

Đánh giá mức độ nguy hiểm của tòa nhà bê tông cốt thép hiện hữu theo TCVN 9381:2012

Assessment of existing reinforced concrete buildings according to TCVN 9381:2012

Phạm Phú Tinh⁽¹⁾, Phạm Minh Hà⁽²⁾

Tóm tắt

Bài báo này trình bày cách áp dụng phương pháp đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà bê tông cốt thép hiện hữu theo TCVN 9381:2012. Ba ví dụ áp dụng cho kết quả đánh giá gây chú ý. Một số nhận xét và bình luận về phương pháp luận và kết quả cũng được nêu ra.

Từ khóa: kiểm tra, đánh giá, tòa nhà bê tông hiện hữu, cải tạo, xuống cấp

Abstract

This paper presents the application of the guidelines for assessing the structural condition of existing reinforced concrete buildings, according to TCVN 9381:2012. Three examples of applications show notable results of the assessment. Some comments and discussions on methodology and results are also provided.

Key words: inspection, assessment, existing concrete buildings, retrofitting, deterioration

1. Giới thiệu

Lĩnh vực xây dựng nói chung, và xây dựng nhà cửa nói riêng là một trong những lĩnh vực công nghiệp rộng lớn nhất, xét về khía cạnh ảnh hưởng kinh tế, xã hội và tác động môi trường. Mức tiêu thụ năng lượng, tiêu thụ vật liệu thô, và rác thải của lĩnh vực xây dựng, tùy từng quốc gia và tùy từng giai đoạn, song nó luôn lớn hơn rất nhiều so với mức tiêu thụ của các lĩnh vực khác. Tỷ lệ công trình xây mới, phá dỡ, hay cải tạo công trình hiện hữu ảnh hưởng trực tiếp đến kinh tế, xã hội và tác động môi trường. Lĩnh vực xây dựng đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển bền vững.

Các công trình xây dựng hiện hữu, có thể bị xuống cấp hoặc hư hại, do ảnh hưởng của môi trường theo thời gian, do sử dụng, do các tác động bất ngờ như động đất hay hỏa hoạn, do các sai sót trong khảo sát, thiết kế và xây dựng, v.v. nên cần được đánh giá để đảm bảo an toàn sử dụng, hay phục vụ mục đích phá dỡ, cải tạo. Đánh giá kết cấu công trình hiện hữu là một nhánh quan trọng trong lĩnh vực xây dựng.

Việc kiểm định, đánh giá các tòa nhà bê tông hiện hữu để đảm bảo an toàn sử dụng, hay phục vụ mục đích phá dỡ, cải tạo đã được Chính phủ và Bộ Xây dựng rất quan tâm, được cụ thể hóa bằng các quy định pháp luật thông qua Chỉ thị số 05/CT-TTg [1], Nghị định số 69/2021/NĐ-CP [2], Nghị định số 06/2021/NĐ-CP [3], và Thông tư số 10/2021/TT-BXD [4]. Hiện tại, Cục Giám định nhà nước về chất lượng công trình xây dựng đã và đang thực hiện đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, mã số RD43-21: “Nghiên cứu xây dựng quy trình đánh giá an toàn công trình trong quá trình khai thác, sử dụng”.

TCVN 9381:2012 [5] là tiêu chuẩn hiện hành được áp dụng để đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà, trong đó phương pháp đánh giá là dựa vào khả năng chịu lực và các biểu hiện bên ngoài của cấu kiện. Song song với [5], trên thế giới cũng có các tiêu chuẩn đánh giá kết cấu hiện hữu [6-13], trong đó phương pháp đánh giá là dựa vào thông tin cập nhật hay dữ liệu thực tế của kết cấu hiện hữu, như đặc trưng vật liệu, tải trọng, kích thước hình học, sức kháng và biến dạng, cùng với việc phân tích và thẩm tra kết cấu có thể theo một trong các cách tiếp cận như phương pháp hệ số riêng, phương pháp dựa vào mức độ hiểu biết kết cấu hiện hữu, phương pháp xác suất, phương pháp phân tích rủi ro. Kết cấu phải đảm bảo trạng thái giới hạn về cường độ và trạng thái giới hạn về sự sử dụng bình thường. Phương pháp đánh giá được nêu trong [5] đơn giản hơn rất nhiều và khác các phương pháp đánh giá được nêu trong [6-13].

