# Phần 3 - Tải trọng và hệ số tải trọng

## 3.1. PHẠM VI

Trong phần này quy định những yêu cầu tối thiểu đối với tải trọng và lực, phạm vi áp dụng của chúng, 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.

Ở chỗ nào có nhiều mức độ làm việc khác nhau, việc lựa chọn mức độ làm việc thiết kế là trách nhiệm của Chủ đầu tư.

Một hệ số tải trọng tối thiểu được quy định để xác định các ứng lực có thể phát sinh trong quá trình thi công. Các yêu cầu bổ sung cho việc xây dựng các cầu bê tông thi công phân đoạn được quy định trong Điều 5.14.2.

## 3.2. CÁC ĐỊNH NGHĨA

**Áp lực đất chủ động** - 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.

**Lăng thể đất chủ động** - Lăng thể đất có xu hướng chuyển dịch nếu không có kết cấu hay bộ phận kết cấu chắn giữ lại.

**Dao động khí động đàn hồi** - Phản ứng đàn hồi theo chu kỳ của kết cấu dưới tác động của gió.

**Đơn vị trục xe** - Trục đơn hay trục đôi (tandem) của xe

**Hộ đạo** - 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.

**Lực ly tâm** - Lực ngang do xe chuyển hướng di động trên đường cong.

**Làn xe thiết kế** - Làn xe quy ước đặt theo chiều ngang trên bề rộng phần xe chạy.

**Chiều sâu nước thiết kế** - Chiều sâu của nước ở mức nước cao trung bình.

**Biến hình** - Thay đổi hình học của kết cấu.

**Ụ** - Vật thể phòng hộ, có thể có hệ thống chắn riêng, thường có mặt tròn và độc lập về kết cấu với cầu.

**Lực xung kích** - Phần tăng thêm lực tĩnh để xét đến tương tác động giữa cầu và xe cộ đi lại.

**Chất lỏng tương đương** - Là một chất quy ước có tỷ trọng có thể gây ra cùng áp lực như đất được thay thế để tính toán.

**Phần lộ ra** - 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.

**Cực hạn** - Tối đa hay tối thiểu.

**Vật chắn chống va** - 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.

**Tổng thể** - Phù hợp với toàn bộ kết cấu phần trên hay toàn bộ cầu.

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

**Mặt ảnh hưởng** - Một bề mặt liên tục hay rời rạc được vẽ ứng với cao độ mặt cầu trong mô hình tính toán 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.

**Quy tắc đòn bẩy** - Lấy tổng mô men đối với một điểm để tìm phản lực tại điểm thứ hai.

**Hoá lỏng** - 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.

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

**Cục bộ** - Tính chất có liên quan với một cấu kiện hoặc cụm lắp ráp của cấu kiện.

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

**Dạng thức dao động** - Một dạng của biến dạng động ứng với một tần suất dao động.

**Đường thuỷ thông thương** - Một đường thuỷ được xếp hạng thông thương bởi Cục Đường sông Việt Nam hoặc Cục Hàng hải Việt Nam.

**Tải trọng danh định** - Mức tải trọng thiết kế được lựa chọn theo quy ước.

**Đất cố kết thông thường** - Đất dưới áp lực đất phủ lớn hơn áp lực đất đã từng hiện diện trong quá khứ ở chỗ đang xét.

**Đất quá cố kết** - Đất ở dưới áp lực đất phủ hiện nay mà nhỏ hơn áp lực đất phủ đã từng có trong quá khứ.

**Tỷ lệ quá cố kết** - $\text{OCR} = \dfrac{\text{áp lực cố kết lớn nhất}}{\text{áp lực dất phủ}}$

**Áp lực đất bị động** - Áp lực ngang do đất chống lại chuyển vị ngang về phía khối đất của kết cấu hoặc bộ phận kết cấu.

**Xe được phép** - Xe bất kỳ được phép đi là xe bị hạn chế một cách nào đó về trọng lượng hoặc về kích thước của chúng.

**Chỉ số độ tin cậy** - Sự đánh gía bằng số lượng về mặt an toàn như là tỷ số của chênh lệch giữa sức kháng bình quân và ứng lực bình quân với độ lệch- Tiêu chuẩn tổ hợp của sức kháng và ứng lực.

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

**Nhiệt độ lắp đặt** - 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.

**Rào chắn liên tục về kết cấu** - Rào chắn hoặc bất kỳ bộ phận nào của nó chỉ ngắt ở khe chỗ nối mặt cầu.

**Kết cấu phần dưới** - Bộ phận kết cấu cầu để đỡ kết cấu nhịp bên trên.

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

**Tải trọng chất thêm** - Tải trọng được dùng để mô hình hoá trọng lượng đất đắp hoặc các tải trọng khác tác dụng trên đỉnh của vật liệu chắn giữ.

**Xe tải trục** - Xe có hai trục đặt sát nhau, thường được liên kết với một khung gầm xe để phân bố tải trọng đều nhau.

**Góc ma sát tường** - Góc có arctg thể hiện ma sát biểu kiến giữa tường và khối đất.

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

**Dãy bánh xe** - Một nhóm bánh xe được xếp theo chiều ngang hoặc chiều dọc.

## 3.3. KÝ HIỆU

### 3.3.1. TỔNG QUÁT

$A$ = hệ số gia tốc động đất (3.10.2)
$A_t$ = diện tích của kết cấu hoặc cấu kiện để tính áp lực gió ngang ($m^3$) (3.8.1.2.1)
$A_v$ = diện tích mặt của mặt cầu hoặc cấu kiện để tính áp lực gió thẳng đứng ($m^2$) (3.8.2)
$a_B$ = chiều dài hư hỏng mũi sà lan chở hàng tiêu chuẩn (mm) (3.14.8)
$a_s$ = chiều rộng hư hỏng của mũi tầu (mm) (3.14.6)
BR = lực hãm xe
$b$ = hệ số lực hãm; Tổng chiều rộng cầu (mm) (3.3.2) (3.8.1.2.1)
$C$ = hệ số dùng để tính lực ly tâm (3.6.3)
$C_D$ = hệ số cản ($S^2N/mm^4$ (3.7.3.1)
$C_H$ = hệ số thuỷ động học khối lượng (3.14.4)
$C_L$ = hệ số cản ngang (3.7.3.2)
$C_d$ = hệ số cản ($S^2N/mm^4$) (3.8.1.2.1)
$C_n$ = hệ số vát mũi để tính $F_b$ (3.9.2.2)
$C_{sm}$ = hệ số đáp ứng động đất đàn hồi cho dạng thức dao động thứ m (3.10.6.1)
$c$ = dính kết đơn vị (MPa) (3.11.5.4).

$D_E$ = chiều dày tối thiểu của lớp đất phủ (mm) (3.6.2.2)
DWT = kích cỡ tầu dựa trên tấn trọng tải (Mg) (3.14.2).
d = chiều cao kết cấu phần trên (mm) (3.8.1.2.1)
g = gia tốc trọng trường ($m/s^2$) (3.6.3)
H = chiều cao cuối cùng của tường chắn (mm) (3.11.5.1)
$H_L$ = chiều cao của khối đầu sà lan tại mũi của nó (mm) (3.14.11.1)
h = chiều cao danh định của sơ đồ áp lực đất (mm) (3.11.5.7)
$h_{eq}$ = chiều cao tương đương của đất do tải trọng xe (mm) (3.11.6.2)
IM = lực xung kích (3.6.1.2.5)
KE = năng lượng va tầu thiết kế (joule) (3.14.4)
k = hệ số áp lực đất (3.11.6.2)
$k_a$ = hệ số áp lực đất ngang chủ động (3.11.5.1)
$k_h$ = hệ số áp lực đất ngang (3.11.5.1)
$k_0$ = hệ số áp lực đất ngang ở trạng thái nghỉ (3.11.5.1)
$k_p$ = hệ số áp lực bị động (3.11.5.4)
$k_s$ = hệ số áp lực đất do hoạt tải (3.11.6.1)
LOA = tổng chiều dài của tầu hoặc sà lan lai bao gồm tầu đẩy hoặc kéo (mm) (3.14.2)
M = khối lượng của tầu (Mg) (3.14.4)
m = hệ số làn (3.6.1.1.2)
OCR = tỷ số quá cố kết (3.11.5.2)
P = tải trọng bánh xe tập trung (N); tải trọng (N) (3.6.1.2.5) (3.11.6.1)
$P_a$ = áp lực đất biểu kiến (MPa); hợp lực trên đơn vị bề rộng tường (N/mm) (3.11.5.6) (3.11.5.7)
$P_B$ = lực va sà lan do đâm đầu vào nhau giữa mũi sà lan và vật cứng (N) (3.14.8)
$P_{BH}$ = lực va tầu giữa mũi tầu và kết cấu phần trên cứng (N) (3.14.7.1)
$P_D$ = tải trọng gió ngang (KN) (3.8.2.1)
$P_{DH}$ = lực va tầu giữa ca bin tầu và kết cấu phần trên cứng (N) (3.14.7.2).
$P_h$ = thành phần nằm ngang của lực trên đơn vị chiều dài tường do áp lực đất (N/mm) (3.11.5.5)
$P_{MT}$ = lực va tầu giữa cột tầu và kết cấu phần trên cứng (N) (3.14.7)
$P_N$ = thành phần thẳng đứng của áp lực gió (MPa) (3.8.1.4)
$P_p$ = áp lực đất bị động (MPa) (3.11.5.4)
$P_S$ = lực va tầu do đâm đầu vào nhau giữa mũi tầu và vật cứng (N) (3.14.5)
$P_v$ = lực gió thẳng đứng (KN); thành phần thẳng đứng của lực trên đơn vị chiều dài tường do áp lực đất (N/mm) (3.8.2) (3.11.5.5)
p = áp lực dòng chảy (MPa); áp lực đất cơ bản (MPa) phần của xe tải trong làn đơn; cường độ tải trọng(MPa)(3.7.3.1)(3.11.5.1)(3.6.1.4.2)(3.11.6.1)
Q = cường độ tải trọng (N/mm) (3.11.6.1)
q = tải trọng nói chung (3.4.1)
$q_s$ = hoạt tải tác dụng lớn nhất (MPa)(3.11.6.1)
R = bán kính cong (mm); bán kính của trụ tròn (mm); hệ số điều chỉnh đáp ứng động đất, cự ly tia từ điểm đặt tải tới một điểm trên tường (3.6.3) (3.9.5) (3.10.7.1) (3.11.6.1).
$R_{BH}$ = tỷ số của chiều cao kết cấu phần trên lộ ra trên tổng chiều cao mũi tầu (3.14.7.1)
$R_{DH}$ = hệ số chiết giảm lực va ca bin tầu (3.14.7.2)
S = hệ số điều chỉnh đối với địa hình và chiều cao mặt cầu; hệ số liên quan đến điều kiện tại chỗ để xác định tải trọng động đất (3.8.1.1) (3.5.10)
$T_m$ = chu kỳ dao động hạng thứ m(s) (3.10.6.1)
t = chiều dày bản mặt cầu (mm) (3.12.3)
V = vận tốc nước thiết kế (m/s); vận tốc gió thiết kế (m/s); tốc độ va tầu thiết kế (m/s) (3.7.3.1)(3.8.1.1)(3.14.3)

$V_B$ = vận tốc gió cơ bản (m/s) (3.8.1.1)
v = tốc độ thiết kế đường ô tô (m/s)(3.6.3)
w = chiều rộng tịnh của lòng đường (mm)(3.6.1.1.1)
X = cự ly ngang từ lưng tường đến điểm đặt lực(mm)(3.11.6.1)
$X_1$ = cự ly từ lưng tường đến điểm đầu của tuyến tải trọng (3.11.6.1)
$X_2$ = chiều dài hoạt tải (mm) (3.11.6.1)
Z = chiều cao ở dưới mặt đất (mm); chiều cao từ mặt đất đến một điểm trên tường đang xem xét (mm); cự ly thẳng đứng từ điểm đặt lực tới cao độ điểm trên tường đang xem xét (mm) (3.11.5.4)(3.11.6.1)
z = chiều sâu ở dưới mặt đất đắp (mm)(3.11.5.1)
$\alpha$ = góc giữa tường móng và đường nối điểm đang xem xét trên tường và điểm góc đáy bệ xa tường nhất ( rad) (3.11.6.1)
B = mái dốc tượng trưng của đất lấp (độ) (3.11.5.7)
$\beta$ = chỉ số an toàn; độ dốc của mặt đất lấp phía sau tường chắn (độ) (3.4.1)(3.11.5.3)
$\gamma$ = tỷ trọng của vật liệu ( $kg/m^3$); tỷ trọng của đất ($kg/m^3$) (3.5.1)(3.11.5.1)
$\gamma'_s$ = tỷ trọng hữu hiệu của đất ($kg/m^3$)(3.11.5.6)
$\gamma_{EQ}$ = hệ số tải trọng đối với hoạt tải tác dụng đồng thời với tải trọng động đất (3.4.1)
$\gamma_{eq}$ = tỷ trọng tương đương chất lỏng ($kg/m^3$)(3.11.5.5)
$\gamma_1$ = hệ số tải trọng (3.4.1)
$\gamma_p$ = hệ số tải trọng cho tải trọng thường xuyên (3.4.1)
$\gamma_{SE}$ = hệ số tải trọng cho lún (3.4.1)
$\gamma_{TG}$ = hệ số tải trọng cho gradien nhiệt (3.4.1)
$\Delta_p$ = áp lực đất ngang không đổi do hoạt tải rải đều (MPa)(3.11.6.1)
$\Delta_{ph}$ = phân bố áp lực ngang (MPa) (3.11.6.1)
$\delta$ = góc ma sát giữa đất lấp và tường (đô); góc giữa tường móng và đường nối điểm đang xem xét trên tường và điểm góc đáy bệ gần tường nhất (rad) (3.11.5.3) (3.11.6.1)
$\eta$ = điều chỉnh tải trọng quy định trong Điều 1.3.2 (3.4.1)
$\theta$ = góc của hướng gió (độ); góc của đất lấp tường so với trục đứng (độ); góc giữa hướng dòng chảy với trục dọc của trụ (độ)(3.8.1.4)(3.11.5.3)(3.7.3.2)
v = hệ số Poisson (DIM) (3.11.6.1)(3.11.5.3)
$\varphi$ = hệ số sức kháng (3.4.1)
$\varphi_t$ = góc ma sát nội của đất thoát nước (độ)(3.11.5.2)
$\varphi'$ = góc ma sát nội có hiệu(độ) (3.11.5.3)

## 3.3.2. TẢI TRỌNG VÀ TÊN TẢI TRỌNG

Các tải trọng và lực thường xuyên và nhất thời sau đây phải được xem xét đến:

- Tải trọng thường xuyên

DD = tải trọng kéo xuống (xét hiện tượng ma sát âm)
DC = tải trọng bản thân của các bộ phận kết cấu và thiết bị phụ phi kết cấu
DW = tải trọng bản thân của lớp phủ mặt và các tiện ích công cộng
EH = tải trọng áp lực đất nằm ngang
EL = các hiệu ứng bị hãm tích luỹ do phương pháp thi công.
ES = tải trọng đất chất thêm
EV = áp lực thẳng đứng do tự trọng đất đắp.

