

# TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

## TCVN 11823-3:2017

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

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

#### MỤC LỤC

##### 1 PHẠM VI ÁP DỤNG

##### 2 KÝ HIỆU

##### 3 THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA

##### 4 CÁC HỆ SỐ VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG

###### 4.1 HỆ SỐ TẢI TRỌNG VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG

###### 4.2 HỆ SỐ TẢI TRỌNG DÙNG CHO TẢI TRỌNG THI CÔNG

###### 4.2.1 Đánh giá theo trạng thái giới hạn cường độ

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

###### 4.3.1 Lực kích

###### 4.3.2 Lực thiết kế vùng neo kéo sau

###### 4.4 HỆ SỐ TẢI TRỌNG CHO BẢN TRỰC HƯỚNG

##### 5 TẢI TRỌNG THƯỜNG XUYỀN

###### 5.1 TÍNH TẢI DC, DW và EV

###### 5.2 TẢI TRỌNG ĐẤT EH, ES VÀ DD

##### 6 HOẠT TẢI

###### 6.1 TẢI TRỌNG TRỌNG LỰC: LL VÀ PL

###### 6.1.1 Hoạt tải xe

###### 6.1.1.1 Số làn xe thiết kế

###### 6.1.1.2 Hệ số làn xe

###### 6.1.2 Hoạt tải xe ô tô thiết kế

###### 6.1.2.1 Tổng quát

###### 6.1.2.2 Xe tải thiết kế

###### 6.1.2.3 Xe hai trục thiết kế

###### 6.1.2.4 Tải trọng làn thiết kế

###### 6.1.2.5 Diện tích tiếp xúc của lốp xe

###### 6.1.2.6 Phân bố tải trọng bánh xe qua đất đắp

###### 6.1.3 Vận dụng xếp hoạt tải xe thiết kế

###### 6.1.3.1 Tổng quát

###### 6.1.3.2 Chất tải để đánh giá độ võng do hoạt tải

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

###### 6.1.3.4 Tải trọng trên bản hẫng

###### 6.1.4 Tải trọng môi

###### 6.1.4.1 Độ lớn và dạng hoạt tải

###### 6.1.4.2 Tần số lặp

###### 6.1.4.3 Phân bố tải trọng khi tính môi.

###### 6.1.4.3.1 Các phương pháp chính xác

###### 6.1.4.3.2 Các phương pháp gần đúng

###### 6.1.5 Tải trọng đường sắt

- 6.1.6 Tải trọng bộ hành
- 6.1.7 Tải trọng trên lan can
- 6.2 TỶ LỆ GIA TĂNG LỰC DO XUNG KÍCH: IM
  - 6.2.1 Tổng quát
  - 6.2.2 Kết cấu vùi
- 6.3 LỰC LY TÂM: CE
- 6.4 LỰC Hãm XE: BR
- 6.5 LỰC VA CỦA XE: CT
  - 6.5.1 Bảo vệ kết cấu
  - 6.5.2 Xe cộ và tàu hoả va vào kết cấu
  - 6.5.3 Xe cộ va vào lan can
- 7 TẢI TRỌNG NƯỚC: WA
  - 7.1 ÁP LỰC TĨNH
  - 7.2 LỰC ĐẨY NỔI
  - 7.3 ÁP LỰC DÒNG CHẢY
    - 7.3.1 Theo chiều dọc
    - 7.3.2 Theo chiều ngang
  - 7.4 TẢI TRỌNG SÓNG
  - 7.5 KIỂM SOÁT SỰ BIẾN ĐỔI ĐIỀU KIỆN NỀN MÓNG DO TÁC ĐỘNG CỦA XÓI
- 8 TẢI TRỌNG GIÓ: WL VÀ WS
  - 8.1 TẢI TRỌNG GIÓ NGANG
    - 8.1.1 Tổng quát
    - 8.1.2 Tải trọng gió tác động lên công trình: WS
      - 8.1.2.1 Tải trọng gió ngang
      - 8.1.2.2 Tải trọng gió dọc
    - 8.1.3 Tải trọng gió tác dụng lên xe cộ: WL
  - 8.2 TẢI TRỌNG GIÓ THẲNG ĐỨNG
  - 8.3 MẤT ỔN ĐỊNH ĐÀN HỒI KHÍ ĐỘNG
    - 8.3.1 Tổng quát
    - 8.3.2 Hiện tượng đàn hồi khí
    - 8.3.3 Kiểm tra đáp ứng động
    - 8.3.4 Thí nghiệm hầm gió
- 9 HIỆU ỨNG ĐỘNG ĐẤT: EQ
  - 9.1 TỔNG QUÁT
  - 9.2 HỆ SỐ GIA TỐC
  - 9.3 CÁC MỨC ĐỘ QUAN TRỌNG CỦA CÔNG TRÌNH CẦU
  - 9.4 VÙNG ĐỘNG ĐẤT
  - 9.5 CÁC ẢNH HƯỞNG CỦA VỊ TRÍ CÔNG TRÌNH
    - 9.5.1 Tổng quát
    - 9.5.2 Đất loại I
    - 9.5.3 Đất loại II
    - 9.5.4 Đất loại III
    - 9.5.5 Đất loại IV
  - 9.6 HỆ SỐ ĐÁP ỨNG ĐỘNG ĐẤT ĐÀN HỒI
    - 9.6.1 Tổng quát

