

Sửa đổi 1:2006

Bê tông nặng - Chỉ dẫn đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình

Heavyweight concrete - Guide to assessment of concrete strength in existing structures

1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này hướng dẫn sử dụng các phương pháp thí nghiệm để xác định và đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình.

Tiêu chuẩn này thay thế cho tiêu chuẩn TCXD 239:2000.

2. Tài liệu viện dẫn

TCXDVN 356 : 2005. Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế

TCVN 4453 : 1995. Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối - Quy phạm thi công và nghiệm thu

TCVN 3105 : 1993. Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng - Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử

TCVN 3118 : 1993. Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén

TCXDVN 162 : 2004. Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén bằng súng bật nảy

TCXD 225 : 1998. Bê tông nặng - Chỉ dẫn phương pháp xác định vận tốc xung siêu âm để đánh giá chất lượng bê tông

TCXD 171 : 1989. Bê tông nặng - Phương pháp không phá hoại sử dụng kết hợp máy đo siêu âm và súng bật nảy để xác định cường độ nén.

TCXD 240:2000. Kết cấu bê tông cốt thép - Phương pháp điện tử xác định chiều dày lớp bê tông bảo vệ, vị trí và đường kính cốt thép trong bê tông.

3. Thuật ngữ, định nghĩa

3.1 **Cường độ mẫu lập phương chuẩn** là cường độ nén của viên mẫu bê tông khối lập phương kích thước 150x150x150mm được chế tạo, bảo dưỡng và thí nghiệm theo các tiêu chuẩn TCVN 3105:1993 và TCVN 3118:1993.

3.2 **Cường độ mẫu khoan** là cường độ nén của viên mẫu bê tông khoan từ kết cấu được gia công và thí nghiệm theo các tiêu chuẩn TCVN 3105:1993 và TCVN 3118:1993.

3.3 **Cường độ bê tông hiện trường** là cường độ bê tông của các mẫu khoan quy đổi về cường độ mẫu lập phương chuẩn hoặc xác định bằng phương pháp không phá huỷ theo quy định của tiêu chuẩn này.

3.4 **Vùng kiểm tra** là vùng bê tông kết cấu được chọn để kiểm tra cường độ và được giả thiết là có chất lượng đồng đều.

3.5 **Mác bê tông theo cường độ chịu nén** là giá trị trung bình làm tròn đến hàng đơn vị MPa cường độ nén của các viên mẫu bê tông khối lập phương kích thước 150x150x150mm được đúc, đầm, bảo dưỡng và thí nghiệm theo tiêu chuẩn ở tuổi 28 ngày đêm. Mac bê tông ký hiệu là M.

3.6 **Cấp bê tông theo cường độ chịu nén** là giá trị cường độ nén của bê tông với xác suất đảm bảo 0,95. Cấp bê tông được ký hiệu là B (theo TCXDVN 356:2005).

Tương quan giữa cấp bê tông và mác bê tông theo cường độ chịu nén được xác định thông qua công thức

$$B = M(1 - 1,64.v)$$

Trong đó: v - Hệ số biến động cường độ bê tông.

Khi không xác định được hệ số biến động và chấp nhận chất lượng bê tông ở mức trung bình, v= 0,135 (TCXDVN 356:2005) thì $B = 0,778M$. Tương quan giữa B và M theo TCXDVN 356:2005 tham khảo phụ lục B.

3.7 **Cường độ bê tông yêu cầu** là giá trị định mức từ mác hoặc cấp bê tông do thiết kế quy định dùng để đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình, ký hiệu là R_{yc} .

3.8 **Đánh giá cường độ bê tông trên cấu kiện hoặc kết cấu công trình** là so sánh cường độ bê tông hiện trường R_{ht} (xác định bằng phương pháp khoan lấy mẫu hoặc các phương pháp không phá huỷ) với cường độ yêu cầu R_{yc} để đưa ra kết luận bê tông trên kết cấu, cấu kiện có đạt yêu cầu thiết kế hay không.

4 Mục đích xác định cường độ bê tông hiện trường

Việc xác định cường độ bê tông trên kết cấu công trình nhằm mục đích:

- Làm cơ sở đánh giá sự phù hợp hoặc nghiệm thu đối với kết cấu hoặc bộ phận kết cấu của các công trình mới xây dựng so với thiết kế ban đầu hoặc so với tiêu chuẩn hiện hành (trong trường hợp không thực hiện được việc kiểm tra chất lượng bê tông trên mẫu đúc hoặc có nghi ngờ về chất lượng trong quá trình thi công);
- Đưa ra chỉ số về cường độ thực tế của cấu kiện, kết cấu, làm cơ sở đánh giá mức độ an toàn của công trình dưới tác động của tải trọng hiện tại hoặc để thiết kế cải tạo, sửa chữa đối với công trình đang sử dụng.

5 Phạm vi thí nghiệm

Tùy thuộc vào mục tiêu cần đánh giá, phạm vi thí nghiệm có thể là:

- Thí nghiệm trên toàn bộ kết cấu, cấu kiện của công trình hoặc chỉ trên một số bộ phận kết cấu công trình cần thiết;
- Thí nghiệm ở bề mặt kết cấu, cấu kiện hay ở vùng sâu hơn bằng các phương pháp thích hợp.

6 Các phương pháp thí nghiệm xác định cường độ bê tông hiện trường

6.1 Phương pháp khoan lấy mẫu

Tiến hành khoan lấy mẫu từ kết cấu hoặc cấu kiện, gia công mẫu và thí nghiệm theo các quy định nêu trong TCVN 3105:1993, TCVN 3118:1993 (trừ phân tích kết quả) và các hướng dẫn liên quan được nêu trong tiêu chuẩn này.

6.2 Phương pháp sử dụng súng bật nảy

Phạm vi áp dụng, thiết bị, quy trình thử, cách tính toán kết quả của phương pháp này áp dụng theo các quy định nêu trong tiêu chuẩn TCXDVN 162:2004 và các hướng dẫn liên quan được nêu trong tiêu chuẩn này.

6.3 Phương pháp đo vận tốc xung siêu âm

Phạm vi áp dụng, thiết bị, quy trình thử, cách tính toán kết quả của phương pháp này áp dụng theo các quy định nêu trong tiêu chuẩn TCXD 225:1998 và các hướng dẫn liên quan được nêu trong tiêu chuẩn này.

6.4 Phương pháp sử dụng kết hợp máy đo siêu âm và súng bật nảy

Phạm vi áp dụng, thiết bị, quy trình thử, cách tính toán kết quả của phương pháp này áp dụng theo các quy định nêu trong tiêu chuẩn TCXD 171:1989 và các hướng dẫn liên quan được nêu trong tiêu chuẩn này.

7 Lựa chọn phương pháp thí nghiệm

7.1 Quy định chung: Phương pháp thí nghiệm được lựa chọn căn cứ vào mục đích, yêu cầu thí nghiệm, đặc điểm của kết cấu, cấu kiện và điều kiện hiện trường.

7.2 Cơ sở lựa chọn các phương pháp thí nghiệm

Phương pháp thí nghiệm cụ thể được lựa chọn căn cứ vào các điều sau:

7.2.1 Độ chính xác của phương pháp thí nghiệm

Mức độ chính xác của phương pháp thí nghiệm được xếp hạng từ cao đến thấp như sau:

- Phương pháp khoan lấy mