

# MỘT SỐ NỘI DUNG QUAN TRỌNG TRONG DỰ THẢO TIÊU CHUẨN CƠ SỞ THIẾT KẾ KẾT CẤU THEO ĐỊNH HƯỚNG MỚI

## IMPORTANT CONTENTS IN THE DRAFT DESIGN CODE BASIS OF STRUCTURAL DESIGN FOLLOWING THE NEW ORIENTATION

TS. NGUYỄN ĐẠI MINH

Viện KHCN Xây dựng

Email: dmnguyen2001@gmail.com

*Tóm tắt: Bài báo giới thiệu một số nội dung quan trọng trong dự thảo tiêu chuẩn cơ sở thiết kế kết cấu theo định hướng mới. Các vấn đề như: (1) vai trò, phạm vi và các giả thiết chính; (2) các yêu cầu cơ bản, quản lý độ tin cậy và tuổi thọ thiết kế của kết cấu; (3) các nguyên tắc thiết kế theo trạng thái giới hạn; (4) các biến cơ bản; (5) phân tích kết cấu và thiết kế dựa theo thí nghiệm và (6) kiểm tra bằng phương pháp hệ số riêng đã được tóm tắt và trình bày trong bài báo này. Ngoài ra, tương quan giữa tác động và khả năng chịu lực trong kiểm tra trạng thái giới hạn cực hạn đã được phân tích, minh họa để người đọc hình dung rõ hơn về sự an toàn và chắc chắn khi thiết kế theo phương pháp hệ số riêng trong dự thảo tiêu chuẩn này.*

*Abstract: This paper introduces important contents of the draft standards Basis of structural design following the new orientation. Some issues have been summarized and presented in this paper, including: (1) Role, scope and assumptions; (2) basic requirements, reliability management and design working life; (3) principles of limit states design; (4) basic variables; (5) structural analysis and design assisted by testing and (6) verifications by the partial factor method. In addition, the comparison between the actions on and the resistances of the structure in the ultimate limit state verifications has been schematically analyzed and illustrated for the readers to have a better and confidently understanding on the safety of the structure when design using the partial factor method.*

### Mở đầu

Thực hiện nhiệm vụ Bộ Xây dựng giao, Viện KHCN Xây dựng đã triển khai thực hiện đề tài Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng tiêu chuẩn “Cơ sở thiết kế kết cấu” theo định hướng mới. Tiêu chuẩn (TC) này được xây dựng trên cơ sở chấp nhận tiêu chuẩn EN 1990: 2002 [1]. Tiêu chuẩn Cơ sở thiết kế kết cấu là một tài liệu có tính chất nền

tảng cho hệ thống các TC thiết kế kết cấu cốt lõi theo định hướng mới. Theo quy định của Eurocodes thì các quốc gia chấp nhận chuyển dịch TC châu Âu cần chuyển dịch toàn văn Eurocode (kể cả lời tựa), sau đó bổ sung Lời nói đầu của TC quốc gia và Phụ lục quốc gia với các điều chỉnh phù hợp với điều kiện của nước mình. Tên và mã hiệu của TC sẽ lấy như: BS EN 1990 (Anh), SS EN 1990 (Singapore), MS EN 1990 (Malaysia),... Như vậy, sẽ dễ sử dụng, không bị nhầm lẫn giữa các TC viện dẫn hay các tài liệu tham chiếu và những thay đổi của quốc gia so với các quy định của Eurocodes. Vì thế, theo tác giả bài báo thì TC thiết kế kết cấu này nên có mã hiệu là TCVN EN 1990 như quy định của Eurocodes với cách bố cục, trình bày giống như EN 1990 cùng với Lời Nói đầu và Phụ lục quốc gia của Việt Nam. Tuy nhiên, tên gọi, mã hiệu hay bố cục, trình bày của TC sẽ do cơ quan nhà nước có thẩm quyền quyết định, căn cứ các quy định của Việt Nam. Bài báo này trình bày một số nội dung quan trọng trong dự thảo TCVN \*\*\*:202\* Cơ sở thiết kế kết cấu (nếu lấy mã hiệu theo quy định của Việt Nam) hay TCVN EN 1990 (nếu lấy mã số theo quy định của Eurocodes).

### 1. Vai trò, phạm vi và các giả thiết chính

#### \* Vai trò

Dự thảo TCVN \*\*\*:202\* (hay TCVN EN 1990) cung cấp những Nguyên tắc và các Quy định áp dụng cho các kỹ sư thiết kế kết cấu.

TC này cũng đưa ra một khung chung làm cơ sở để biên soạn các TC từ EN 1991 đến EN 1999.