- Tải trọng nhất thời

BR = lực hãm xe
CE = lực ly tâm
CR = từ biến
CT = lực va xe
CV = lực va tầu
EQ = động đất
FR = ma sát
IM = lực xung kích (lực động ) của xe
LL = hoạt tải xe
LS = hoạt tải chất thêm
PL = tải trọng người đi
SE = lún
SH = co ngót
TG = gradien nhiệt
TU = nhiệt độ đều
WA = tải trọng nước và áp lực dòng chảy
WL = gió trên hoạt tải
WS = tải trọng gió trên kết cấu

## 3.4. CÁC HỆ SỐ VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG

### 3.4.1. HỆ SỐ TẢI TRỌNG VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG

Tổng ứng lực tính toán phải được lấy như sau:

$$Q = \sum \eta_i \gamma_i Q_i \qquad (3.4.1\text{-}1)$$

trong đó:

$\eta_i$ = hệ số điều chỉnh tải trọng lấy theo Điều 1.3.2

$Q_i$ = tải trọng quy định ở đây

$\gamma_i$ = hệ số tải trọng lấy theo Bảng 1 và 2

Các cấu kiện và các liên kết của cầu phải thoả mãn phương trình 1.3.2.1.1 cho các tổ hợp thích hợp của ứng lực cực hạn tính toán được quy định cho từng trạng thái giới hạn sau đây:

- TRẠNG THÁI GIỚI HẠN 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
- TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ II: Tổ hợp tải trọng liên quan đến cầu chịu gió với vận tốc vượt quá 25m/s
- TRẠNG THÁI GIỚI HẠN CƯỜNG ĐỘ III: Tổ hợp tải trọng liên quan đến việc sử dụng xe tiêu chuẩn của cầu với gió có vận tốc 25m/s
- TRẠNG THÁI GIỚI HẠN ĐẶC BIỆT: Tổ hợp tải trọng liên quan đến động đất, lực va của tầu thuyền và xe cộ, và đến một số hiện tượng thuỷ lực với hoạt tải đã chiết giảm khác với khi là một phần của tải trọng xe va xô, CT.
- TRẠNG THÁI GIỚI HẠN SỬ DỤNG: 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. Dùng để kiểm tra độ võng, bề rộng vết nứt trong kết cấu bê tông cốt thép và bê tông cốt thép dự ứng lực, sự chảy dẻo của kết cấu thép và trượt của các liên kết có nguy cơ trượt do tác dụng của hoạt tải xe. Tổ hợp trọng tải này cũng cần được dùng để khảo sát ổn định mái dốc.

- TRẠNG THÁI GIỚI HẠN MỎI: Tổ hợp tải trọng gây mỏi và đứt gẫy liên quan đến hoạt tải xe cộ trùng phục và xung kích dưới tác dụng của một xe tải đơn chiếc có cự ly trục được quy định trong Điều 3.6.1.4.1.

Hệ số tải trọng cho các tải trọng khác nhau bao gồm trong một tổ hợp tải trọng thiết kế được lấy như quy định trong Bảng 1. Mọi tập hợp con thoả đáng của các tổ hợp tải trọng phải được nghiên cứu. Có thể nghiên cứu thêm các tổ hợp tải trọng khác khi chủ đầu tư yêu cầu hoặc người thiết kế xét thấy cần thiết. 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 3.6.11.2 nếu có thể áp dụng. Kết quả được tổng hợp theo phương trình 1.3.2.1-1 và nhân với hệ số điều chỉnh tải trọng lấy theo Điều 1.3.2.

Các hệ số phải chọn sao cho gây ra tổng ứng lực tính toán cực hạn. 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 2. 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, CR, SH sẽ được dùng để tính biến dạng, còn trị số nhỏ hơn dùng cho các tác động khác.

Khi đánh giá ổn định tổng thể của mái đất có móng hoặc không có móng đều cần khảo sát ở trạng thái giới hạn sử dụng dựa trên tổ hợp tải trọng sử dụng và một hệ số sức kháng phù hợp. Nếu không có các thông tin tốt hơn thì hệ số sức kháng $\phi$ có thể lấy như sau:

- Khi các thông số địa kỹ thuật được xác định tốt và mái dốc không chống đỡ hoặc không chứa cấu kiện .....0,85

- Khi các thông số địa kỹ thuật dựa trên thông tin chưa đầy đủ hay chưa chính xác hoặc mái dốc có chứa hoặc chống đỡ một cấu kiện .....0,65.

Đối với các kết cấu hộp dạng bản phù hợp với các quy định của Điều 12.9, hệ số hoạt tải đối với hoạt tải xe LL và IM lấy bằng 2,0.

## Bảng 3.4.1-1- Tổ hợp và hệ số tải trọng

| TỔ HỢP TẢI TRỌNG<br><br>TRẠNG THÁI GIỚI HẠN | DC<br>DD<br>DW<br>EH<br>EV<br>ES | LL<br>IM<br>CE<br>BR<br>PL<br>LS<br>EL | WA | WS | WL | FR | TU<br>CR<br>SH | TG | SE | Cùng một lúc chỉ dùng một trong các tải trọng | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | EQ | CT | CV |
| CƯỜNG ĐỘ I | $\gamma_n$ | 1,75 | 1,00 | - | - | 1,00 | 0,5/1.20 | $\gamma_{TG}$ | $\gamma_{SE}$ | - | - | - |
| CƯỜNG ĐỘ II | $\gamma_n$ | - | 1,00 | 1,40 | - | 1,00 | 0,5/1.20 | $\gamma_{TG}$ | $\gamma_{SE}$ | - | - | - |
| CƯỜNG ĐỘ III | $\gamma_n$ | 1,35 | 1,00 | 0.4 | 1,00 | 1,00 | 0,5/1.20 | $\gamma_{TG}$ | $\gamma_{SE}$ | - | - | - |
| ĐẶC BIỆT | $\gamma_n$ | 0,50 | 1,00 | - | - | 1,00 | - | - | - | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| SỬ DỤNG | 1.0 | 1,00 | 1,00 | 0,30 | 1,00 | 1,00 | 1,0/1,20 | $\gamma_{TG}$ | $\gamma_{SE}$ | - | - | - |
| MỎI CHỈ CÓ LL, IM & CE | - | 0,75 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

*Ghi chú bảng 3.4.1-1:*

1. Khi phải kiểm tra cầu dùng cho xe đặc biệt do Chủ đầu tư quy định hoặc xe có giấy phép thông qua cầu thì hệ số tải trọng của hoạt tải trong tổ hợp cường độ I có thể giảm xuống còn 1,35.

2. Các cầu có tỷ lệ tĩnh tải trên hoạt tải rất cao (tức là cầu nhịp lớn) cần kiểm tra tổ hợp không có hoạt tải, nhưng với hệ số tải trọng bằng 1,50 cho tất cả các kiện chịu tải trọng thường xuyên.

3. Đối với cầu vượt sông ở các trạng thái giới hạn cường độ và trạng thái sử dụng phải xét đến hậu quả của những thay đổi về móng do lũ thiết kế xói cầu.

4. Đối với các cầu vượt sông, khi kiểm tra các hiệu ứng tải EQ, CT và CV ở trạng thái giới hạn đặc biệt thì tải trọng nước (WA) và chiều sâu xói có thể dựa trên lũ trung bình hàng năm. Tuy nhiên kết cấu phải được kiểm tra về về những hậu quả do các thay đổi do lũ, phải kiểm tra xói ở những trạng thái giới hạn đặc biệt với tải trọng nước tương ứng (WA) nhưng không có các tải trọng EQ, CT hoặc CV tác dụng.

5. Để kiểm tra chiều rộng vết nứt trong kết cấu bê tông cốt thép dự ứng lực ở trạng thái giới hạn sử dụng, có thể giảm hệ số tải trọng của hoạt tải xuống 0,08.

6. Để kiểm tra kết cấu thép ở trạng thái giới hạn sử dụng thì hệ số tải trọng của hoạt tải phải tăng lên 1,30.

**Bảng 3.4.1-2 - Hệ số tải trọng dùng cho tải trọng thường xuyên, $\gamma_p$**

| LOẠI TẢI TRỌNG | HỆ SỐ TẢI TRỌNG | |
|---|---|---|
| | Lớn nhất | Nhỏ nhất |
| DC: Cấu kiện và các thiết bị phụ | 1,25 | 0,90 |
| DD: kéo xuống (xét ma sát âm) | 1,80 | 0,45 |
| DW: Lớp phủ mặt cầu và các tiện ích | 1,50 | 0,65 |
| EH: Áp lực ngang của đất | | |
| • Chủ động | 1,50 | 0,90 |
| • Nghỉ | 1,35 | 0,90 |
| EL: Các ứng suất lắp ráp bị hãm | 1,00 | 1,00 |
| EV: Áp lực đất thẳng đứng | | |
| • Ổn định tổng thể | 1,35 | N/A |
| • Kết cấu tường chắn | 1,35 | 1,00 |
| • Kết cấu vùi cứng | 1,30 | 0,90 |
| • Khung cứng | 1,35 | 0,90 |
| • Kết cấu vùi mềm khác với cống hộp thép | 1,95 | 0,90 |
| • Cống hộp thép mềm | 1,50 | 0,90 |
| ES: Tải trọng đất chất thêm | 1,50 | 0,75 |

Hệ số tải trọng tính cho gradien nhiệt $\gamma_{TG}$ và lún $\gamma_{SE}$ cần được xác định trên cơ sở một đồ án cụ thể riêng. Nếu không có thông tin riêng có thể lấy $\gamma_{TG}$ 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

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

$$DC + DW + EH + EV + ES + WA + CR + SH + TG + EL \qquad (3.4.1\text{-}2)$$

## 3.4.2. HỆ SỐ TẢI TRỌNG DÙNG CHO TẢI TRỌNG 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 của Chủ đầu tư, hệ số tải trọng cho tải trọng thi công cho các thiết bị và các tác động xung kích không được lấy nhỏ hơn 1,5. Hệ số tải trọng gió không được lấy nhỏ hơn 1,25. Hệ số của các tải trọng khác phải lấy bằng 1,0.

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

### 3.4.31. Lực kích

Trừ khi có quy định khác của Chủ đầu tư, lực kích thiết kế trong khai thác 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 ngừng 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.

### 3.4.3.2. Lực đối với vùng neo kéo sau

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

## 3.5. TẢI TRỌNG THƯỜNG XUYÊN

### 3.5.1. 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.

Khi không có đủ số liệu chính xác có thể lấy tỷ trọng như Bảng 1 để tính tĩnh tải

**Bảng 3.5.1-1- Tỷ trọng**

| Vật liệu | | Tỷ trọng (kg/m$^3$) |
|---|---|---|
| Hợp kim nhôm | | 2800 |
| Lớp phủ bê tông at-phan | | 2250 |
| Xỉ than | | 960 |
| Cát chặt. phù sa hay đất sét | | 1925 |
| Bê tông | Nhẹ | 1775 |
| | Cát nhẹ | 1925 |
| | Thường | 2400 |
| Cát rời. phù sa. sỏi | | 1600 |
| Đất sét mền | | 1600 |
| Sỏi. cuội. macadam hoặc balat | | 2250 |
| Thép | | 7850 |
| Đá xây | | 2725 |
| Nước | Ngọt | 1000 |
| | Mặn | 1025 |

### 3.5.2. TẢI TRỌNG ĐẤT EH, ES VÀ DD

Áp lực đất, tải trọng phụ gia trên đất , tải trọng kéo xuống (ma sát âm) được xác định trong Điều 3.11.

## 3.6. HOẠT TẢI

### 3.6.1. TẢI TRỌNG TRỌNG LỰC: LL VÀ PL

#### 3.6.1.1. Hoạt tải xe

##### *3.6.1.1.1. Số làn xe thiết kế*

Số làn xe thiết kế được xác định bởi phần số nguyên của tỷ số w/3500, ở đây w là bề rộng khoảng trốngcủa 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 3500mm thì số làn xe thiết kế lấy bằng số làn giao thông và bề rộng làn xe thiết kế phải lấy bằng bề rộng làn giao thông.

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

#### *3.6.1.1.2. 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 trong Điều 4.6.2.2. và 4.6.2.3, khác với quy tắc đòn bẩy và phương pháp tĩnh học, ứng lực phải được chia cho 1,20.

Ứng lực cực hạn của hoạt tải phải xác định bằng cách xét mỗi tổ hợp có thể của số làn chịu tải nhân với hệ số tương ứng trong Bảng 1.

