trung sạch, cát hạt trung đến hạt thô lẫn bụi, đá dăm lẫn sét hoặc bụi	24 - 29	0,45 – 0,55
• Cát hạt mịn sạch, cát hạt mịn đến hạt trung lẫn sét và bụi	19 - 24	0,34 – 0,45
• Bụi lẫn cát nhỏ, bùn không dẻo	17 - 19	0,31 – 0,34
• Sét tàn tích rất cứng hoặc cứng chắc hoặc sét quá cố kết	22 - 26	0,40 – 0,49
• Sét cứng trung bình đến cứng và sét bụi	17 - 19	0,31 – 0,34
Khối xây trên các nền trên có cùng hệ số ma sát		
Cọc ván thép với các loại đất sau:		
• Đá dăm sạch, đá dăm lẫn cát, đá vụn có cấp phối tốt	22	0,40
• Cát sạch, hỗn hợp đá dăm cát bụi, đá vụn cùng cỡ	17	0,31
• Cát bụi, đá dăm hoặc cát lẫn bụi hoặc sét	14	0,25
• Bụi lẫn cát mịn, bùn không dẻo	11	0,19
Bê tông đúc sẵn hoặc bề mặt nhẵn hoặc cọc ván bê tông với vật liệu đất:		
• Đá dăm sạch, đá dăm lẫn cát, đá vụn có cấp phối tốt	22 - 26	0,40 – 0,49
• Cát sạch, hỗn hợp đá dăm cát bụi, đá vụn cùng cỡ	17 - 22	0,31 – 0,40
• Cát bụi, đá dăm hoặc cát lẫn bụi hoặc sét	17	0,31
• Bụi lẫn cát mịn, bùn không dẻo	14	0,25
Các vật liệu kết cấu khác nhau:		
• Đá xây trên nền đá, nham thạch, và đá biến chất:		
- Đá mềm với đá mềm	35	0,70
- Đá cứng với đá mềm	33	0,65
- Đá cứng với đá cứng	29	0,55
• Đá xây trên mặt gỗ ngang thớ	26	0,49
• Thép với thép trong khóa cọc ván thép	17	0,31

10.5.4 Hệ số áp lực đất ngang bị động, k_p

Đối với đất không dính giá trị của hệ số áp lực đất ngang bị động có thể lấy từ Hình 7 cho cho trường hợp tường nghiêng hoặc thẳng đứng và nền đắp bằng hoặc từ Hình 8 cho trường hợp tường thẳng đứng và nền đắp dốc. Đối với điều kiện khác với những miêu tả trong Hình 7 và 8 áp lực bị động có thể tính bằng cách sử dụng phương pháp thử dần

dựa trên cơ sở lý thuyết lăng thể trượt như phương pháp của Terzaghi và cộng sự (1996). Khi sử dụng lý thuyết lăng thể trượt thì giá trị giới hạn của góc ma sát của tường không nên lấy lớn hơn một nửa góc nội ma sát, ϕ_f.

Đối với đất dính, áp lực bị động có thể xác định theo:

$$p_p = k_p \gamma_s g \, Z \cdot 10^{-9} + 2c\sqrt{k_p} \qquad (27)$$

trong đó:

p_p = áp lực đất ngang bị động (MPa)

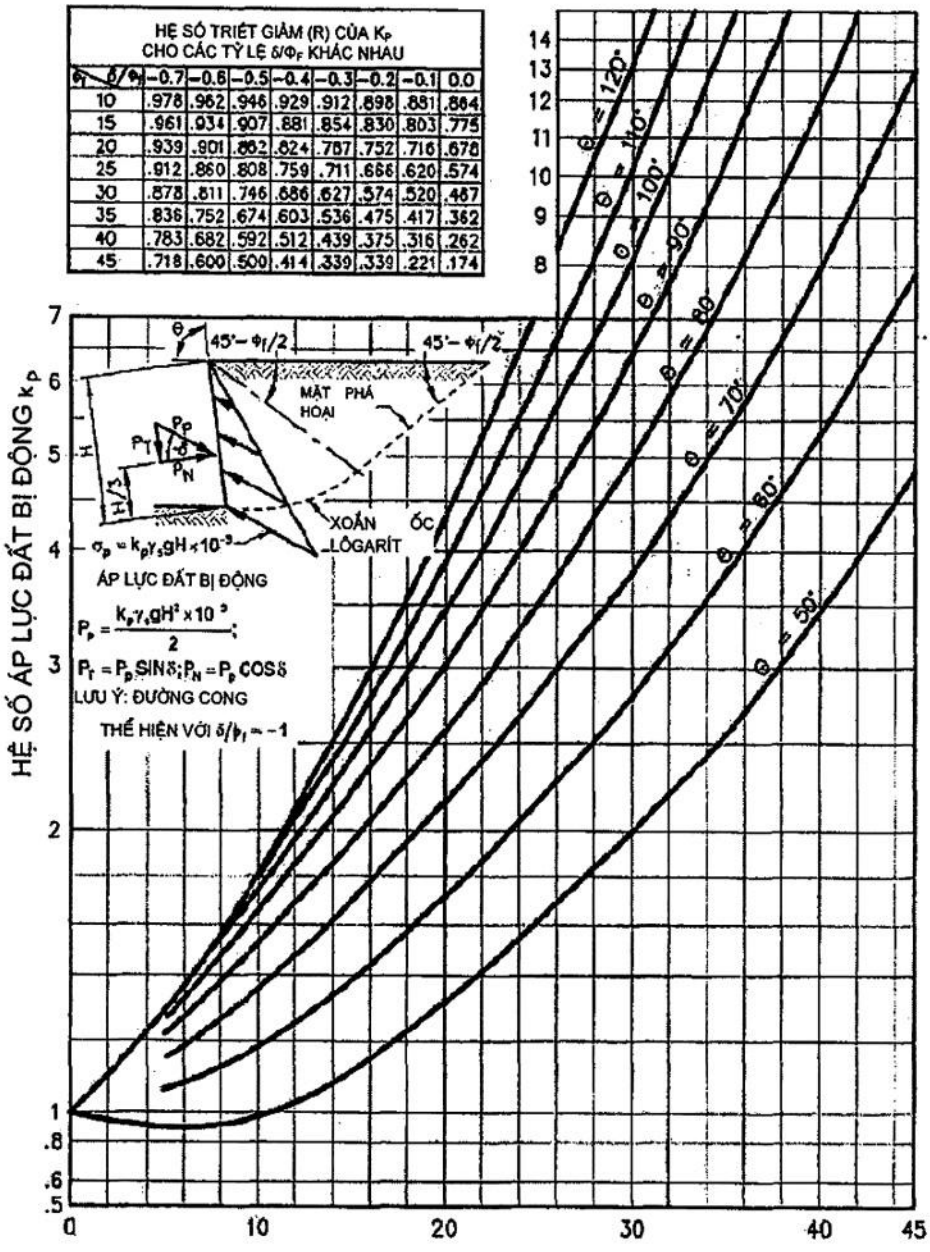
γ_s = tỷ trọng của đất (kg/m^3)

z = độ sâu tính từ mặt đất

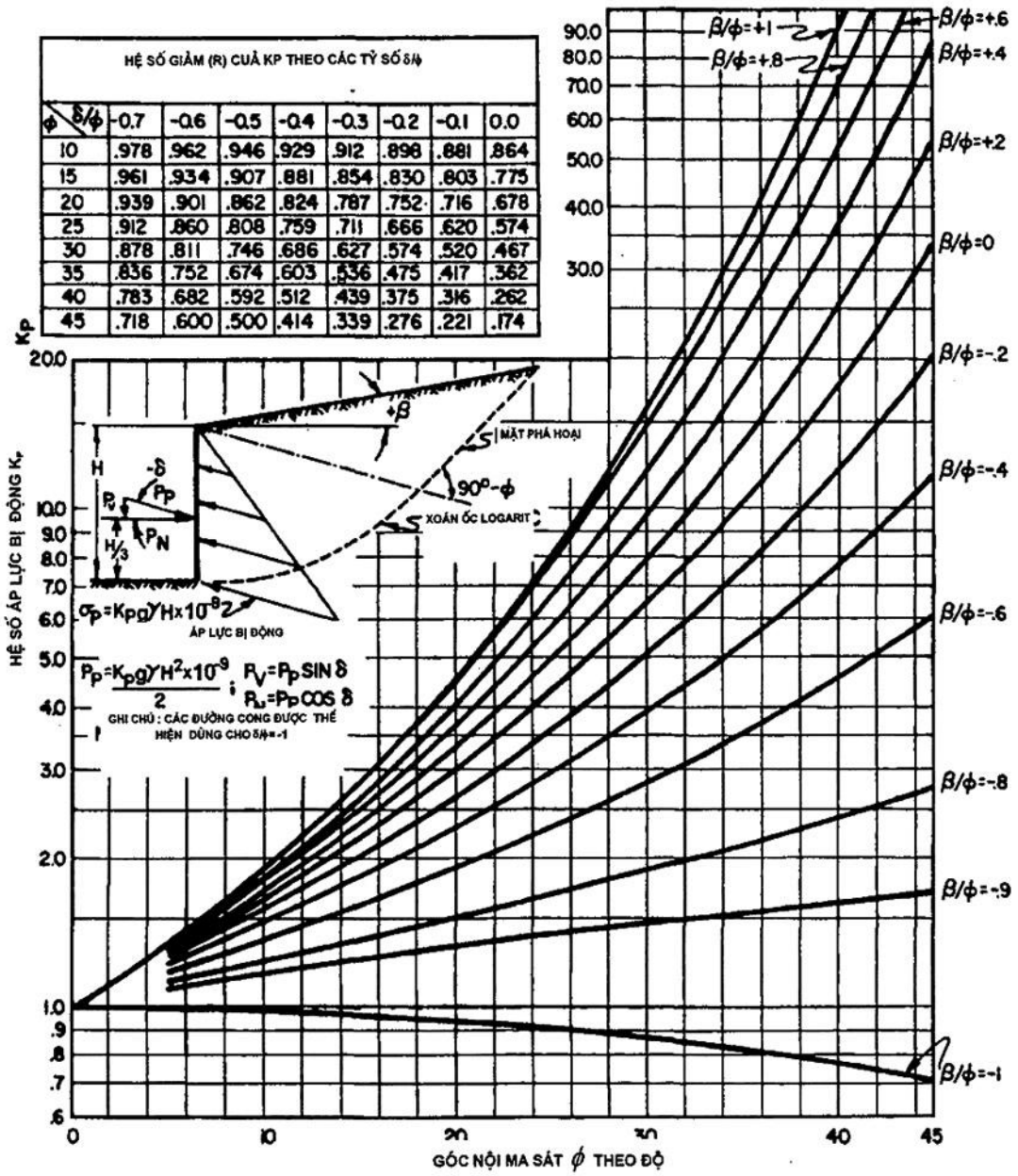
c = độ dính đơn vị của đất (MPa)

k_p = hệ số áp lực đất bị động lấy theo Hình 7 và 8 khi thích hợp.

g = gia tốc trọng trường (m/s^2)



Hình 7- Phương pháp tính áp lực đất bị động cho tường đứng và nghiêng, nền đắp bằng



Hình 8 - Phương pháp tính áp lực đất bị động đối với tường đứng nền đắp dốc

10.5.5. Phương pháp chất lỏng tương đương để tính áp lực đất ngang theo Rankine

Phương pháp chất lỏng tương đương có thể áp dụng khi lý thuyết áp lực đất ngang của Rankine là phù hợp.

Phương pháp chất lỏng tương đương chỉ được dùng khi đất đắp thoát nước được. Nếu không thoả mãn tiêu chuẩn này, phải dùng các quy định của các Điều 10.3; 10.5.1 và 10.5.3 để tính áp lực đất ngang.

Khi sử dụng phương pháp chất lỏng tương đương, áp lực đất cơ bản p tính bằng MPa có thể lấy như sau:

$$p = \gamma_{eq} g Z (x 10^{-9}) \quad (28)$$

trong đó

γ_{eq} = tỷ trọng chất lỏng tương đương của đất, không nhỏ hơn 480 (kg/m^3)

z = chiều sâu dưới mặt đất (mm)

g = gia tốc trọng trường (m/s^2)

Tổng hợp tải trọng đất nằm ngang do trọng lượng đất đắp phải được giả thiết là tác dụng tại chiều cao H/3 phía trên đáy tường chắn, trong đó H là chiều cao toàn bộ của tường lấy từ mặt đất đến đáy móng.

Trị số chuẩn của tỷ trọng chất lỏng tương đương dùng trong thiết kế tường có chiều cao không vượt quá 6000 mm có thể lấy theo Bảng 21, trong đó:

Δ = chuyển vị của đỉnh tường theo yêu cầu để đạt được áp lực chủ động nhỏ nhất hoặc áp lực bị động lớn nhất do nghiêng hay chuyển dịch ngang (mm)

H = chiều cao tường (mm)

β = góc nghiêng của mặt đất đắp đối với tường thẳng nằm ngang (Độ)

Độ lớn của thành phần thẳng đứng của tổng áp lực đất cho trường hợp mặt đất đắp dốc có thể lấy theo:

$$P_v = P_h \tan \beta \quad (29)$$

trong đó:

$$P_h = 0,5\gamma_{eq} gH^2 (x 10^{-9}) \quad (30)$$

Bảng 21 - Giá trị điển hình của tỷ trọng chất lỏng tương đương của đất

Loại đất	Đất đắp ngang bằng		Đất đắp dốc với β = 25^0	
	Nghỉ γ_{eq}(kg/m^3)	Chủ động Δ/H = 1/240 γ_{eq}(kg/m^3)	Nghỉ γ_{eq}(kg/m^3)	Chủ động Δ/H = 1/240 γ_{eq}(kg/m^3)
Cát hoặc sỏi cuội xốp	880	640	1040	800
Cát hoặc sỏi cuội vừa	800	560	960	720
Cát hoặc cuội sỏi chặt	720	480	880	640

10.5.6 Áp lực đất ngang của tường hẫng không trọng lực

Với các tường vĩnh cửu, có thể vận dụng các sơ đồ phân bố áp lực đất ngang từ Hình 9 tới 11. Nếu tường chắn đỡ đất dính hoặc được chống đỡ bằng đất dính cho các mục đích tạm thời, tường có thể được thiết kế dựa trên phương pháp phân tích ứng suất tổng và thông số

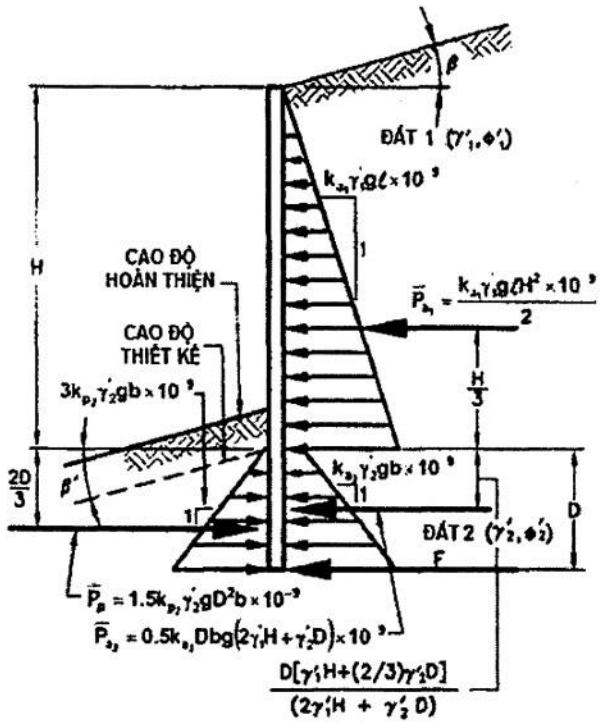
cường độ cắt không thoát nước. Với trường hợp sau, có thể áp dụng các sơ đồ phân bố áp lực đất từ Hình 12 đến 15 với các điều kiện hạn chế sau:

- Tỷ số của tổng áp lực đất với cường độ chống cắt không thoát nước, N_s (theo Điều10.5.7.2), nên nhỏ hơn 3 ở đáy tường.
- Áp lực đất ngang chủ động không được nhỏ hơn 0,25 lần áp lực đất thẳng đứng có hiệu tại bất kỳ chiều sâu nào, hoặc 5,5 □10^{-6} MPa của chiều cao tường, lấy giá trị nào lớn hơn.