Bài báo này trình bày cách áp dụng phương pháp đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà bê tông hiện hữu theo TCVN 9381:2012, trong đó phần 2 nêu tóm tắt phương pháp kèm theo một số nhận xét về phương pháp luận, phần 3 trình bày ba ví dụ áp dụng phương pháp kèm theo các nhận xét về các kết quả đánh giá.

2. Tóm tắt phương pháp đánh giá theo TCVN 9381:2012

Đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà được tiến hành theo ba bước, là:

Bước 1: Đánh giá mức độ nguy hiểm của cấu kiện. Cấu kiện được phân thành hai loại: nguy hiểm và không nguy hiểm. Một cấu kiện được định nghĩa như trong Bảng 1.

Các cấu kiện theo các loại vật liệu khác nhau, được đánh giá theo khả năng chịu lực (KNCL), cấu tạo và liên kết, vết nứt và biến dạng, v.v. Cấu kiện được xem là nguy hiểm khi có một trong những biểu hiện được cho trong Bảng 2.

Nhận xét 1: Việc sử dụng các dấu hiệu bên ngoài, như trị số về biến dạng (độ võng, vết nứt), hay các dấu hiệu xuống cấp để làm cơ sở kết luận mức độ nguy hiểm của cấu kiện, là xa rời lý thuyết trạng thái giới hạn. Việc xác định KNCL của cấu kiện và hiệu ứng tác động không được hướng dẫn, không xét đến tuổi thọ làm

(1) PGS.TS, Giảng viên, Khoa Xây dựng, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, Email: <pphutinh@gmail.com>

(2) PGS.TS, Cục Giám định nhà nước về chất lượng công trình xây dựng, Bộ Xây dựng, Email: <phamha.cgd@gmail.com>

việc còn lại của kết cấu.

Bước 2: Đánh giá mức độ nguy hiểm của bộ phận nhà. Theo TCVN 9381:2012, một tòa nhà gồm ba bộ phận là: (i) Nền móng, (ii) Kết cấu chịu lực phần thân, và (iii) Kết cấu bao che.

Mức độ nguy hiểm của bộ phận nhà được chia thành bốn cấp, là: cấp a: không có cấu kiện nguy hiểm; cấp b: có cấu kiện nguy hiểm; cấp c: nguy hiểm cục bộ, và cấp d: tổng thể nguy hiểm.

Nội dung chính trong bước 2 là xác định các hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà, dựa trên kết quả đánh giá ở bước 1, thông qua tỉ số phần trăm các cấu kiện nguy hiểm.

Tỉ số phần trăm các cấu kiện nguy hiểm trong các bộ phận được tính theo các công thức (1) đến (3), như sau:

$$\rho_{fdm} = \frac{n_{df}}{n_f} \times 100\% \quad (1)$$

$$\rho_{sdm} = \frac{[2, 4n_{dc} + 2, 4n_{dw} + 1, 9(n_{dmb} + n_{drt}) + 1, 4n_{dsb} + n_{ds}]}{[2, 4n_c + 2, 4n_w + 1, 9(n_{mb} + n_{rt}) + 1, 4n_{sb} + n_s]} \times 100\% \quad (2)$$

$$\rho_{esdm} = \frac{n_{des}}{n_{es}} \times 100\% \quad (3)$$

trong đó ρ_{fdm} , ρ_{sdm} , ρ_{esdm} lần lượt là tỉ số phần trăm các cấu kiện nguy hiểm trong các bộ phận nền móng, bộ phận kết cấu phần thân, bộ phận bao che; n_{df} , n_f lần lượt là số móng nguy hiểm và tổng số móng; trong các ký hiệu còn lại, n biểu thị cho số lượng, các chỉ số dưới thì d là viết tắt cho nguy hiểm, c là viết tắt cho cột (ví dụ n_{dc} là số cột nguy hiểm, n_c là tổng số cột); w là tường, mb là dầm chính, rt là vì kèo, sb là dầm phụ, s là bản sàn, es là cấu kiện bao che.