Hệ số trong Bảng 3.6.1.1.2.1 không được áp dụng kết hợp với hệ số phân bố tải trọng gần đúng quy định trong Điều 4.6.2.2 và 4.6.2.3, trừ khi dùng quy tắc đòn bẩy hay khi có yêu cầu riêng cho dầm ngoài cùng trong cầu dầm- bản quy định trong Điều 6.2.2.2.d thì được áp dụng

**Bảng 3.6.1.1.2.1- Hệ số làn "m"**

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

### 3.6.1.2. Hoạt tải xe ôtô thiết kế

#### *3.6.1.2.1. 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

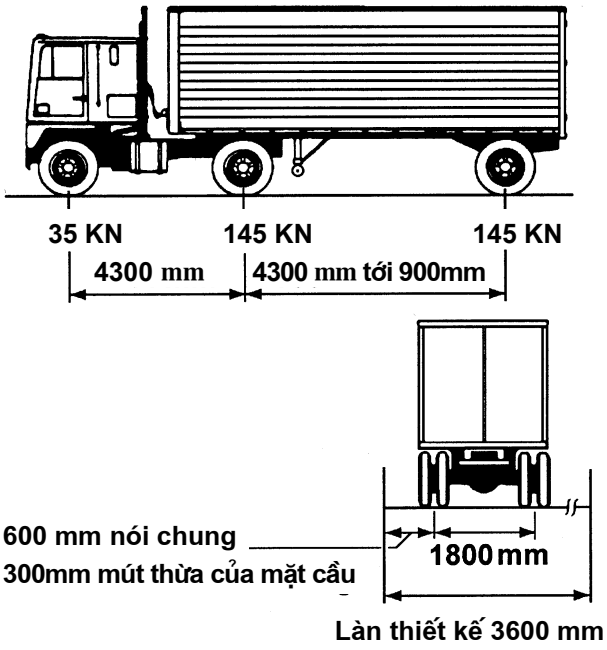
Trừ trường hợp được điều chỉnh trong Điều 3.6.1.3.1, mỗi làn thiết kế được xem xét phải được bố trí hoặc xe tải thiết kế hoặc xe hai trục chồng với tải trọng làn khi áp dụng được. Tải trọng được giả thiết chiếm 3000mm theo chiều ngang trong một làn xe thiết kế.

#### *3.6.1.2.2. Xe tải thiết kế*

Trọng lượng và khoảng cách các trục và bánh xe của xe tải thiết kế phải lấy theo Hình 3.6.1.2.2-1. Lực xung kích lấy theo Điều 3.6.2

Trừ quy định trong Điều 3.6.1.3.1 và 3.6.1.4.1, 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, Chủ đầu tư có thể xác định tải trọng trục cho trong Hình 3.6.1.2.2-1 nhân với hệ số 0,50 hoặc 0,65.




**Hình 3.6.1.2.2-1 - Đặc trưng của xe tải thiết kế**

***3.6.1.2.3. 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. Tải trọng động cho phép lấy theo Điều 3.6.2.

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

***3.6.1.2.4. 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.

***3.6.1.2.5. 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 tính bằng mm lấy như sau:

$$L = 2{,}28 \times 10^{-3} \gamma (1 + lM/100)P \qquad (3.6.1.2.5\text{-}1)$$

trong đó:

$\gamma$ = hệ số tải trọng

lM = lực xung kích tính bằng phần trăm

P = 72500 N cho xe tải thiết kế và 55000N cho xe hai trục thiết kế.

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

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

#### *3.6.1.2.6. Phân bố tải trọng bánh xe qua đất đắp*

Khi bề dầy lớp đất đắp nhỏ hơn 600mm thì có thể bỏ qua ảnh hưởng của đất đắp đến sự phân bố tải trọng bánh xe. Sự phân bố hoạt tải lên đỉnh cống có thể lấy theo quy định trong Điều 4.6.2.1 và 4.6.3.2 cho bản mặt cầu bắc song song với chiều xe chạy.

Thay cho việc phân tích chính xác hơn hoặc dùng các phương pháp gần đúng được chấp nhận khác về phân bố tải trọng được quy định trong Phần 12, khi bề dầy đất đắp lơn hơn 600mm, tải trọng bánh xe có thể được coi là phân bố đều trên một hình chữ nhật có cạnh lấy bằng kích thước vùng tiếp xúc của lốp quy định trong Điều 3.6.1.2.5 và tăng lên hoặc 1,15 lần bề dầy lớp phủ bằng cấp phối chọn lọc, hoặc bằng bề dầy lớp phủ trong các trường hợp khác. Phải áp dụng những quy định trong các Điều 3.6.1.1.2 và 3.6.1.3

Khi các vùng phân bố của nhiều bánh xe chập vào nhau thì tổng tải trọng phải được phân bố đều trên diện tích.

Đối với cống một nhịp khi chiều dầy lớp đất đắp lơn hơn 2400mm và lớn hơn chiều dài nhịp 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 bề mặt của các tường đầu của cống.

Khi mô men trong bản bê tông do hoạt tải và lực xung kích dựa trên sự phân bố của tải trọng bánh xe qua đất đắp lớn hơn mô men do hoạt tải và lực xung kích đượ tính theo Điều 4.6.2.1 và 4.6.3.2 thì phải dùng mô men trong trường hợp sau.

### 3.6.1.3. Tác dụng của hoạt tải xe thiết kế

#### *3.6.1.3.1. 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 3.6.1.2.2 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.

***3.6.1.3.2. Chất tải để đánh giá độ võng do hoạt tải tuỳ ý***

Nếu Chủ đầu tư yêu cầu tiêu chuẩn độ võng do hoạt tải tuỳ ý theo Điều 2.5.2.6.2 thì độ võng cần lấy theo trị số lớn hơn của:

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

***3.6.1.3.3. Tải trọng thiết kế dùng cho 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 9.7.2, 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 theo Điều 4.6.2.1 thì các ứng lực phải được xác định trên cơ sở sau:

- Khi các dải cơ bản là ngang và nhịp không vượt quá 4600 mm- các dải ngang phải được thiết kế theo các bánh xe của trục 145000 N.
- Khi các dải cơ bản là ngang và nhịp vượt quá 4600mm - các dải ngang phải được thiết kế theo các bánh xe của trục 145.000 N và tải trọng làn.
- Khi các dải cơ bản là dọc - các dải ngang phải được thiết kế theo tất cả các tải trọng quy định trong Điều 3.6.1.2 bao gồm cả tải trọng làn.

Khi dùng phương pháp tính chính xác phải xét tất cả tải trọng quy định trong Điều 3.6.1.2 bao gồm cả tải trọng làn.

Các kiểu kết cấu kể cả cầu bản phải được thiết kế với tất cả hoạt tải quy định trong Điều 3.6.1.2 bao gồm tải trọng làn.

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.

***3.6.1.3.4. 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 mãt của lan can bằng bê tông liên tục về kết cấu, tải trọng bánh xe dãy ngoài cùng có thể được thay bằng một tải trọng tuyến phân bố đều với cường độ 14,6N/mm đặt cách bề mặt lan can 300mm.

Tải trọng ngang trên bản hẫng do lực va của xe với rào chắn phải phù hợp với quy định của Phần 13.

### 3.6.1.4. Tải trọng mỏi

#### *3.6.1.4.1. Độ lớn và dạng*

Tải trọng tính mỏi là một xe tải thiết kế hoặc là các trục của nó được quy định trong Điều 3.6.1.2.2 nhưng với một khoảng cách không đổi là 9000 mm giữa các trục 145.000N.

Lực xung kích quy định trong Điều 3.6.2 phải được áp dụng cho tải trọng tính mỏi.

#### *3.6.1.4.2. Tần số*

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 đầy đủ thì ADTT của làn xe đơn phải lấy như sau:

$$ADTT_{SL} = p \times ADTT \qquad (3.6.1.4.2\text{-}1)$$

trong đó:

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

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

p = lấy theo Bảng 3.6.1.4.2-1.

**Bảng 3.6.1.4.2 -1 - Phân số xe tải trong một làn xe đơn, p**

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

#### *3.6.1.3.2. Phân bố tải trọng khi tính mỏi*

*3.6.1.4.3a. Các phương pháp chính xác*

Khi cầu được tính toán theo bất kỳ phương pháp chính xác nào được quy định trong Điều 4.6.3 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.

*3.6.1.4.3b. Các phương pháp gần đúng*

Khi cầu được tính toán theo sự phân bố gần đúng của tải trọng như quy định trong Điều 4.6.2 phải sử dụng hệ số phân bố cho một làn xe.

### 3.6.1.3. 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 $4.1x10^{-3}$ MPa.

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

3.6.2. LỰC XUNG KÍCH: IM

### 3.6.2.1. Tổng quát

Trừ trường hợp cho phép trong Điều 3.6.2.2, 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 3.6.2.1.-1 cho lực xung kích.

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

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

**Bảng 3.6.2.1-1- Lực xung kích IM**

| Cấu kiện | IM |
|---|---|
| Mối nối bản mặt cầu<br>Tất cả các trạng thái giới hạn | 75% |
| Tất cả các cấu kiện khác<br>• Trạng thái giới hạn mỏi và giòn<br>• Tất cả các trạng thái giới hạn khác | <br>15%<br>25% |

Tác động của lực xung kích đối với các cấu kiện vùi trong đất như trong Phần 12 phải lấy theo Điều 3.6.2.2.

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 4.7.2.1

### 3.6.2.2. Cấu kiện vùi

Lực xung kích tính bằng phần trăm đối với cống và các cấu kiện vùi trong đất nêu trong Phần 12 phải lấy như sau:

$$IM = 33(1,0 - 4,1x10^{-4} D_E) \geq 0\% \qquad (3.6.2.2\text{-}1)$$

trong đó:

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

3.6.3. LỰC LY TÂM : CE

Lực ly tâm được lấy bằng tích số của các trọng lượng trục của xe tải hay xe hai trục với hệ số C lấy như sau;

$$C = \frac{4}{3}\frac{v^2}{gR} \qquad (3.6.3\text{-}1)$$

trong đó:

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 quy định trong Tiêu chuẩn thiết kế đường bộ .

Phải áp dụng hệ số làn quy định trong Điều 3.6.1.1.2

Lực ly tâm tác dụng theo phương nằm ngang cách phía trên mặt đường 1800mm

3.6.4. LỰC HÃM: BR

Lực hãm được lấy bằng 25% của trọng lượng các trục xe tải hay xe hai trục thiết kế cho mỗi làn được đặt trong tất cả các làn thiết kế được chất tải theo Điều 3.6.1.1.1 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 theo cả hai chiều dọc để gây ra ứng lực lớn nhất. Tất cả các làn thiết kế phải được chất tải đồng thời đối với cầu và coi như đi cùng một chiều trong tương lai.

Phải áp dụng hệ số làn quy định trong Điều 3.6.1.1.2

3.6.5. LỰC VA CỦA XE: CT

### 3.6.5.1. Bảo vệ kết cấu

Những quy định trong Điều 3.6.5.2 không cần tuân thủ nếu công trình được bảo vệ bởi:

- 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.

Để đánh giá sự miễn trừ này, rào chắn phải tương đương về cấu tạo và hình học với mức ngăn chặn L3 quy định trong Phần 13.

### 3.6.5.2. Xe cộ và tầu hoả va vào kết cấu

Trừ khi được bảo vệ như quy định trong Điều 3.6.5.1, 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 cho một 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 2.3.2.2.1

### 3.6.5.3. Xe cộ va vào rào chắn

Phải áp dụng các quy định Phần 13.

## 3.7. TẢI TRỌNG NƯỚC: WA

3.7.1. 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 tỷ trọng của nước và gia tốc trọng trường.

Mực nước thiết kế trong trạng thái giới hạn cường độ và trạng thái giới hạn sử dụng phải tương ứng với mức lũ thiết kế cho xói. Mực nước thiết kế cho trạng thái giới hạn đặc biệt phải tương ứng với mức lũ kiểm tra xói trừ trường hợp được ghi trong Ghi chú 4 của Bảng 3.4.1-1.

3.7.2. 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 3.7.1, tác dụng lên tất cả các bộ phận nằm dưới mức nước thiết kế.

3.7.3. ÁP LỰC DÒNG CHẢY

### 3.7.3.1. Theo chiều dọc

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

$$p = 5{,}14 \times 10^{-4} C_D V^2 \qquad (3.7.3.1\text{-}1)$$

trong đó :

p = áp lực của nước chảy (MPa)

$C_D$ = hệ số cản của trụ lấy theo Bảng 3.7.3.1-1

V = vận tốc nước thiết kế tính theo lũ thiết kế cho xói ở trạng thái giới hạn cường độ và sử dụng và theo lũ kiểm tra xói khi tính theo trạng thái giới hạn đặc biệt (trừ trường hợp được ghi trong Ghi chú 4 ở Bảng 3.4.1-1) (m/s)

**Bảng 3.7.3.1-1- 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 của trụ.

### 3.7.3.2. Theo chiều ngang

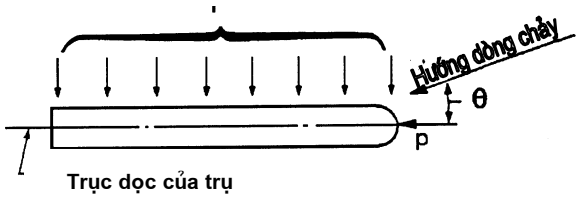
Áp lực ngang phân bố đều trên kết cấu phần dưới do dòng chảy lệch với chiều dọc của trụ một góc θ được lấy bằng :

$$p = 5{,}14 \times 10^{-4} C_L V^2 \qquad (3.7.3.2\text{-}1)$$

trong đó :

p = áp lực theo chiều ngang (MPa)

$C_L$ = hệ số cản theo chiều ngang lấy theo Bảng 3.7.3.2-1




**Hình 3.7.3.2-1 - Mặt bằng trụ thể hiện áp lực dòng chảy**

**Bảng 3.7.3.2-1- 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 của áp lực dòng chảy theo chiều ngang nhân với diện tích lộ ra của kết cấu.

3.7.4. TẢI TRỌNG SÓNG

Tác dụng của sóng lên kết cấu được xét cho những kết cấu lộ ra khi sự phát triển của lực sóng lớn có thể xuất hiện.

3.7.5. SỰ BIẾN ĐỔI TRONG MÓNG DO TÁC DỤNG CỦA TRẠNG THÁI GIỚI HẠN XÓI

Phải áp dụng những quy định trong Điều 2.6.4.4

Những hậu quả của sự thay đổi điều kiện của móng do tác dụng của lũ thiết kế cho xói phải được xét đến ở trạng thái giới hạn cường độ và trạng thái giới hạn sử dụng. Nhưng hậu quả của sự thay đổi điều kiện của móng do tác dụng của lũ kiểm tra xói cầu phải được xét đến ở trạng thái giới hạn đặc biệt, trừ trường hợp được ghi trong Ghi chú 4 Bảng 3.4.1-1.