Với tường chắn tạm thời làm bằng các cấu kiện thẳng đứng riêng lẻ chôn trong đất rời hoặc đá, có thể sử dụng Hình 9 và 10 để xác định áp lực đất bị động và Hình 12 và 13 để xác định áp lực đất chủ động do nền đắp.

Khi sử dụng các cấu kiện thẳng đứng riêng lẻ làm tường chắn, bề rộng, b, của mỗi cấu kiện thẳng đứng phải được lấy bằng bề rộng cánh hoặc đường kính của cọc được đóng xuống và đường kính của lỗ nhồi bê tông cho mặt cắt có bọc bê tông.

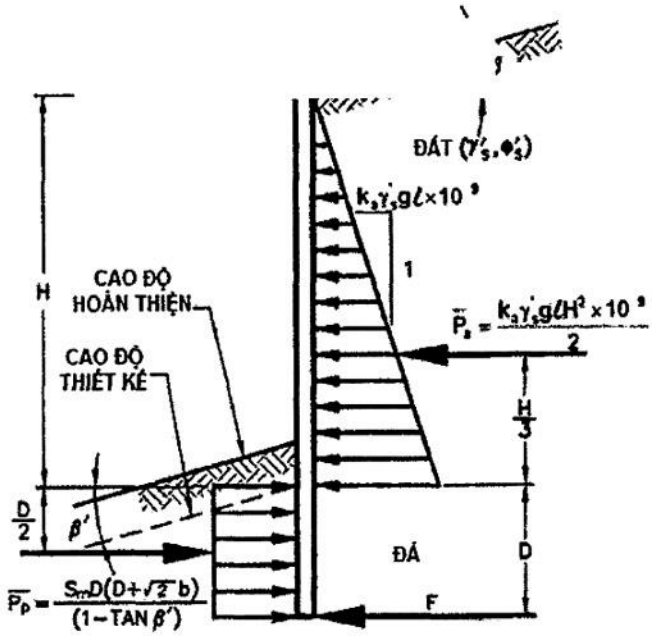
Độ lớn của tải trọng đất đắp mái dốc trên tường để xác định P_{a2} trong Hình 12 được tính dựa trên nêm đất nằm trong lăng thể trượt. Trong Hình 13, phần tải trọng âm ở đỉnh tường do lực dính của đất được bỏ qua và phải xét đến áp lực thủy tĩnh trong vết nứt chịu kéo, mà không thể hiện trên hình.



CHÚ DẪN:

b = Bề rộng thực tế trong mặt phẳng tường của đơn nguyên tường thẳng đứng tách rời, chôn ngập phía dưới cao độ thiết kế

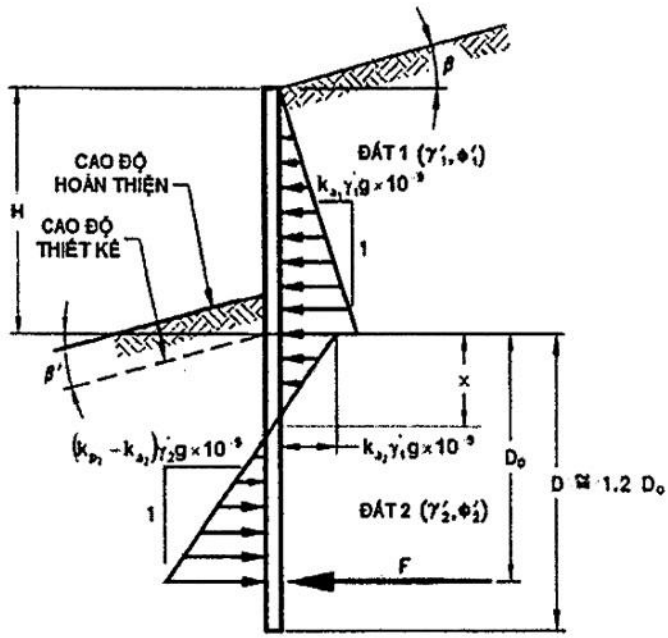
Hình 9 - Sơ đồ phân bố áp lực đất danh định (không hệ số) với tường hẫng không trọng lực vĩnh cửu tạo thành từ các cấu kiện thẳng đứng riêng biệt ngàm trong đất rời.



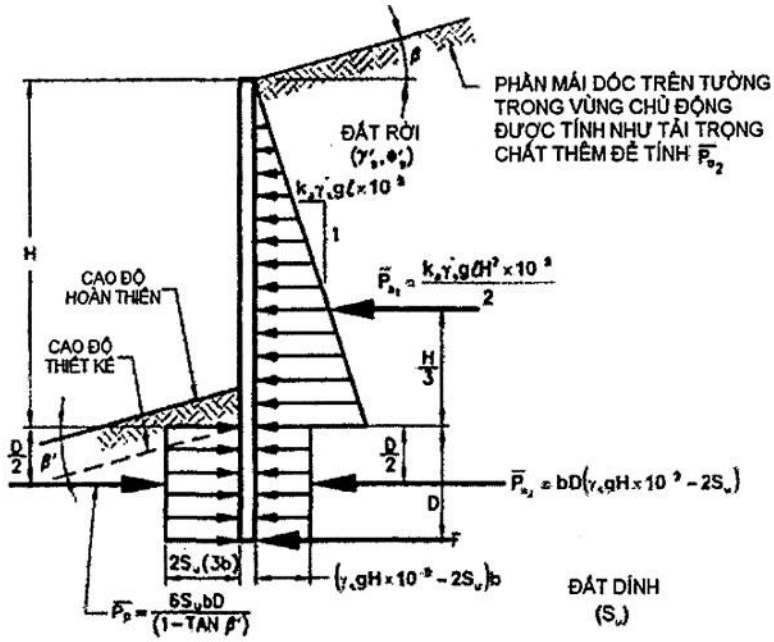
CHÚ DẪN:

b = Bề rộng thực tế trong mặt phẳng tường của đơn nguyên tường thẳng đứng tách rời, chôn ngập phía dưới cao độ thiết kế

Hình 10 - Sơ đồ phân bố áp lực đất danh định với tường hãng không trọng lực vĩnh cửu tạo thành từ các cấu kiện thẳng đứng riêng biệt ngàm trong đá



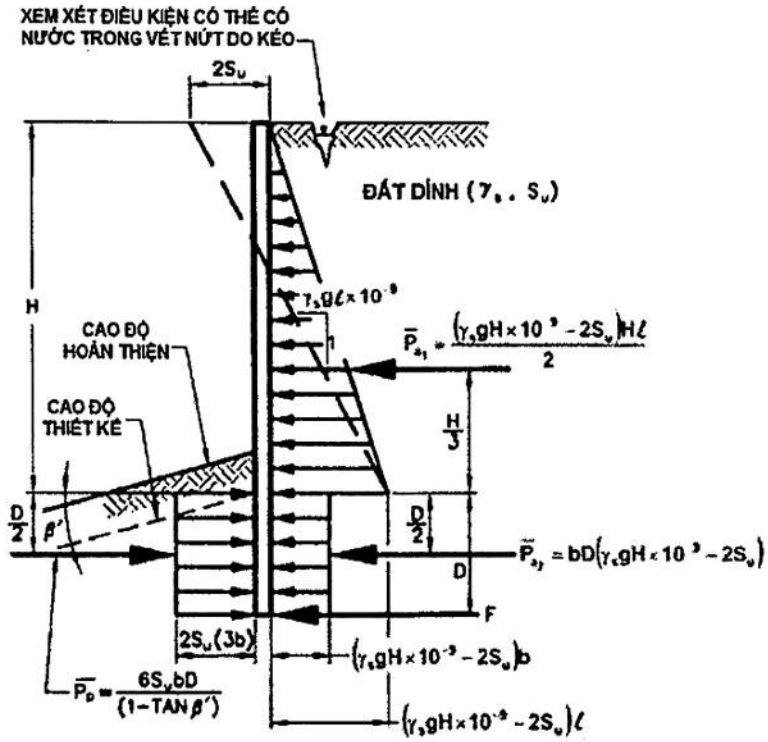
Hình 11- Sơ đồ phân bố áp lực đất danh định với tường hẫng vĩnh cửu kết cấu liền khối liên tục ngàm trong trong đất rời hiệu chỉnh do Teng (1962).



CHÚ DẪN:

b = Bề rộng thực tế trong mặt phẳng tường của đơn nguyên tường thẳng đứng tách rời, chôn ngập phía dưới cao độ mặt đất thiết kế

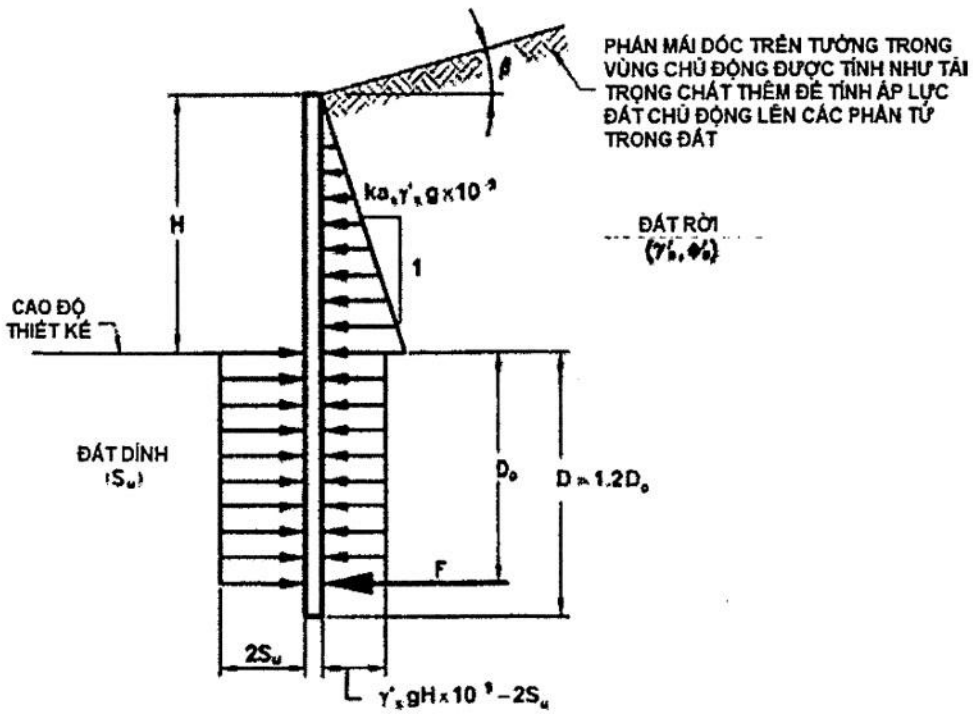
Hình 12 - Sơ đồ phân bố áp lực đất danh định với tường hẫng không trọng lực, tạm thời, tạo thành từ các đơn nguyên thẳng đứng tách rời, ngàm trong đất dính, chắn giữ đất rời



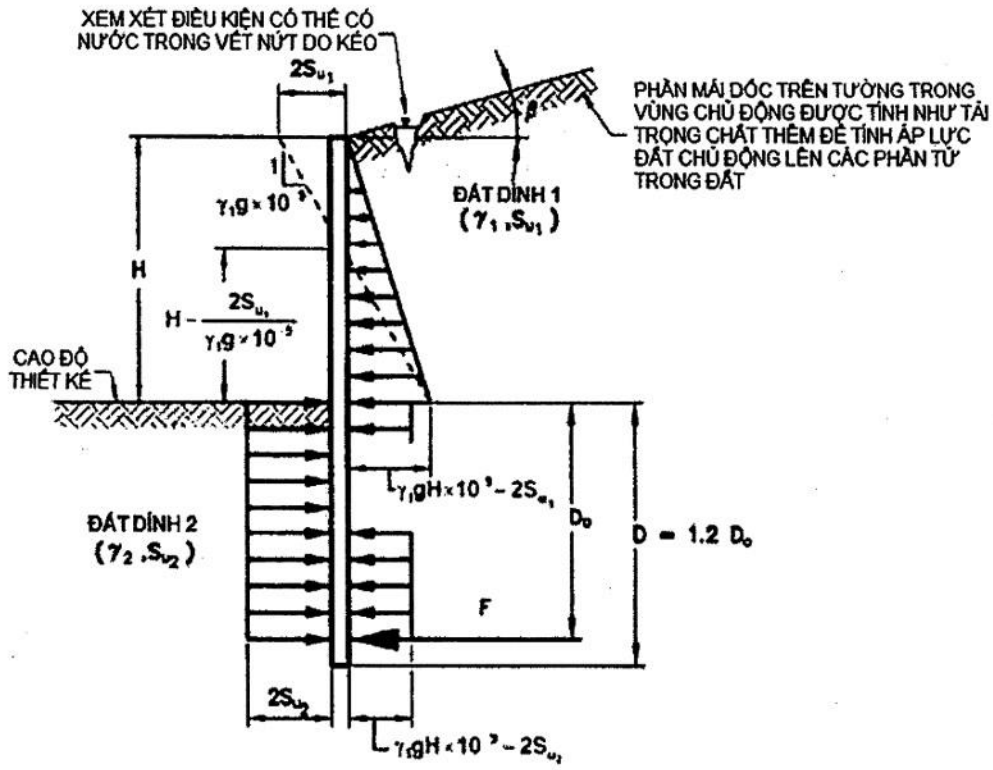
CHÚ DẪN:

b = Bề rộng thực tế trong mặt phẳng tường của đơn nguyên tường thẳng đứng tách rời, chôn ngập phía dưới cao độ mặt đất thiết kế

Hình 13 - Sơ đồ phân bố áp lực đất danh định với tường hẫng không trọng lực, tạm thời, tạo thành từ các đơn nguyên thẳng đứng tách rời, ngàm trong đất dính và chắn giữ đất dính.



Hình 14 - Sơ đồ phân bố áp lực đất danh định với tường hẫng không trọng lực, tạm thời, kết cấu liền khối liên tục, ngàm trong đất dính và chắn giữ đất rời, hiệu chỉnh do Teng (1962).



Hình 15 - Sơ đồ phân bố áp lực đất danh định với tường hẫng không trọng lực, tạm thời, kết cấu tường liền khối liên tục, ngàm trong đất dính và chắn giữ đất đất dính, hiệu chỉnh do Teng (1962)

10.5.7 Áp lực đất biểu kiến (AEP) của tường neo

Với tường neo vòng vây hố đào, thi công theo phương pháp từ trên xuống, áp lực đất có thể xác định theo Điều 10.5.7.1 hoặc 10.5.7.2.

Khi xác định các mức áp lực đất thiết kế cho tường neo, phải xét đến chuyển vị tường có thể ảnh hưởng đến công trình lân cận hoặc các tiện ích ngầm.