9.6.2 Các trường hợp ngoại lệ

## 9.7 HỆ SỐ ĐIỀU CHỈNH ĐÁP ỨNG

9.7.1 Tổng quát

9.7.2 Áp dụng

## 9.8 TỔ HỢP CÁC ỨNG LỰC ĐỘNG ĐẤT

## 9.9 TÍNH TOÁN LỰC THIẾT KẾ

9.9.1 Tổng quát

9.9.2 Vùng động đất 1

9.9.3 Vùng động đất 2

9.9.4 Vùng động đất 3

9.9.4.1 Tổng quát

9.9.4.2 Lực thiết kế điều chỉnh

9.9.4.3 Lực khớp dầm

9.9.4.3.1 Tổng quát

9.9.4.3.2 Các cột và trụ đơn

9.9.4.3.3 Trụ với hai hoặc nhiều Cột

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

9.9.4.3.5 Lực thiết kế trụ

9.9.4.3.6 Lực thiết kế móng

9.9.5 Bộ phận cần dục

9.9.6 Thiết bị neo giữ

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

## 10 ÁP LỰC ĐẤT: EH, ES, LS VÀ DD

### 10.1 TỔNG QUÁT

### 10.2 ĐÀM NÉN

### 10.3 SỰ HIỆN DIỆN CỦA NƯỚC

### 10.4 HIỆU ỨNG ĐỘNG ĐẤT

### 10.5 ÁP LỰC ĐẤT: EH

10.5.1 Áp lực đất ngang

10.5.2 Hệ số áp lực đất ngang tĩnh (trạng thái nghỉ),  $k_0$

10.5.3 Hệ số áp lực chủ động  $k_a$

10.5.4 Hệ số áp lực đất ngang bị động,  $k_p$

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

10.5.6 Áp lực đất ngang của tường hẫng không trọng lực

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

10.5.7.1 Đất rời

10.5.7.2 Đất dính

10.5.7.2.1 Đất cứng tới cứng chắc

10.5.7.2.2 Đất dẻo mềm đến nửa cứng

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

10.5.8.1 Tổng quát

10.5.8.2 Ổn định nội tại

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

### 10.6 TẢI TRỌNG CHẤT THÊM ES VÀ LS

10.6.1 Tải trọng chất thêm rải đều (ES)

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

10.6.3 Tải trọng dải (ES) - Tường chắn mềm

10.6.5 Chiết giảm tải trọng chất thêm

10.7 CHIẾT GIẢM ÁP LỰC ĐẤT

10.8 LỰC KÉO XUỐNG (DO MA SÁT ÂM)

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

11.1 TỔNG QUÁT

11.2 NHIỆT ĐỘ PHÂN BỐ ĐỀU

11.2.1 Biên độ nhiệt độ

11.2.2 Chuyển vị do nhiệt thiết kế

11.3 GRADIEN NHIỆT

11.4 CO NGÓT KHÁC NHAU

11.5 TỪ BIẾN

11.6 LÚN

12 LỰC MA SÁT: FR

13 LỰC VA CỦA TÀU THUYỀN: CV

13.1 TỔNG QUÁT

13.2 CÁC CƠ SỞ ĐỂ XÁC ĐỊNH LỰC VA TÀU

13.3 PHÂN LOẠI TẦM QUAN TRỌNG KHAI THÁC CHO CẦU

13.4 TÀU THIẾT KẾ

13.5 TẦN SUẤT SẬP ĐỔ HÀNG NĂM

13.5.1 Phân bố tần suất của tàu thuyền

13.5.2 Xác suất của tàu đi sai luồng

13.5.2.1 Tổng quát

13.5.2.2 Phương pháp thống kê

13.5.2.3 Phương pháp gần đúng

13.5.3 Xác suất hình học

13.5.5 Hệ số chống va

13.6 VẬN TỐC VA THIẾT KẾ

13.7 NĂNG LƯỢNG VA TÀU

13.8 LỰC VA TÀU VÀO TRỤ

13.9 CHIỀU DÀI HƯ HỎNG CỦA MŨI TÀU

13.10 LỰC VA CỦA TÀU LÊN KẾT CẤU PHẦN TRÊN

13.10.1 Va với mũi tàu

13.10.2 Va với ca bin tàu

13.10.3 Va với cột tàu

13.11 LỰC VA CỦA SÀ LAN VÀO TRỤ

13.12 CHIỀU DÀI HƯ HỎNG CỦA MŨI SÀ LAN

13.13 HƯ HỎNG Ở TRẠNG THÁI GIỚI HẠN ĐẶC BIỆT

13.14 TÁC DỤNG CỦA LỰC VA

13.14.1 Thiết kế kết cấu phần dưới

13.14.2 Thiết kế kết cấu phần trên

13.15 BẢO VỆ KẾT CẤU PHẦN DƯỚI

PHỤ LỤC-A

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

## PHỤ LỤC- B

### SỨC KHÁNG VƯỢT CƯỜNG ĐỘ

#### LỜI NÓI ĐẦU

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

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

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

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