Nhận xét 2: Công thức (2) cho thấy, tất cả các cấu kiện cùng loại đều có mức độ quan trọng như nhau, không phụ thuộc vào vị trí của chúng trong hệ kết cấu. Điều này cho thấy, việc đánh giá đã bỏ qua ứng xử tổng thể của hệ kết cấu, bỏ qua sơ đồ phân tích kết cấu.

Hàm phụ thuộc của các bộ phận nhà được tính theo các công thức (4) đến (7).

$$\mu_a = 1 \quad \text{khí } \rho = 0\% \quad (4)$$

$$\mu_b = \begin{cases} 1 & \text{khí } \rho \leq 5\% \\ (30\% - \rho) / 25\% & \text{khí } 5\% < \rho < 30\% \\ 0 & \text{khí } \rho \geq 30\% \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_c = \begin{cases} 0 & \text{khí } \rho \leq 5\% \\ (\rho - 5\%) / 25\% & \text{khí } 5\% < \rho < 30\% \\ (100\% - \rho) / 70\% & \text{khí } 30\% \leq \rho \leq 100\% \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_d = \begin{cases} 0 & \text{khí } \rho \leq 30\% \\ (\rho - 30\%) / 70\% & \text{khí } 30\% < \rho < 100\% \\ 1 & \text{khí } \rho = 100\% \end{cases} \quad (7)$$

trong đó: μ_a , μ_b , μ_c , μ_d lần lượt là các hàm phụ thuộc cấp a, cấp b, cấp c, và cấp d; ρ là tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm, được tính theo các công thức (1) đến (3).

Bước 3: Đánh giá mức độ nguy hiểm của nhà. Mức độ nguy hiểm được chia thành bốn cấp A, B, C, và D, trong đó: cấp A: KNCL của kết cấu có thể thỏa mãn yêu cầu sử dụng bình thường, chưa có nguy hiểm, kết cấu nhà an toàn; cấp B: KNCL của kết cấu cơ bản đáp ứng yêu cầu sử dụng bình

Bảng 1. Định nghĩa một cấu kiện theo TCVN 9381:2012

Tên một cấu kiện	Định nghĩa
Một móng	- Móng đơn dưới cột, hoặc - Móng băng: Độ dài một trục của một gian, hoặc - Móng bè: Diện tích của một gian
Một đoạn tường	Chiều dài tính toán, một mặt của một gian
Một cột	Chiều cao tính toán của cột
Một dầm, xà gồ, dầm phụ	Chiều dài của chúng
Một bản sàn toàn khối	Diện tích một gian
Một bản sàn đúc sẵn	Một tấm
Một vì kèo, một dàn, v.v.	Là chính nó

Bảng 2. Biểu hiện nguy hiểm của các cấu kiện

Cấu kiện	Biểu hiện nguy hiểm
Cấu kiện bê tông cốt thép	- KNCL của cấu kiện nhỏ hơn 85% hiệu ứng tác động vào nó; - Các trị số về biến dạng (chuyển vị, nứt), các dấu hiệu xuống cấp (bê tông mủn, mục, lớp bê tông bảo vệ bong tróc, cốt thép bị ăn mòn, ...) xem chi tiết trong [5].
Cấu kiện khối xây	- KNCL của cấu kiện chịu nén nhỏ hơn 85% hiệu ứng tác động vào nó; - Các trị số về biến dạng, các dấu hiệu xuống cấp xem chi tiết trong [5].
Cấu kiện thép	- KNCL của cấu kiện nhỏ hơn 90% hiệu ứng tác động vào nó; - Các trị số về biến dạng, các dấu hiệu xuống cấp xem chi tiết trong [5].
Cấu kiện gỗ	- KNCL của cấu kiện nhỏ hơn 90% hiệu ứng tác động vào nó; - Các trị số về biến dạng, các dấu hiệu xuống cấp xem chi tiết trong [5].

thường, cá biệt có cấu kiện ở trạng thái nguy hiểm, nhưng không ảnh hưởng đến kết cấu chịu lực, công trình đáp ứng được yêu cầu sử dụng bình thường; cấp C: KNCL của một bộ phận kết cấu không thể đáp ứng được yêu cầu sử dụng bình thường, xuất hiện tình trạng nguy hiểm cục bộ; và cấp D: KNCL của kết cấu chịu lực không thể đáp ứng được yêu cầu sử dụng bình thường, nhà xuất hiện tình trạng nguy hiểm tổng thể.