10.5.7.1 Đất rời

Áp lực đất lên tường chắn neo tạm hoặc vĩnh cửu trong đất rời có thể xác định theo Hình 16, trong đó giá trị lớn nhất, P_a, trên biểu đồ áp lực có thể tính như sau:

Với tường có 1 tầng neo:

$$P_a = k_a \gamma'_s g H \times 10^{-9} \quad (31)$$

Với tường có nhiều tầng neo:

$$P_a = \frac{k_a \gamma'_s g H^2 \times 10^{-9}}{1{,}5H - 0{,}5H_1 - 0{,}5H_{n+1}} \quad (32)$$

trong đó:

p_a = giá trị lớn nhất trên biểu đồ áp lực (MPa)

k_a = hệ số áp lực đất chủ động

= $\tan^2 (45^0 - \phi_f/2)$ khi $\beta = 0$, sử dụng Phương trình 25 cho $\beta \neq 0$

γ'_s = khối lượng riêng có hiệu của đất (kg/m^3)

H = tổng chiều sâu đào (mm)

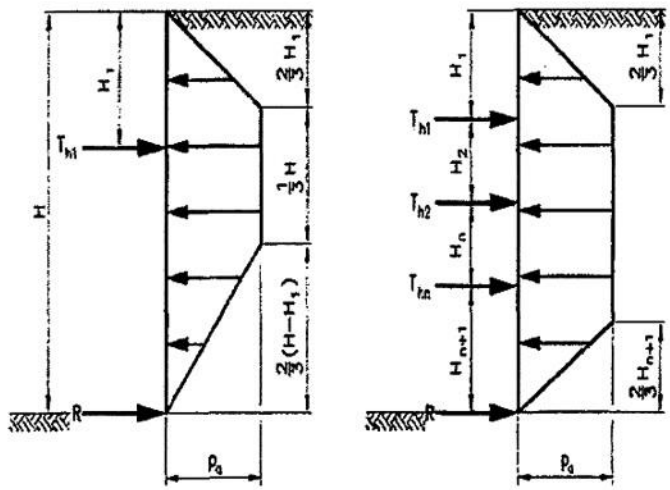
H_1 = khoảng cách từ mặt đất đến tầng neo trên cùng (mm)

H_{n+1} = khoảng cách từ đáy hố đào đến tầng neo dưới cùng (mm)

T_{hi} = lực ngang trong thanh neo đất thứ i (N/mm)

R = phản lực chống bởi nền (tức là dưới đáy hố đào) (N/mm)

g = gia tốc trọng trường ($m/s.^2$)



(a) Tường với một tầng neo đất

(a) Tường với nhiều tầng neo đất

Hình 16 - Phân bố áp lực đất bề ngoài cho tường neo thi công theo phương pháp từ trên xuống (top-down)

10.5.7.2 Đất dính

Phân bố áp lực đất biểu kiến cho đất dính liên quan đến số ổn định, N_s, xác định như sau:

$$N_s = \frac{\gamma_s g H \times 10^{-9}}{S_u} \quad (33)$$

trong đó:

γ_s = khối lượng riêng toàn phần của đất (kg/m^3)

H = tổng chiều sâu đào (mm)

S_u = cường độ cắt không thoát nước trung bình của đất (MPa)

g = gia tốc trọng trường (m/s^2)

10.5.7.2.1 Đất cứng tới cứng chắc

Với tường neo tạm thời trong đất dính từ cứng tới cứng chắc ($N_s \leq 4$), áp lực đất có thể xác định theo Hình 16, với giá trị lớn nhất, p_a, trên biểu đồ áp lực được lấy như sau:

Từ $p_a = 0{,}2x10^{-9}\gamma_s gH$; đến $p_{a,max} = 0{,}4x10^{-9}\gamma_s gH$ (34)

trong đó:

p_a = giá trị lớn nhất trên biểu đồ áp lực (MPa)

γ_s = khối lượng riêng tổng của đất (kg/m^3)

H = tổng chiều sâu đào (mm)

g = gia tốc trọng trường (m/s.^{2})

CHÚ THÍCH: Giá trị công thức $p_a = 0{,}3x10^{-9}\gamma_s gH$ tính khi neo đất đạt giá trị 75% giá trị tải trọng danh định thiết kế; Giá trị $P_{a,max}$ khi neo đất đạt 100% giá trị tải trọng danh định thiết kế.

Với tường neo tạm thời trong đất dính từ cứng tới cứng chắc, phân bố áp lực đất biểu kiến theo Điều10.5.7.1 có thể dùng k_a dựa trên góc ma sát thoát nước. Với tường vĩnh cửu, sự phân bố áp lực, lâu dài hoặc tạm thời, sử dụng với tổng lực lớn nhất để thiết kế.

10.5.7.2.2 Đất dẻo mềm đến nửa cứng

Áp lực đất lên tường tạm thời hoặc lâu dài trong đất loại dẻo mềm đến nửa cứng ($N_s \geq 6$) có thể xác định theo Hình16, trong đó giá trị lớn nhất, p_a, trên biểu đồ áp lực được lấy như sau:

$p_a = k_a\gamma_s gHx\ 10^{-9}$ (35)

trong đó:

p_a = giá trị lớn nhất trên biểu đồ áp lực (MPa)

k_a = hệ số áp lực đất chủ động xác định theo phương trình. 36

γ_s = khối lượng riêng tổng của đất (kg/m^3)

H = tổng chiều sâu đào (mm)

g = gia tốc trọng trường (m/s.^{2})

Hệ số áp lực đất chủ động, k_a, có thể xác định theo:

$$k_a = 1 - \frac{4S_u}{\gamma_s gH \times 10^{-9}} + 2\sqrt{2}\frac{d}{H}\left(\frac{0{,}048 - 5{,}14S_{ub}}{\gamma_s gH \times 10^{-9}}\right) \quad (36)$$

trong đó:

S_u = cường độ không thoát nước của đất được chắn giữ (MPa)

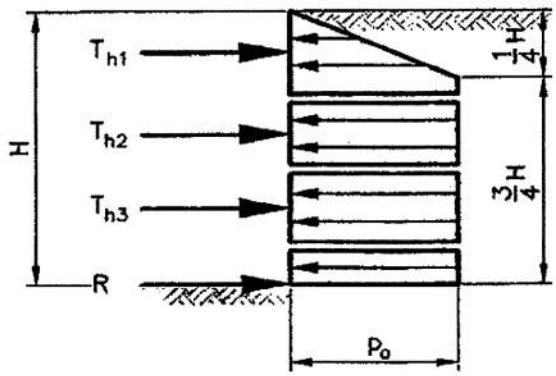
S_{ub} = cường độ không thoát nước của đất dưới đáy hố đào (MPa)

γ_s = khối lượng riêng toàn phần của đất được chắn giữ (kg/m^3)

H = tổng chiều sâu đào (mm)

d = chiều sâu của mặt có nguy cơ phá hoại dưới đáy hố đào (mm)

Giá trị của d được lấy như bề dày của lớp đất dính mềm đến nửa cứng dưới đáy hố đào đến giá trị lớn nhất là $B_e/\sqrt{2}$, với B_e là bề rộng hố đào.



Hình 17- Phân bố áp lực đất biểu kiến tường neo thi công theo phương pháp từ trên xuống trong đất từ dẻo mềm đến nửa cứng

10.5.8. Áp lực ngang đất trong tường chắn đất có cốt (MSE)

10.5.8.1 Tổng quát

Tổng hợp lực cho mỗi đơn vị chiều dài sau tường MSE, thể hiện trên Hình 18, 19 và 20 tác dụng ở khoảng một phần ba chiều cao h tính từ chân tường, phải được lấy như sau:

$$P_a = 0{,}5k_a\gamma_s gh^2x10^{-9} \quad (37)$$

trong đó:

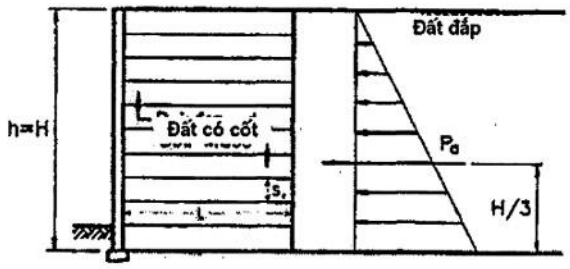
P_a = tổng hợp lực cho mỗi đơn vị chiều dài tường (N/mm)

γ_s = khối lượng riêng toàn phần của đất sau tường (kg/m^3)

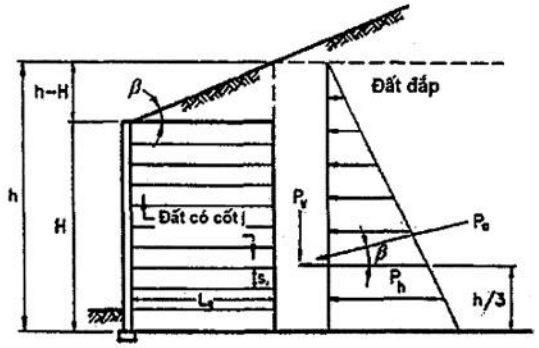
h = chiều cao của biểu đồ áp lực đất ngang được lấy theo Hình 18, 19 và 20 (mm)

k_a = hệ số áp lực đất chủ động theo Điều10.5.3, với góc mái dốc sau của nền đắp là β, xác định theo Hình19, B, theo Hình 20, và δ = β và B trong Hình 19 và 20, tương ứng.

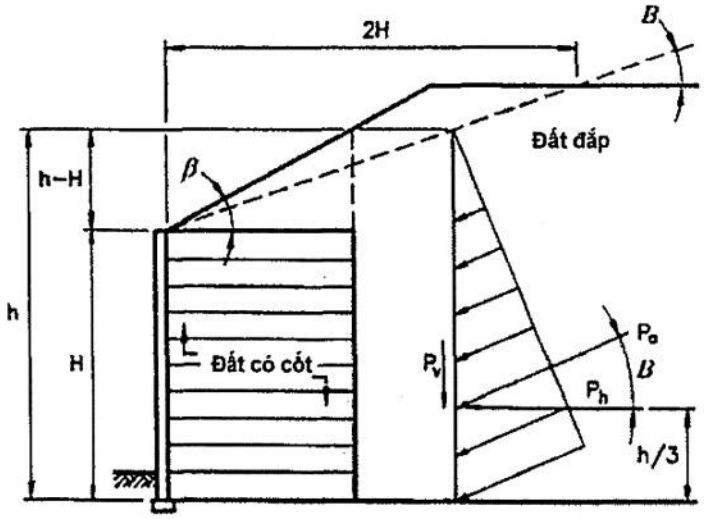
g = gia tốc trọng trường (m/s.^{2})



Hình 18 - Phân bố áp lực đất cho tường MSE với nền đắp bằng



Hình 19 - Phân bố áp lực đất cho tường MSE với nền đắp dốc.



Hình 20 - Phân bố áp lực đất cho tường MSE với nền đắp gãy khúc

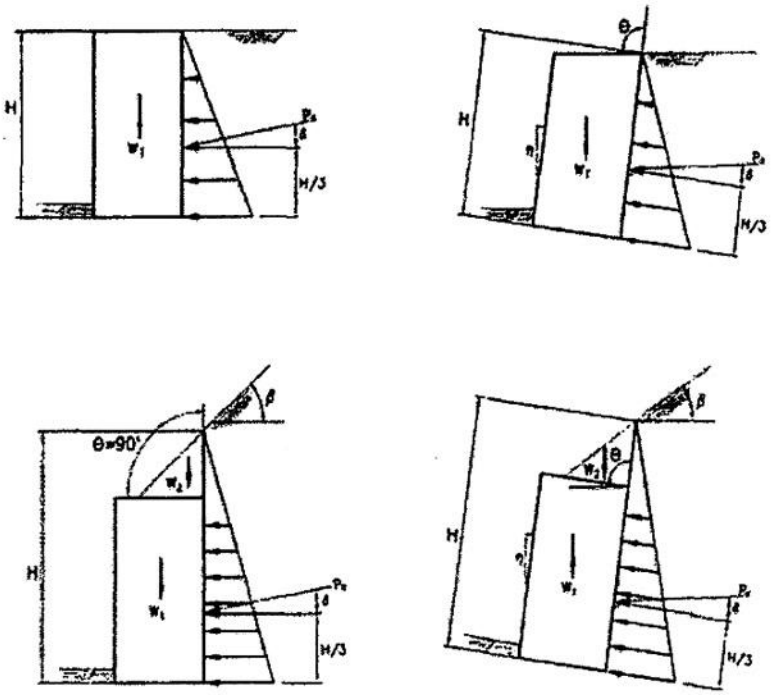
10.5.8.2 Ổn định nội tại

Hệ số tải trọng γ_p, áp dụng cho tải trọng lớn nhất T_{max} do cốt trong đất chịu, để tính cường độ cốt tăng cường, cường độ liên kết, và lực nhổ (xem Điều 10.6.2 Phần 11 bộ tiêu chuẩn này) phải lấy theo EV, cho áp lực đất thẳng đứng.

Với tường MSE,η_i phải lấy bằng 1

10.5.9 Áp lực đất ngang cho tường đúc sẵn theo mô đun

Có thể xác định độ lớn và vị trí của hợp lực cũng như lực kháng của tường đúc sẵn theo mô đun theo Hình 21 và 22. Khi lưng tường có dạng bất quy tắc, tạo bậc, áp lực đất phải được tính toán theo mặt phẳng nối từ phần góc trên của mô đun trên cùng tới góc dưới của mô đun dưới cùng theo lý thuyết áp lực đất của Coulomb.

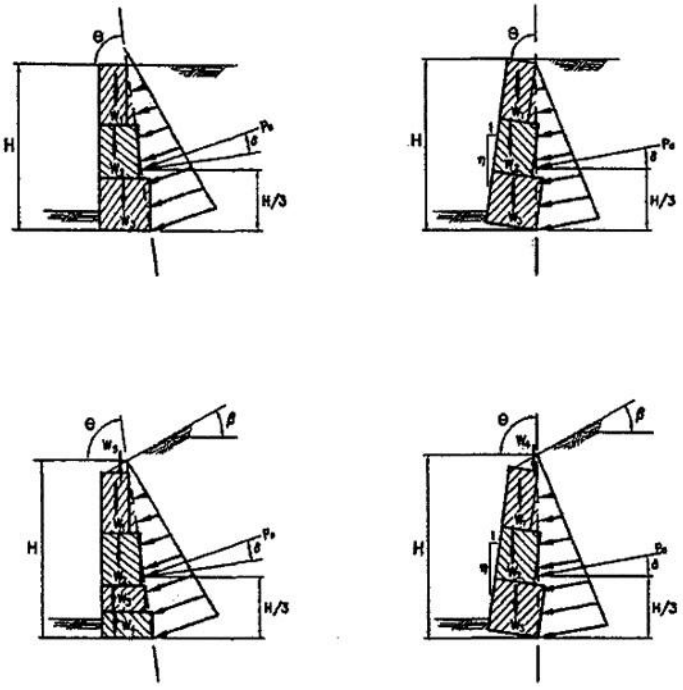


CHÚ DẪN:

Điểm đặt lực P_a tại vị trí H/3

Giá trị của $P_a = \frac{1}{2}\gamma_s g H^2 k_a \times 10^{-9}$

Hình 21- Phân bố áp lực đất cho tường đúc sẵn theo mô đun, mặt lưng tường phẳng liên tục.



Hình 22 - Phân bố áp lực cho tường đúc sẵn theo mô đun có lưng tường bất qui tắc.

Giá trị k_a sử dụng để tính lực đẩy ngang từ đất đắp và các tải trọng khác sau lưng tường phải tính toán dựa trên góc ma sát của đất sau tường. Khi không có các dữ liệu xác định, nếu dùng đất đắp rời sau tường trong vùng 1V:1H (tỷ lệ chiều đứng/ chiều ngang) từ đỉnh tường, có thể lấy giá trị ϕ_f bằng 34^0 . Ngoài ra, khi không có các dữ liệu xác định, phải sử dụng góc ma sát lớn nhất 30^0 .

10.6 TẢI TRỌNG CHẤT THÊM ES VÀ LS

Sự tăng ứng suất đất tính toán sau tường hoặc trong phạm vi tường gây ra bởi tải trọng chất thêm tập trung hoặc dải đều phải lấy giá trị lớn hơn trong hai trường hợp:

(1) các ứng suất hoặc tải trọng chất thêm danh định (chưa có hệ số) nhân với các hệ số tải trọng qui định cho ES, hoặc

(2) tải trọng tính toán với các hệ số tải trọng cho kết cấu đặt trên tường chắn gây ra tải trọng chất thêm, các hệ số qui định cho ES lấy bằng 1,0.

Tải trọng do các kết cấu phía trên có gối đặt trên tường chắn không được nhân hai lần hệ số tải trọng.

10.6.1 Tải trọng chất thêm rải đều (ES)

Khi có một tải trọng dải đều chất thêm phải bổ sung thêm một lượng áp lực đất ngang không đổi vào áp lực đất cơ bản. Áp lực đất không đổi này có thể lấy bằng:

$$\Delta_p = k_s q_s \qquad (38)$$

trong đó:

Δ_p = áp lực đất ngang không đổi do tác dụng của tải trọng chất thêm phân bố đều (MPa)

k_s = hệ số áp lực đất do tác dụng của tải trọng chất thêm

q_s = tải trọng dải đều chất thêm tác dụng ở mặt trên của lăng thể đất chủ động (MPa)

Đối với điều kiện áp lực đất chủ động k_s phải lấy bằng k_a, với áp lực đất tĩnh k_s phải lấy bằng k_o. Ngoài ra đối với loại đất đắp và độ dịch chuyển của tường cụ thể có thể dùng giá trị trung gian phù hợp.

