

ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY VÀ TÌNH TRẠNG KỸ THUẬT CỦA KẾT CẤU XÂY DỰNG THEO NHỮNG DẤU HIỆU HƯ HỎNG MẶT NGOÀI CÔNG TRÌNH

PGS.TS. NGUYỄN XUÂN CHÍNH, KS. NGUYỄN CHÍ HIẾU
Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Trong một số bài báo kể từ số này sẽ lần lượt trình bày phương pháp đánh giá nhanh độ tin cậy của công trình xây dựng trên cơ sở những dấu hiệu hư hỏng hiện hữu, đồng thời dự báo xác suất xảy ra sự cố của công trình.

1. Đặt vấn đề

Trong quá trình khai thác sử dụng cũng như quá trình khảo sát, quan trắc công trình xây dựng, để đánh giá tình trạng kỹ thuật của kết cấu có thể sử dụng kết quả khảo sát thông qua các dấu hiệu hư hỏng mặt ngoài công trình.

Thực tế cho thấy trong quá trình khai thác sử dụng độ tin cậy của kết cấu luôn thay đổi vì nó liên quan đến sự thay đổi của tải trọng và tác động cũng như khả năng chịu lực của kết cấu do các hư hỏng khác nhau. Khi kết cấu ở mức độ tin cậy nào đó thì sẽ xuất hiện những hư hỏng đáng kể như xuất hiện vết nứt, mất ổn định, biến dạng dẻo, bị ăn mòn nặng,...

Thông qua kết quả khảo sát đánh giá sẽ giúp cho nhà tư vấn của chủ đầu tư hoặc người sử dụng xác định được mức độ tin cậy và đưa ra biện pháp gia cố xử lý nhằm đảm bảo an toàn cho công trình.

2. Đánh giá độ tin cậy của công trình theo mức độ hư hỏng

Hư hỏng của kết cấu xây dựng được phân làm hai nhóm phụ thuộc vào nguyên nhân gây hư hỏng: do tác động của lực hoặc do tác động của môi trường. Phụ thuộc vào mức độ hư hỏng và tình trạng kỹ thuật của kết cấu có thể đánh giá công trình theo 5 mức: bình thường, đạt yêu cầu, chưa đạt yêu cầu, không đạt yêu cầu, và nguy hiểm.

Ảnh hưởng của hư hỏng đến độ tin cậy của kết cấu được đánh giá qua hệ số tin cậy tổng hợp [8]:

$$\gamma_0 = \gamma_m \cdot \gamma_c \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \quad (1)$$

Trong đó:

γ_m - hệ số tin cậy của vật liệu;

γ_c - hệ số điều kiện làm việc;

γ_f - hệ số tin cậy của tải trọng;

γ_n - hệ số tin cậy theo công năng.

Độ tin cậy tương đối γ của kết cấu trong khai thác sử dụng được tính theo công thức:

$$y = \frac{\gamma}{\gamma_0} \quad (2)$$

Mức độ hư hỏng ε của kết cấu được xác định như sau: $\varepsilon = 1 - y$ (3)

Ở đây: γ - hệ số tin cậy thực tế của kết cấu có xét đến các hư hỏng hiện có.

Giá trị của y và ε cũng như giá trị dự toán C để sửa chữa gia cường nhằm phục hồi chất lượng so với giá trị ban đầu được cho trong bảng 1.