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

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

#### 1 PHẠM VI ÁP DỤNG

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

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

#### 2 KÝ HIỆU

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

**Bảng 1- Ký hiệu tải trọng thường xuyên**

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

**Bảng 2 - Ký hiệu tải trọng nhất thời**

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

### 3 THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**3.42 Bộ truyền lực sốc (Shock Transmission Unit (STU))** - Bộ truyền dẫn xung động; Cơ cấu nối giữa các bộ phận kết cấu phần trên hoặc giữa kết cấu phần trên với kết cấu phần dưới có khả năng làm việc như một liên kết cứng tạm thời dưới tác dụng của các lực như động đất, lực hãm hoặc các lực

động khác nhưng vẫn cho phép kết cấu chuyển vị dài hạn do các hiệu ứng thay đổi nhiệt độ hay co ngót.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 4 CÁC HỆ SỐ VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG

4.1 HỆ SỐ TẢI TRỌNG VÀ TỔ HỢP TẢI TRỌNG Tổng ứng lực tính toán phải được tính như sau:

$$Q = \sum_i Q_i \quad (1)$$

trong đó:

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

$Q_i$  = ứng lực do tải trọng quy định ở đây

$\gamma_i$  = hệ số tải trọng lấy theo Bảng 3, 4 và 5

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

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

- MÔI I: Tổ hợp tải trọng gây môi và nứt gãy dòn, với tuổi thọ chịu môi vô hạn.
- MÔI II: Tổ hợp tải trọng gây môi và nứt gãy dòn, với tuổi thọ chịu môi hữu hạn.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Bảng 3 - Tổ hợp tải trọng và hệ số tải trọng**

| TỔ HỢP TẢI TRỌNG<br>THEO TRẠNG THÁI GIỚI<br>HẠN | DC<br>DD<br>DW<br>EH<br>EV<br>ES<br>EL<br>PS<br>CR<br>SH | LL IM<br>CE<br>BR<br>PL<br>LS | WA   | WS   | WL | FR   | TU        | TG | SE | Chỉ một trong<br>các tải trọng<br>đồng thời |    |    |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|------|------|----|------|-----------|----|----|---------------------------------------------|----|----|
|                                                 |                                                          |                               |      |      |    |      |           |    |    | EQ                                          | CT | CV |
| CƯỜNG ĐỘ I (trừ ghi chú)                        | <sub>p</sub>                                             | 1,75                          | 1,00 | -    |    | 1,00 | 0,50/1,20 | TG | SE | -                                           | -  | -  |
| CƯỜNG ĐỘ II                                     | <sub>p</sub>                                             | 1,35                          | 1,00 | -    | -  | 1,00 | 0,50/1,20 | TG | SE | -                                           | -  | -  |
| CƯỜNG ĐỘ III                                    | <sub>p</sub>                                             | -                             | 1,00 | 1,40 | -  | 1,00 | 0,50/1,20 | TG | SE | -                                           | -  | -  |