10.6.2 Tải trọng tập trung, tuyến, dải (ES): Tường bị kìm chế dịch chuyển

Phân bố áp lực ngang lên tường Δ_{ph}, tính bằng MPa, do dải tải trọng phân bố đều song song với tường có thể lấy bằng:

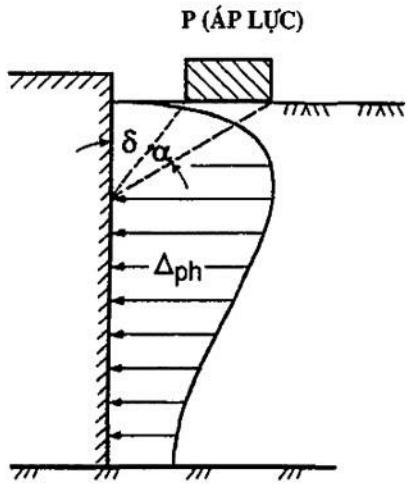
$$\Delta_{ph} = \frac{2p}{\pi}[\delta - \sin\delta\cos(\delta + 2\alpha)] \quad (39)$$

ở đây:

p = cường độ tải trọng rải đều trên một dải song song với tường (MPa)

α = góc được quy định trong Hình 23 (RAD)

δ = góc được quy định trong Hình 23 (RAD)



Hình 23 - Áp lực ngang trên tường do dải tải trọng phân bố đều

Áp lực ngang Δ_{ph} lên tường, tính bằng MPa, do dải tải trọng tập trung có thể lấy bằng:

$$\Delta_{ph} = \frac{P}{\pi R^2}\left[\frac{3ZX^2}{R^3} - \frac{R(1-2v)}{R+Z}\right] \quad (40)$$

ở đây:

P = tải trọng tập trung (N)

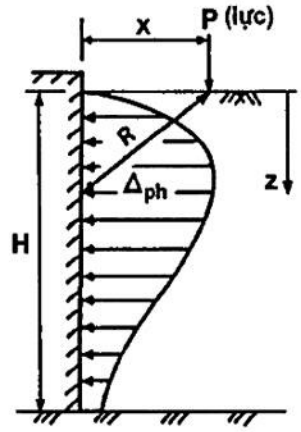
R = cự ly tính từ điểm tác động của tải trọng đến một điểm trên tường như quy định trong Hình 24 trong đó $R = (x^2 + y^2 + z^2)^{0.5}$ (mm)

X = cự ly ngang từ lưng tường tới điểm tác động của tải trọng (mm)

Z = cự ly đứng từ điểm tác động của tải trọng tới cao độ của một điểm trên tường đang xem xét (mm)

Y = khoảng cách ngang đo dọc theo tường, tính từ điểm đang xét trên tường đến mặt phẳng đi qua điểm đặt tải trọng tập trung, vuông góc với tường, (mm)

v = hệ số Poisson



Hình 24 - Áp lực ngang lên tường do một tải trọng tập trung

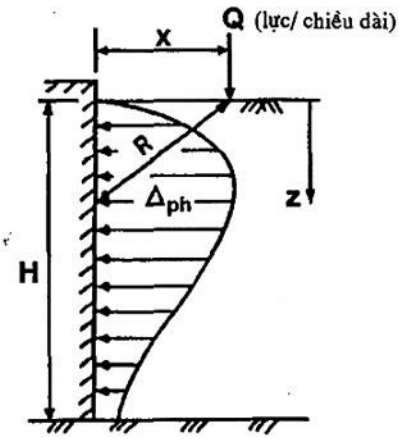
Áp lực ngang Δ_{ph}, tính bằng MPa, do một tải trọng tuyến dài vô hạn song song với tường có thể lấy bằng:

$$\Delta_{ph} = \frac{4Q}{\pi}\frac{X^2 Z}{R^4} \quad (41)$$

ở đây:

Q = cường độ tải trọng N/mm

và các ký hiệu khác như xác định ở trên và trong Hình 25



Hình 25 - Áp lực ngang lên tường do một tải trọng tuyến dài vô hạn song song với tường

Phân bố áp lực ngang lên tường Δ_{ph}, tính bằng MPa, do một tải trọng tuyến dài hữu hạn thẳng góc với tường có thể lấy bằng:

$$\Delta_{ph} = \frac{Q}{\pi Z}\left[\frac{1}{A^3} - \frac{1-2v}{A+\frac{Z}{X_2}} - \frac{1}{B^3} + \frac{1-2v}{B+\frac{Z}{X_1}}\right] \quad (42)$$

trong đó:

$$A = \sqrt{1+\left(\frac{Z}{X_2}\right)^2} \quad (43)$$

$$B = \sqrt{1+\left(\frac{Z}{X_1}\right)^2} \quad (44)$$

ở đây:

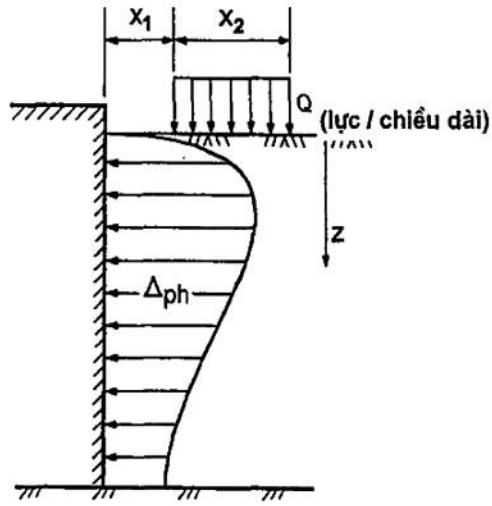
X_1 = cự ly từ mặt sau tường đến điểm đầu của tải trong tuyến như quy định trong Hình 26 (mm)

X_2 = chiều dài của đường tải trọng (mm)

Z = chiều sâu từ mặt đất đến điểm đang xem xét trên tường (mm)

v = hệ số Poisson

Q = cường độ tải trọng (N/mm)

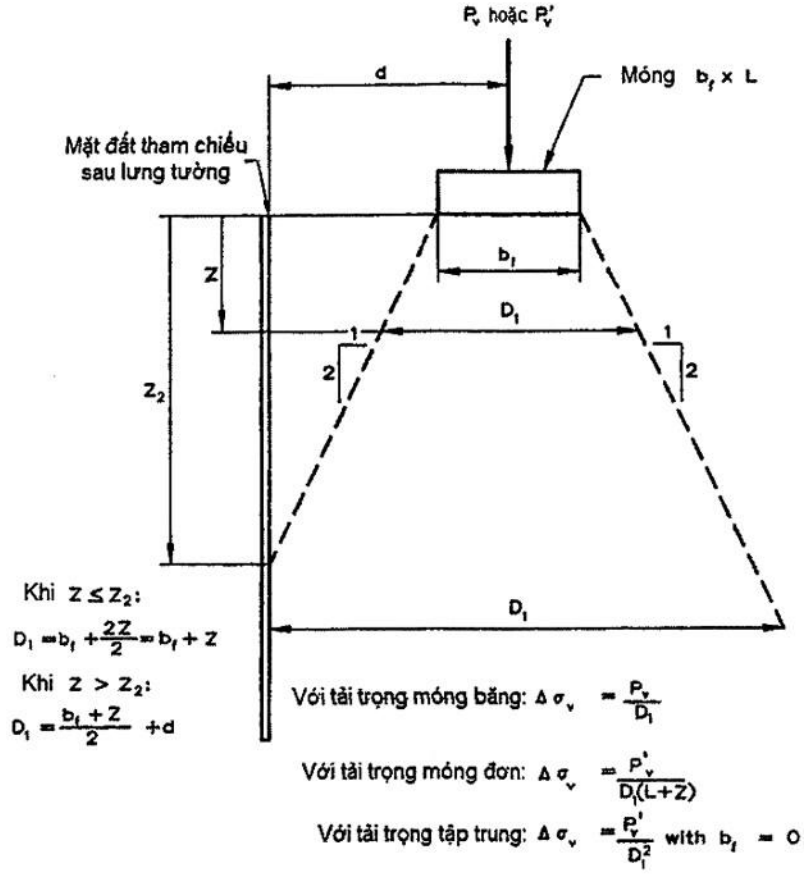


Hình 26 - Áp lực ngang lên tường gây ra bởi tải trọng tuyến có hạn thẳng góc với tường

10.6.3 Tải trọng dài (ES) - Tường chắn mềm

Tĩnh tải tập trung phải được đưa vào khi thiết kế ổn định trong và ngoài của tường mềm bằng cách sử dụng sơ đồ phân bố tải trọng đơn giản theo đường dốc với độ dốc theo tỷ lệ 2 đứng 1 ngang để xác định thành phần ứng suất thẳng đứng theo độ sâu trong khối đất có cốt theo Hình 27. Lực tập trung theo phương ngang tại đỉnh tường phân bố trong khối đất có cốt theo Hình 28. Nếu tĩnh tải tập trung nằm sau khối đất có cốt, phải phân bố nó theo như cách cho nó nằm trong khối đất có cốt.

Thành phần ứng suất thẳng đứng sau khối đất có cốt phải nhân với k_a để xác định tải trọng chất thêm khi tính ổn định ngoài. Tải trọng tập trung theo phương ngang được phân bố theo Hình 28 sau tường không được nhân với k_a.



CHÚ DẪN:

D_1 = Bề rộng có hiệu của tải trọng theo chiều sau, xác định như trên hình

b_f = Bề rộng tải trọng tác dụng. Với móng chịu tải trọng lệch tâm (ví dụ móng mố), lấy b_f bằng bề rộng móng tương đương B' bằng bề rộng móng trừ đi 2e', với e' là độ lệch tâm của tải trọng tác dụng trên móng (b_f-2e')

L = Chiều dài móng

P_v = Tải trọng đường hoặc tải trọng móng băng

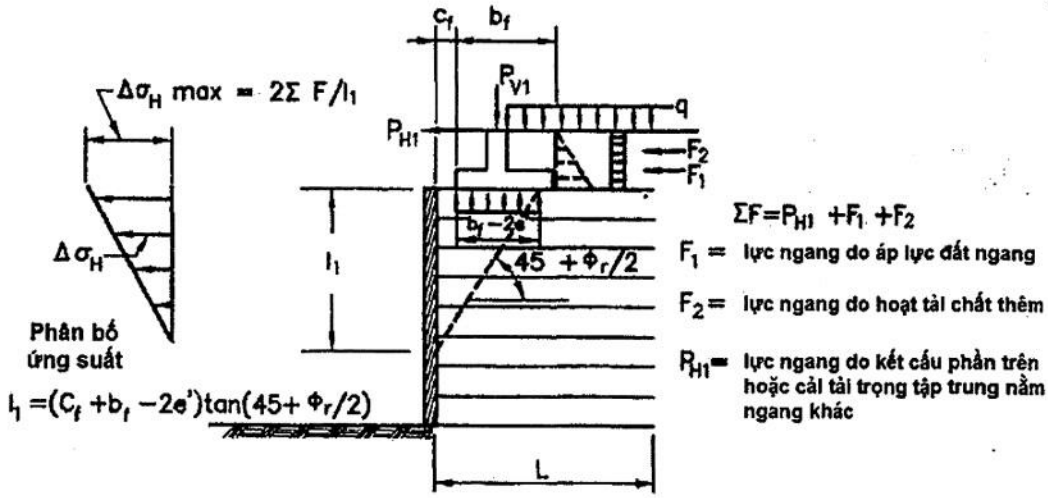
P'_v = Tải trọng móng chữ nhật đơn hoặc tải trọng tập trung

Z_2 = Chiều sâu khi bề rộng có hiệu giao cắt lưng tường = 2d - b_f

d = Khoảng cách giữa trọng tâm của tải trọng tập trung thẳng đứng và mặt lưng tường

Sự tăng áp lực đứng do tải trọng chất thêm không ảnh hưởng đến ứng suất dùng để đánh giá ổn định trong nếu tải trọng chất thêm nằm sau khối đất có cốt. Khi tính ổn định ngoài, tải trọng chất thêm không ảnh hưởng nếu nó nằm ngoài vùng chủ động sau tường.

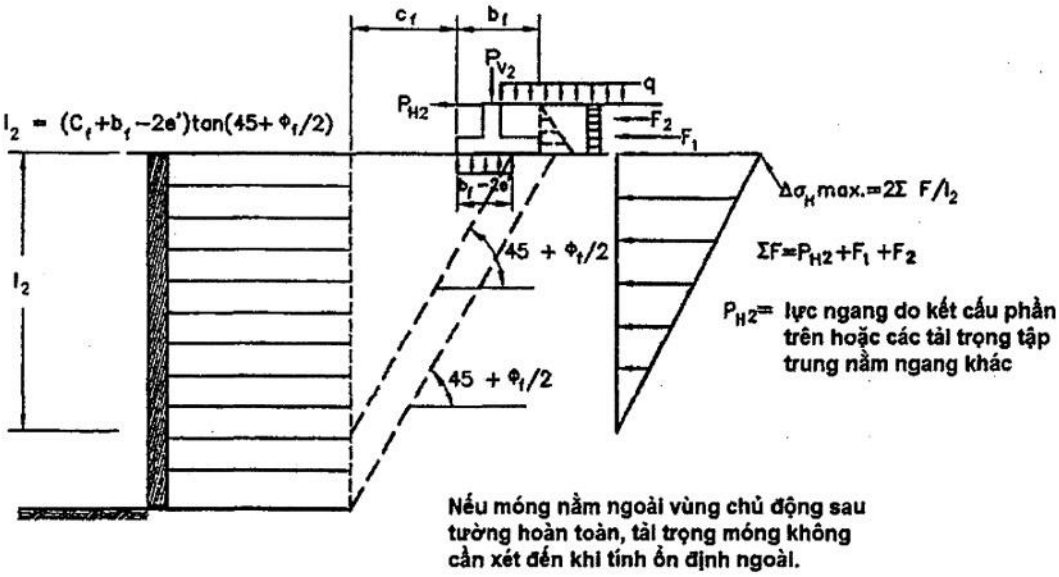
Hình 27- Phân bố ứng suất của tải trọng tập trung đứng Pv để tính toán ổn định trong và ngoài



CHÚ DẪN:

e' = lệch tâm của tải trọng trên móng (xem Hình 17 Phần 11 bộ tiêu chuẩn này về cách tính toán đại lượng này)

a. Phân bố ứng suất để tính ổn định trong.



b. Phân bố ứng suất để tính ổn định ngoài.

Hình 28 - Phân bố ứng suất phát sinh do tải trọng ngang tập trung

10.6.4 Hoạt tải chất thêm: LS

Phải áp dụng hoạt tải chất thêm khi xe chạy trên tường chắn trong khoảng bằng một nửa chiều cao tường tính từ mặt phía lưng tường . Nếu hoạt tải là tải trọng đường bộ, cường độ tải trọng phải theo Điều 6.1.2. Nếu hoạt tải không phải là đường bộ, cần xác định cụ thể tải trọng chất thêm thích hợp.

Sự tăng thêm của tải trọng chất thêm có thể xác định như sau:

$$\Delta_p = k\gamma_s g h_{eq} \times 10^{-9} \quad (45)$$

trong đó:

Δ_p = hằng số áp lực đất ngang do hoạt tải chất thêm (MPa)

γ_s = khối lượng riêng tổng của đất (kg/m^3)

k = hệ số áp suất đất ngang

h_{eq} = chiều cao tương đương của tải trọng xe (mm)

g = gia tốc trọng trường (m/s^2)

Chiều cao đất tương đương, h_{eq}, cho tải trọng đường bộ lên mố và lên tường chắn có thể lấy theo Bảng 22 và 23. Phải sử dụng nội suy tuyến tính cho các giá trị trung gian.