Nhận xét 3: Định nghĩa về các cấp độ A, B, C, D trên đây không rõ nghĩa theo lý thuyết trạng thái giới hạn, ở chỗ: “Khả năng chịu lực của kết cấu có thể thỏa mãn yêu cầu sử dụng bình thường”. KNCL và yêu cầu sử dụng bình thường không những là hai trạng thái giới hạn độc lập, mà còn không có yêu cầu phải thỏa mãn lẫn nhau.

Hàm phụ thuộc của nhà được tính theo các công thức (8) đến (11)

$$\mu_A = \max \left[\min(0, 3; \mu_{df}), \min(0, 6; \mu_{as}), \min(0, 1; \mu_{aes}) \right] \quad (8)$$

$$\mu_B = \max \left[\min(0, 3; \mu_{bf}), \min(0, 6; \mu_{bs}), \min(0, 1; \mu_{bes}) \right] \quad (9)$$

$$\mu_C = \max \left[\min(0, 3; \mu_{cf}), \min(0, 6; \mu_{cs}), \min(0, 1; \mu_{ces}) \right] \quad (10)$$

$$\mu_D = \max \left[\min(0, 3; \mu_{df}), \min(0, 6; \mu_{ds}), \min(0, 1; \mu_{des}) \right] \quad (11)$$

trong đó, $\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D$ lần lượt là hàm phụ thuộc của

nhà cấp A, B, C, D. Các hàm phụ thuộc của bộ phận nhà μ , với các chỉ số dưới a, b, c, d lần lượt ứng với cấp a, b, c, d của bộ phận nhà, f, s, es lần lượt ứng với các bộ phận móng, kết cấu phần thân, bao che (ví dụ μ_{df} là hàm phụ thuộc cấp d của bộ phận móng).

Mức độ nguy hiểm của tòa nhà có thể được đánh giá theo các điều kiện (12) đến (15) như sau:

$$\text{Nhà nguy hiểm cấp A: } \max(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D) = \mu_A \quad (12)$$

$$\text{Nhà nguy hiểm cấp B: } \max(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D) = \mu_B \quad (13)$$

$$\text{Nhà nguy hiểm cấp C: } \max(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D) = \mu_C \quad (14)$$

Nhà nguy hiểm cấp D:

$$\begin{cases} \max(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D) = \mu_D; & \text{(a) hoặc} \\ \mu_{df} = 1; & \text{(b) hoặc} \\ \mu_{ds} = 1 & \text{(c)} \end{cases} \quad (15)$$

3. Các ví dụ áp dụng

Phần này trình bày ba ví dụ bằng số, nhằm áp dụng phương pháp đã được trình bày trong phần 2 để đánh giá tòa nhà, và từ kết quả đánh giá đưa ra các nhận xét.

Ví dụ 1: Đánh giá mức độ nguy hiểm cho một tòa nhà BTCT, có 40% móng nguy hiểm, 50% cấu kiện chịu lực phần thân nguy hiểm, 0% cấu kiện bao che nguy hiểm.

Lời giải: Tỷ lệ phần trăm cấu kiện nguy hiểm của các bộ phận: móng, kết cấu phần thân, bộ phận bao che lần lượt là $\rho_{fdm} = 40\%$, $\rho_{sdm} = 50\%$, $\rho_{esdm} = 0\%$

Áp dụng các công thức (4) đến (7), tính được hàm phụ thuộc của các bộ phận (móng – f; thân – s; bao che – es) như sau:

$$\text{Cấp a: } \mu_{af} = 0; \mu_{as} = 0; \mu_{aes} = 1$$

$$\text{Cấp b: } \mu_{bf} = 0; \mu_{bs} = 0; \mu_{bes} = 1$$

Cấp c:

$$\mu_{cf} = (100 - 40)/70 = 0,85; \mu_{cs} = (100 - 50)/70 = 0,71; \mu_{ces} = 0$$