|                       |      |      |      |      |     |      |           |    |     |      |      |      |
|-----------------------|------|------|------|------|-----|------|-----------|----|-----|------|------|------|
| CƯỜNG ĐỘ IV           | $p$  | -    | 1,00 | -    | -   | 1,00 | 0.50/1,20 | -  | -   | -    |      |      |
| CƯỜNG ĐỘ V            | $p$  | 1,35 | 1,00 | 0,40 | 1.0 | 1,00 | 0.50/1,20 | TG | SE  | -    |      | -    |
| ĐẶC BIỆT I            | 1,0  | $EQ$ | 1,00 | -    | -   | 1,00 | -         | -  | -   | 1,00 |      | -    |
| ĐẶC BIỆT II           | $p$  | 0,50 | 1,00 | -    | -   | 1,00 | -         | -  | -   | -    | 1,00 | 1,00 |
| SỬ DỤNG I             | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,30 | 1.0 | 1,00 | 1,00/1,20 | TG | SE  | -    |      | -    |
| SỬ DỤNG II            | 1,00 | 1,30 | 1,00 | -    | -   | 1,00 | 1,00/1,20 | -  | -   | -    |      | -    |
| SỬ DỤNG III           | 1,00 | 0,80 | 1,00 | -    | -   | 1,00 | 1,00/1,20 | TG | SE  | -    |      | -    |
| SỬ DỤNG IV            | 1,00 | -    | 1,00 | 0,70 | -   | 1,00 | 1,00/1,20 | -  | 1,0 | -    |      | -    |
| MỎI I - chỉ LL, IM&CE | -    | 1,50 | -    | -    | -   | -    | -         | -  | -   | -    | -    | -    |
| MỎI II-chỉ LL, IM&CE  | -    | 0,75 |      |      |     |      |           |    |     |      |      | -    |

**Bảng 4 - Hệ số tải trọng cho tải trọng thường xuyên,  $p$**

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

**Bảng 5 - Hệ số tải trọng cho tải trọng thường xuyên do tích lũy biến dạng,  $\gamma_P$**

| Cấu kiện cầu                                                                        | PS  | CR,, SH                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------|
| Kết cấu phần trên thi công phân đoạn                                                | 1,0 | Xem $\gamma_P$ cho DC, Bảng 4. |
| Kết cấu phần dưới bằng bê tông đỡ kết cấu phần trên phân đoạn (xem Điều 11.4, 11.5) |     |                                |
| Kết cấu phần trên bằng bê tông - không thi công phân đoạn                           | 1,0 | 1,0                            |
| Kết cấu phần dưới đỡ kết cấu phần trên không phân đoạn                              |     |                                |

|                              |     |     |
|------------------------------|-----|-----|
| Sử dụng $I_g$                | 0,5 | 0,5 |
| Sử dụng $I_{\text{có hiệu}}$ | 1,0 | 1,0 |
| Kết cấu phần dưới bằng thép  | 1,0 | 1,0 |

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

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

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

## 4.2 HỆ SỐ TẢI TRỌNG DÙNG CHO TẢI TRỌNG THI CÔNG

### 4.2.1 Đánh giá theo trạng thái giới hạn cường độ

Phải xem xét tất cả các tổ hợp tải trọng cường độ thích hợp trong Bảng 3. với các quy định hiệu chỉnh tại Điều này.

Khi xem xét các tổ hợp tải trọng cường độ I, III, và V trong quá trình thi công, hệ số tải trọng dùng cho tải trọng kết cấu và các phụ kiện không được lấy nhỏ hơn 1,25.