## 3.8. TẢI TRỌNG GIÓ: WL VÀ WS

3.8.1. TẢI TRỌNG GIÓ NGANG

## 3.8.1.1. Tổng quát

Mục 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 đối gió như cầu treo dây võng, cầu dây xiên cần có những khảo sát, nghiên cứu đặc biệt về môi trường khí hậu đối với gió và thí nghiệm trong các tunen 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 3.8.3.

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

$$V = V_B \ S \qquad (3.8.1.1\text{-}1)$$

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 3.8.1.1-1.

S = hệ số điều chỉnh đối với khu đất chịu gió và độ cao mặt cầu theo quy định trong bảng 3.8.1.1-2.

**Bảng 3.8.1.1-1- 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 trên với hệ số 0,85.

**Bảng 3.8.1.1-2 - 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 |

## 3.8.1.2. Tải trọng gió tác động lên công trình : WS

### *3.8.1.2.1. Tải trọng gió ngang*

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

$$P_D = 0{,}0006\ V^2\ A_t\ C_d \geq 1{,}8\ A_t\ (kN) \qquad (3.8.1.2.1\text{-}1)$$

trong đó:

$V$ = tốc độ gió thiết kế xác định theo phương trình 3.8.1.1 -1 (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 quy định trong Hình 3.8.1.2.1-1

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 (KCPT) có lan can đặc, diện tích KCPT 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.

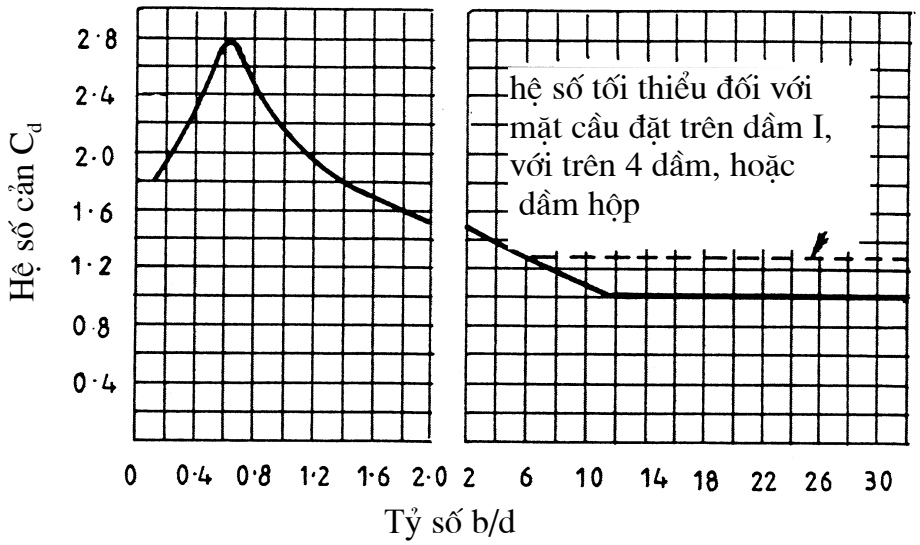
Hệ số cản $C_d$ phải tính theo các phương pháp sau:

- Đối với KCPT 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 $C_d$ theo Hình 3.8.1.2.-1, trong đó:

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

  d = Chiều cao KCPT bao gồm cả lan can đặc nếu có (mm)

- Đối với KCPT giàn, lan can và kết cấu phần dưới phải lấy lực gió đối với từng cấu kiện với các giá trị $C_d$ theo Tiêu chuẩn TCVN 2737 - 1995 Bảng 6 hoặc theo tài liệu khác được Chủ đầu tư duyệt.
- Đối với mọi KCPT khác, phải xác định $C_d$ trong hầm thí nghiệm gió.




**Hình 3.8.1.2.1.1 - Hệ số cản $C_d$ dùng cho kết cấu phần trên có mặt hứng gió đặc**

*Ghi chú dùng cho hình 3.8.1.2.1 -1:*

1. Các giá trị cho trong hình 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 ghi chú 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.

#### *3.8.1.2.2. Tải trọng gió dọc*

Đối với mố, trụ, kết cấu phần trên (KCPT) 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 3.8.1.2.1.

Đối với KCPT có mặt trước đặc, tải trọng gió lấy bằng 0.25 lần tải trọng gió ngang theo Điều 3.8.1.2.1.

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).

### 3.8.1.3. Tải trọng gió tác dụng lên xe cộ: WL

Khi xét tổ hợp tải trọng Cường Độ III, phải xét tải trọng gió tác dụng vào cả kết cấu và xe cộ. Phải biểu thị tải trọng ngang của gió lên xe cộ bằng tải trọng phân bố 1.5 kN/m, tác dụng theo hướng nằm ngang, ngang với tim dọc kết cấu và đặt ở cao độ 1800 $^{mm}$ so với mặt đường. Phải biểu thị tải trọng gió dọc lên xe cộ bằng tải trọng phân bố 0.75 kN/m tác dụng nằm ngang, song song với tim dọc kết cấu và đặt ở cao độ $1800^{mm}$ so với mặt đường. Phải truyền tải trọng cho kết cấu ở mỗi trường hợp.

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.

## 3.8.2. 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:

$$P_v = 0.00045\ V^2 A_v \qquad \text{(kN)} \qquad (3.8.2\text{-}1)$$

trong đó:

$V$ = tốc độ gió thiết kế được xác định theo phương trình 3.8.1.1-1 (m/s)

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

Chỉ tính tải trọng này cho các trạng thái giới hạn không liên quan đến gió lên hoạt tải, và chỉ tính khi lấy hướng gió vuông góc với trục dọc của cầu. Phải đặt tải lực gió thẳng đứng cùng với lực gió nằm ngang quy định theo Điều 3.8.1.

Có thể dùng phương trình 1 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.

3.8.3. MẤT ỔN ĐỊNH ĐÀN HỒI KHÍ ĐỘNG

### 3.8.3.1. Tổng quát

Ứng lực khí động đàn hồi 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 dầy 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.

### 3.8.3.2. Hiện tượng khí động đàn hồi

Phải xét hiện tượng khí động đàn hồi của các kích thích như gió xoáy, rung đứng, rung ngang hay lệch khi phù hợp.

### 3.8.3.3. 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 thểtác động đến chiều cao mặt cầu.

### 3.8.3.4. Thí nghiệm trong hầm gió

Có thể dùng các thí nghiệm trong hầm gió tiêu biểu để thoả mãn các yêu cầu của các Điều 3.8.3.2 và 3.8.3.3.

## 3.9. VỀ TẢI TRỌNG BĂNG TUYẾT, KHÔNG BIÊN SOẠN

## 3.10. HIỆU ỨNG ĐỘNG ĐẤT: EQ

3.10.1. 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 4.7.4 trên cơ sở hệ số đáp ứng đàn hồi $C_{sm}$ được quy định trong Điều 3.10.6 và trọng lượng tương đương của kết cấu phần trên và được chỉnh lý bằng hệ số điều chỉnh đáp ứng quy định trong Điều 3.10.7.1

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 Chủ đầu tư phải xác định hoặc chấp nhận những quy định thích hợp. Trừ khi có quy định khác của Chủ đầu tư, 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.

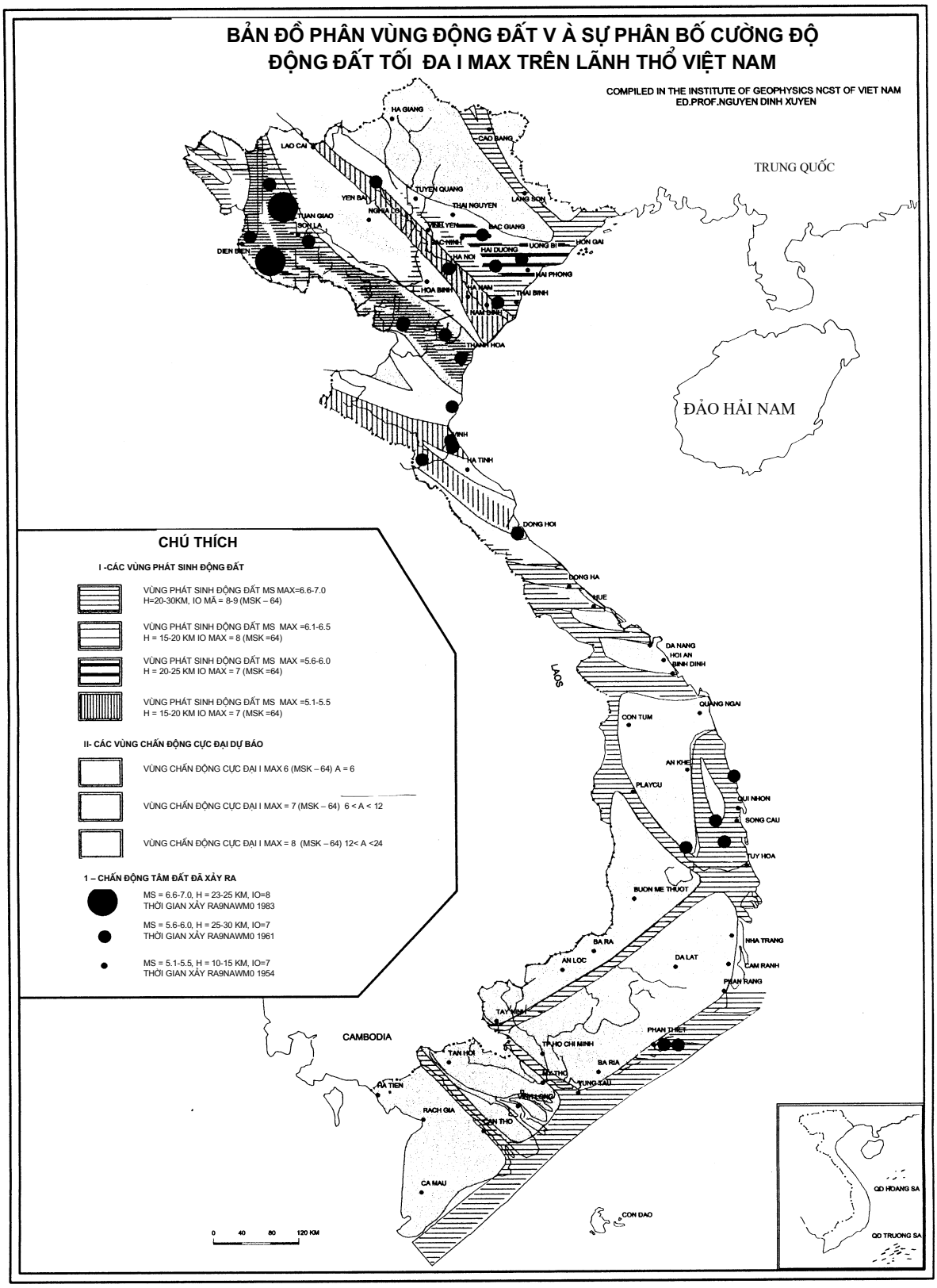
### 3.10.2. HỆ SỐ GIA TỐC

Khi áp dụng các quy định này hệ số ″A″ phải được xác định từ bản đồ đẳng trị trong Hình 1. Khi vị trí công trình nằm giữa hai đường đẳng trị hoặc giữa một đường đẳng trị và một điểm tối đa hoặc tối thiểu phải nội suy tuyến tính.

Phải tiến hành những nghiên cứu riêng do chuyên gia giỏi 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 phô ra dài hơn (tức chu kỳ tái xuất hiện).

Tác động của các điều kiện đất tại chỗ được xét trong Điều 3.10.5.




**Hình 3.10.2-1- Các hệ số gia tốc**

### 3.10.3. Các mức độ quan trọng

Để tính toán về động đất, Chủ đầu tư phải xếp loại 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 bao gồm 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.

### 3.10.4. Vùng động đất

Mỗi cầu phải được xếp vào một trong 3 vùng động đất phù hợp với Bảng 1.

**Bảng 3.10.4-1 - Vùng động đất**

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

### 3.10.5. Các ảnh hưởng của vị trí công trình

### 3.10.5.1. Tổng quát

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

Hệ số thực địa S quy định trong Bảng1 phải dựa trên loại đất được xác định trong các Điều 310.5.2 đến 3.10.5.5.

**Bảng 3.10.5.1-1- 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.

### 3.10.5.2. 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.

### 3.10.5.3. 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.

### 3.10.5.4. 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.

### 3.10.5.5. Đất loại IV

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

## 3.10.6. Hệ số đáp ứng động đất đàn hồi

### 3.10.6.1. Tổng quát

Ngoài quy định khác Điều 3.10.6.2 hệ số đáp ứng động đất đàn hồi $C_{sm}$ cho dạng thức dao động thứ m được lấy theo:

$$C_{sm} = \frac{1{,}2AS}{T_m^{2/3}} \le 2{,}5A \qquad (3.10.6.1\text{-}1)$$

trong đó:

$T_m$ = chu kỳ dao động kiểu thứ m (s)

A = hệ số gia tốc lấy theo Điều 3.10.2

S = hệ số thực địa lấy theo Điều 3.10.5

### 3.10.6.2. Các ngoại lệ

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

$$C_{sm} = A\,(0{,}8 + 4{,}0\,T_m) \qquad (3.10.6.2\text{-}1)$$

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

$$C_{sm} = \frac{3AS}{T_m^{4/3}} \qquad (3.10.6.2\text{-}2)$$

## 3.10.7. Hệ số điều chỉnh đáp ứng

### 3.10.7.1. Tổng quát

Để áp dụng các hệ số điều chỉnh đáp ứng đã nói ở đây, các chi tiết kết cấu cần phải thỏa mãn quy định của các Điều 5.10.2.2, 5.10.11 và 5.13.4.6.

Trừ những ghi chú ở đây, 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 2 phải được xác định bằng cách chia ứng lực rút ra từ phân tích đàn hồi cho hệ số điều chỉnh đáp ứng thích hợp R, như quy định trong Bảng 1 và 2 tương ứng.

Hệ số R còn được quy định trong Bảng 2 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 3.10.9.4.3.

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

**Bảng 3.10.7.1-1 - Hệ số điều chỉnh đáp ứng R - Kết cấu phần dưới**

| Kết cấu phần dưới | Mức độ quan trọng | | |
|---|---|---|---|
| | Tới hạn | 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 3.10.7.1-2 - Hệ số điều chỉnh đáp ứng 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 |

## 3.10.7.2. 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 BTCT dạng tường có thể được tính toán như là cột đơn theo chiều mảnh nếu thỏa mãn một quy định cho cột trong Phần 5.

### 3.10.8. 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.

### 3.10.9. Tính toán lực thiết kế

#### 3.10.9.1. Tổng quát

Đối với cầu một nhịp bất kể trong vùng động đất nào, lực liên kết thiết kế nhỏ nhất theo chiều bị cản trở 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 với Điều 4.7.4.4 hoặc thiết bị cố định chiều dọc phải phù hợp với Điều 3.10.9.5.

#### 3.10.9.2. 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 liên kết ngang thiết kế trong chiều cố định không được lấy nhỏ hơn 0.1 lần phản lực thẳng đứng do tải trọng thường xuyên chuyền vào đó và do các hoạt tải giả sử 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 cố định không được lấy nhỏ hơn 0.2 lần phản lực thẳng đứng do tải trọng thường xuyên chuyền vào đó và do các hoạt tải giả sử 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 chuyền 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.

#### 3.10.9.3. 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 4.7.4.1 và 4.7.4.3.

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 3.10.8 cho hệ số điều chỉnh đáp ứng thích hợp R lấy trong Bảng 3.10.7.1-1.

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 3.10.8 cho một nửa hệ số điều chỉnh đáp ứng R theo Bảng 3.10.7.1-1 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 quy định trong Bảng 3.4.1-1, 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.

## 3.10.9.4. Vùng động đất 3

### *3.10.9.4.1. 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 4.7.4.1 và 4.7.4.3.

### *3.10.9.4.2. Lực thiết kế điều chỉnh*

Lực thiết kế điều chỉnh phải được xác định như trong Điều 3.10.9.3 trừ trường hợp tính móng phải lấy hệ số R bằng 1,0.

### *3.10.9.4.3. Lực khớp dẻo*

Khớp dẻo phải biết chắc 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 chỗ dễ kiểm tra và sửa chữa. Sức kháng uốn dẻo của bộ phận kết cấu phần dưới phải được xác định phù hợp với các quy định trong các Phần 5 và 6.

Các 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 của cột bằng cách nhân sức kháng danh định của mặt cắt bê tông với 1,30 và của mặt cắt thép với 1,25.

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

## 3.10.9.5. Bộ phận cản dọc

Lực ma sát không được coi là một thiết bị cản hữu hiệu.

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

Khi 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.

### 3.10.9.6. 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 dẫn đến 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.

### 3.10.10. 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 3.10.1 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 3.10.2 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 3.10.7 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 3.10.7.1-2.

Các quy định về chiều rộng gối tối thiểu của Điều 4.7.4.4 phải áp dụng cho mọi cầu tạm và cầu xây dựng từng phần.

## 3.11. ÁP LỰC ĐẤT: EH, ES, LS VÀ DD

### 3.11.1. 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 nước ngầm,
- Tương tác giữa đất và công trình,
- Trị số tải trọng chất thêm, và
- Tác động của động đất.

### 3.11.2 . Đầm nén

Khi lường trước tác dụng của thiết bị đầm máy xảy ra trong cự ly một nửa chiều cao tường lấy bằng chênh cao giữa điểm giao của lớp móng đường đã làm xong với lưng tường và đáy tường thì tác dụng bổ sung của áp lực đất do đầm lèn phải được đưa vào tính toán .

### 3.11.3. Sự hiện diện của nước

Khi đất giữ không được thoát nước thì tác dụng của áp lực thuỷ tĩnh phải được 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 và 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 thấm đến ổn định của tường và khả năng phải đặt đường ống dẫn. Áp lực lỗ rỗng sau tường được lấy gần đúng theo phương pháp dòng tịnh hay các phương pháp phân tích khác phải được cộng thêm vào ứng suất nằm ngang hữu hiệu khi tính tổng áp lực ngang của đất lên tường.

### 3.11.4. Hiệu ứng động đất

Hiệu ứng của khả năng khuyếch đại của áp lực đất chủđộng và/hoặc độ chuyển dịch của khối đất bị động do động đất phải được xét đến.

### 3.11.5. áp lực đất: EH

### 3.11.5.1. Áp lực đất cơ bản

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

$$p = k_h \gamma_s g z \ (x10^{-9}) \qquad (3.11.5.1\text{-}1)$$

trong đó:

$p$ = áp lực đất cơ bản (MPa)

$k_h$ = hệ số áp lực ngang của đất lấy bằng $k_o$ trong Điều 3.11.5.2 đối với tường không uốn cong hay dịch chuyển, hoặc $k_a$ trong các Điều 3.11.5.3; 3.11.5.6 và 3.11.5.7 đối với tường uốn cong hay dịch chuyển đủ để đạt tới điều kiện chủ động tối thiểu.

$\gamma_s$ = tỷ trọng của đất (kg/m$^3$)

$z$ = chiều sâu dưới mặt đất (mm)

$g$ = hằng số trọng lực (m/s$^2$)

Trừ quy định khác đi, tổng tải trọng ngang của đất do trọng lượng đất lấp phải giả định tác dụng ở độ cao 0,4H phía trên đáy tường, trong đó H là tổng chiều cao tường tính từ mặt đất đến đáy móng.

### 3.11.5.2. Hệ số áp lực tĩnh ( ở trạng thái nghỉ), $k_o$

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

$$k_0 = 1 - \sin\varphi_f \qquad (3.11.5.2\text{-}1)$$

trong đó:

$\varphi_f$ = gốc ma sát của đất thoát nước

$k_o$ = hệ số áp lực đất tĩnh của đất quá cố kết.

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 lịch sử ứng suất và có thể lấy bằng:

$$k_0 = (1 - \sin\varphi_f)(OCR)^{\sin\varphi_t} \qquad (3.11.5.2 - 2)$$

trong đó:

OCR = tỷ lệ quá cố kết

Các giá trị của $k_o$ cho các tỷ lệ quá cố kết khác nhau OCR có thể lấy ở Bảng 1.

Phù sa, sét, sét dẻo chảy không nên dùng làm đất đắp khi mà vật liệu hạt dễ thoát nước có sẵn.

**Bảng 3.11.5.2 -1- Hệ số điển hình của áp lực đất ngang tĩnh**

| Loại đất | Hệ số áp lực đất ngang $k_0$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | OCR = 1 | OCR = 2 | OCR = 5 | OCR = 10 |
| Cát rời | 0,45 | 0,65 | 1,10 | 1,60 |
| Cát vừa | 0,40 | 0,60 | 1,05 | 1,55 |
| Cát chặt | 0,35 | 0,55 | 1,00 | 1,50 |
| Đất phù sa bùn(ML) | 0,50 | 0,70 | 1,10 | 1,60 |
| Sét nhão (CL) | 0,60 | 0,80 | 1,20 | 1,65 |
| Sét dẻo chảy (CH) | 0,65 | 0,80 | 1,10 | 1,40 |

### 3.11.5.3. Hệ số áp lực chủ động $k_a$

Trị số của hệ số áp lực chủ động có thể lấy bằng:

$$k_a = \frac{\mathrm{Sin}^2(\theta + \varphi')}{\Gamma \mathrm{Sin}^2\theta \mathrm{Sin}(\theta - \delta)} \qquad (3.11.5.3\text{-}1)$$

ở đây:

$$\Gamma = \left[1 + \sqrt{\frac{\mathrm{Sin}(\varphi' + \delta)\mathrm{Sin}(\varphi' - \beta)}{\mathrm{Sin}(\theta + \delta) + \mathrm{Sin}(\theta + \beta)}}\right]^2 \qquad (3.11.5.3\text{-}2)$$

trong đó:

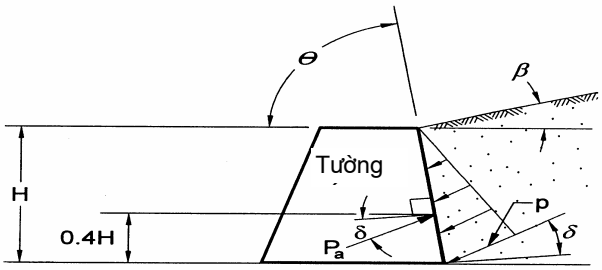
$\delta$ = góc ma sát giữa đất đắp và tường lấy như quy định trong Bảng 1 (độ)

$\beta$ = góc của đất đắp với phương nằm ngang như trong Hình1 ( độ)

$\theta$ = góc của đất đắp sau tường với phương thẳng đứng như trong Hình1 (độ)

$\varphi'$ = góc nội ma sát hữu hiệu (độ)

Đối với các điều kiện khác với miêu tả trong Hình 1, áp lực đất chủ động có thể tính bằng phương pháp thử dựa theo lý thuyết lăng thể trượt.




**Hình 3.11.5.3-1. Chú giải Coulomb về áp lực đất**

**Bảng 3.11.5.3-1 - Góc ma sát của các loại vật liệu khác nhau**

| Mặt tiếp giáp của vật liệu | Góc ma sát δ (độ) |
|---|---|
| Bê tông toàn khối trên vật liệu nền sau đây: | |
| • Đá chắc sạch | 35 |
| • Sỏi cuội, cát sỏi, cát thô sạch | 29 đến 31 |
| • Cát mịn đến trung bình, phù sa cát trung đến thô phù sa hoặc sỏi cuội chứa sét sạch | 24 đến 29 |
| • Cát mịn, phù sa hoặc cát mịn đến trung chứa sét sạch | 19 đến 24 |
| • Phù sa cát mịn, phù sa không dẻo | 17 đến 19 |
| • Đất sét tiền cố kết rất cứng và rắn | 22 đến 26 |
| • Đất sét cứng vừa và cứng và đất sét có bùn | 17 đến 19 |
| Vật liệu xây trên vật liệu móng có cùng hệ số ma sát | |
| Cọc ván thép đối với các loại đất sau: | |
| • Sỏi, cát sỏi, đá sạch | 22 |
| • Cát sỏi lẫn phù sa, đá cứng một cỡ sạch | 17 |
| • Cát lẫn phù sa, cát hoặc sỏi lẫn phù sa hoặc đất sét | 14 |
| • Phù sa lẫn cát mịn, phù sa không dẻo | 11 |
| Bê tông đúc tại chỗ hay lắp ghép, cọc ván bê tông trong các loại đất sau: | |
| • Sỏi, cát sỏi, đá dăm sạch | 22 đến 26 |
| • Cát lẫn phù sa, cát sỏi lẫn phù sa, đá cứng một cỡ sạch | 17 đến 22 |
| • Cát lẫn phù sa, sỏi hoặc cát lẫn phù sa hoặc sét | 17 |
| • Phù sa lẫn cát mịn phù sa không dẻo | 14 |
| Các vật liệu kết cấu khác: | |
| • Khối xây trên khối xây, đá hoá thạch và đá biến chất | |
| - đá đẽo mềm trên đá đẽo mềm | 35 |
| - đá đẽo cứng trên đá đẽo mềm | 33 |
| - đá đẽo cứng trên đá đẽo cứng | 29 |
| • Khối xây trên gỗ ngang thớ | 26 |
| • Thép trên cọc ván thép cài vào nhau | 17 |

## 3.11.5.4. Hệ số áp lực bị động, $k_p$

Đối với đất không dính giá trị của hệ số áp lực bị động có thể lấy từ Hình 1 cho cho trường hợp tường nghiêng hoặc thẳng đứng và nền đắp bằng hoặc từ Hình 2 cho trường hợp tường thẳng đứng và nền đáp dốc. Đối với điều kiện khác với những miêu tả trong Hình1 và 2 áp lực bị động có thể tính bằng cách sử dụng phương pháp thử dựa trên cơ sở lý thuyết lăng thể trượt. 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.

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

$$p_p = k_p \gamma_s g\ Z \cdot 10^{-9} + 2c\sqrt{k_p} \qquad (3.11.5.4\text{-}1)$$

trong đó:

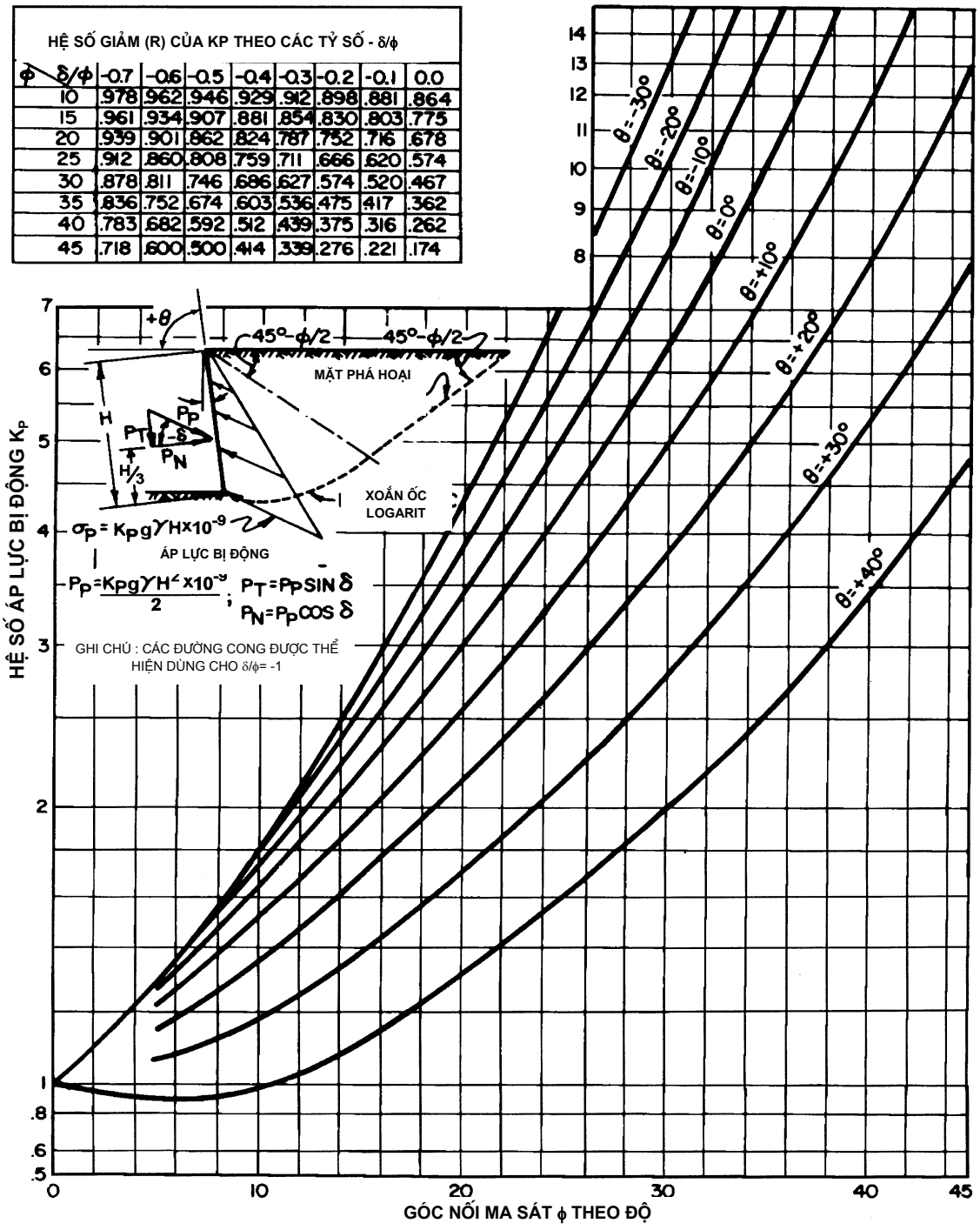
$p_p$ = áp lực đất bị động (MPa)