Cấp d:

$$\mu_{df} = (40 - 30)/70 = 0,14; \mu_{ds} = (50 - 30)/70 = 0,28; \mu_{des} = 0$$

Áp dụng các công thức (8) đến (11), tính được hàm phụ thuộc của nhà như sau:

$$\text{Cấp A: } \mu_A = \max[\min(0, 3; 0), \min(0, 6; 0), \min(0, 1; 1)] = 0,1$$

$$\text{Cấp B: } \mu_B = \max[\min(0, 3; 0), \min(0, 6; 0), \min(0, 1; 1)] = 0,1$$

Cấp C:

$$\mu_C = \max[\min(0, 3; 0,85), \min(0, 6; 0,71), \min(0, 1; 0)] = 0,6$$

Cấp D:

$$\mu_D = \max[\min(0, 3; 0,14), \min(0, 6; 0,28), \min(0, 1; 0)] = 0,28$$

Đánh giá mức độ nguy hiểm của nhà theo các điều kiện (12) đến (15), có:

$$\max(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_D) = \max(0,1; 0,1; 0,6; 0,28) = 0,6 = \mu_C$$

Kết luận: Nhà nguy hiểm cấp C.

Với các công thức từ (4) đến (15), có thể dễ dàng lập thành bảng tính trợ giúp, như bảng 5, để xác định cấp nguy hiểm của tòa nhà theo tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm, mà không cần phải tính các hàm phụ thuộc. Bảng 3 và bảng 4 là hai trường hợp riêng, bảng 5 là một bảng tổng quát.

Nhận xét 4: Bảng 3 cho thấy, nếu tòa nhà không có cấu kiện móng và cấu kiện chịu lực nào nguy hiểm, thì với bất kỳ tỉ lệ cấu kiện bao che nguy hiểm nào, tòa nhà luôn có mức độ nguy hiểm cấp A. Nói cách khác, tỉ số phần trăm cấu kiện bao che nguy hiểm không ảnh hưởng đến cấp nguy hiểm của tòa nhà.

Nhận xét 5: Bảng 4 cho thấy, nếu tòa nhà không có cấu kiện chịu lực nào nguy hiểm, nó sẽ có mức độ nguy hiểm cấp D khi và chỉ khi 100% móng nguy hiểm, còn không, nó luôn có mức độ nguy hiểm cấp A, không bao giờ có mức độ nguy hiểm cấp B và cấp C. Nói cách khác, ngoại trừ trường hợp tất cả móng nguy hiểm, thì tỉ số phần trăm móng nguy hiểm không ảnh hưởng gì đến cấp nguy hiểm của tòa nhà. Những điều này là không hợp lý.

Nhận xét 6: Bảng 5 cho thấy, mức độ nguy hiểm của tòa nhà là cấp A, B, C, hay D chỉ phụ thuộc vào tỉ số phần trăm cấu kiện chịu lực phần thân nguy hiểm, mà không phụ thuộc vào tỉ lệ móng nguy hiểm. Điều này là không hợp lý. Ngoài ra, nhóm tình huống số 4 cho thấy điều kiện trong công thức (15b) là không cần thiết.

Ví dụ 2: Một tòa nhà một tầng, và một tòa nhà 10 tầng có mặt bằng giống nhau, như Hình 1. Kết cấu cột bê tông cốt thép và sàn bê tông cốt thép không dầm đỡ toàn khối. Giả sử hai tòa nhà đều có bốn cột trục D tầng một là nguy hiểm, xét theo tính năng chịu lực. Tất cả các cấu kiện khác, gồm móng, các cột còn lại, các ô bản, các cấu kiện bao che là không nguy hiểm. Yêu cầu đánh giá mức độ nguy hiểm của mỗi tòa nhà.

Trước khi xác định cấp nguy hiểm, có thể thấy rằng, với bốn cột nguy hiểm như đã cho, nguy cơ sụp đổ của tòa nhà 10 tầng là cao hơn nguy cơ sụp đổ của tòa nhà một tầng.