Bảng 1. Phân loại tình trạng kỹ thuật của công trình xây dựng

Phân loại tình trạng kỹ thuật	Mô tả tình trạng kỹ thuật	Độ tin cậy tương đối: y	Mức độ hư hỏng: ε	Dự toán sửa chữa C (%)
1	Không có hư hỏng, tình trạng kỹ thuật bình thường. Đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế.	1	0	0
2	Đáp ứng yêu cầu sử dụng, khả năng chịu lực theo trạng thái giới hạn	0,95	0,05	0 - 11

	thứ hai (độ võng, bề rộng vết nứt,...) có thể bị vi phạm nhưng vẫn đảm bảo sử dụng bình thường song cần có biện pháp chống ăn mòn và sửa chữa các hư hỏng nhỏ.			
3	Chưa đáp ứng hoàn toàn yêu cầu sử dụng. Khả năng làm việc có hạn chế. Tồn tại hư hỏng làm giảm khả năng chịu lực. Để tiếp tục sử dụng cần tiến hành sửa chữa nhỏ.	0,85	0,15	12 - 36
4	Không đáp ứng yêu cầu sử dụng. Tồn tại hư hỏng ảnh hưởng đến khai thác sử dụng. Yêu cầu sửa chữa lớn mới đưa vào sử dụng.	0,75	0,25	37 - 90
5	Tình trạng nguy hiểm. Tồn tại hư hỏng có thể dẫn đến phá hủy kết cấu. Yêu cầu giảm tải khẩn cấp và có biện pháp chống đỡ kịp thời. Khoanh vùng nguy hiểm.	0,65	0,35	91 - 130

Đánh giá tình trạng kỹ thuật của kết cấu thép, bê tông cốt thép, kết cấu gạch đá sẽ được giới thiệu trong những phần tiếp theo công bố sau bài báo này.

Đánh giá tổng hợp độ tin cậy của kết cấu cần tiến hành theo những hư hỏng lớn nhất và nguy hiểm nhất trên bộ phận cấu kiện hoặc kết cấu.

Đánh giá tổng hợp mức độ hư hỏng của công trình theo công thức:

$$\varepsilon = \frac{\alpha_1 \varepsilon_1 + \alpha_2 \varepsilon_2 + \dots + \alpha_i \varepsilon_i}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_i} \quad (4)$$

Trong đó: $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_i$ - giá trị hư hỏng lớn nhất theo loại kết cấu; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i$ - hệ số tầm quan trọng theo loại kết cấu.

Khi đánh giá công trình cần xét tới giá trị hư hỏng lớn nhất vì sự cố công trình thường do hư hỏng lớn gây ra.

Hệ số tầm quan trọng của kết cấu được thiết lập trên cơ sở đánh giá của chuyên gia có xét đến hậu quả kinh tế - xã hội do loại kết cấu đó bị phá hủy và tính chất phá hủy (phá hủy với các dấu hiệu báo trước như có giai đoạn biến dạng dẻo hoặc phá hủy dòn).

Khi không có cơ sở để chọn giá trị hệ số tầm quan trọng thì có thể lấy các giá trị α_i như sau:

- Sàn và mái: $\alpha = 2$;
- Dầm: $\alpha = 4$;
- Dàn: $\alpha = 7$;
- Cột: $\alpha = 8$;
- Tường chịu lực và móng: $\alpha = 3$;
- Các dạng kết cấu khác: $\alpha = 2$.

Giá trị hư hỏng của kết cấu xây dựng sau t năm sử dụng được xác định theo công thức:

$$\varepsilon = 1 - e^{-\lambda t} \quad (5)$$

Trong đó:

$$\lambda = \frac{-\ln y}{t\varphi} \quad \text{- hao mòn thường xuyên xác định theo số liệu quan trắc căn cứ vào sự thay đổi khả năng chịu}$$

lực vào thời điểm khảo sát;

y - độ tin cậy tương đối, xác định theo phân loại tình trạng kỹ thuật của kết cấu phụ thuộc vào hư hỏng;

tφ - thời gian khai thác sử dụng (năm) ở thời điểm khảo sát.