#### \* Phạm vi áp dụng

(1) TC này thiết lập những Nguyên tắc và các yêu cầu về an toàn chịu lực, khả năng sử dụng và độ bền lâu của kết cấu, trình bày cơ sở cho việc thiết kế và kiểm tra cũng như đưa ra các hướng dẫn đối với các vấn đề liên quan tới độ tin cậy kết cấu.

(2) TC này được sử dụng cùng với các TC từ EN 1991 đến EN 1999 để thiết kế kết cấu của công

trình nhà và các công trình dân dụng khác, bao gồm cả thiết kế địa kỹ thuật và kết cấu chịu lửa cũng như các tình huống liên quan đến động đất, thi công và kết cấu tạm. Tuy nhiên, khi thiết kế các công trình đặc biệt (ví dụ: cơ sở hạt nhân, đập,...), cần tham khảo các quy định khác ngoài các quy định nêu trong các tiêu chuẩn từ EN 1991 đến EN 1999.

(3) Tiêu chuẩn này có thể áp dụng để thiết kế kết cấu sử dụng các vật liệu khác hoặc chịu các tác động nằm ngoài phạm vi của các tiêu chuẩn từ EN 1991 đến EN 1999.

(4) Tiêu chuẩn này có thể áp dụng để đánh giá các kết cấu của công trình hiện hữu khi thiết kế sửa chữa, cải tạo hoặc thay đổi mục đích sử dụng.

### \* Các giả thiết chính

(1) Việc lựa chọn hệ kết cấu và thiết kế kết cấu được thực hiện bởi các nhân sự có đúng năng lực chuyên môn và kinh nghiệm.

(2) Công tác thi công được thực hiện bởi những người có kỹ năng phù hợp và kinh nghiệm.

(3) Công tác giám sát và kiểm soát chất lượng được thực hiện đầy đủ trong quá trình thiết kế và thi công.

(4) Các vật liệu và sản phẩm xây dựng được sử dụng như quy định trong EN 1990 hoặc trong các TC từ EN 1991 đến EN 1999 hoặc trong các TC thi công liên quan, hoặc trong các chỉ dẫn về vật liệu hoặc sản phẩm được dẫn trong các TC nêu trên.

(5) Kết cấu được bảo trì đầy đủ.

(6) Kết cấu được sử dụng đúng theo các giả thiết thiết kế.

## 2. Các yêu cầu

### \* Các yêu cầu cơ bản

(1) Kết cấu phải được thiết kế và thi công sao cho trong suốt tuổi thọ dự kiến, với các mức tin cậy thích hợp và bằng phương pháp hiệu quả (kinh tế), kết cấu cần phải:

- Chịu được tất cả các tác động và ảnh hưởng có thể xảy ra trong thời gian thi công và sử dụng công trình;

- Đáp ứng được các yêu cầu về khả năng sử dụng quy định cho kết cấu hoặc cấu kiện.

(2) Kết cấu phải được thiết kế để đáp ứng đủ: Khả năng chịu lực; khả năng sử dụng; và độ bền lâu.

(3) Trong trường hợp có hoả hoạn, khả năng chịu lực của kết cấu phải đáp ứng đủ cho khoảng thời gian chịu lửa yêu cầu.

(4) Kết cấu phải được thiết kế và xây dựng sao cho không bị hư hỏng kéo theo sự sụp đổ phi đối xứng (sụp đổ dây chuyền) bởi các biến cố như: Nổ, va đập và các hậu quả do lỗi của con người.

(5) Các hư hỏng tiềm ẩn phải tránh được hoặc hạn chế bằng một hay nhiều hơn trong các giải pháp dưới đây:

- Tránh, loại trừ hoặc giảm bớt các hiểm họa mà kết cấu có thể chịu;

- Chọn dạng kết cấu ít nhạy cảm với các hiểm họa được xem xét;

- Chọn dạng kết cấu và thiết kế để kết cấu đủ khả năng tồn tại (sống sót) khi một cấu kiện hay một phần kết cấu bị mất đi đột ngột;

- Tránh tối đa việc sử dụng hệ kết cấu có thể sụp đổ mà không có dấu hiệu cảnh báo trước;

- Giữ chặt các cấu kiện kết cấu với nhau.

### \* Quản lý độ tin cậy

(1) Độ tin cậy yêu cầu đối với kết cấu phải đạt được bằng cách:

- Thiết kế theo các TC từ EN 1990 đến EN 1999;

- Thi công đúng theo thiết kế và có các biện pháp quản lý chất lượng phù hợp.

(2) Các mức tin cậy khác nhau có thể được chấp nhận cho:

- Khả năng chịu lực của kết cấu;

- Khả năng sử dụng.