Trước hết, xem xét tòa nhà một tầng: Tổng số cột của tòa nhà là $n_c = 16$, Tổng số cột nguy hiểm là $n_{dc} = 4$. Tổng số dầm chính là $n_{mb} = 0$, tổng số dầm phụ là $n_{sb} = 0$. Tổng số ô bản là $n_s = 9$, tổng số ô bản nguy hiểm là $n_{ds} = 0$.

Thay số vào công thức (2), tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu chịu lực là:

$$\rho_{sdm} = \frac{2,4 \times 4 + 0}{2,4 \times 16 + 9} \times 100\% = 20,25\%$$

Đối chiếu với bảng 5, cho thấy tòa nhà một tầng nguy hiểm cấp C.

Tiếp theo, xem xét tòa nhà 10 tầng: Tổng số cột của tòa nhà là $n_c = 16 \times 10 = 160$, tổng số cột nguy hiểm là $n_{dc} = 4$. Tổng số dầm chính là $n_{mb} = 0$, tổng số dầm phụ là $n_{sb} = 0$. Tổng số ô bản là $n_s = 9 \times 10 = 90$, tổng số ô bản nguy hiểm là $n_{ds} = 0$.

Tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong kết cấu chịu lực là:

$$\rho_{sdm} = \frac{2,4 \times 4 + 0}{2,4 \times 160 + 90} \times 100\% = 2,02\%$$

Đối chiếu với Bảng 5, cho thấy tòa nhà 10 tầng nguy hiểm cấp B.

Nhận xét 7: Tòa nhà 10 tầng ít nguy hiểm hơn tòa nhà

Bảng 3. Cấp nguy hiểm của tòa nhà khi chỉ có cấu kiện bao che nguy hiểm

Các nhóm tình huống	Tỉ số % cấu kiện nguy hiểm			Cấp nguy hiểm của tòa nhà
	Móng	Kết cấu chịu lực phần thân	Cấu kiện bao che	
1	$\rho_{fdm} = 0\%$	$\rho_{sdm} = 0\%$	$0\% \leq \rho_{esdm} \leq 100\%$	A

Bảng 4. Cấp nguy hiểm của tòa nhà khi chỉ có cấu kiện móng nguy hiểm

Các nhóm tình huống	Tỉ số % cấu kiện nguy hiểm			Cấp nguy hiểm của tòa nhà
	Móng	Kết cấu chịu lực phần thân	Cấu kiện bao che	
1	$\rho_{fdm} < 100\%$	$\rho_{sdm} = 0\%$	$\rho_{esdm} = 0\%$	A
2	$\rho_{fdm} = 100\%$	$\rho_{sdm} = 0\%$	$\rho_{esdm} = 0\%$	D

Bảng 5. Bảng trợ giúp đánh giá

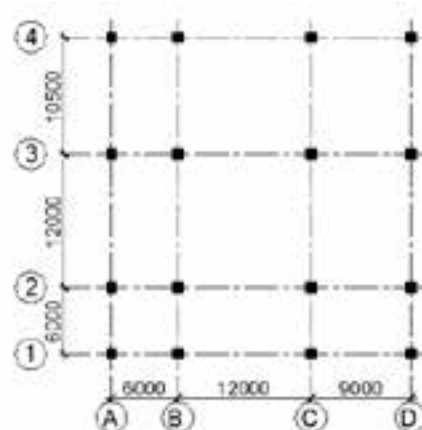
Các nhóm tình huống	Tỉ số % cấu kiện nguy hiểm			Cấp nguy hiểm của tòa nhà
	Móng	Kết cấu chịu lực phần thân	Cấu kiện bao che	
1	$0\% \leq \rho_{fdm} < 100\%$	$\rho_{sdm} = 0\%$	$0\% \leq \rho_{esdm} \leq 100\%$	A
2	$0\% \leq \rho_{fdm} < 100\%$	$0\% < \rho_{sdm} \leq 17,5\%$	$0\% \leq \rho_{esdm} \leq 100\%$	B
3	$0\% \leq \rho_{fdm} < 100\%$	$17,5\% < \rho_{sdm} \leq 65\%$	$0\% \leq \rho_{esdm} \leq 100\%$	C
4	$0\% \leq \rho_{fdm} < 100\%$	$\rho_{sdm} > 65\%$	$0\% \leq \rho_{esdm} \leq 100\%$	D
5	$\rho_{fdm} = 100\%$	$\rho_{sdm} = 0\%$	$\rho_{esdm} = 0\%$	D