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

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

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

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

### 4.3.1 Lực kích

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

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

### 4.3.2 Lực thiết kế vùng neo kéo sau

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

## 4.4 HỆ SỐ TẢI TRỌNG CHO BẢN TRỰC HƯỚNG

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

## 5 TẢI TRỌNG THƯỜNG XUYỀN

### 5.1 TÍNH TẢI DC, DW VÀ EV

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

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

**Bảng 6 - Khối lượng riêng**

| Vật liệu                | Khối lượng riêng (kg/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Hợp kim nhôm            | 2800                                  |
| Lớp phủ bê tông asphalt | 2250                                  |
| Thép đúc                | 7200                                  |

|                                     |                                           |                                          |
|-------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|
| Xi than                             |                                           | 960                                      |
| Đất đầm chặt loại cát, bụi, sét     |                                           | 1925                                     |
| Bê tông                             | Nhẹ                                       | 1775                                     |
|                                     | cát nhẹ                                   | 1925                                     |
|                                     | thường với $f'_c \leq 35\text{MPa}$       | 2320                                     |
|                                     | thường với $35 < f'_c \leq 105\text{MPa}$ | $2240 + 2,29f'_c$                        |
| Đất xốp loại cát, bụi, đá sỏi       |                                           | 1600                                     |
| Sét mềm                             |                                           | 1600                                     |
| Sỏi cuội, Ma ca đăm hoặc ba lát     |                                           | 2250                                     |
| Thép                                |                                           | 7850                                     |
| Đá xây                              |                                           | 2725                                     |
| Gỗ                                  | Cứng                                      | 960                                      |
|                                     | Mềm                                       | 800                                      |
| Nước                                | Ngọt                                      | 1000                                     |
|                                     | Mặn                                       | 1025                                     |
| Hạng mục                            |                                           | Khối lượng trên đơn vị chiều dài (kg/mm) |
| Ray, nối, cóc hãm cho mỗi đường ray |                                           | 0,30                                     |

## 5.2 TẢI TRỌNG ĐẤT EH, ES VÀ DD

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

## 6 HOẠT TẢI

### 6.1 TẢI TRỌNG TRỌNG LỰC: LL VÀ PL

#### 6.1.1 Hoạt tải xe

##### 6.1.1.1 Số làn xe thiết kế

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

Trong trường hợp bề rộng làn xe nhỏ hơn 3600mm thì số làn xe thiết kế lấy bằng số làn giao thông và bề rộng làn xe thiết kế phải lấy bằng bề rộng làn giao thông.

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

##### 6.1.1.2 Hệ số làn xe

Những quy định của Điều này không được áp dụng cho trạng thái giới hạn mỗi, 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 quy định trong Điều 6.2.2 và 6.2.3, Phần 4 của bộ tiêu chuẩn này với quy tắc đòn bẩy và phương pháp tĩnh học, ứng lực phải được chia cho 1,20.

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

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

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

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

**Bảng 7 - Hệ số làn, m**

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

### 6.1.2 Hoạt tải xe ô tô thiết kế

#### 6.1.2.1 Tổng quát

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

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

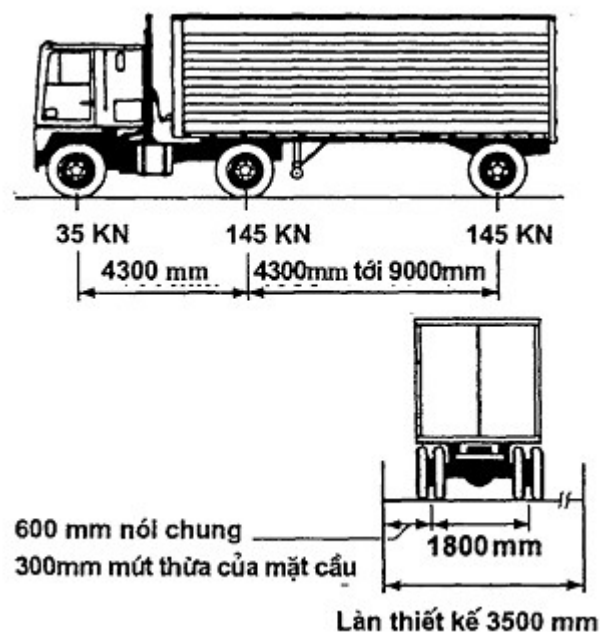
Trừ trường hợp được điều chỉnh trong Điều 6.1.3.1, mỗi làn thiết kế được xem xét phải được bố trí hoặc xe tải thiết kế hoặc xe hai trục chồng với tải trọng làn khi áp dụng được. Các tải trọng này được coi là chiếm 3000mm theo chiều ngang trong một làn xe thiết kế.

#### 6.1.2.2 Xe tải thiết kế

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

Trừ quy định trong Điều 6.1.3.1 và 6.1.4.1, cự ly giữa 2 trục 145.000N phải thay đổi giữa 4300 và 9000mm để gây ra ứng lực lớn nhất.