Chiều cao tường phải lấy bằng khoảng cách giữa mặt đất đắp và đáy móng dọc theo mặt áp suất đang xét.

Bảng 22 - Chiều cao đất tương đương của tải trọng xe lên mố vuông góc

Chiều cao tường (mm)	h_{eq}(mm)
1500	1200
3000	900
≥ 6000	600

Bảng 23 - Chiều cao đất tương đương của tải trọng xe lên tường chắn song song với chiều xe chạy

Chiều cao tường chắn (mm)	H_{eq} (mm) Khoảng cách từ lưng tường tới lề xe chạy	
	0.0 mm	300 mm hoặc hơn
1500	1500	600
3000	1050	600
≥ 6000	600	600

Hệ số tải trọng cho cả thành phần đứng và ngang của hoạt tải chất thêm phải lấy theo Bảng 3.

10.6.5 Chiết giảm tải trọng chất thêm

Nếu tải trọng xe truyền xuống đất qua một bản được đỡ bởi các bộ phận không phải là đất thì ứng với nó được phép chiết giảm tải trọng chất thêm.

10.7 CHIẾT GIẢM ÁP LỰC ĐẤT

Đối với cống và cầu và các bộ phận của chúng khi áp lực đất có thể giảm tác dụng bởi các tải trọng hay lực khác, sự chiết giảm đó phải được giới hạn tới độ lớn áp lực đất có thể được coi là sẽ tồn tại thường xuyên. Khi thiếu số liệu chính xác hơn, có thể chiết giảm 50% nhưng không được tổ hợp với hệ số tải trọng nhỏ nhất được xác định trong Bảng 4.

10.8 LỰC KÉO XUỐNG (DO MA SÁT ÂM)

Khả năng phát sinh lực kéo xuống lên cọc hoặc cọc khoan khi:

- Công trình nằm trên các lớp đất có tính lún cao như sét, bùn, hoặc đất hữu cơ,
- Vật liệu đắp sẽ hoặc mới được đắp gần cọc hoặc cọc khoan, như trường hợp thường thấy ở cầu dẫn,
- Mực nước ngầm hạ thấp đáng kể, hoặc
- Xuất hiện sự hóa lỏng của đất pha cát tơi xốp.

Khi xuất hiện nguy cơ có lực kéo xuống tác dụng vào cọc hoặc cọc khoan do dịch chuyển đi xuống của đất so với cọc hoặc cọc khoan, và nguy cơ lực kéo xuống không được loại trừ bằng cách chất tải trước để giảm thiểu chuyển vị đi xuống của đất hoặc các biện pháp giảm thiểu khác, cọc hoặc cọc khoan phải được thiết kế chịu lực kéo xuống.

Phải xem xét để loại trừ nguy cơ tải trọng kéo xuống thông qua các biện pháp: sử dụng tải trọng chất thêm của nền đắp, các kỹ thuật gia cố đất, và/hoặc thoát nước thẳng đứng cũng như các biện pháp đo đạc quan trắc lún.

Với trạng thái giới hạn đặc biệt I, lực kéo xuống do hóa lỏng nền đất phải cộng tác dụng lên cọc hoặc cọc khoan trong tổ hợp với các tải trọng khác cùng trong tổ hợp tải trọng này. Không được tổ hợp lực kéo xuống do hóa lỏng đất với lực kéo xuống do lún cố kết.

Khi xét tải trọng lực kéo xuống cho nhóm cọc hoặc cọc khoan, phải đánh giá hiệu ứng nhóm.

Nếu tải trọng tức thời tác dụng làm giảm độ lớn của lực kéo xuống và phải xét hiệu ứng này trong thiết kế, không được giảm quá phần tải trọng tức thời bằng với hiệu ứng lực kéo xuống.

Ứng lực do tác động kéo xuống đối với cọc hay cọc khoan nên được xác định theo các bước sau:

Bước 1 – Thiết lập mặt cắt địa chất và các đặc trưng của đất để tính lún theo các phương pháp của Điều 4 Phần 10 bộ tiêu chuẩn này.

Bước 2 – Tính lún cho từng lớp đất dọc theo chiều dài cọc hoặc cọc khoan theo phương pháp của Điều 6.2.4.3 Phần 10 bộ tiêu chuẩn này.

Bước 3 – Xác định chiều dài cọc hoặc cọc khoan chịu tác dụng của lực kéo xuống. Nếu lún trong một lớp đất là 10 mm hoặc lớn hơn so với cọc hoặc cọc khoan, có thể coi lực kéo xuống phát triển hoàn toàn.

Bước 4 – Xác định độ lớn của lực kéo xuống, DD, bằng cách tính sức kháng ma sát âm mặt bên cọc theo các phương pháp phân tích tĩnh của Điều.7.3.8.6 ,Phần 10 bộ tiêu chuẩn này, cho cọc trong mọi loại đất và Điều 8.3.4, Phần 10 bộ tiêu chuẩn này, cho cọc khoan trong vùng đất dính chịu ma sát âm. Nếu vùng chịu ma sát âm có đất rời, sử dụng phương pháp trong Điều 8.3.4, Phần 10 bộ tiêu chuẩn này, để tính ma sát âm cho cọc khoan. Lấy tổng tất cả sức kháng ma sát âm bề mặt cọc cho tất cả các lớp đất có ma sát âm từ lớp thấp nhất đến đáy của bệ cọc hoặc mặt đất tự nhiên.

Phương pháp mặt trung hòa cũng có thể sử dụng để xác định ma sát âm.

11 ỨNG LỰC DO BIẾN DẠNG CƯỠNG BỨC: TU, TG, SE, PS

11.1 TỔNG QUÁT

Nội lực trong cấu kiện do tác dụng của từ biến và co ngót phải được xét đến. Hiệu ứng của gradien nhiệt cần được xét ở vị trí thích hợp. Trong phân tích cũng phải tính ứng lực do biến dạng cưỡng bức của cấu kiện chịu lực, chuyển vị của điểm tác dụng của tải trọng và chuyển dịch của gối.

11.2 NHIỆT ĐỘ PHÂN BỐ ĐỀU

Thiết kế chuyển vị do thay đổi nhiệt độ phân bố đều có thể tính theo phương pháp sau

11.2.1 Biên độ nhiệt độ

Khoảng biến thiên nhiệt dộ phải xác định theo số liệu ghi trong Bảng 24. Chênh lệch giữa nhiệt độ cao nhất và thấp nhất với nhiệt độ cơ sở thi công giả định trong thiết kế phải được dùng để tính các hiệu ứng biến dạng do nhiệt độ. Hiệu ứng lực phải được tính toán dựa trên các đặc trưng mặt cắt nguyên và giá trị nhỏ hơn của γ_{TU}.

Nhiệt độ thấp nhất và cao nhất quy định trong Bảng 24 phải được lấy như T_{Mintk} và T_{Maxtk} tương ứng.trong Phương trình 46..

Bảng 24 - Biên độ nhiệt độ

Vùng khí hậu	Kết cấu bê tông	Mặt cầu bê tông trên dầm hoặc hộp thép	Mặt cầu thép trên dầm hoặc hộp thép
Bắc vĩ độ 16°B (Đèo Hải Vân)*	+5° C đến +47° C	+1° C đến +55° C	-3° C đến +63° C
Nam vĩ độ 16°B (Đèo Hải Vân)	+10° C đến +47° C	+6° C đến +55° C	+2° C đến +63° C

* Đối với các địa điểm ở phía bắc vĩ độ 16° B và ở độ cao cao hơn mặt biển trên 700m nhiệt độ thấp nhất trong bảng phải trừ bớt 5° C.

** Biên độ nhiệt độ cầu xác định theo Bảng là dựa trên biên nhiệt độ không khí trong bóng râm từ 0°C đến +45°C phía bắc Vĩ tuyến 16° N (Hầm Hải Vân) và từ +5°C đến +45°C phía nam vĩ tuyến 16° N. Khi xác định được các dữ liệu nhiệt độ tại vị trí công trình, có thể sử dụng chúng để xác định giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của nhiệt độ không khí trong bóng râm với chu kỳ lặp là 100 năm cho vị trí công trình, và có thể điều chỉnh nhiệt độ của cầu trong Bảng tương ứng .

11.2.2 Chuyển vị do nhiệt thiết kế

Phải xác định biên độ chuyển vị do nhiệt, Δ_T, để thiết kế khe co giãn và gối cầu với giá trị lớn hơn của γ_{TU} và theo giá trị nhiệt độ thiết kế cầu qui định ở Điều 11.2.1 và được tính như sau:

$$\Delta_T = \alpha L (T_{Maxtk} - T_{Mintk}) \quad (46)$$

trong đó:

L = chiều dài giãn nở (mm)

α = hệ số giãn nở nhiệt (mm/mm/^{0}C)

11.3 GRADIEN NHIỆT

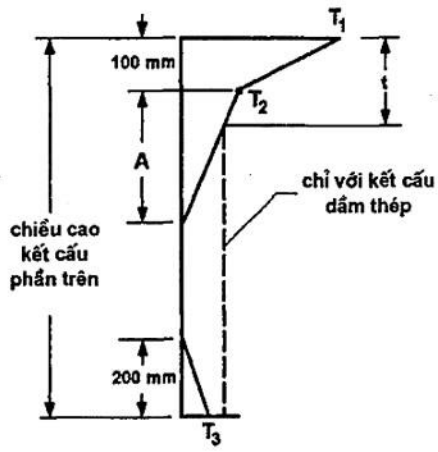
Các tác động của gradien nhiệt khác nhau trong kết cấu phần trên của cầu cần phải được lấy từ cả hai điều kiện chênh nhiệt dương (mặt trên nóng hơn) và chênh nhiệt âm (mặt trên lạnh hơn).

Gradien nhiệt theo chiều thẳng đứng trong kết cấu nhịp bê tông hay thép bê tông liên hợp có bản mặt cầu bằng bê tông có thể lấy như trong Hình 29. Các giá trị T1, T2 và T3 trong Hình 29 được cho trong Bảng 25 cho cả hai trường hợp chênh nhiệt dương và âm. Kích thước "A" trong Hình 29 được lấy như sau:

- 300 mm cho kết cấu nhịp BTCT có chiều cao 400 mm hay lớn hơn
- Đối với mặt cắt BTCT có chiều cao thấp hơn 400 mm thì lấy nhỏ hơn chiều cao thực tế 100 mm
- Đối với kết cấu nhịp thép 300 mm, và cự ly "t" phải lấy bằng chiều dày bản mặt cầu bằng bê tông.

Giá trị nhiệt độ T_3 phải lấy bằng 0 ^{0}C trừ khi nghiên cứu cụ thể ở hiện trường chỉ ra giá trị thích hợp, nhưng không được vượt quá 3 ^{0}C.

Khi phải tính đến gradien nhiệt thì ứng suất nội và biến dạng của kết cấu do cả gradien nhiệt dương và âm có thể được xác định theo các qui định của Điều 6.6 Phần 4 bộ tiêu chuẩn này.



Hình 29 - Gradiend nhiệt trong phương thẳng đứng trong kết cấu nhịp thép và bê tông

Bảng 25 - Gradient nhiệt cơ sở

Thông số	Gradien nhiệt dương	Gradien nhiệt âm
T_1	+23	-7
T_2	+6	-1
T_3	+3	0

11.4 CO NGÓT KHÁC NHAU

Ở nơi thích hợp, ứng biến do co ngót khác nhau giữa bê tông có tuổi và thành phần khác nhau, giữa bê tông và thép phải được xác định theo các quy định của Phần 5 bộ tiêu chuẩn này..

11.5 TỪ BIẾN

Ứng biến do từ biến của bê tông phải theo các quy định của Phần 5 bộ tiêu chuẩn này. Khi xác định ứng lực và biến dạng do từ biến phải xét đến sự phụ thuộc theo thời gian và những thay đổi của ứng suất nén.

11.6 LÚN

Phải xét đến ứng lực do chênh lệch các giá trị cực hạn của độ lún giữa các kết cấu phần dưới và trong phạm vi các đơn nguyên kết cấu phần dưới. Tính toán độ lún cho từng đơn

nguyên kết cấu phần dưới thực hiện theo các quy định của Điều 7.2.3 Phần 10 bộ tiêu chuẩn này.

11.7 LỰC THỨ CẤP DO DỰ ỨNG LỰC KÉO SAU, PS

Phải xem xét tác dụng lực dự ứng lực kéo sau trên kết cấu liên tục làm phát sinh phản lực tại gối và nội lực gọi chung là lực thứ cấp.

12 LỰC MA SÁT: FR

Lực do ma sát chung gối cầu phải được xác định trên cơ sở của giá trị cực đại của hệ số ma sát giữa các mặt trượt. Khi thích hợp phải xét đến tác động của độ ẩm và khả năng giảm phẩm chất hoặc nhiễm bẩn của mặt trượt hay xoay đối với hệ số ma sát.

13 LỰC VA CỦA TÀU THUYỀN: CV

13.1 TỔNG QUÁT

Tất cả các bộ phận của cầu vượt qua đường giao thông thuỷ, với chiều sâu nước thiết kế lớn hơn 600mm phải được thiết kế cầu chịu lực va tàu thuyền.

Nếu cầu vượt qua đường thủy có mớn nước sâu và không đủ cao để tránh va chạm với tàu có thể lấy lực va nhỏ nhất cho thiết kế kết cấu phần trên bằng lực va cột buồm theo Điều13.10.3.

Nếu dự đoán có va tàu trên đường thủy, kết cấu phải được:

- Thiết kế để chịu được lực va của tàu và/hoặc
- Bảo vệ đầy đủ bởi rào chắn, ụ chống va, hộ đạo, đảo hoặc các thiết bị có thể bỏ đi thay thế sau khi bi va tầu thuyền.

Khi xác định tải trọng va của tàu, phải nghiên cứu các quan hệ của kết cấu cầu tới:

- Yếu tố hình học của tuyến đường thủy,
- Kích thước, loại hình, điều kiện chất tải và tần suất của tàu sử dụng đường thuỷ;
- Sự thay đổi mực nước,
- Hướng và vận tốc tàu
- Sự đáp ứng kết cấu của cầu đối với lực va

13.2 CÁC CƠ SỞ ĐỂ XÁC ĐỊNH LỰC VA TÀU

Trước khi xác định lực va tàu thiết kế, cần phải tiến hành nghiên cứu lập căn cứ để xác định các yếu tố làm cơ sở thiết kế cầu chịu lực va tàu thuyền như sau:

- tầm quan trọng của cầu,
- mật độ tàu thuyền của giao thông thủy,

- Loại tàu thuyền thiết kế, vận tốc thiết kế
- xác định hoặc chấp thuận mức độ phá hoại cho phép để sửa chữa của các thành phần cầu bao gồm cả các hệ thống bảo vệ như trụ chống va.

13.3 PHÂN LOẠI TẦM QUAN TRỌNG KHAI THÁC CHO CẦU

Để thực hiện qui định của Điều13, phải phân loại tầm quan trọng theo điều kiện khai thác cho tất cả các cầu theo các loại "cầu đặc biệt quan trọng ; cầu quan trọng" hoặc " cầu thông thường". Các cầu đặc biệt quan trọng phải đủ khỏe chịu lực va tàu để tiếp tục thực hiện được chức năng của nó sau va chạm với một xác xuất nhỏ hơn cầu thông thường.

13.4 TÀU THIẾT KẾ

Phải lựa chọn loại tàu để xác định trị số lực va thiết kế cho từng trụ và từng nhịp cầu, để với lực va của các tàu này thì tần suất sập đổ do va tàu hàng năm của cầu tính theo Điều.13.5, nhỏ hơn tiêu chí xác suất phá hoại được chấp thuận cho từng bộ phận của cầu.

Phải lựa chọn tàu thiết kế trên cơ sở phân loại tầm quan trọng của cầu, và các đặc trưng về giao thông thủy, tàu thuyền và cầu.