(4) Các mức tin cậy áp dụng cho một kết cấu có thể được quy định theo một hoặc cả hai cách sau đây:

- Bằng cách phân cấp kết cấu như một tổng thể;

- Bằng cách phân cấp theo các bộ phận kết cấu.

\* Tuổi thọ sử dụng theo thiết kế (gọi tắt tuổi thọ thiết kế): Tuổi thọ thiết kế cần được quy định rõ.

## 3. Các nguyên tắc thiết kế theo trạng thái giới hạn

### \* Tổng quát

Phải phân biệt giữa hai nhóm trạng thái giới hạn, gồm các trạng thái giới hạn cực hạn và các trạng thái giới hạn sử dụng. Có thể bỏ qua một trong hai nhóm trạng thái giới hạn nêu trên khi có đủ thông tin chứng minh rằng nhóm trạng thái giới hạn này tự được thỏa mãn thông qua việc kiểm tra nhóm trạng thái giới hạn kia.

Các trạng thái giới hạn phải gắn với các tình huống thiết kế, bao gồm: lâu dài, tạm thời, bất thường hoặc động đất.

Việc kiểm tra các trạng thái giới hạn liên quan đến hệ quả tác động phụ thuộc thời gian (ví dụ như mỏi) cần gắn với tuổi thọ thiết kế của công trình.

### \* Các tình huống thiết kế

- Tình huống thiết kế lâu dài, đề cập đến điều kiện sử dụng bình thường của kết cấu;

- Tình huống thiết kế tạm thời, đề cập đến các điều kiện tạm thời đối với kết cấu, ví dụ: trong thời gian thi công hoặc sửa chữa;

- Tình huống thiết kế bất thường, đề cập đến điều kiện ngoại lệ hiếm gặp đối với kết cấu, ví dụ cháy, nổ, va đập hoặc hậu quả do phá hoại cục bộ;

- Tình huống thiết kế động đất, đề cập đến điều kiện khi kết cấu chịu động đất.

### \* Các trạng thái giới hạn cực hạn, liên quan đến

- An toàn sinh mạng;

- An toàn kết cấu.

### \* Các trạng thái giới hạn cực hạn sau đây phải kiểm tra

- Mất cân bằng kết cấu hoặc bộ phận kết cấu, khi chúng được xem như là vật cứng;

- Phá hoại do biến dạng quá mức, do biến đổi kết cấu hoặc bất kỳ bộ phận nào của kết cấu thành cơ cấu (biến hình) do bị đứt, gãy, nén vỡ,... do bị mất ổn định của kết cấu hoặc bất kỳ bộ phận nào của kết cấu kể cả gối đỡ và nền móng;

- Phá hoại do mỏi hoặc do các hệ quả của tác động phụ thuộc thời gian khác.

### \* Các trạng thái giới hạn sử dụng, liên quan đến

- Việc thực hiện chức năng của kết cấu trong quá trình sử dụng bình thường;

- Đảm bảo tiện nghi cho người sử dụng;

- Biểu hiện bề ngoài của công trình xây dựng (nứt, võng,...).

## 4. Các biến cơ bản

### a) Các tác động

#### Phân loại tác động

Các tác động được phân loại theo sự thay đổi của chúng theo thời gian:

- Các tác động thường xuyên (G), ví dụ như: trọng lượng bản thân kết cấu, các thiết bị cố định, các tác động gián tiếp do co ngót và lún không đều;

- Các tác động thay đổi (Q), ví dụ như: hoạt tải trên sàn và dầm, tác động gió hoặc tuyết;

- Các tác động bất thường (sự cố) (A), ví dụ như: nổ, va đập do xe cộ.

Các tác động cũng phải phân loại theo nguồn gốc, tính chất, bản chất:

- Nguồn gốc của chúng, ví dụ như trực tiếp hoặc gián tiếp;

- Sự thay đổi trong không gian, ví dụ như tác động cố định hoặc tự do;

- Bản chất của chúng và/hoặc phản ứng của kết cấu, ví dụ như tĩnh hoặc động.

#### Các giá trị đặc trưng của tác động

Giá trị đặc trưng  $F_k$  của một tác động là giá trị đại diện chính của nó, được quy định:

- Dưới dạng giá trị trung bình, giá trị cận trên hoặc cận dưới, hoặc giá trị danh định (giá trị này không đề cập đến một phân bố thống kê đã biết);

- Trong hồ sơ dự án (cần phù hợp với phương pháp nêu trong EN 1991).