Đối với các cầu trên các tuyến đường cấp IV và thấp hơn, có thể điều chỉnh tải trọng trục cho trong Hình 1 nhân với hệ số 0,50 hoặc 0,65 nếu có yêu cầu.



**Hình 1- Các đặc trưng của xe tải thiết kế**

#### 6.1.2.3 Xe hai trục thiết kế

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

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

#### 6.1.2.4 Tải trọng làn thiết kế

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

#### 6.1.2.5 Diện tích tiếp xúc của lốp xe

Diện tích tiếp xúc của lốp xe của một bánh xe có một hay hai lốp được giả thiết là một hình chữ nhật có chiều rộng là 510mm và chiều dài là 250mm

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

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

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

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

#### 6.1.2.6 Phân bố tải trọng bánh xe qua đất đắp

##### 6.1.2.6.1 Tổng quát

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

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

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

Khi mô men trong bản bê tông do hoạt tải có lực xung kích được tính theo sự phân bố của tải trọng bánh xe qua đất đắp lớn hơn mô men do hoạt tải và lực xung kích được tính theo Điều 6.2.1 và 6.3.2 Phần 4 của bộ tiêu chuẩn này thì phải dùng trị số mô men tính theo các điều nêu trên của Phần 4 bộ tiêu chuẩn này.

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

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

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

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

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

##### 6.1.2.6.2 Hướng xe chạy song song với khẩu độ nhịp cống

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

$$H_{int-t} = \frac{S_w w_i}{LLDF} + 0,006D_i \quad (4)$$

Trong đó:

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

$$w_w = w_i + LLDF(H) + 0,060D_i \quad (5)$$

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

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

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

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

Trong đó:

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

$$I_w = I_i + LLDF(H) \quad (8)$$

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

$$I_w = I_i + S_a + LLDF(H) \quad (9)$$

Tại đây:

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

$L_w$  = chiều dài vết phân bố hoạt tải tại chiều sâu  $H$  (mm)

$W_w$  = chiều rộng vết phân bố hoạt tải tại chiều sâu  $H$  (mm)

$H_{\text{int-t}}$  = chiều sâu tương tác của bánh xe theo chiều vuông góc với nhịp bản (mm)

$S_w$  = cự ly bánh xe, 1800 mm

$W_t$  = chiều rộng vết lốp xe, 510 mm.

$D_i$  = đường kính trong hoặc nhịp tịnh của cống (mm.)

LLDF = hệ số phân bố hoạt tải như quy định trong Bảng 8

$H$  = chiều dày lớp đất đắp trên cống (mm)

$H_{\text{int-p}}$  = chiều sâu tương tác của tải trọng trục xe song song với nhịp cống (mm)

$s_a$  = cự ly trục xe (mm)

$l_i$  = chiều dài vết lốp bánh xe, 250 mm

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

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

Trong đó:

$P_L$  = áp lực chóp do hoạt tải thẳng đứng (MPa).

$P$  = hoạt tải đặt trên mặt đường tất cả các bánh xe tương tác (N).

$IM$  = độ gia tăng lực do xung kích theo Điều 6.2.2.

$m$  = hệ số làn xe theo quy định Điều 6.1.1.2.

$A_{LL}$  = diện tích hình chữ nhật ở độ sâu  $H$  ( $\text{mm}^2$ ).

#### 6.1.2.6.3 Hướng xe chạy vuông góc với nhịp của cống

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

### 6.1.3 Vận dụng xếp hoạt tải xe thiết kế

#### 6.1.3.1 Tổng quát

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

- Hiệu ứng của xe hai trục thiết kế tổ hợp với hiệu ứng tải trọng làn thiết kế, hoặc
- Hiệu ứng của một xe tải thiết kế có cự ly trục bánh thay đổi như trong Điều 6.1.2.2 tổ hợp với hiệu ứng của tải trọng làn thiết kế, và
- Đối với mô men âm giữa các điểm uốn ngược chiều khi chịu tải trọng rải đều trên các nhịp và chỉ đối với phân 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 hằng: 300mm tính từ mép đá vĩa hay lan can
- Khi thiết kế các bộ phận khác: 600mm tính từ mép làn xe thiết kế.