$\gamma_s$ = tỷ trọng của đất (kg/m$^3$)

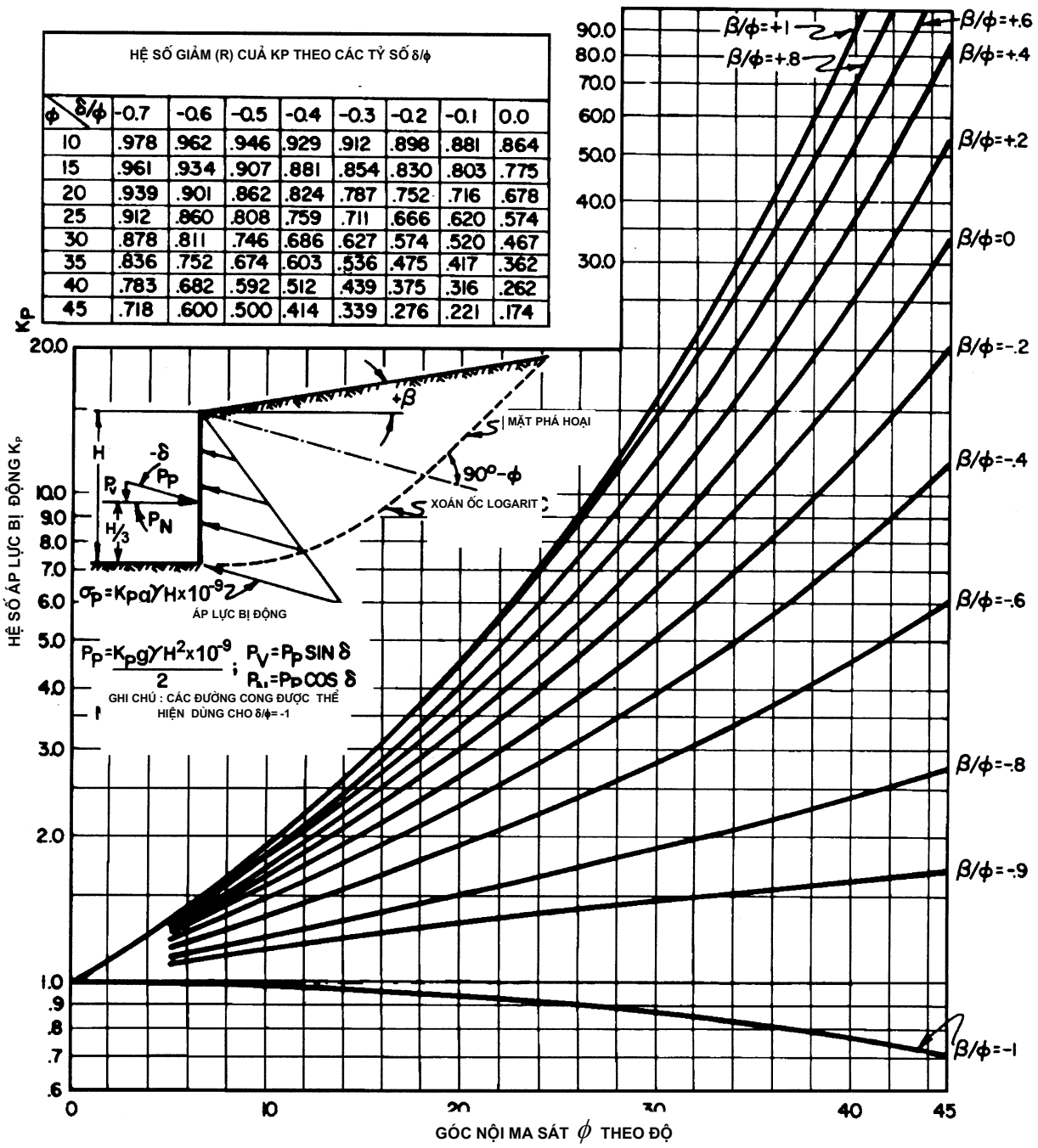
z = độ sâu tính từ mặt đất

c = độ dính đơn vị (MPa)

$k_p$ = hệ số áp lực bị động lấy theo Hình1 và 2 khi thích hợp.




**Hình 3.11.5.4-1- Cách tính áp lực đất bị động đối với tường nghiêng nền đắp bằng**




| δ/ϕ | -0.7 | -0.6 | -0.5 | -0.4 | -0.3 | -0.2 | -0.1 | 0.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | .978 | .962 | .946 | .929 | .912 | .898 | .881 | .864 |
| 15 | .961 | .934 | .907 | .881 | .854 | .830 | .803 | .775 |
| 20 | .939 | .901 | .862 | .824 | .787 | .752 | .716 | .678 |
| 25 | .912 | .860 | .808 | .759 | .711 | .666 | .620 | .574 |
| 30 | .878 | .811 | .746 | .686 | .627 | .574 | .520 | .467 |
| 35 | .836 | .752 | .674 | .603 | .536 | .475 | .417 | .362 |
| 40 | .783 | .682 | .592 | .512 | .439 | .375 | .316 | .262 |
| 45 | .718 | .600 | .500 | .414 | .339 | .276 | .221 | .174 |

**Hình 3.11.5.4-2- Cách tính áp lực đất bị động đối với tường nghiêng, nền đắp dốc**

### 3.11.5.5. Phương pháp chất lỏng tương đương để tính áp lực đất

Phương pháp chất lỏng tương đương không được dùng khi đất đắp không thoát nước được. Nếu không thoả mãn tiêu chuẩn này, phải dùng các quy định của các Điều 3.11.3; 3.11.5.1 và 3.11.5.3 để tính áp lực đất ngang.

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

$$p = \gamma_{eq} g Z (x 10^{-9}) \qquad (3.11.5.5\text{-}1)$$

trong đó

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

Tổng hợp tải trọng đất nằm ngang do trọng lượng đất đắp phải được giả thiết là tác dụng tại chiều cao 0,4H phía trên đáy tường chắn, trong đó H là chiều cao toàn bộ của tường lấy từ mặt đất đến đáy móng.

Khi phân tích đất đắp dính không thoát nước thì áp lực đất phải tính theo áp lực chất lỏng tương đương.

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 1, trong đó:

$\Delta$ = 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)

i = 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:

$$P_v = P_h \tan i \qquad (3.11.5.5\text{-}2)$$

trong đó:

$$P_h = 0{,}5\gamma_{eq}\, gH^2\ (\text{x } 10^{-9}) \qquad (3.11.5.5\text{-}3)$$

**Bảng 3.11.5.5-1- Giá trị điển hình của tỷ trọng chất lỏng tương đương của đất**

| Loại đất | Đất đắp bằng | | Đất đắp với i = 25$^0$ | |
|---|---|---|---|---|
| | Nghỉ $\gamma_{eq}$(kg/m$^3$) | $\Delta$/H = 1/240 $\gamma_{eq}$(kg/m$^3$) | Nghỉ $\gamma_{eq}$(kg/m$^3$) | $\Delta$/H = 1/240 $\gamma_{eq}$(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 |
| Phù sa chặt (ML) | 960 | 640 | 1120 | 800 |
| Đất sét gầy chặt (CL) | 1120 | 720 | 1280 | 880 |
| Đất sét béo chặt 9CH) | 1280 | 880 | 1440 | 1040 |

### 3.11.5.6. Áp lực đất biểu kiến của tường neo

Có thể cho phép giả thiết về sự phân bố áp lực đất khác với những trường hợp ở đây nếu chúng phù hợp với độ uốn dự kiến của tường.

Đối với tường neo có một lớp neo thì áp lực đất có thể giả thiết phân bố tuyến tính tỷ lệ với độ sâu và phải áp dụng những quy định trong các Điều 3.11.5.2, 3.11.5.3 và 3.11.5.4.

Đối với tường có hai hoặc nhiều lớp neo thì áp lực đất có thể giả thiết không thay đổi theo chiều sâu. Đối với tường được xây dựng từ đỉnh xuống thì áp lực đất được tính như Hình 1, trong đó $P_a$ có thể lấy theo:

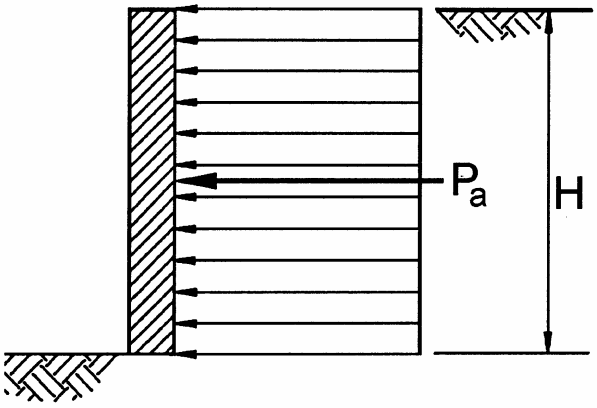
$$P_a = 0{,}65 \times 10^{-9} k_a \gamma'_s g H^2 \qquad (3.11.5.6\text{-}1)$$

trong đó:

H = chiều cao cuối cùng của tường (mm)

$k_a$ = hệ số áp lực đất chủ động = $\tan^2 (45^o - \varphi_f/2)$

$\gamma'_s$ = tỷ trọng hữu hiệu của đất (kg/m$^3$)




**Hình 3.11.5.6-1 - Phân bố áp lực đất biểu kiến lên tường vĩnh cửu có hai hoặc nhiều lớp neo được thi công từ đỉnh xuống**

Đối với tường được thi công đất đắp từ đáy lên thì độ lớn tổng hợp lực phân bố đều theo hình chữ nhật có thể giả thiết bằng 130% của tổng hợp lực phân bố tam giác được xác định phù hợp với các quy định của Điều 3.11.5.3.

Khi tìm áp lực thiết kế cho một tường neo phải xét đến các chuyển vị của tường có thể ảnh hưởng đến kết cấu liền kề và/hoặc các công trình kỹ thuật ngầm.

### 3.11.5.7. Áp lực đất của tường đất ổn định cơ học (MSE)

Hợp lực trên đơn vị chiều rộng phía sau của tường MSE thể hiện trên các Hình 1,2 và 3 được coi là tác dụng tại độ cao h/3 tính từ đáy tường phải được lấy bằng:

$$P_a = 0{,}5 \times 10^{-9} \gamma_s g h^2 k_a \qquad (3.11.5.7\text{-}1)$$

trong đó:

$P_a$ = hợp lực trên đơn vị chiều rộng (N/mm)

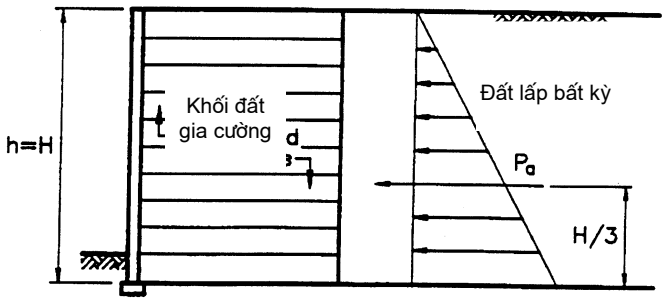
$\gamma_s$ = tỷ trọng đất đắp (kg/m$^3$)

h = chiều cao giả định của sơ đồ áp lực đất ngang lấy theo các Hình 1, 2 và 3 (mm)

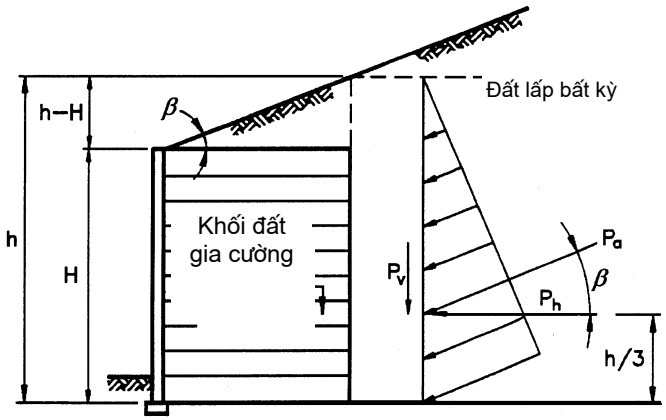
$k_a$ = hệ số áp lực chủ động như quy định trong Điều 3.11.5.3, với góc taluy đất đắp β lấy theo quy định trong Hình 2 và 3 và góc δ lấy bằng 0,0.