Trong trường hợp không có đủ số liệu điều tra mật độ lưu thông của các loại tàu thuyền qua vị trí cầu để thực hiện phân tích mức độ rủi do cầu bị hư hại do va tàu thuyền để lựa chọn loại tàu thiết kế cho từng trụ cầu và kết cấu phần trên, có thể lựa chọn tàu thiết kế theo loại tàu ứng với cấp sông thông thuyền. Kích thước các loại tàu này lấy theo Bảng Phụ Lục của TCVN 5664:2009. Các giá trị trong bảng này cho những yêu cầu có tính khuyến nghị để thiết kế va tàu; tình hình cụ thể của mỗi công trình nên được xem xét và các đặc trưng của tàu nên sửa đổi nếu cần. Đối với các cầu gần cảng hoặc ở cửa sông cần được xem xét đặc biệt, nơi mà chiều rộng luồng và chiều sâu nước có thể cho phép các tàu lớn hơn rất nhiều so với các tàu cho trong Bảng này thì cần phân tích rủi do để xác định lực va tàu cho thiết kế kết cấu cầu.

Đối với cầu nhiều nhịp, nơi các phần cầu ở xa luồng thông thuyền chính hoặc đi qua đoạn nước nông hơn, có thể xét loại tàu thiết kế nhỏ hơn đối với các phần cầu đó theo sự chấp thuận của cơ quan có thẩm quyền.

13.5 TẦN SUẤT SẬP ĐỔ HÀNG NĂM

Tần suất sập đổ hàng năm của một bộ phận cầu được tính như sau:

$$AF = (N)(PA)(PG)(PC) (PF) \quad (47)$$

trong đó:

AF = tần suất sập đổ hàng năm của bộ phận cầu do va tàu

N = Số lượng tàu hàng năm, được phân loại theo dạng, kích cỡ, và điều kiện chất tải hoạt động trên luồng tàu

PA = xác suất xuất hiện đi sai luồng của tàu

PG = xác suất do kích thước hình học gây nên va chạm giữa một tàu đi sai luồng và trụ cầu hoặc nhịp cầu

PC = xác suất sập đổ cầu do va chạm với một tàu đi sai luồng

PF = Hệ số điều chỉnh xét tới khả năng các kết cấu chống va tham gia bảo vệ trụ như các đảo đất đắp phía thượng lưu, hạ lưu của trụ hoặc các kết cấu khác bảo vệ không cho tàu va vào trụ.

AF phải được tính toán cho từng trụ cầu và từng loại tàu thuyền. Xác suất sập đổ hàng năm của toàn cầu bằng tổng xác suất sập đổ của tất cả các thành phần AF.

Với cầu đặc biệt quan trọng, xác suất sập đổ hàng năm lớn nhất, AF, cho toàn cầu, phải lấy là 0,0001.

Với cầu thông thường, xác suất sập đổ hàng năm lớn nhất, AF, cho toàn cầu, phải lấy là 0,001

Với đường thủy có bề rộng nhỏ hơn 6,0 lần chiều dài toàn bộ của tàu, LOA, phải xác định tiêu chí chấp nhận được cho xác suất sập đổ hàng năm của từng trụ và bộ phận của kết cấu phần trên bằng cách phân bố tiêu chí chấp nhận được cho toàn cầu, AF, cho các trụ và nhịp trong phạm vi luồng tàu.

Với đường thủy có bề rộng lớn hơn 6,0 lần chiều dài toàn bộ của tàu, LOA, phải xác định tiêu chí chấp nhận được cho xác suất sập đổ hàng năm của từng trụ và bộ phận của kết cấu phần trên bằng cách phân bố tiêu chí chấp nhận được cho kết cấu phần trên cầu cho các trụ nằm trong phạm vi 3,0 lần LOA về mỗi phía từ tim của luồng tàu.

13.5.1 Phân bố tần suất của tàu thuyền

Phải đánh giá và xác định số lượng tàu thuyền có ảnh hưởng cho từng trụ và bộ phận kết cấu phần trên, N, dựa trên kích thước tàu, loại, và điều kiện chất tải và chiều sâu nước có thể. Phải xem xét sự chênh lệch giữa số lượng và điều kiện chất tải của tàu giữa chiều đi và đến của luồng tàu tùy thuộc vào điều kiện đường thủy.

13.5.2 Xác suất của tàu đi sai luồng

13.5.2.1 Tổng quát

Có thể xác định xác suất của tàu đi sai luồng, PA, bằng thống kê hoặc phương pháp gần đúng.

13.5.2.2 Phương pháp thống kê

Có thể tính toán xác suất của tàu đi chệch luồng trên cơ sở phân tích thống kê các dữ liệu trong lịch sử về va tàu, đâm, và quệt trên đường thủy và trên số tàu đi qua trong suốt khoảng thời gian báo cáo tai nạn.

13.5.2.3 Phương pháp gần đúng

Xác suất của tàu sai luồng có thể lấy như sau:

$$PA = (BR)(R B)(R C)(R XC)(R D) \quad (48)$$

trong đó:

PA = xác suất của tàu đi sai luồng

BR = tỷ lệ tàu đi sai luồng cơ sở

RB = hệ số điều chỉnh do vị trí cầu

RC = Hệ số điều chỉnh cho dòng chảy tác động song song với đường đi của tàu

RXC = Hệ số điều chỉnh cho dòng chảy ngang tác động vuông góc với đường đi của tàu

RD = hệ số điều chỉnh của mật độ vận tải tàu thuyền

Tỷ lệ cơ sở, BR, của tàu đi sai luồng phải lấy như sau:

- Với tàu thủy:

$BR=0,6x10^{-4}$

- Với sà lan:

$BR=1,2x10^{-4}$

Hệ số điều chỉnh của vị trí cầu, RB, dựa trên vị trí tương đối của cầu trong 3 khu vực đường thủy, như trong Hình 30, phải lấy như sau:

- Cho khu vực luồng tàu thẳng:

$$R_B = 1,0 \quad (49)$$

- Cho các khu vực luồng chuyển tiếp:

$$R_B = (1+\theta/90^0) \quad (50)$$

- Cho các khu vực luồng chuyển hướng/cong:

$$R_B = (1+\theta/45^0) \quad (51)$$

trong đó:

θ = góc chuyển hướng theo Hình 30 (Độ)

Hệ số điều chỉnh, RC, Hệ số điều chỉnh cho dòng chảy tác động song song với đường đi của tàu:

$$R_C = (1+V_C/19) \quad (52)$$

trong đó:

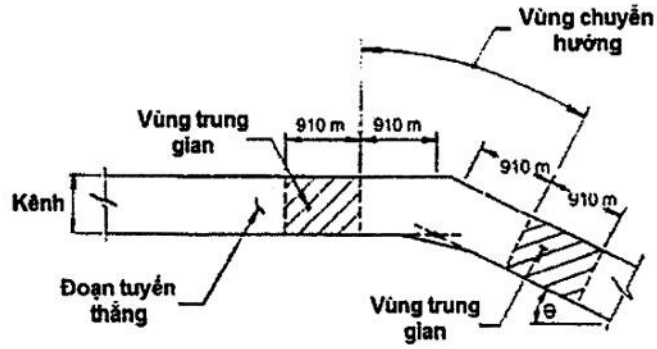
V_C = thành phần vận tốc dòng chảy song song với luồng tàu (km/h)

Hệ số điều chỉnh, R_{XC}, cho dòng chảy ngang tác động vuông góc với đường đi của tàu:

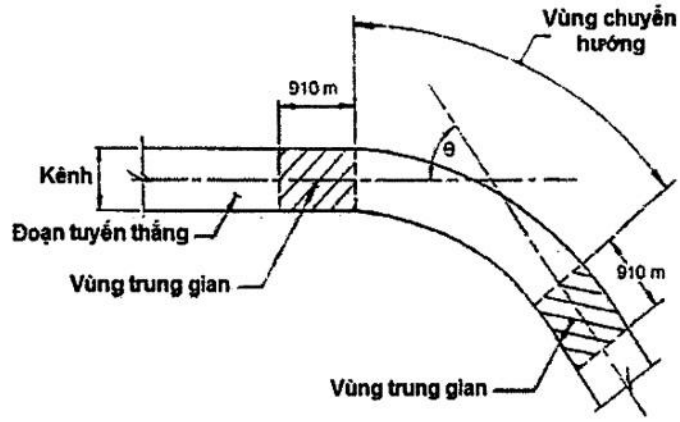
$$R_{XC} = 1,0+0,54V_{XC} \quad (53)$$

trong đó:

V_{XC} = thành phần vận tốc dòng chảy vuông góc với đường đi của tàu (km/h)



a. Chuyển hướng gãy khúc



b. Chuyển hướng cong

Hình 30 - Khu vực đường thủy tại vị trí cầu

Phải chọn hệ số điều chỉnh mật độ tàu thuyền lưu thông, R_D, trên cơ sở của mật độ tàu thuyền / sà lan lưu thông trong vùng lân cận ngay sát với vị trí cầu như sau:

- Mật độ thấp – hiếm gặp tàu đi qua, hoặc bất thình lình có trong vùng lân cận vị trí cầu:

  $R_D = 1,0$ (54)

- Mật độ trung bình – thỉnh thoảng gặp đi qua, hoặc bất thình lình có trong vùng lân cận vị trí cầu:

  $R_D = 1,3$ (55)

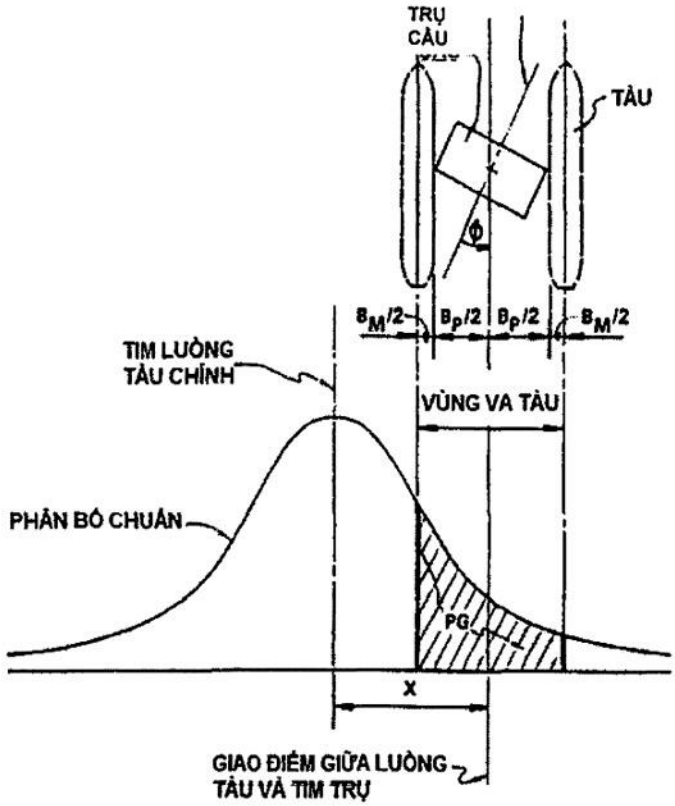
- Mật độ cao-thường xuyên bắt gặp tàu thuyền qua lại vùng lân cận vị trí cầu:

  $R_D = 1,6$ (56)

13.5.3 Xác suất hình học

Phân bố chuẩn có thể được sử dụng để lập mô hình đường đi của một tàu đi sai luồng gần vị trí cầu. Xác suất hình học, PG, được lấy như diện tích của phân bố chuẩn được bao bởi bề rộng của thân trụ và bề rộng của thân tàu về mỗi phía của trụ, như Hình 31. Độ lệch chuẩn, σ_y, của phân bố chuẩn được giả thiết bằng chiều dài toàn bộ, LOA, của tàu thiết kế, lựa chọn theo Điều 13.4.

Trung vị của phân bố chuẩn được lấy là tim của luồng tàu. PG phải được xác định dựa trên bề rộng, B_M, của từng loại tàu được phân loại, hoặc có thể xác định cho tất cả các khoảng phân loại sử dụng B_M của tàu thiết kế được lựa chọn theo Điều13.4.



Hình 31- Xác suất hình học của va tàu vào trụ

13.5.4 Xác suất sập đổ

Phải lấy xác suất sập đổ cầu, PC, dựa trên tỷ số của sức kháng ngang cực hạn của trụ, H_P, và nhịp, Hs, với lực va tàu, P, phải lấy như sau:

- Nếu $0,0 \leq H/P < 0,1$, thì

  $$PC = 0,1 + 9(0,1- H/P) \quad (57)$$

- Nếu $0,1 \leq H/P < 1,0$, thì

PC = 0,111(0,1-H/P) (58)

- Nếu H/P ≥ 1,0, thì

PC = 0,0 (59)

Trong đó:

PC = Xác suất sập đổ

H = Sức kháng của bộ phận cầu chịu lực ngang được biểu thị như là sức kháng của trụ, H_P, hoặc sức kháng của kết cấu phần trên, Hs (N)

P = Lực va tàu, P_S, P_{BH}, P_{DH}, hoặc P_{MT}, xác định theo Điều13.8,13.10.1,13.10.2, và 13.10.3, tương ứng (N)

13.5.5 Hệ số chống va

Hệ số chống va, PF, được tính như sau:

PF= 1- (% do kết cấu chống va chịu/100) (60)

Nếu không có kết cấu chống va bao quanh trụ, thì PF = 1,0. Nếu trụ được bảo vệ 100% thì PF = 0,0. Nếu kết cấu chống va (thí dụ như các ụ chống va) chịu được 70% lực va , thì giá trị PF bằng 0,3. Các giá trị PF có thể thay đổi theo từng trụ và nó thay đổi tùy theo hướng đi của giao thông đường thủy (nghĩa là hướng đi vào ngược với hướng đi ra).

13.6 VẬN TỐC VA THIẾT KẾ

Vận tốc va tàu thiết kế có thể xác định theo Hình 32, trong đó:

V = vận tốc va của tàu thiết kế (m/s)

V_T = vận tốc thông thường của tàu lưu thông trong luồng ở điều kiện bình thường nhưng không nhỏ hơn V_{MIN} (m/s)

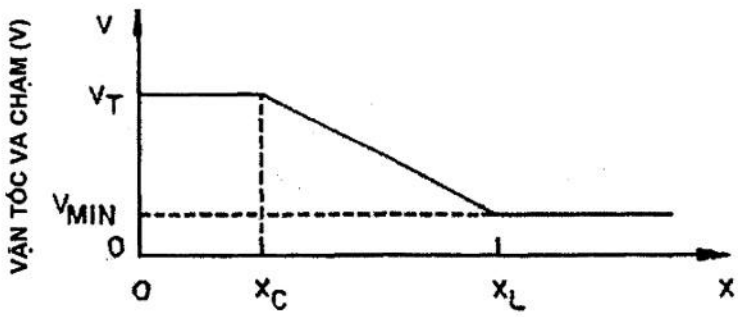
V_{MIN}= vận tốc thiết kế va tối thiểu không nhỏ hơn vận tốc trung bình hàng năm của dòng chảy tại vị trí cầu (m/s)

X = khoảng cách từ mặt trụ đến tim luồng tàu (mm)

X_C = khoảng cách tới mép luồng (mm)

X_L = Khoảng cách bằng 3,0 lần độ dài tổng của tàu thiết kế (mm)

Độ dài tổng, LOA, cho sà lan kéo phải được lấy là tổng chiều dài đầu kéo cộng chiều dài của sà lan.



Hình 32- Phân bố vận tốc va tàu thiết kế

13.7 NĂNG LƯỢNG VA TÀU

Phải lấy động năng của tàu di chuyển được hấp thụ khi va không lệch tâm với trụ cầu bằng:

$$KE = 500C_H MV^2 \quad (61)$$

trong đó:

KE = năng lượng va tàu (J)

M = Khối lượng chuyển động của tàu (Mg)

C_H = hệ số khối lượng thủy động

V = vận tốc va tàu (m/s)

Khối lượng tàu, M, phải dựa trên điều kiện chất tải của tàu và phải bao gồm cả trọng lượng không tải của tàu, cộng khối lượng xét đến của hàng hóa, DWT, cho khối lượng tàu có tải, hoặc khối lượng dằn tàu với tàu không tải hoặc có tải nhẹ. Khối lượng của sà lan kéo phải gồm khối lượng của đầu kéo và sà lan với khối lượng tổ hợp của một hàng sà lan trong phạm vi kéo theo.