Thời gian sử dụng kết cấu (năm) đến khi cần tiến hành sửa chữa lớn được xác định theo công thức:

$$t = \frac{0,16}{\lambda} \quad (6)$$

Thời gian khai thác sử dụng công trình đến trạng thái có thể xảy ra sự cố tính theo công thức:

$$t_0 = \frac{0,22}{\lambda} \text{ (năm)} \quad (7)$$

3. Đánh giá tình trạng kỹ thuật của kết cấu xây dựng theo những dấu hiệu mặt ngoài công trình

Trong phần này lần lượt đưa ra các dấu hiệu để đánh giá tình trạng kỹ thuật của kết cấu thép, kết cấu bê tông cốt thép và kết cấu gạch đá.

Bảng 2. Đánh giá tình trạng kỹ thuật của kết cấu thép theo dấu hiệu mặt ngoài công trình

Phân loại tình trạng kết cấu	Dấu hiệu do lực tác động lên kết cấu	Dấu hiệu do môi trường tác động lên kết cấu
1	Không	Không
2	Không	Một số chỗ bị bong lớp bảo vệ chống ăn mòn. Trên một số chỗ bị ăn mòn đến 5 % tiết diện. Một vài chỗ bị biến dạng do va chạm hay các tác động khác làm suy yếu tiết diện đến 5 %.
3	Độ võng của cấu kiện chịu uốn vượt quá (1/150).L	Rỉ làm giảm tiết diện cấu kiện chịu lực tới 15 %. Một vài chỗ bị biến dạng do va chạm làm suy yếu tiết diện đến 15 %.
4	Độ võng của cấu kiện chịu uốn lớn hơn (1/75).L. Mất ổn định cục bộ. Bu lông liên kết bị đứt. Có vết nứt ở các cấu kiện thứ yếu.	Ăn mòn làm giảm tiết diện cấu kiện chịu lực đến 25 %. Vết nứt ở mối hàn. Hư hỏng làm yếu tiết diện đến 25 %. Dàn bị nghiêng quá 15 ⁰ so với mặt phẳng đứng.
5	Độ võng của cấu kiện chịu uốn lớn hơn (1/50).L. Mất ổn định ở dầm hoặc các cấu kiện chịu uốn. Cấu kiện chịu kéo bị đứt. Có vết nứt ở các cấu kiện chủ yếu.	Ăn mòn làm giảm tiết diện của cấu kiện chịu lực lớn hơn 25%. Mối nối bị tách cùng với chuyển vị của gối tựa.

Bảng 3. Đánh giá tình trạng kỹ thuật của kết cấu bê tông cốt thép theo các dấu hiệu mặt ngoài công trình

Phân loại tình trạng kết cấu	Dấu hiệu do lực tác động lên kết cấu	Dấu hiệu do môi trường tác động lên kết cấu
1	Vết nứt nhỏ dưới 0,1 mm.	Bị rỉ một vài chỗ.
2	Vết nứt trong vùng kéo của bê tông không quá 0,3 mm.	Một vài chỗ có lớp bảo vệ mỏng, có hiện tượng rỉ cốt thép dai và thép cấu tạo. Bong tróc sườn bê tông. Trên bề mặt bê tông có vết ẩm làm thay đổi màu bê tông.
3	Vết nứt trong vùng kéo của bê tông đến 0,5 mm.	Xuất hiện vết nứt bê tông dọc theo cốt thép do cốt thép bị ăn mòn. Cốt thép bị ăn mòn đến 10% diện tích. Bê tông bảo vệ trong vùng chịu kéo nằm giữa các cốt thép dễ dàng bong vỡ. Cường độ của bê tông giảm đến 20 %.
4	Bề rộng vết nứt theo phương vuông góc với trục dầm đến 1mm và chiều dài vết nứt lớn hơn 3/4 chiều cao dầm. Bề rộng vết nứt xuyên trong cột không quá 0,5 mm. Độ võng của cấu kiện chịu uốn lớn hơn (1/75).L.	Lớp bê tông bảo vệ bị bóc tách làm lộ cốt thép. Cốt thép bị ăn mòn đến 15 %. Cường độ bê tông bị suy giảm đến 30 %
5	Bề rộng vết nứt vuông góc với trục dầm lớn hơn 1mm và chiều dài vết nứt lớn hơn 3/4 chiều cao dầm. Vết nứt xiên cắt vùng gối tựa và vùng cốt thép neo chịu kéo của dầm. Vết nứt xiên trong cấu kiện chịu nén. Cốt thép trong vùng chịu nén bị phình. Một số cốt thép trong vùng chịu kéo bị đứt, bê tông vùng nén bị vỡ. Độ võng của cấu kiện chịu uốn lớn hơn (1/50).L và có vết nứt vùng kéo lớn hơn 0,5 mm.	Cốt thép bị lộ hoàn toàn. Cốt thép bị ăn mòn lớn hơn 15% tiết diện. Cường độ bê tông giảm hơn 30 %. Mối nối bị tách.