Đối với các tác động thường xuyên, giá trị đặc trưng ( $G_k$ ) được đánh giá như sau:

- Nếu sự thay đổi của G có thể coi là nhỏ, có thể sử dụng một giá trị đơn  $G_k$  (nên lấy bằng giá trị trung bình, hệ số thay đổi trong khoảng 0,05 đến 0,10);

- Nếu sự thay đổi của G không thể coi là nhỏ, phải sử dụng hai giá trị: Giá trị cận trên  $G_{k,sup}$  và giá trị cận dưới  $G_{k,inf}$ .

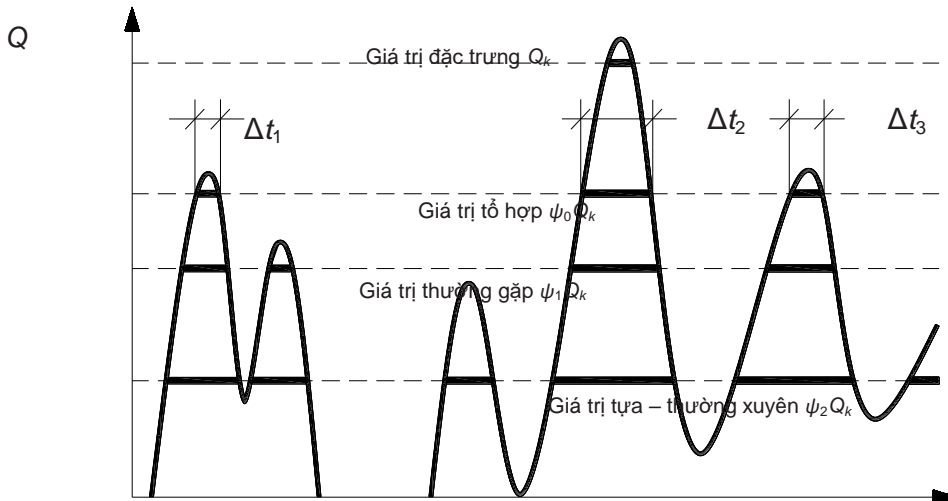
Đối với các tác động thay đổi, giá trị đặc trưng ( $Q_k$ ) phải tương ứng với:

## QUY CHUẨN - TIÊU CHUẨN

- Một giá trị cận trên với xác suất dự định không bị vượt quá hoặc một giá trị cận dưới với xác suất dự định đạt được trong một vài chu kỳ tham chiếu cụ thể;

- Một giá trị danh định, có thể chỉ định trong trường hợp phân bố thống kê không biết.

Giá trị đặc trưng của tác động khí hậu dựa trên xác suất 2% phân thay đổi theo thời gian của tác động khí hậu bị vượt quá trong chu kỳ tham chiếu một năm. Điều này có nghĩa là giá trị này tương đương với chu kỳ lặp trung bình 50 năm cho phân thay đổi theo thời gian.



Hình 1. Phân biệt giữa các giá trị đặc trưng, giá trị tổ hợp, giá trị thường gặp và giá trị tựa-thường xuyên của một tác động thay đổi Q

### Các giá trị đại diện khác của các tác động thay đổi

Các giá trị đại diện khác của tác động thay đổi như sau:

- Giá trị tổ hợp, đại diện bằng tích số  $\psi_0 Q_k$ , dùng để kiểm tra các trạng thái giới hạn cực hạn và các trạng thái giới hạn sử dụng không phục hồi;

- Giá trị thường gặp, đại diện bằng tích số  $\psi_1 Q_k$ , dùng để kiểm tra các trạng thái giới hạn cực hạn liên quan đến tác động sự cố và để kiểm tra các trạng thái giới hạn sử dụng có phục hồi;

- Giá trị tựa-thường xuyên đại diện bằng tích số  $\psi_2 Q_k$ , dùng để kiểm tra các trạng thái giới hạn cực hạn liên quan đến các tác động sự cố và cũng được sử dụng để tính toán các ảnh hưởng dài hạn của các tác động.

Phân biệt giữa các giá trị đặc trưng, giá trị tổ hợp, giá trị thường gặp và giá trị tựa - thường xuyên của tác động thay đổi Q được minh họa ở hình 1.

### *b) Ảnh hưởng môi trường*

Ảnh hưởng môi trường liên quan đến độ bền lâu của kết cấu, cần phải xét đến khi lựa chọn vật liệu,

trong chỉ dẫn kỹ thuật của vật liệu, trong thiết kế kỹ thuật và thiết kế chi tiết.