Hệ số khối lượng thủy động, C_H, phải lấy như sau:

- Nếu tĩnh không dưới sống tàu vượt quá trị số (0,5 x mớn nước):

$$C_H = 1{,}05 \quad (62)$$

- Nếu tĩnh không dưới sống tàu nhỏ hơn (0,1 x mớn nước):

$$C_H = 1{,}25 \quad (63)$$

Các giá trị C_H có thể nội suy cho các giá trị trung gian nằm trong giới hạn trên của tĩnh không dưới sống tàu. Tĩnh không dưới sống tàu phải lấy bằng khoảng cách từ đáy lườn tàu đến đáy nước.

13.8 LỰC VA TÀU VÀO TRỤ

Lực va đâm thẳng đầu tàu vào trụ phải được tính như sau:

$$P_S = 1{,}2x10^5 V\sqrt{DWT} \quad (64)$$

trong đó:

P_s = lực va tàu tĩnh tương đương (N)

DWT = tấn trọng tải của tàu (Mg)

V = vận tốc va tàu (m/s)

13.9 CHIỀU DÀI HƯ HỎNG CỦA MŨI TÀU

Chiều dài nằm ngang của mũi tàu bị bẹp bởi va chạm với vật cứng phải được lấy như sau:

$$a_s = 1{,}54x10^3 \left(\frac{KE}{P_S}\right) \quad (65)$$

trong đó:

a_s = chiều dài hư hỏng của mũi tàu (mm)

KE = năng lượng va của tàu (joule)

P_s = lực va của tàu được xác định theo Phương trình 64 (N)

13.10 LỰC VA CỦA TÀU LÊN KẾT CẤU PHẦN TRÊN

13.10.1 Va với mũi tàu

Lực va của mũi tàu lên kết cấu phần trên phải được lấy theo:

$$P_{BH} = R_{BH}P_s \quad (66)$$

trong đó:

P_{BH} = lực va của mũi tàu lên kết cấu phần trên (N)

R_{BH} = tỷ số của chiều cao kết cấu phần trên bị phơi lộ trên tổng chiều cao mũi tàu

P_s = lực va của tàu lấy theo Phương trình 64 (N)

Để tính toán theo điều này, phần bị phơi lộ là đoạn đứng chập nhau theo chiều đứng giữa tàu và kết cấu phần trên của cầu với chiều cao của vùng va chạm.

13.10.2 Va với ca bin tàu

Lực va chạm của ca bin tàu với kết cấu phần trên phải được lấy như sau:

$$P_{DH} = R_{DH} P_s \quad (67)$$

trong đó:

P_{DH} = lực va của ca bin tàu (N)

R_{DH} = hệ số chiết giảm được xác định ở đây

P_s = lực va của tàu như quy định trong Phương trình 64 (N)

Đối với tàu vượt quá 100 000 DWT, R_{DH} phải lấy bằng 0,10. Đối với tàu nhỏ hơn 100 000 DWT thì hệ số chiết giảm phải lấy theo:

$$R_{DH} = 0,2 - 0,10 \left(\frac{DWT}{100\,000} \right) \quad (68)$$

13.10.3 Va với cột tàu

Lực va của cột tàu với kết cấu phần trên phải được lấy theo:

$$P_{MT} = 0,10 \ P_{DH} \quad (69)$$

trong đó:

P_{MT} = lực va của cột tàu (N)

P_{DH} = lực va của ca bin tàu quy định trong Phương trình 67 (N)

13.11 LỰC VA CỦA SÀ LAN VÀO TRỤ

Lực va vào trụ do sà lan một xà lan tiêu chuẩn phải được lấy như sau:

- Nếu $a_B < 100$ mm thì:

$$P_B = 6,0 \times 10^4 \ a_B \quad (70)$$

- Nếu $a_B \geq 100$ mm thì:

$$P_B = 6,0 \times 10^6 + 1600 \ a_B \quad (71)$$

trong đó:

P_B = lực va tĩnh tương đương của sà lan (N)

a_B = chiều dài hư hỏng của mũi xà lan quy định trong Phương trình 72 (mm)

Nếu xà lan có kích thước khác thì điều chỉnh lực va theo tỷ lệ chiều rộng của xà lan so với xà lan tiêu chuẩn.

CHÚ THÍCH:

Xà lan tiêu chuẩn có kích thước: Rộng 10500mm; Dài 60000 mm; Cao 3700 mm; mớn nước không tải: 520 mm; mớn nước có tải: 2700 mm; Khối lượng: 1540 Mg

13.12 CHIỀU DÀI HƯ HỎNG CỦA MŨI SÀ LAN

Chiều dài bị hư hỏng theo đường nằm ngang của mũi sà lan chở bùn (cát) tiêu chuẩn phải được lấy theo:

$$a_B = 3100(\sqrt{1+1{,}3x10^{-7}\,KE}-1) \quad (72)$$

trong đó:

a_B = chiều dài hư hỏng của mũi xà lan (mm)

KE = năng lượng va của tàu (joule)

13.13 HƯ HỎNG Ở TRẠNG THÁI GIỚI HẠN ĐẶC BIỆT

Cho phép tính đến ứng ứng xử đàn hồi và phân phối lại lực trong các thành phần của kết cấu phần dưới và phần trên có đủ độ dẻo và độ dư để phần kết cấu còn lại có thể tồn tại tránh gây ra thảm họa sập cầu khi có va tàu ở trạng thái giới hạn đặc biệt.

Có thể làm kết cấu bảo vệ trụ cầu như một cách khác để loại trừ hoặc giảm bớt tải trọng va của tàu thuyền vào kết cấu cầu ở mức độ chấp nhận được.

13.14 TÁC DỤNG CỦA LỰC VA

13.14.1 Thiết kế kết cấu phần dưới

Khi thiết kế kết cấu phần dưới lực tĩnh tương đương song song và thẳng góc với đường tim của luồng vận tải phải được tác dụng riêng biệt như sau:

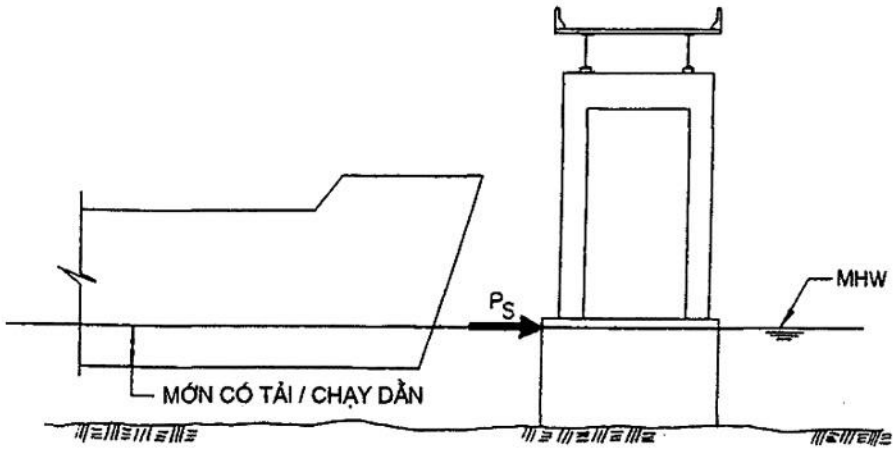
- 100% lực va thiết kế trong phương song song với đường tim luồng vận tải,
- hoặc 50% của lực va thiết kế trong phương thẳng góc với đường tim luồng vận tải.

Tất cả bộ phận của kết cấu phần dưới lộ ra để có thể tiếp xúc với bất kỳ phần nào của vỏ tàu hay mũi tàu đều phải được thiết kế để chịu được tải trọng va. Khi xác định bộ phận tiếp xúc lộ ra của kết cấu phần dưới với tàu thuyền phải xét đến mũi tàu nhô ra, khoảng nghiêng hoặc thon của tàu và sà lan. Cũng phải xét đến sự va của mũi tàu gây nên tiếp xúc với bất kỳ phần lõm nào của kết cấu phần dưới.

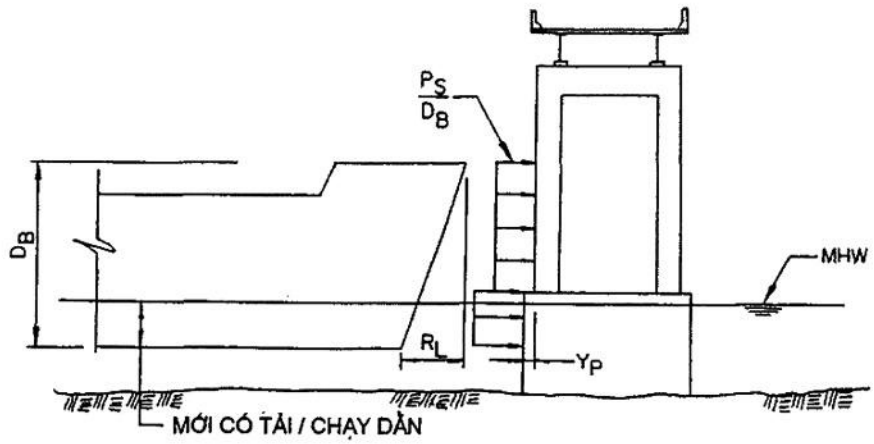
Trong hai trường hợp thiết kế ở đây lực va phải tác dụng vào kết cấu phần dưới phù hợp với các giới hạn sau đây:

- Để tính ổn định tổng thể, lực va thiết kế được coi là một lực tập trung tác dụng lên kết cấu phần dưới ở mức nước cao trung bình hàng năm của đường thủy như trong Hình 33.

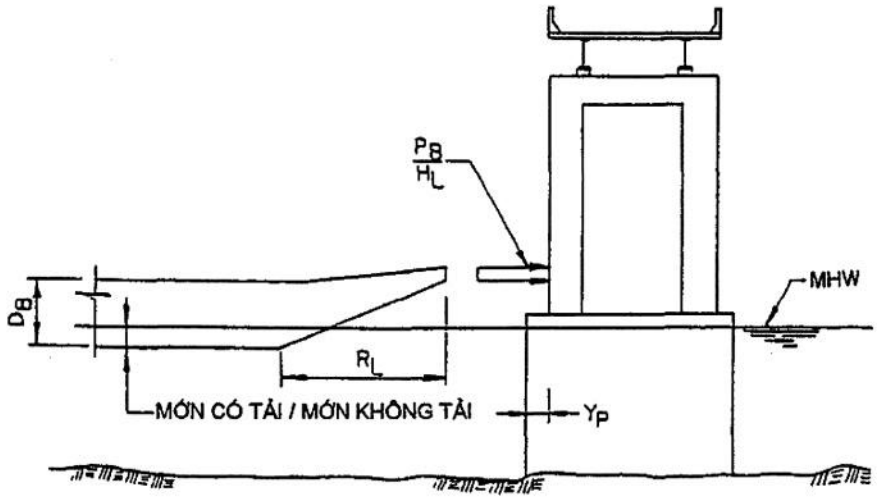
- Để tính lực va cục bộ, lực va thiết kế được tác dụng như một tải trọng tuyến thẳng đứng phân bố đều dọc theo chiều cao của mũi tàu như trong Hình 34. Mũi tàu được coi là nghiêng về phía trước khi xác định diện tích có khả năng tiếp xúc của lực va với kết cấu phần dưới. Đối với va sà lan, lực va cục bộ được coi như một tải trọng tuyến thẳng đứng phân bố đều trên mũi sà lan như trong Hình 35.



Hình 33 - Lực va tập trung của tàu lên trụ



Hình 34 - Tải trọng va tầu dạng tuyến lên trụ



Hình 35 - Lực va của sà lan lên trụ

13.14.2 Thiết kế kết cấu phần trên

Khi thiết kế kết cấu phần trên, lực va thiết kế phải tác dụng như một lực tĩnh ngang tương đương lên bộ phận kết cấu nhịp theo chiều song song với đường tim luồng vận tải.

13.15 BẢO VỆ KẾT CẤU PHẦN DƯỚI

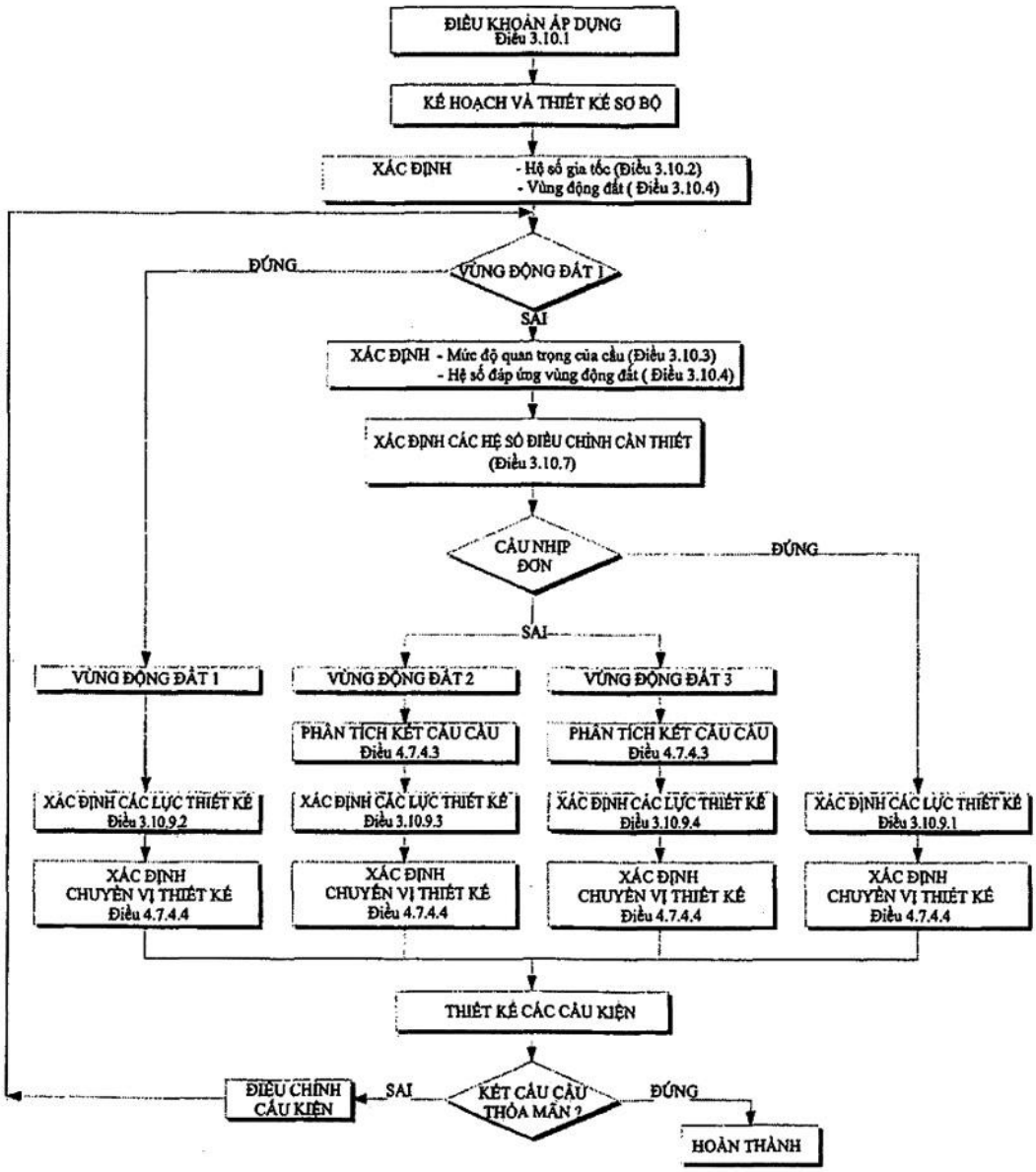
Có thể xây dựng kết cấu bảo vệ trụ cầu để loại trừ hoặc làm giảm va chạm của tàu thuyền với phần phơi lộ của kết cấu phần dưới của cầu bao gồm đệm chắn, nhóm cọc, kết cấu đỡ trên cọc, ụ chống va, đảo và kết cấu hỗn hợp của chúng.