Hệ số áp lực đất ở trạng thái nghỉ $k_o$ để xác định an toàn chống phá hỏng kết cấu có thể lấy như sau:

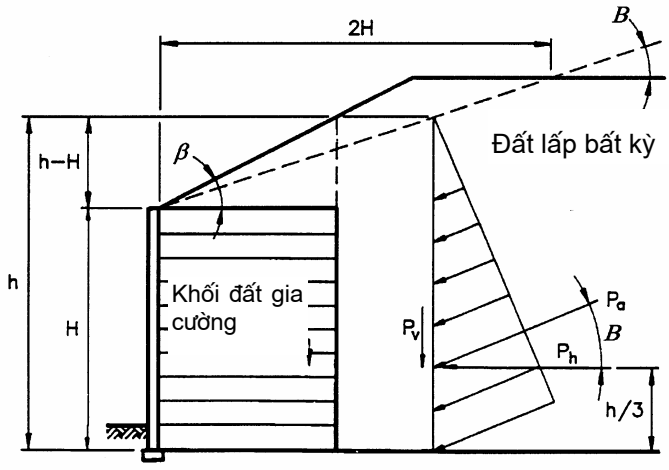
$$k_0 = 1 - \sin \varphi_f \qquad (3.11.5.7\text{-}2)$$




**Hình 3.11.5.7-1 - Phân bố áp lực đất trên tường MSE với mặt đất đắp nằm ngang**




**Hình 3.11.5.7-2 - Phân bố áp lực đất trên tường MSE với mặt đất đắp dốc**




**Hình 3.11.5.7-3 - Phân bố áp lực đất trên tường MSE với mặt đất đắp theo đường gẫy khúc**

### 3.11.6 . Tải trọng chất thêm ES và LS

### 3.11.6.1. Tổng quát

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

$$\Delta_p = k_s q_s \qquad (3.11.6.1\text{-}1)$$

trong đó:

$\Delta_p$ = 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

$q_s$ = hoạt tải tác dụng lớn nhất (MPa)

Đối với 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.

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

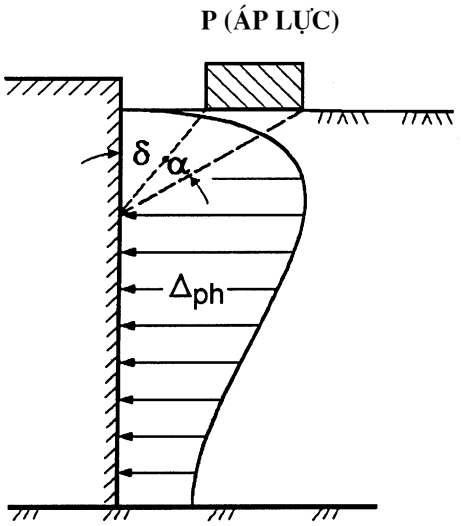
$$\Delta_{ph} = \frac{2p}{\pi}\left(\alpha - \sin\alpha\cos(\alpha + 2\delta)\right) \qquad (3.11.6.1\text{-}2)$$

ở đây:

p = cường độ tải trọng (MPa)

$\alpha$ = góc được quy định trong Hình 1 ( **p (ÁP LỰC)**

$\delta$ = góc được quy định trong Hình 1 (RAD)




**Hình 3.11.6.1-1 - Áp lực ngang trên tường do dải tải trọng phân bố đều**

Phân bố áp lực ngang $\Delta_{ph}$ lên tường, tính bằng MPa, do dải tải trọng tập trung có thể lấy bằng:

$$\Delta_{ph} = \frac{P}{\pi R^2}\left[\frac{3ZX^2}{R^3} - \frac{R(1-2v)}{R+Z}\right] \qquad (3.11.6.1\text{-}3)$$

ở đây:

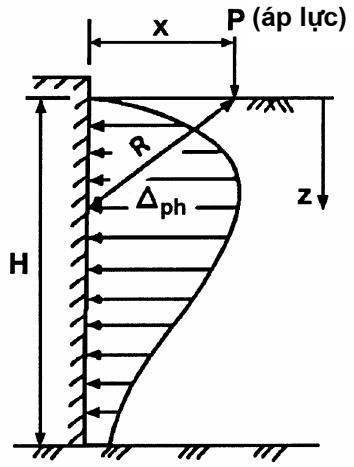
P = tải trọng (N)

R = cự ly tia từ điểm tác động của tải trọng đến một điểm trên tường như quy định trong Hình 2 (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)

v = hệ số Poisson (DIM) (3.11.6.1)




**Hình 3.11.6.1-2 - Áp lực ngang lên tường do một tải trọng tập trung**

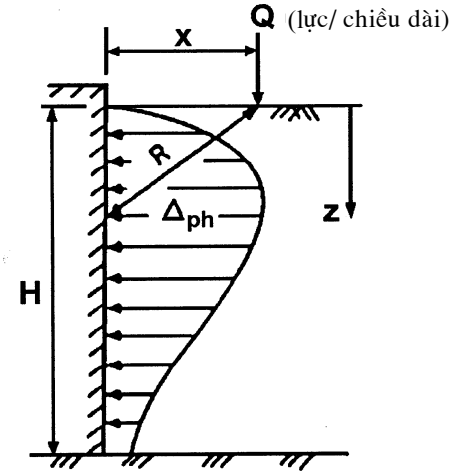
Áp lực ngang $\Delta_{ph}$, tính bằng MPa, do một tải trọng tuyến dài vô hạn song song với tường có thể lấy bằng:

$$\Delta_{ph} = \frac{4Q}{\pi}\frac{X^2 Z}{R^4} \qquad (3.11.6.1\text{-}4)$$

ở đây:

Q = cường độ tải trọng N/mm

và các ký hiệu khác như xác định ở trên và trong Hình 3




**Hình 3.11.6.1-3 - Áp lực ngang lên tường do một tải trọng tuyến dài vô hạn song song với tường**

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

$$\Delta_{ph} = \frac{Q}{\pi Z}\left[\frac{1}{A^3} - \frac{1-2v}{A+\frac{Z}{X_2}} - \frac{1}{B^3} + \frac{1-2v}{B+\frac{Z}{X_1}}\right] \qquad (3.11.6.1\text{-}5)$$

trong đó:

$$A = 1+\sqrt{1+\left(\frac{Z}{X_2}\right)^2} \qquad (3.11.6.1\text{-}6)$$

$$B = 1+\sqrt{1+\left(\frac{Z}{X_1}\right)^2} \qquad (3.11.6.1\text{-}7)$$

**(lực/chiều dài)**

ở đây:

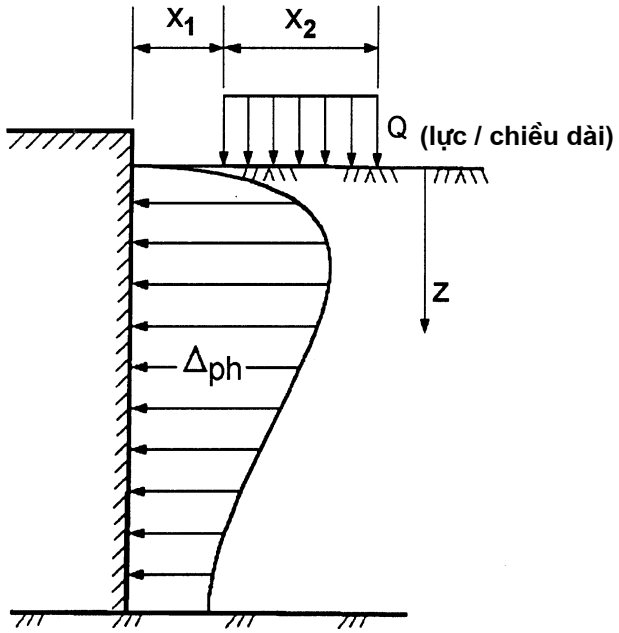
$X_1$ = cự ly từ sau tường đến điểm đầu của tải trong tuyến như quy định trong Hình 4 (mm)

$X_2$ = chiều dài của hoạt tải (mm)

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

v = hệ số Poisson (DIM)

Q = cường độ tải trọng (N/mm)




**Hình 3.11.6.1- 4 - Áp lực ngang lên tường gây ra bởi tải trọng tuyến tính có hạn thẳng góc với tường**

### 3.11.6.2. Hoạt tải chất thêm: LS

Hoạt tải chất thêm phải được xét đến khi tải trọng xe tác dụng trên mặt đất đắp trong phạm vi một đoạn bằng chiều cao tường ở phía sau mặt sau tường. Đối với đường ôtô cường độ tải trọng phải lấy phù hợp với các quy định của Điều 3.6.1.2. Nếu tải trọng chất thêm khác với đường ôtô thìchủ đầu tư phải quy định và/hoặc chấp nhận một hoạt tải chất thêm phù hợp.

Sự tăng áp lực ngang do hoạt tải chất thêm có thể tính theo:

$$\Delta_p = k \gamma_s g h_{eq} (x 10^{-9}) \qquad (3.11.6.2\text{-}1)$$

trong đó:

$\Delta_p$ = áp lực đất ngang không đổi do tác dụng của hoạt tải chất thêm phân bố đều (MPa)

$\gamma_s$ = tỷ trọng của đất (kg/m$^3$)

k = hệ số áp lực đất

$h_{eq}$ = chiều cao đất tương đương với xe tải thiết kế (mm).

Chiều cao đất tương đương cho tải trọng đường ôtô, $h_{eq}$ có thể lấy từ Bảng 1. Đối với chiều cao tường trung gian phải dùng nội suy tuyến tính.

Chiều cao tường phải lấy bằng khoảng cách từ mặt đất đắp đến đáy bệ móng.

**Bảng 3.11.6.2-1 - Chiều cao tương đương của đất dùng cho tải trọng xe**

| Chiều cao tường (mm) | $h_{eq}$ (mm) |
|---|---|
| ≤ 1500 | 1700 |
| 3000 | 1200 |
| 6000 | 760 |
| ≥ 9000 | 610 |

### 3.11.6.3. Chiết giảm tải trọng

Nếu tải trọng xe chuyển qua một bản được đỡ bởi các bộ phận khác ngoài đất thì có thể được phép chiết giảm tải trọng.

### 3.11.7. 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 trong phạm vi áp lực đất có thể được coi là tác dụng 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 3.4.1-2.

### 3.11.8. Lực kéo xuống (xét ma sát âm)

Ứng lực do tác động kéo xuống đối với cọc hay cọc khoan do lún của khối đất tiếp giáp với cọc hay cọc khoan phải được xác định theo các quy định của Phần 10.

## 3.12. ỨNG LỰC DO BIẾN DẠNG CƯỠNG BỨC: TU, TG, SH, CR, SE

### 3.12.1. 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 đưa vào một cách thỏa đáng. Trong phân tích cũng phải đưa vào ứng lực do biến dạng của cấu kiện chịu lực, chuyển vị của điểm tác dụng của tải trọng và chuyển dịch của gối.

3.12.2. NHIỆT ĐỘ PHÂN BỐ ĐỀU

### 3.12.2.1. Biên độ nhiệt độ cầu

Nhiệt độ cao nhất và thấp nhất bình quân của cầu phải lấy như quy định trong Bảng1. Để tính toán hiệu lực lực biến dạng nhiệt phải lấy độ chênh lệch giữa nhiệt độ cao nhất và thấp nhất bình quân của cầu với nhiệt độ thi công được giả thiết trong thiết kế.

Biên độ nhiệt cho trong Bảng 1 áp dụng cho sàn cầu cao tới 2m với lớp mặt dày 100mm đối với sàn cầu bê tông và 40mm đối với sàn cầu thép. Khi dùng sàn cầu cao hơn hoặc chiều dày lớp mặt khác thì cần sửa lại biên độ nhiệt cho phù hợp.

**Bảng 3.12.2.1-1- Biên độ nhiệt độ cầu**

| 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 |

* *Ghi chú:* 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.

### 3.12.2.2. Nhiệt độ lắp đặt

Nhiệt độ lắp đặt cầu hay bộ phận của cầu đượoc lấy theo trị số trung bình thực tế của nhiệt độ không khí trong 24 giờ ngay trước khi tiến hành lắp đặt.

### 3.12.2.3. Biên độ nhiệt độ không khí

Các biên độ nhiệt độ của cầu quy định trong Bảng 3.12.2.1-1 là dựa trên biên độ nhiệt độ không khí trong bóng râm 0° C dến 45°C ở phía bắc vĩ độ 16°B (đèo Hải Vân) và + 5°C đến 45°C ở phía nam vĩ độ 16°B. Khi có số liệu về nhiệt độ của địa điểm cụ thể, có thể dùng để xác định nhiệt độ không khí trong bóng râm cao nhất và thấp nhất với chu kỳ 100 năm và nhiệt độ cầu trong Bảng 3.12.2.1-1 có thể được sửa lại cho phù hợp.

### 3.12.3. 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).

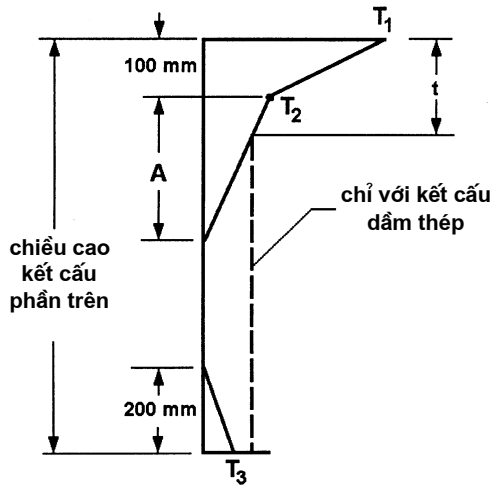
Gradien nhiệt theo chiều thẳng đứng trong kết cấu nhịp bê tông hay thép bê tông liên hợp có bản mặt cầu bằng bê tông có thể lấy như trong Hình 1. Các giá trị T1, T2 và T3 trong Hình 1 được cho trong Bảng 1 cho cả hai trường hợp chênh nhiệt dương và âm. Kích thước "A" trong Hình 1 được lấy như sau:

- 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 bê tông liên hợp cự ly "t" phải lấy bằng chiều dày bản mặt cầu bằng bê tông.

Đối với kết cấu phần trên gồm mặt cầu bằng thép và dầm hoặc hộp thép gradien nhiệt phải được xác định bằng một phương pháp được thừa nhận và được chủ đầu tư chấp nhận.