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

#### 6.1.3.2 Chất tải để đánh giá độ võng do hoạt tải

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

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

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

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

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

- Trường hợp nhịp chính của bản theo phương ngang, phải áp dụng các trục của xe tải thiết kế theo Điều 6.1.2.2 hoặc xe hai trục thiết kế theo Điều 6.1.2.3 để thiết kế bản mặt cầu hoặc bản nắp cống hộp.

- Trường hợp nhịp chính của bản theo phương dọc:

o Với bản nắp của cống hộp trong mọi trường hợp và mọi chiều dài nhịp, và cả cầu bản có nhịp không vượt quá 4600mm, phải áp dụng các trục của xe tải thiết kế hoặc xe hai trục thiết kế theo Điều 6.1.2.2 hoặc 6.1.2.3 tương ứng.

o Các trường hợp khác, kể cả cầu bản (trừ bản nắp của cống hộp) có nhịp vượt 4600mm, phải áp dụng tất cả các tải trọng theo Điều 6.1.2.

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

- Trường hợp nhịp chính của bản là phương ngang, chỉ phải áp dụng các trục của xe tải thiết kế theo Điều 6.1.2.2 hoặc xe hai trục thiết kế theo Điều 6.1.2.3 trên bản.
- Trường hợp nhịp chính của bản là phương dọc (bao gồm các loại cầu bản), phải áp dụng tất cả các tải trọng theo Điều 6.1.2.

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

#### 6.1.3.4 Tải trọng trên bản hẫng

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

Tải trọng ngang trên bản hẫng do lực va của xe với rào chắn phải lấy theo quy định của Phần 13 bộ tiêu chuẩn này.

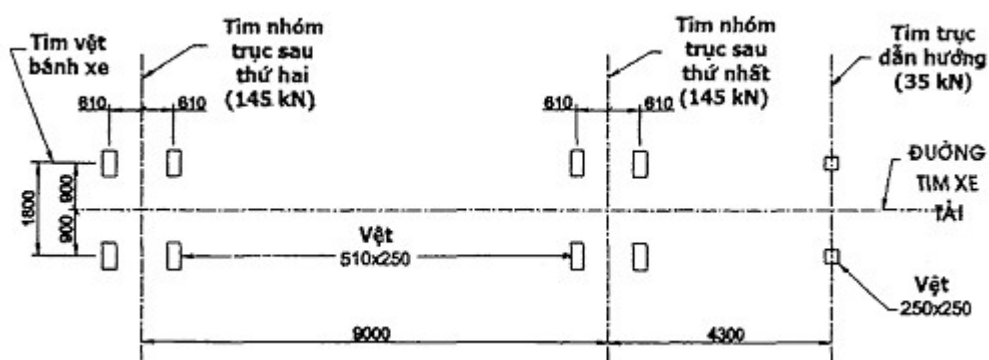
#### 6.1.4 Tải trọng môi

##### 6.1.4.1 Độ lớn và dạng hoạt tải

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

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

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



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

### 6.1.4.2 Tần số lặp

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

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

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

trong đó:

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

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

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

**Bảng 9 - Tỷ lệ xe tải trong một làn xe đơn,  $p$**

| Số làn xe có thể cho xe tải | $p$  |
|-----------------------------|------|
| 1                           | 1,00 |
| 2                           | 0,85 |
| $\geq 3$                    | 0,80 |

### 6.1.4.3 Phân bố tải trọng khi tính môi

#### 6.1.4.3.1 Các phương pháp chính xác

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

#### 6.1.4.3.2 Các phương pháp gần đúng

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

### 6.1.5 Tải trọng đường sắt

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

### 6.1.6 Tải trọng bộ hành

Đối với tất cả đường bộ hành rộng hơn 600m phải lấy tải trọng người đi bộ bằng  $3 \times 10^{-3}$  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  $4 \times 10^{-3}$  MPa.

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

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

### 6.1.7 Tải trọng trên lan can

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

## 6.2 TỶ LỆ GIA TĂNG LỰC DO XUNG KÍCH: IM

### 6.2.1 Tổng quát

Trừ trường hợp cho phép qui định trong Điều 6.2.2 và 6.2.3, tác động tĩnh học của xe tải hay xe hai trục thiết kế không kể lực ly tâm và lực hãm, phải được tăng thêm một tỷ lệ phần trăm được quy định trong Bảng 10 để tính đến tác động xung kích lực.