### *c) Các tính chất vật liệu và sản phẩm*

Các tính chất của các vật liệu cần được đại diện bằng các giá trị đặc trưng:

- Khi một giá trị nhỏ của tính chất vật liệu hoặc sản phẩm gây bất lợi thì giá trị đặc trưng được xác định với giá trị phân vị 5% (giá trị xác suất không đảm bảo là 5%);

- Khi một giá trị lớn của tính chất vật liệu hoặc sản phẩm gây bất lợi thì giá trị đặc trưng cần được xác định với giá trị phân vị 95%.

Giá trị của tính chất vật liệu phải được xác định từ các thí nghiệm được tiêu chuẩn hóa, thực hiện trong các điều kiện quy định.

Các thông số liên quan đến độ cứng kết cấu (như: mô-đun đàn hồi, hệ số từ biến) và hệ số giãn nở nhiệt được đại diện bằng giá trị trung bình.

Khi cần xác định hệ số riêng cho các vật liệu hoặc sản phẩm, thì sử dụng giá trị thiên về an toàn, trừ khi có thông tin thống kê phù hợp để đánh giá độ tin cậy của giá trị được chọn.

## d) Số liệu hình học

Số liệu hình học được đại diện bằng các giá trị đặc trưng hoặc trực tiếp bằng các giá trị thiết kế (ví dụ trường hợp có khiếm khuyết).

## 5. Phân tích kết cấu và thiết kế dựa theo thí nghiệm

### 5.1 Phân tích kết cấu

#### \* Mô hình hoá kết cấu

Việc tính toán, phân tích phải sử dụng các mô hình kết cấu phù hợp với mức chính xác chấp nhận được. Các mô hình này cũng cần phải thích hợp với các trạng thái giới hạn xem xét.

Mô hình kết cấu phải dựa trên cơ sở thực tiễn và lý thuyết công trình. Khi cần thiết, phải kiểm tra bằng thí nghiệm.

#### \* Tác động tĩnh

Mô hình hoá các tác động tĩnh phải phù hợp với quan hệ lực - biến dạng của các kết cấu, tương tác giữa kết cấu với đất nền.

Các điều kiện biên áp dụng cho mô hình phải đại diện cho những điều kiện biên kết cấu.

#### \* Tác động động

Mô hình kết cấu dưới tác dụng của tác động động phải bao gồm các khối lượng, cường độ, độ cứng và các đặc trưng cản dao động.

Trong trường hợp có thể xem các tác động động như là tựa-tĩnh thì các thành phần động có thể thay thế bằng cách nhân các tác động tĩnh với các hệ số động tương đương.

Khi thích hợp (ví dụ như đối với các dao động do gió hoặc tác động động đất) các tác động này có thể được xác định bằng phương pháp phân tích modal (phương pháp tách dạng dao động) dựa trên sự ứng xử tuyến tính của vật liệu và hình học. Đối với kết cấu có dạng hình học, phân bố độ cứng và khối lượng đều đặn, nếu có dạng dao động cơ bản phù hợp thì phương pháp phân tích modal có thể thay thế bằng phương pháp lực tĩnh tương đương.

Các tác động động cũng có thể được biểu thị theo lịch sử thời gian hoặc theo miền tần số, và phản ứng của kết cấu được xác định bằng các phương pháp động thích hợp.

## 5.2 Thiết kế dựa theo thí nghiệm

Thiết kế có thể dựa trên sự kết hợp giữa thí nghiệm và tính toán. Thí nghiệm có thể được thực hiện trong những trường hợp sau đây:

- Nếu không có đủ các mô hình tính toán;
- Nếu sử dụng một số lượng lớn các bộ phận tương tự trong kết cấu;
- Để kiểm tra các giả thiết đưa ra trong thiết kế.

Thiết kế dựa vào các kết quả thí nghiệm phải đạt được độ tin cậy yêu cầu cho tình huống thiết kế xem xét. Phải kể đến tính bất định về thống kê do số lượng hạn chế của các kết quả thí nghiệm.

Các hệ số riêng (bao gồm cả hệ số xét đến tính bất định của mô hình), tương tự như các hệ số riêng dùng trong các tiêu chuẩn từ EN 1991 đến EN 1999, nên được sử dụng.

## 6. Kiểm tra bằng phương pháp hệ số riêng

### 6.1 Tổng quát

Đây là phương pháp chủ đạo trong hệ thống TC Eurocodes. Khi áp dụng phương pháp hệ số riêng (nghĩa là khi các giá trị thiết kế của các tác động và các giá trị thiết kế của khả năng chịu lực được sử dụng trong các mô hình thiết kế), phải kiểm tra sao cho trong tất cả các tình huống thiết kế không có trạng thái giới hạn nào bị vượt quá.