Gradien nhiệt cho trong Bảng 1 dùng cho mặt cầu có lớp phủ dày 100 mm. Khi dùng chiều dày lớp phủ khác đi thì các giá trị cần sửa lại cho phù hợp.

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 quy định của Điều 4.6.6.



**Hình 3.12.3-1. Gradiend nhiệt trong phương thẳng đứng trong kết cấu nhịp thép và bê tông**

**Bảng 3.12.3-1- Gradient nhiệt**

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

### 3.12.4. 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.

### 3.12.5. Từ biến

Ứng biến do từ biến của bê tông phải phù hợp với các quy định của Phần 5. 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.

### 3.12.6. Độ lún

Phải xét đến ứng lực do các giá trị cực hạn của độ lún khác nhau giữa cáckết cấu phần dưới và trong phạm vi các đơn nguyên kết cấu phần dưới. Tính toán độ lún có thể được tiến hành theo các quy định của Điều 10.7.2.3.

## 3.13. 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.

## 3.14. VA CỦA TÀU THUYỀN: CV

### 3.14.1. Tổng quát

Tất cả các cầu vượt qua đường giao thông thuỷ phải được thiết kế xét tàu thuyền va với kết cấu phần dưới và khi thích hợp cả với kết cấu phần trên. Các cầu phải:

- Thiết kế để chịu được lực va của tàu và/hoặc
- Phải được bảo vệ đầy đủ bởi vật chắn, ụ chống va, hộ đạo, đảo hoặc các thiết bị có thể bỏ đi khác

Chủ đầu tư phải thiết lập và/hoặc duyệt tàu thuyền thiết kế, vận tốc thiết kế và bất kỳ yêu cầu riêng nào cho cầu với sự phối hợp của Cục đường sông Việt nam hoặc Cục hàng hải Việt nam khi thích hợp. Trong điều này đề ra những yêu cầu tối thiểu, có tính khuyến nghị, về tàu thuyền thiết kế, vận tốc thiết kế và tác dụng của các lực va.

Chủ đầu tư phải quy định hoặc thông qua mức độ hư hỏng của các cấu kiện cầu, bao gồm các hệ thống phòng vệ để chống đỡ.

Khi xác định tải trọng va của tàu và mức độ hư hỏng cho phép phải xét đến:

- Kích thước, loại hình, điều kiện chất tải và tần suất của tàu sử dụng đường thuỷ;
- Các vận tốc điển hình của tàu khi di chuyển trên đường thuỷ và sự biến đổi theo mùa của dòng chảy;
- Vị trí các trụ đỡ trên các luồng thông thương;
- Độ sâu nước và sự biến đổi theo mùa của nó;
- Sự đáp ứng kết cấu của cầu đối với lực va; và
- Tầm quan trọng về kinh tế và chiến lược của cầu trên mạng đường bộ.

### 3.14.2. Tàu thiết kế

Tàu thiết kế được xét cho các cấp đường sông khác nhau cho trong Bảng 1. Kích thước và trọng tải các tàu thiết kế cho trong Bảng 2. Cả hai bảng cho những yêu cầu tối thiểu, có tính khuyến nghị để thiết kế va tàu; như được mô tả trong Điều 3.14.1, tình hình riêng 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 các Bảng 1 và 2.

**Bảng 3.14.2-1 -Tàu thiết kế cho các cấp đường sông**

| Cấp đường sông | Tấn trọng tải của tàu thiết kế (DWT) | |
|---|---|---|
| | Tầu tự hành | Sà lan kéo |
| I | 2000 | 500 |
| II | 1000 | 500 |
| III | 300 | 400 |
| IV | 200 | 400 |
| V | 100 | 100 |
| VI | 40 | 100 |

**Bảng 3.14.2-2 - Kích thước tàu thiết kế**

| DWT (t) | TÀU TỰ HÀNH | | | | | | SÀ LAN KÉO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2000 | 1000 | 300 | 200 | 100 | 40 | 500 | 400 | 100 |
| Chiều dài lớn nhất (LOA) (m) | 90 | 75 | 38 | 34 | 15 | 8 | 40 | 41 | 27 |
| Chiều rộng lớn nhất (m) | 12 | 10,5 | 7,0 | 6,6 | 5 | 3 | 10 | 11,2 | 6,4 |
| Mớn nước đầy tải (m) | 3,5 | 2,8 | 2,2 | 1,7 | 1,0 | 0,8 | 1,7 | 1,3 | 1,0 |

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 chủ đầu tư. Các phần cầu trên sông với mức nước cao nhất bình quân năm không sâu quá 600mm thì không cần xét. Với các cầu lớn phương pháp luận xác suất mô tả trong Điều 3.14.5 của Tiêu chuẩn thiết kế cầu AASHTO LRFD lần xuất bản thứ hai (1998) có thể được dùng để xác định tàu thiết kế.

### 3.14.3. Vận tốc va thiết kế

Vận tốc va thiết kế V có tính khuyến nghị dùng cho mỗi loại tàu thiết kế phải lấy như trong Bảng 1, trong đó:

$V_S$ = vận tốc bình quân năm của dòng chảy liền kề bộ phận cầu được xem xét (m/s)

**Bảng 3.14.3-1- Vận tốc va thiết kế cho tàu thiết kế**

| TÀU THIẾT KẾ | VẬN TỐC VA THIẾT KẾ (M/S) |
|---|---|
| Tàu tự hành ≥ 1000 DWT | 3,3 +$V_S$ |
| Tàu tự hành < 1000 DWT | 2,5 +$V_S$ |
| Sà lan kéo | 1,6 +$V_S$ |

Đối với cầu nhiều nhịp, nơi các bộ phận cầu ở xa luồng thông thuyền chính có thể xét loại vận tốc va thiết kế thấp hơn đối với các phần cầu đó theo sự chấp thuận của Chủ đầu tư. Với các cầu lớn phương pháp luận được mô tả trong Điều 3.14.6 của tiêu chuẩn thiết kế cầu AASHTO LRFD lần xuất bản thứ hai (1998) có thể được dùng để xác định tốc độ va thiết kế.

### 3.14.4. Năng lượng va tàu

Động năng của tàu chuyển động được hấp thụ trong quá trình va chạm không lệch tâm với trụ cầu được lấy như sau:

$$KE = 500\ C_H M V^2 \qquad (3.14.4\text{-}1)$$

trong đó:

KE = năng lượng va tàu (joule)

M = lượng rẽ nước của tàu (Mg)

$C_H$ = hệ số khối lượng thủy động học

V = vận tốc va tàu (m/s)

Khối lượng của tàu M phải dựa trên điều kiện chất hàng của tàu và phải bao gồm khối lượng không tải của tàu cộng với khối lượng hàng đối với tàu có tải hoặc khối lượng nước dằn đối với tàu không tải hoặc ít tải. Khối lượng của xà lan kéo phải là tổng của khối lượng của tàu kéo/đẩy và khối lượng của dãy xà lan trong chiều dài kéo.

Hệ số khối lượng thủy động học $C_H$ phải lấy theo:

- Nếu tịnh không dưới sống tàu vượt quá 0,5 lần mớn nước:

$$C_H = 1{,}05 \qquad (3.14.4\text{-}2)$$

- Nếu tịnh không dưới sống tàu ít hơn 0,1 lần mớn nước:

$$C_H = 1{,}25 \qquad (3.14.4\text{-}3)$$

Giá trị của $C_H$ có thể nội suy từ phạm vi trên cho các giá trị trung gian của tĩnh không dưới sống tàu. Tĩnh không dưới sống tàu phải lấy bằng khoảng cách giữa đáy tàu và đáy luồng.

### 3.14.5. Lực va tàu vào trụ

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

$$P_S = 1.2 \times 10^5\ V \sqrt{DWT} \qquad (3.14.5\text{-}1)$$

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)

### 3.14.6. 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:

$$a_s = 1.54x10^3 \left(\frac{KE}{P_S}\right) \quad (3.14.6\text{-}1)$$

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 3.14.5-1 (N)

### 3.14.7. Lực va của tàu lên kết cấu phần trên

### 3.14.7.1. Va với mũi tàu

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

$$P_{BH} = R_{BH}P_s \quad (3.14.7.1\text{-}1)$$

trong đó:

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

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

$P_s$ = lực va của tàu lấy theo Phương trình 3.14.5-1 (N)

Về mục đích của điều này, phần bị lộ là đoạn đứng chập nhau giữa tàu và kết cấu phần trên của cầu với chiều cao của vùng va chạm.

### 3.14.7.2. Va với ca bin tàu

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

$$P_{DH} = R_{DH}P_s \quad (3.14.7.2\text{-}1)$$

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 3.14.5.1 (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:

$$R_{DH} = 0{,}2 - 0{,}10 \left(\frac{DWT}{100\,000}\right) \quad (3.14.7.2\text{-}2)$$

### 3.14.7.3. Va với cột tàu

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

$$P_{MT} = 0{,}10 \; P_{DH} \quad (3.14.7.3\text{-}1)$$

trong đó:

$P_{MT}$ = lực va của cột tàu (N)

$P_{DH}$ = lực va của ca bin tàu quy định trong Phương trình 3.14.7.2-1 (N)

### 3.14.8. Lực va của sà lan vào trụ

Lực va N vào trụ do sà lan sông phải được lấy như sau:

- Nếu $a_B < 100$ mm thì:

$$P_B = 6{,}0 \times 10^4 \, a_B \qquad (3.14.8\text{-}1)$$

- Nếu $a_B \geq 100$ mm thì:

$$P_B = 6{,}0 \times 10^6 + 1600 \, a_B \qquad (3.14.8\text{-}2)$$

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 3.14.9.1 (mm)

### 3.14.9. Chiều dài hư hỏng của mũi sà lan

Chiều dài bị hư hỏng theo đường nằm ngang của mũi sà lan sông phải được lấy theo:

$$a_B = 3100(\sqrt{1 + 1{,}3 \times 10^{-7} \, KE} - 1) \qquad (3.14.9\text{-}1)$$

trong đó:

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

KE = năng lượng va của tàu (joule)

### 3.14.10. Hư hỏng ở trạng thái giới hạn đặc biệt

Cho phép hư hỏng hoặc sập đổ cục bộ các bộ phận của kết cấu phần dưới và kết cấu phần trên miễn là:

- Ở trạng thái giới đặc biệt hạn các bộ phận còn lại của kết cấu còn đủ độ dẻo và độ dư để ngăn chặn sự sập đổ của kết cấu phần trên, và
- Các bộ phận kết cấu bị hư hỏng có thể kiểm tra và sửa chữa một cách tương đối không phức tạp.

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.

### 3.14.11. Tác dụng của lực va

#### 3.14.11.1. 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:

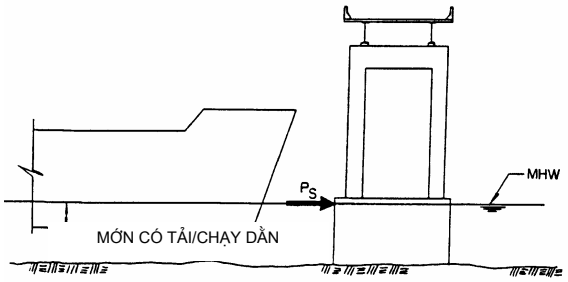
- 100% lực va thiết kế trong phương song song với đường tim luồng vận tải,
- hoặc 50% của lực va thiết kế trong phương thẳng góc với đường tim luồng vận tải.

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 phân lõm nào của kết cấu phần dưới.

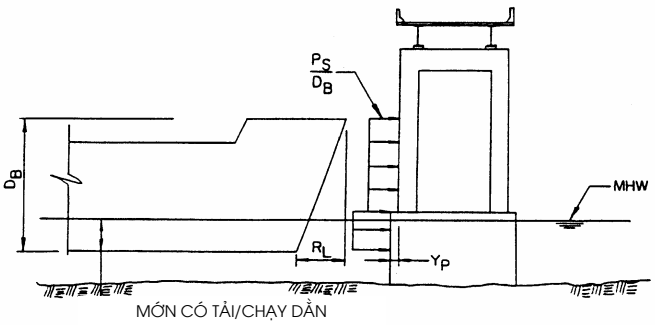
Trong hai trường hợp thiết kế ở đây lực va phải tác dụng vào kết cấu phần dưới phù hợp với các giới hạn sau đây:

- 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 1.

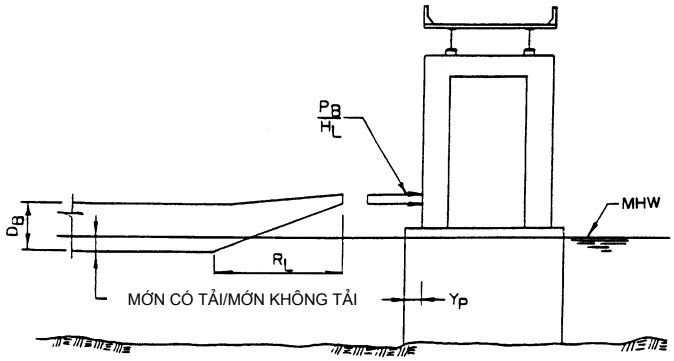
- Để tính lực va cục bộ, lực va thiết kế được tác dụng như một tải trọng tuyến thẳng đứng phân bố đều dọc theo chiều cao của mũi tàu như trong Hình 2. Mũi tàu được coi là nghiêng về phía trước khi xác định diện tích tiếp xúc tiềm tàng của lực va với kết cấu phần dưới. Đối với va sà lan, lực va cục bộ được coi như một tải trọng tuyến thẳng đứng phân bố đều trên mũi sà lan như trong Hình 3.




**Hình 3.14.11.1-1 - Lực va tập trung của tàu lên trụ**




**Hình 3.14.11.1-2 - Tải trọng va tầu dạng tuyến lên trụ**




**Hình 3.14.11.1-3 - Lực va của sà lan lên trụ**

## 3.14.11.2. 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.

### 3.14.11. Bảo vệ kết cấu phần dưới

Kết cấu bảo vệ có thể được xây dựng để loại trừ hoặc làm giảm va chạm của tàu thuyền với phần lộ ra 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.