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

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

**Bảng 10- Tỷ lệ gia tăng lực do xung kích IM**

| Cấu kiện                                             | IM  |
|------------------------------------------------------|-----|
| Mỗi nối bản mặt cầu - Tất cả các trạng thái giới hạn | 75% |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| Tất cả cấu kiện khác                 |     |
| • Trạng thái giới hạn mỏi và nứt gãy | 15% |
| • Tất cả trạng thái giới hạn khác    | 33% |

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

Không cần xét lực xung kích đối với:

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

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

### 6.2.2 Kết cấu vùi

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

$$IM = 33(1,0 - 4,1 \times 10^{-4} D_E) \geq 0\% \quad (12)$$

trong đó:

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

### 6.3 LỰC LY TÂM: CE

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

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

trong đó:

$f = 4/3$  cho các tổ hợp tải trọng khác với tổ hợp mỏi và bằng 1,0 cho mỗi

$v$  = tốc độ thiết kế đường ô tô (m/s);

$g$  = gia tốc trọng lực 9,807 (m/s<sup>2</sup>)

$R$  = bán kính cong của làn xe (m)

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

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

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

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

### 6.4 LỰC HÃM XE: BR

Lực hãm phải lấy giá trị lớn hơn giữa:

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

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

Phải áp dụng hệ số làn quy định trong Điều 6.1.1.2

### 6.5 LỰC VA CỦA XE: CT

#### 6.5.1 Bảo vệ kết cấu

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

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

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

### 6.5.2 Xe cộ và tàu hoả va vào kết cấu

Trừ khi được bảo vệ như quy định trong Điều 6.5.1, mỗi trụ đặt trong phạm vi cách mép lòng đường bộ 9000 mm hay trong phạm vi 15000 mm đến tim đường sắt đều phải thiết kế chịu một va lực tĩnh tương đương là 1.800.000N tác dụng ở bất kỳ hướng nào trong mặt phẳng nằm ngang, cách mặt đất 1200 mm.

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

### 6.5.3 Xe cộ va vào lan can

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

## 7 TẢI TRỌNG NƯỚC: WA

### 7.1 ÁP LỰC TĨNH

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

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

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

### 7.2 LỰC ĐẨY NỔI

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

### 7.3 ÁP LỰC DÒNG CHẢY

#### 7.3.1 Theo chiều dọc

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

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

trong đó:

p = áp lực của nước chảy (MPa)

$C_D$  = hệ số cản của trụ lấy theo Bảng 11

V = vận tốc nước thiết kế tính theo lũ thiết kế cho xói ở trạng thái giới hạn cường độ và sử dụng.

**Bảng 11- Hệ số cản**

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

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

#### 7.3.2 Theo chiều ngang

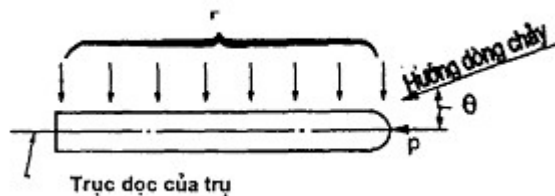
Áp lực ngang phân bố đều trên kết cấu phần dưới do dòng chảy lệch với chiều dọc của trụ một góc được lấy bằng:

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

trong đó:

p = áp lực theo chiều ngang (MPa)

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



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

Bảng 12- Hệ số cản theo chiều ngang

| Góc giữa hướng dòng chảy và trục dọc của trụ | $C_L$ |
|----------------------------------------------|-------|
| 0°                                           | 0,0   |
| 5°                                           | 0,5   |
| 10°                                          | 0,7   |
| 20°                                          | 0,9   |
| ≥ 30°                                        | 1,0   |

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

#### 7.4 TẢI TRỌNG SÓNG

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

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

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

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

### 8 TẢI TRỌNG GIÓ: WL VÀ WS

#### 8.1 TẢI TRỌNG GIÓ NGANG

##### 8.1.1 Tổng quát

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

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

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

trong đó:

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

$S$  = hệ số điều chỉnh đối với khu đất chịu gió và độ cao mặt cầu theo quy định trong Bảng 14.

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

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

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

Bảng 14 - Các giá trị của  $S$

| Độ cao của mặt cầu trên mặt đất khu vực xung | Khu vực lộ thiên hay mặt nước | Khu vực có rừng hay có nhà cửa với cây cối, nhà | Khu vực có nhà cửa với đa số nhà cao trên |
|----------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|----------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|