Việc sử dụng các Quy định áp dụng trong EN 1990 chỉ áp dụng cho việc kiểm tra các trạng thái giới hạn cực hạn và các trạng thái giới hạn sử dụng của kết cấu chịu tải trọng tĩnh (kể cả các trường hợp mà các tải trọng động được thay thế bằng các tải trọng tựa-tĩnh tương đương).

### 6.2 Các giá trị thiết kế

#### \* Các giá trị thiết kế của tác động

Giá trị thiết kế  $F_d$  của tác động  $F$  có thể được biểu thị chung như sau:

$$F_d = \gamma_f \psi F_k \quad (1)$$

trong đó:

$F_k$  - giá trị đặc trưng của tác động;

$\gamma_f$  - hệ số riêng của tác động có xét đến khả năng xảy ra sai lệch bất lợi của giá trị tác động so với giá trị đại diện;

$\psi$ -có thể là 1,0 hoặc  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  hoặc  $\psi_2$ .

Đối với các tác động động đất, giá trị  $A_{Ed}$  cần được xác định có xét đến sự ứng xử của kết cấu và các tiêu chí liên quan khác cho chi tiết trong EN 1998 (TCVN 9386:2012 chấp nhận EN 1998-1 và 5).

\* Các giá trị thiết kế của các hệ quả tác động

Các giá trị thiết kế của các hệ quả tác động ( $E_d$ ) có thể biểu diễn dưới dạng hàm  $E\{\dots\}$  như sau:

$$E_d = E\{\gamma_{F,i} F_{rep,i}; a_d\} \quad i \geq 1 \quad \text{với } \gamma_{F,i} = \gamma_{Sd} * \gamma_{f,i} \quad (2)$$

trong đó:

$a_d$ - giá trị thiết kế của số liệu hình học;

$\gamma_{Sd}$  - hệ số riêng xét đến tính bất định trong mô hình hoá các hệ quả của các tác động hoặc mô hình hoá các tác động đối với một số trường hợp.

\* Các giá trị thiết kế của các tính chất vật liệu hoặc sản phẩm

Giá trị thiết kế  $X_d$  của tính chất vật liệu hoặc sản phẩm có thể biểu thị chung như sau:

$$R_d = R\left\{\eta_i \frac{X_{k,i}}{\gamma_{M,i}}; a_d\right\} \quad i \geq 1 \quad \text{với } \gamma_{M,i} = \gamma_{Rd} \times \gamma_{m,i} \quad (5)$$

trong đó:

$\gamma_{Rd}$  - hệ số riêng có kể đến tính bất định trong mô hình khả năng chịu lực;

$X_{k,i}$  - giá trị đặc trưng của tính chất vật liệu  $i$ .

Ngoài cách như biểu thức (5), khả năng chịu lực thiết kế có thể được xác định trực tiếp từ khả năng chịu lực đặc trưng của vật liệu hoặc sản phẩm:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M} \quad (6)$$

**6.3 Các trạng thái giới hạn cực hạn**

a) Các trạng thái giới hạn cực hạn sau đây cần phải xem xét

EQU - Sự mất cân bằng tĩnh học của kết cấu hoặc bộ phận của kết cấu được xem như một vật cứng;

STR - Sự phá hoại hoặc biến dạng quá mức của kết cấu hoặc cấu kiện khi cường độ vật liệu của kết cấu giữ vai trò chủ đạo;

$$X_d = \eta \frac{X_k}{\gamma_m} \quad (3)$$

trong đó:

$X_k$  - giá trị đặc trưng của tính chất vật liệu hoặc sản phẩm;

$\eta$  - giá trị trung bình của hệ số chuyển đổi, có kể đến: Hiệu ứng của khối tích và tỷ lệ; ảnh hưởng của độ ẩm và nhiệt độ; các thông số liên quan khác;

$\gamma_m$  - hệ số riêng của tính chất vật liệu hoặc sản phẩm, có kể đến sai lệch bất lợi so với giá trị đặc trưng và phần ngẫu nhiên của hệ số chuyển đổi  $\eta$ .