một tầng, chỉ vì tỉ lệ phần trăm cột nguy hiểm ít hơn, điều này là không hợp lý. Ngoài ra, có thể thấy rằng, ở đây việc đánh giá cấp độ nguy hiểm của tòa nhà chỉ phụ thuộc vào số lượng cột nguy hiểm, không xét đến vị trí của các cột nguy hiểm đó, chẳng hạn, các cột nguy hiểm ở tầng dưới sẽ khác các cột nguy hiểm ở tầng trên, cột ở góc khác cột ở biên và cột ở giữa, hay các cột nguy hiểm tập trung liên nhau ở một khu vực sẽ khác các cột nguy hiểm phân bố rải rác. Điều này cho thấy, việc đánh giá đã bỏ qua ứng xử tổng thể của hệ kết cấu, bỏ qua sơ đồ phân tích kết cấu.

Ví dụ 3: Tòa nhà 10 tầng như trong ví dụ 2, giả sử dưới mỗi chân cột là một móng. Yêu cầu đánh giá mức độ nguy hiểm của tòa nhà trong bốn tình huống sau: (i) Tình huống 1 (TH1): tòa nhà có 15/16 móng nguy hiểm, nghĩa là tất cả các cấu kiện còn lại gồm 01 móng trục A1, toàn bộ kết cấu phần thân, toàn bộ cấu kiện bao che là không nguy hiểm, (ii) TH2: tòa nhà chỉ có 01 cột tầng trên cùng nguy hiểm; (iii) TH3: tòa nhà có toàn bộ cột tầng một nguy hiểm, và (iv) TH4: tòa nhà có toàn bộ cột của hai tầng dưới cùng nguy hiểm. Các cấu kiện được đánh giá là nguy hiểm đều dựa trên tính năng chịu lực.

Lời giải: Tỉ số phần trăm cấu kiện nguy hiểm trong móng, kết cấu chịu lực phần thân, lần lượt được tính theo các công thức (1) đến (2) và được đối chiếu với bảng 5, kết quả đánh giá được cho trong bảng 6

Nhận xét 8: Bảng 6 cho thấy, (i) tòa nhà có 15/16 móng nguy hiểm, mà vẫn thuộc cấp A, và (ii) mức độ nguy hiểm

**Hình 1. Hình minh họa cho ví dụ 2**

của tòa nhà trong các tình huống TH2, TH3, và TH4 là như nhau. Những điều này là không hợp lý.

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày phương pháp đánh giá kết cấu theo TCVN 9381:2012, và áp dụng phương pháp cho ba ví dụ. Một bảng trợ giúp đánh giá rất đơn giản đã được lập, giúp việc đánh giá không cần thiết phải tính toán các hàm phụ thuộc.

Bảng 6. Kết quả đánh giá của ví dụ 3

Tình huống	Tỉ số % cấu kiện nguy hiểm			Cấp nguy hiểm của tòa nhà
	Móng	Kết cấu chịu lực phần thân	Cấu kiện bao che	
TH1	$\rho_{fđm} = 93,75\%$	$\rho_{sdm} = 0\%$	$\rho_{esdm} = 0\%$	A
TH2	$\rho_{fđm} = 0\%$	$\rho_{sdm} = 0,5\%$	$\rho_{esdm} = 0\%$	B
TH3	$\rho_{fđm} = 0\%$	$\rho_{sdm} = 8,1\%$	$\rho_{esdm} = 0\%$	B
TH4	$\rho_{fđm} = 0\%$	$\rho_{sdm} = 16,2\%$	$\rho_{esdm} = 0\%$	B

Bên cạnh các nhận xét đã nêu ở phần 2 và phần 3, có thể kết luận thêm rằng, phương pháp đánh giá theo TCVN 9381:2012 rất dễ áp dụng, tuy nhiên phương pháp đánh giá này còn nhiều bất cập, và kết quả đánh giá có thể không chính xác.