Bảng 4. Đánh giá tình trạng kỹ thuật của kết cấu gạch đá theo dấu hiệu mặt ngoài công trình

Phân loại tình trạng kết cấu	Dấu hiệu do lực tác động lên kết cấu	Dấu hiệu do môi trường tác động lên kết cấu
1	Có vết nứt ở các viên xây, mạch vữa không bị nứt.	Không
2	Có vết nứt nhỏ nhưng xuyên không quá 2 hàng gạch xây, chiều dài vết nứt từ 15 - 18 mm.	Mạch vữa xây bị phong hóa có chiều sâu nhỏ hơn 1 cm.
3	Có vết nứt nhưng xuyên không quá 4 hàng gạch xây.	Khối xây bị phong hóa có chiều sâu đến 15 % chiều dày, gạch ốp bị bong.
4	Có vết nứt đứng và xiên trong tường chịu lực xuyên quá 4 hàng gạch xây. Hình thành các vết nứt đứng giữa tường dọc và tường ngang. Hư hỏng cục bộ của khối xây sâu đến 2 cm dưới gối dàn, dầm. Có vết nứt trong các lanh tô.	Khối xây bị phong hóa có chiều sâu đến 25 % chiều dày, gạch ốp bị bong. Tấm sàn bị xô dịch ở vùng gối, khoảng cách xô dịch nhỏ hơn 1/5 chiều dài gối nhưng không quá 2 cm.
5	Vết nứt đứng và xiên trong tường và cột chịu lực suốt chiều cao tường. Tường dọc và ngang bị tách rời. Khối xây dưới gối dầm, dàn bị hư hỏng, lanh tô bị nứt, gạch bị vỡ, có vết nứt xuyên qua 3 hàng gạch xây.	Phong hóa có chiều sâu tới 40 % chiều dày khối xây. Tường bị nghiêng và bị phình lớn hơn 1/3 chiều dày tường trong tầng. Tấm sàn bị xô dịch lớn hơn 1/5 chiều dài gối vào tường.

4. Ví dụ tính toán độ tin cậy của kết cấu nhà và công trình

Yêu cầu xác định tình trạng kỹ thuật của kết cấu nhà công nghiệp một tầng, biết kết cấu chủ yếu của ngôi nhà như sau:

Móng dưới các chân cột là móng đơn giằng cấp bằng bê tông cốt thép, tường xây gạch trên các bloc móng, cột bằng bê tông cốt thép, mái bằng các tấm bê tông cốt thép đúc sẵn gác lên các vì kèo thép, dầm cầu trục bằng thép.