\* Các giá trị thiết kế của số liệu hình học

Các giá trị thiết kế của số liệu hình học ( $a_d$ ) được sử dụng để đánh giá các hệ quả tác động hoặc khả năng chịu lực, có thể đại diện bằng các giá trị danh định ( $a_{nom}$ ):

$$a_d = a_{nom} \quad (4)$$

\* Khả năng chịu lực (hay sức kháng) thiết kế

Khả năng chịu lực thiết kế  $R_d$  có thể được biểu diễn đơn giản dưới dạng hàm  $R\{\dots\}$  như sau:

GEO - Sự phá hoại hoặc sự biến dạng quá mức của nền khi cường độ của đất hoặc đá là quan trọng về khả năng chịu lực;

FAT - Sự phá hoại do mỏi của kết cấu hoặc cấu kiện;

UPL - Sự mất cân bằng của kết cấu hoặc nền đất do áp lực nước đẩy nổi;

HYD - Sự đẩy lên do thủy lực, sự xói mòn bên trong và hệ thống dòng nước ngầm trong đất do gradient thủy lực gây ra.

b) Đối với trạng thái EQU, phải kiểm tra điều kiện sau

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stb} \quad (7)$$

trong đó:

$E_{d,dst}$  - giá trị thiết kế của hệ quả các tác động gây mất ổn định;

$E_{d,stb}$  - giá trị thiết kế của hệ quả của các tác động giữ ổn định.

c) Đối với trạng thái STR/GEO, phải kiểm tra điều kiện sau

$$E_d \leq R_d \quad (8)$$

trong đó:  $E_d$  - giá trị thiết kế của hệ quả của các tác động (nội lực, mô-men,...);

$R_d$  - giá trị thiết kế của khả năng chịu lực tương ứng.

d) Tổ hợp tác động đối với các trạng thái giới hạn cực hạn

Các tổ hợp cơ bản (đối với các tình huống thiết kế lâu dài hoặc tạm thời)

Tổ hợp tác động được có thể biểu diễn dưới dạng sau (biểu thức (6.10) của EN 1990):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_p P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (9)$$

hoặc bằng cách khác đối với các trạng thái giới hạn STR và GEO, dưới dạng ít thuận lợi hơn của 2 biểu thức sau (các biểu thức (6.10a) và (6.10b) của EN 1990):

$$\left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_p P "+" \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right. \quad (10)$$

$$\left. \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_p P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \right. \quad (11)$$

trong đó:

“+”- nghĩa là “được tổ hợp với”;

$\Sigma$  - nghĩa là “tổ hợp của các hệ quả”;

$\xi$  - hệ số giảm đối với các tác động thường xuyên bất lợi G.

\* Các tổ hợp trong các tình huống thiết kế bất thường

Tổ hợp trong tình huống bất thường có thể biểu diễn dưới dạng sau (biểu thức (6.11b) của EN 1990):

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" A_d "+" (\psi_{1,1} \text{ hoac } \psi_{2,1}) Q_{k,i} "+" \sum_{i > 1} \psi_{2,1} Q_{k,i} \quad (12)$$

\* Các tổ hợp tác động trong tình huống thiết kế động đất

Tổ hợp trong tình huống động đất có thể biểu diễn dưới dạng sau (biểu thức (6.12b) của EN 1990):

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" A_{Ed} "+" \sum_{i \geq 1} \psi_{2,1} Q_{k,i} \quad (15)$$

Các giá trị của các hệ số  $\gamma$  và  $\psi$  được kiến nghị trong EN 1991 và Phụ lục A của EN 1990.

e) Các hệ số riêng của tính chất vật liệu và sản phẩm

Với các trạng thái giới hạn cực hạn, các hệ số riêng này được xác định trong các TC từ EN 1992 đến EN 1999.

#### 6.4 Các trạng thái giới hạn sử dụng

a) Phải kiểm tra điều kiện sau đối với các trạng thái giới hạn sử dụng

$$E_d \leq C_d \quad (16)$$

trong đó:  $C_d$  - giá trị thiết kế giới hạn về tiêu chí khả năng sử dụng;

$E_d$  - giá trị thiết kế của hệ quả tác động quy định theo tiêu chí về sử dụng, được xác định trên cơ sở của tổ hợp liên quan.

b) Các tiêu chí về khả năng sử dụng

Các biến dạng cần được kể đến có liên quan tới các yêu cầu về khả năng sử dụng được nêu chi tiết trong Phụ lục A của EN 1990 theo loại công trình xây dựng, hoặc theo thỏa thuận với khách hàng/chủ đầu tư hoặc cơ quan chức năng.

Đối với các tiêu chí riêng khác về khả năng sử dụng như bề rộng vết nứt, giới hạn biến dạng..., xem các tiêu chuẩn từ EN 1991 đến EN 1999.

c) Tổ hợp tác động đối với các trạng thái giới hạn sử dụng

\* Tổ hợp đặc trưng

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (17)$$

Tổ hợp đặc trưng thường được sử dụng cho các trạng thái giới hạn không phục hồi.

\* *Tổ hợp thường gặp*

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (18)$$

Tổ hợp thường gặp thường được sử dụng cho các trạng thái giới hạn có phục hồi.