Lời cảm ơn: Bài báo này được hoàn thành trong khuôn khổ đề tài NCKH cấp Bộ, mã số RD43-21: “Nghiên cứu xây dựng quy trình đánh giá an toàn công trình trong quá trình khai thác, sử dụng”.

Tài liệu tham khảo

1. Chỉ thị 05/CT-TTg, ngày 15/2/2016, về việc kiểm tra, rà soát, đánh giá an toàn chịu lực nhà ở và công trình công cộng cũ, nguy hiểm tại đô thị.
2. Nghị định số 69/2021/NĐ-CP, ngày 15/7/2021, về cải tạo, xây dựng lại nhà chung cư.
3. Nghị định số 06/2021/NĐ-CP, ngày 26/01/2021. Quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng, thi công xây dựng và bảo trì công trình xây dựng.
4. Thông tư số 10/2021/TT-BXD, ngày 25/8/2021. Hướng dẫn một số điều và biện pháp thi hành Nghị định số 06/2021/NĐ-CP ngày 26/01/2021 và Nghị định số 44/2016/NĐ-CP ngày 15/5/2016.
5. TCVN 9381:2012. Hướng dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà.
6. ACI 437R-19. Strength Evaluation of Existing Concrete Buildings.
7. ACI 364.1R-94 (Reapproved 1999). Guide for Evaluation of Concrete Structures Prior Rehabilitation.
8. ASCE 11-99. Guideline for Structural Condition Assessment of Existing Buildings.
9. ASCE/SEI 41-17. Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings.
10. Eurocode 8. Design of structures for earthquake resistance, Part 3: Assessment and retrofitting of buildings.
11. ISO 13822:2010. Bases for design of structures - Assessment of existing structures.
12. JCSS. Probabilistic Assessment of Existing Structures. RILEM publications, 2001.
13. JRC 94918 (EUR 27128 EN), 2015. New European Technical Rules for the Assessment and Retrofitting of Existing Structures.

Hiệu quả nội bảo dưỡng vữa xi măng...

(tiếp theo trang 93)

4. Kết luận

Cát nhẹ LS và SAP sản xuất trong nước có thể đáp ứng yêu cầu kỹ thuật để làm vật liệu nội bảo dưỡng cho vữa cường độ cao. Sử dụng LS đem lại hiệu quả giảm co nội sinh cho vữa tốt hơn SAP. Khi sử dụng SAP cần lưu ý hiện tượng biến đổi cấu trúc nước hấp thụ bởi tác động của môi trường kiềm hồ xi măng.

Với các đặc tính hút nước, nhả nước phù hợp của LS, trên cơ sở tính toán và lựa chọn hàm lượng của nó theo các cơ sở lý thuyết về nội bảo dưỡng, có thể đem lại hiệu quả tốt về giảm co nội sinh (trên 50%) và nâng cao cường độ chịu nén của vữa (5-11%) so với mẫu đối chứng./.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Duy Hiếu, Cơ sở khoa học về nội bảo dưỡng cho bê tông, Tạp chí Xây dựng, 2016.
2. Nguyen Duy Hieu, Le Quang Hung, Water movement in Internally Cured Concrete, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 365, Modern Building Materials, 032029, 2018.
3. Dale P.Bentz, Peitro Luna, John W Roberts, Mixture Proportioning for Internal curing, NIST- National Institute of Standards and Technology, 2005.
4. ACI (308-213)R-13 Report on Internally Cured Concrete Using Prewetted Absorptive Aggregate.
5. ASTM C1498-04a(2016) Standard Test Method for Hygroscopic Sorption Isotherms of Building Materials.
6. ASTM C1698-19 Standard Test Method for Autogenous Strain of Cement Paste and Mortar.
7. ASTM C1761-17 Standard Specification for Lightweight Aggregate for Internal Curing of Concrete.