Trên cơ sở khảo sát có được các kết quả sau đây về tình trạng hư hỏng của các kết cấu chịu lực:

- Móng bê tông cốt thép (đào lộ móng) có hiện tượng ăn mòn cốt thép, theo bảng 3 phân loại tình trạng kỹ thuật nhóm 2. Theo bảng 1 mức độ hư hỏng được xác định $\varepsilon_1 = 0,05$;

- Tường xây gạch có các vết nứt ở dưới gối chân vì kèo xuyên qua 3 hàng gạch, theo bảng 4 phân loại tình trạng kỹ thuật nhóm 4. Mức độ hư hỏng $\varepsilon_2 = 0,25$;

- Cột bê tông cốt thép có vết nứt dọc theo cốt thép chịu lực do bị ăn mòn với mức độ ăn mòn đến 10 % tiết diện, theo bảng 3 phân loại tình trạng kỹ thuật nhóm 3. Mức độ hư hỏng $\varepsilon_3 = 0,15$;

- Vì kèo thép có những chỗ thép bị rỉ mặt do ăn mòn đến 10% tiết diện, theo bảng 2 phân loại tình trạng kỹ thuật nhóm 3. Mức độ hư hỏng $\varepsilon_4 = 0,15$;

- Tấm mái bê tông cốt thép có các vết nứt dọc theo cốt thép chịu lực bị ăn mòn, theo bảng 3 phân loại tình trạng kỹ thuật nhóm 3, ở một số tấm cường độ bê tông giảm đến 30 %, theo bảng 3 phân loại tình trạng kỹ thuật nhóm 4. Mức độ hư hỏng $\varepsilon_5 = 0,25$;

- Dầm cầu trục bằng thép, lớp bảo vệ ăn mòn của dầm bị hỏng, theo bảng 2 phân loại tình trạng kỹ thuật nhóm 2. Mức độ hư hỏng $\varepsilon_6 = 0,05$.

Hệ số tầm quan trọng của các bộ phận kết cấu nêu trong mục 2 được lấy như sau: $\alpha_1 = 3$, $\alpha_2 = 3$, $\alpha_3 = 8$, $\alpha_4 = 7$, $\alpha_5 = 2$, $\alpha_6 = 4$.

Mức độ hư hỏng tổng hợp của ngôi nhà được xác định như sau:

$$\varepsilon = \frac{\alpha_1 \varepsilon_1 + \alpha_2 \varepsilon_2 + \alpha_3 \varepsilon_3 + \alpha_4 \varepsilon_4 + \alpha_5 \varepsilon_5 + \alpha_6 \varepsilon_6}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6} = \frac{3.0,05 + 3.0,15 + 8.0,15 + 7.0,15 + 2.0,25 + 4.0,5}{3 + 3 + 8 + 7 + 2 + 4} = 0,13.$$

Kết luận: Theo bảng 1 tình trạng kỹ thuật của ngôi nhà được xếp vào nhóm 3. Như vậy để tiếp tục khai thác sử dụng cần tiến hành sửa chữa và khắc phục các hư hỏng của kết cấu: tường, cột, vì kèo, các tấm mái.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. СНиП 3.06.07-87. Мосты и трубы. *Правила обследований и испытаний*. ЦИТП, 1988.
2. Правила оценки физического износа жилых зданий. ВСН 53-86 (Р). *Стройиздат*, 1998.
3. ДОБРОМЫСЛОВ А.Н. Оценка эксплуатационной надежности строительных конструкций по внешним признакам. *Ленинградский дом научно-технической пропаганды*. Л., 1989.
4. ДОБРОМЫСЛОВ А.Н. Прогнозирование вероятности аварий инженерных сооружений. *Проектирование и инженерные изыскания*. № 2, 1988.
5. ДОБРОМЫСЛОВ А.Н. Анализ аварий промышленных зданий и инженерных сооружений. *Промышленное строительство*, № 9, 1990.
6. ДОБРОМЫСЛОВ А.Н. Исследование надежности конструктивных систем. *Промышленное строительство*, № 12, 1989.
7. Рекомендации по обследованию и оценке технического состояния крупнопанельных и каменных зданий. *ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко*, 1988.
8. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. *Москва 2001 г.*
9. ТСХДVN 373 - 2006 Chỉ dẫn đánh giá mức độ nguy hiểm của kết cấu nhà.