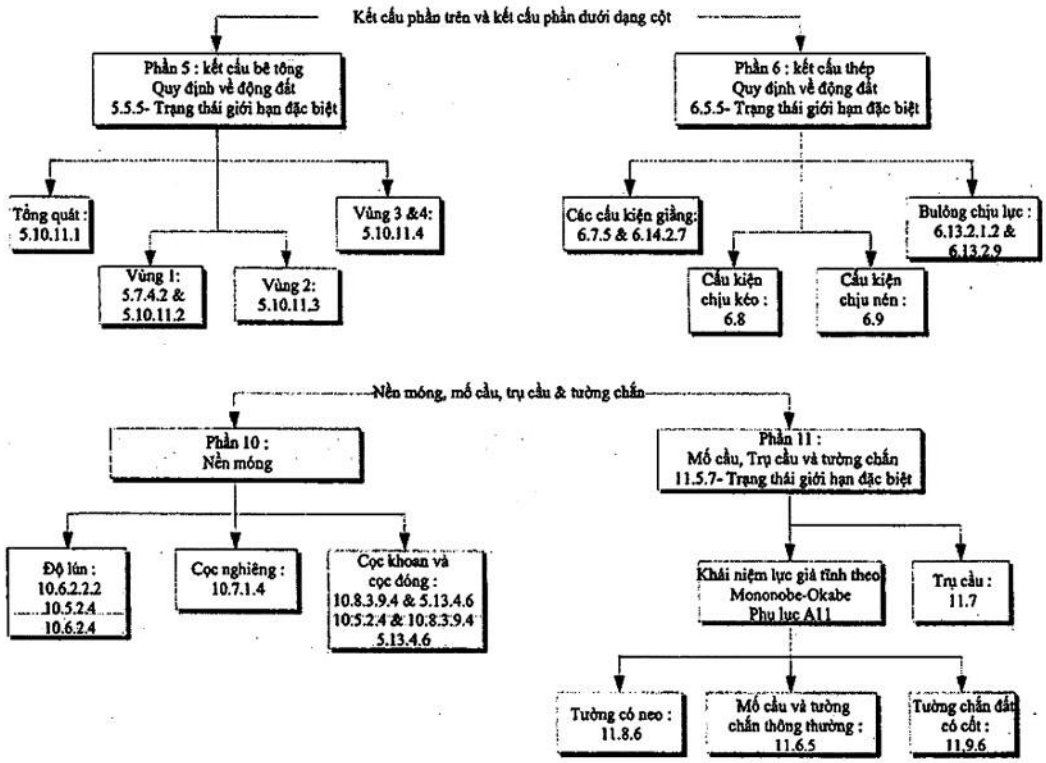
Có thể cho phép hệ thống bảo vệ bị hư hỏng nặng hoặc sập đổ miễn là các kết cấu này chặn được tàu trước khi va vào trụ cầu hoặc chuyển hướng tàu đi ra khỏi phạm vi trụ.

PHỤ LỤC- A

(Tham khảo)

SƠ ĐỒ CÁC BƯỚC THIẾT KẾ CẦU CHỊU TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT




Kết cấu phần trên và kết cấu phần dưới dạng cột
Phần 5 : kết cấu bê tông
Quy định về động đất
5.5.5- Trạng thái giới hạn đặc biệt
Phần 6 : kết cấu thép
Quy định về động đất
6.5.5- Trạng thái giới hạn đặc biệt
Tổng quát :
5.10.11.1
Vùng 1:
5.7.4.2 &
5.10.11.2
Vùng 2:
5.10.11.3
Vùng 3 &4:
5.10.11.4
Các cấu kiện giằng:
6.7.5 & 6.14.2.7
Cấu kiện
chịu kéo :
6.8
Cấu kiện
chịu nén :
6.9
Bulông chịu lực :
6.13.2.1.2 &
6.13.2.9
Nền móng, mố cầu, trụ cầu & tường chắn
Phần 10 :
Nền móng
Phần 11 :
Mố cầu, Trụ cầu và tường chắn
11.5.7- Trạng thái giới hạn đặc biệt
Độ lún :
10.6.2.2.2
10.5.2.4
10.6.2.4
Cọc nghiêng :
10.7.1.4
Cọc khoan và
cọc đóng :
10.8.3.9.4 & 5.13.4.6
10.5.2.4 & 10.8.3.9.4
5.13.4.6
Khái niệm lực giả tĩnh theo
Mononobe-Okabe
Phụ lục A11
Trụ cầu :
11.7
Tường có neo :
11.8.6
Mố cầu và tường
chắn thông thường :
11.6.5
Tường chắn đất
có cốt :
11.9.6

PHỤ LỤC- B

(Quy định)

SỨC KHÁNG VƯỢT CƯỜNG ĐỘ

Điều 9.9.4.3.1 xác định các lực phát sinh do xuất hiện chốt dẻo nghĩa là cột đạt tới khả năng chịu mô men cực hạn của nó trong cột và có hai phương pháp tính. Một trong các phương pháp là dùng cho chốt dẻo cột đơn xuất hiện quanh hai trục chính của nó, phương pháp này áp dụng cho các trụ và các trụ khung làm việc như cột đơn. Phương pháp thứ hai là dùng cho trụ khung nhiều cột trong mặt phẳng xà mũ. Các lực phát sinh dựa trên sức kháng vượt cường độ tiềm năng của các vật liệu và nó trở thành cơ sở yêu cầu Thiết kế các chi tiết của mặt cắt của cột tại nơi chốt dẻo có thể xuất hiện. Sức kháng vượt cường độ có được là do các đặc trưng thực tế của cột lớn hơn các giá trị nhỏ nhất theo yêu cầu và nó được bố trí cấu tạo theo qui định hệ số sức kháng lớn hơn 1. Yếu tố này phải được xét đến khi các lực phát sinh do xuất hiện chốt dẻo được dùng như là lực thiết kế. Nói chung, sức kháng vượt cường độ phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Kích thước thực tế của cột và lượng cốt thép thực tế trong cột.
- Hiệu ứng cường độ của thép tăng cao hơn giá trị f_y. Vì hiệu ứng của úng biến hóa cứng.
- Hiệu úng của cường độ bê tông tăng cao hơn cường độ bê tông danh định f'_c và hiệu ứng kiềm chế bê tông nở hông của cốt thép đai và cường độ bê tông tăng theo thời gian.
- Hiệu ứng ứng biến nén tới hạn thực tế của bê tông lớn hơn 0,003.

Kích thước cột và cấu tạo cốt thép

Khi thiết kế nên chọn kích thước cột và tỷ lệ cốt thép là tối thiểu để thỏa mãn yêu cầu thiết kế kết cấu. Khi các thông số này tăng lên, sức kháng vượt cường độ cũng tăng lên. Điều này dẫn tới tăng kích thước móng và giá thành công trình. Các kích thước cột và tỷ lệ cốt thép mà tương ứng với các lực thiết kế ở phía dưới đỉnh lồi đường cong của biểu đồ tương tác trên hình vẽ là tốt hơn, nhất là đối với vùng động đất mạnh. Tuy nhiên việc lựa chọn kích thước và bố trí cốt thép cũng phải thỏa mãn các yêu cầu kiến trúc và các yêu cầu khác khống chế việc thiết kế

Tăng vượt cường độ cốt thép

Hầu như tất cả cốt thép có giới hạn chảy lớn hơn giá trị tối thiểu qui định, trung bình giá trị này cao hơn 12%, có khi cao hơn tới 30%. Kết hợp với tăng cường ứng biến, trong thực tế cường độ chảy có thể tăng tới $1,25f_y$ khi tính sức kháng vượt cường độ của cột.

Tăng vượt cường độ bê tông

Cường độ bê tông được qui định là cường độ chịu nén ở tuổi 28 ngày, điều này là mức độ thấp của cường độ bê tông ở hiện trường. Thông thường thiết kế cấp phối bê tông thiên về an toàn nên cường độ be tông thực tế cao hơn qui định 20-25%. Bê tông lại tiếp tục tăng cường độ theo thời gian. Các thí nghiệm trên mẫu lõi khoan bê tông của các cầu xây dựng những năm 1950 và 1960 cho thấy cường độ chịu nén của bê tông cao hơn $1,5f'_c$. Cường độ chịu nén của bê tông còn tiếp tục được tăng lên do kiềm chế nở hông của cốt thép đai. Tác động nhanh của tải trọng động đất cũng làm tăng cường độ chịu nén của bê tông một cách

đáng kể do hiệu ứng tốc độ ứng biến. Với các quan điểm nêu trên cường độ bê tông khi có động đất xảy ra sẽ lớn hơn cường độ bê tông giả định 28 ngày. Do đó có thể xem xét tăng cường độ bê tông lên $1,5f'_c$ khi tính toán sức kháng vượt cường độ của cột.

Ứng biến chịu nén cực hạn (ε_c)

Mặc dù thí nghiệm nén nở hông của bê tông đã cho thấy ứng biến 0,003 là hợp lý khi bắt đầu bị phá hoại, thí nghiệm trên các mặt cắt cột không nở hông cho thấy giá trị này lớn hơn rất đáng kể. Với ứng biến thớ ngoài cùng thấp như vậy thì việc xác định ứng biến phá hoại tại thời điểm vỡ nứt đầu tiên của cột là rất bảo thủ và nhỏ hơn đáng kể ứng biến xuất hiện khi động đất xảy ra. Các nghiên cứu đã cho thấy ứng biến chịu nén cực hạn có thể đạt tới ở mức 0,01 và cao hơn. Do đó người thiết kế có thể giả thiết giá trị ứng biến tới hạn thực tế xảy ra là 0,01.

Để tính toán, chiều dày của lớp bê tông bảo vệ để tính mặt cắt vượt cường độ không lớn hơn 50 mm. Sự chiết giảm này thích hợp cho tất cả các tải trọng liên quan tới chốt dẻo.

Khả năng vượt cường độ

Các cơ sở để xét khả năng vượt cường độ của cột trình bày trên biểu đồ Hình B1. Hiệu quả của các đặc tính vật liệu cao hơn giá trị quy định được minh họa bằng cách so sánh đường cong vượt cường độ thực tế tính theo các giá trị f'_c, f_y và ε_c thực tế đạt được với đường cong tương tác cường độ danh định P_n, M_n. Nói chung, để có đường cong chịu lực vượt cường độ thỏa mãn bằng cách nhân giá trị cường độ mô men danh định với hệ số 1,3 cho đoạn biểu đồ lực dọc trục ở phía dưới đỉnh lồi của đường cong tương tác, tức là đường cong P_n, $1,3M_n$. Tuy nhiên đường cong này có thể có sai số rất lớn cho lực dọc trục ở đoạn phía trên đỉnh lồi của đường cong tương tác đó.

Khuyến nghị rằng đường cong sức kháng vượt cường độ gần đúng có thể xây dựng được bằng cách nhân cả P_n, M_n với hệ số $\phi = 1,3$ nghĩa là $1,3P_n$, $1,3M_n$. Đường cong này có dạng chung của đường cong thực tế rất gần với tất cả các mức độ của tải trọng dọc trục với các lý do trình bày ở trên, khuyến nghị:

- Với các cầu có tải trọng dọc trục thấp hơn P_b, sức kháng mô men vượt cường độ được coi là bằng 1,3 lần sức kháng mô men danh định.

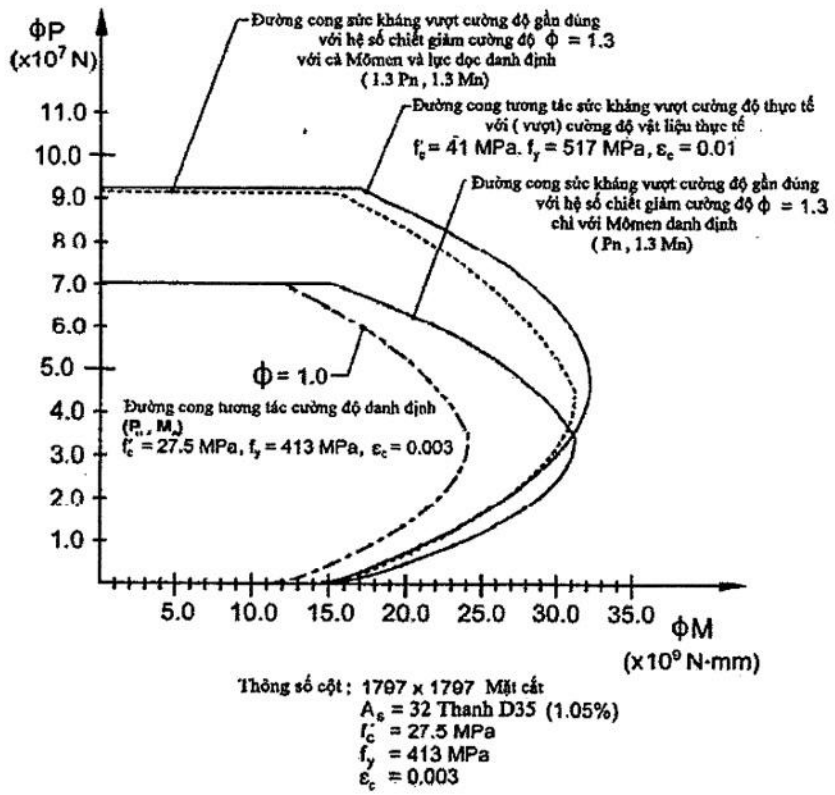
- Với các cầu nằm trong vùng động đất 3, cấp phân loại khai thác là "thông thường" và tất cả các cầu nằm trong vùng động đất 2, chốt dẻo được cấu tạo để xuất hiện, đường cong sức kháng tăng cường độ cho tải trọng dọc trục lớn hơn P_b được coi gần đúng bằng nhân cả hai P_n và M_n với $\phi = 1,3$.
- Với các cầu trong vùng động đất 3 với cấp khai thác " đặc biệt quan trọng" hoặc "thiết yếu", đường cong cho sức kháng vượt cường độ của tải trọng dọc trục lớn hơn P_b phải được tính theo các giá trị của f'_c, f_y và ε_c như được khuyến nghị trong Bảng B1 hoặc tính theo các giá trị dựa trên kết quả thí nghiệm thực tế. Sức kháng vượt cường độ của cột theo kết quả tính toán này không được nhỏ hơn giá trị xác định bằng quan hệ đường cong gần đúng dựa theo $1,3P_n$, $1,3M_n$.

Bảng B1- Các giá trị khuyến nghị gia tăng các đặc trưng vật liệu.

Gia tăng f_y (nhỏ nhất)	$1,25f_y$
Gia tăng f_c'	$1,5f_c'$
Gia tăng ε_c	$0,01\varepsilon_c$

Phá hoại do cắt

Phá hoại theo phương thức do lực cắt trong cột và các trụ có khả năng gây ra phá hỏng một phần kết cấu cầu hoặc gây sập đổ cầu; do đó lực để thiết kế chống cắt phải được tính thiên về an toàn. Khi tính lực cắt trong cột hay trụ khung cần phải chú ý đến vị trí có khả năng xuất hiện khớp dẻo. Ở các cột có dạng loe, khớp dẻo có khả năng xuất hiện ở đỉnh hoặc đáy của đoạn cột có hình loe. Đối với trụ khung nhiều cột có một phần thân là kết cấu tường, thì các khớp dẻo sẽ xuất hiện ở phần đỉnh tường, trừ khi tường có cấu tạo tách rời khỏi các cột. Với các cột được chôn ngập sâu vào móng, thì khớp dẻo có thể xuất hiện ở trên bệ móng hoặc bệ cọc. Đối với các trụ cọc nạng chống, khớp dẻo có thể xảy ra ở phía trên điểm ngàm tính toán. Do hậu quả của sự phá hoại do lực cắt, nên việc định các vị trí có tiềm năng xuất hiện khớp dẻo theo cách thiên về an toàn sao cho chiều dài cột giữa các khớp dẻo có tiềm năng là nhỏ nhất để tính ra các trị số lực cắt cho thiết kế lớn nhất có khả năng xuất hiện.



Hình B1- Xây dựng đường cong tương tác sức kháng vượt cường độ từ đường cong sức kháng danh định