\* *Tổ hợp tựa-thường xuyên*

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (19)$$

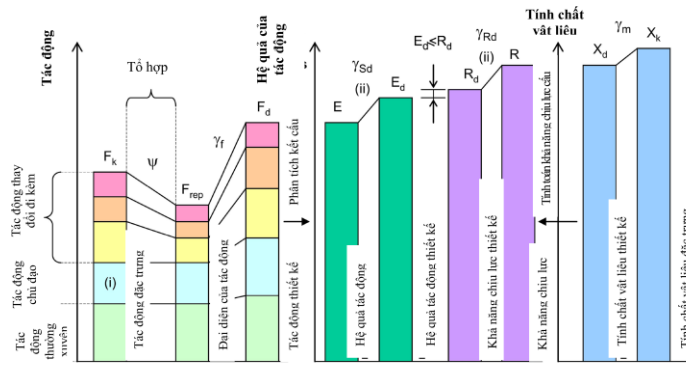
Tổ hợp tựa-thường xuyên thường được sử dụng cho hiệu ứng dài hạn và biểu hiện bề ngoài của kết cấu (võng, nứt,...).

d) *Các hệ số riêng của tính chất vật liệu và sản phẩm*

Với các trạng thái giới hạn sử dụng, các hệ số riêng  $\gamma_M$  của đặc tính vật liệu lấy bằng 1.0.

**6.5 Về kiểm tra các trạng thái giới hạn cực hạn**

Tương quan giữa tác động và khả năng chịu lực khi kiểm tra theo điều kiện  $E_d \leq R_d$  có thể được biểu diễn như hình 2 dưới đây:



**Trạng thái giới hạn cực hạn**  
 Trong hầu hết trường hợp:  $\gamma_F = \gamma_{Sd} * \gamma_f$  và  $\gamma_M = \gamma_{Rd} * \gamma_m$

**Hình 2. Tương quan giữa tác động và khả năng chịu lực**

Như vậy, về phía tác động: từ các giá trị đại diện tác động  $F_{rep}$  thông qua hệ số riêng  $\gamma_f$  sẽ xác định được giá trị thiết kế của tác động  $F_d$ . Qua phân tích kết cấu sẽ thu được hệ quả tác động  $E$ . Tiếp theo, thông qua hệ số riêng  $\gamma_{Sd}$  sẽ xác định được giá trị thiết kế của hệ quả tác động  $E_d$ . Nếu quá trình là tuyến tính thì hệ số riêng  $\gamma_F = \gamma_f * \gamma_{Sd}$ . Trong đó,  $\gamma_f$  kể đến tính bất định của giá trị đại diện của tác động và  $\gamma_{Sd}$  kể đến tính bất định của mô hình tác động và hệ quả tác động.

Về phía khả năng chịu lực: từ các giá trị đặc trưng  $X_k$  thông qua hệ số riêng  $\gamma_m$  sẽ xác định được giá trị thiết kế của các tính chất vật liệu  $X_d$ . Qua các công thức tính toán khả năng chịu lực của tiết diện, cấu kiện sẽ xác định khả năng chịu lực của kết cấu  $R$ . Tiếp đó, thông qua hệ số riêng  $\gamma_{Rd}$  sẽ xác định được giá trị thiết kế của khả năng chịu lực  $R_d$ . Nếu quá trình là tuyến tính thì về cơ bản hệ số riêng  $\gamma_M = \gamma_m * \gamma_{Rd}$ . Trong đó,  $\gamma_m$  kể đến tính bất định của mô hình tính chất vật liệu và  $\gamma_{Rd}$  kể đến tính bất định của mô hình khả năng chịu lực.

**KẾT LUẬN**

Bài báo đã giới thiệu những nội dung quan trọng của dự thảo TCVN EN 1990 trên cơ sở chấp nhận và chuyển dịch EN 1990. Hình 2 nêu trên đã thể hiện rõ nếu  $E_d \leq R_d$  thì kết cấu hoàn toàn đáp ứng các yêu cầu về khả năng chịu lực đối với các trạng thái giới hạn cực hạn. Và đây chính là những điểm mấu chốt không giống nhau giữa thiết kế theo trạng thái giới hạn theo Eurocodes và thiết kế theo trạng thái giới hạn theo các tiêu chuẩn kết cấu hiện hành của nước ta.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

EN 1990:2002 +A1:2005 Eurocode - Basis of structural design, UK, 2010. (Eurocode – Cơ sở thiết kế kết cấu, Bản dịch tiếng Việt, Nhà Xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 2016).

*Ngày nhận bài: 01/4/2022.*

*Ngày nhận bài sửa: 7/4/2022.*

*Ngày chấp nhận đăng: 7/4/2022.*



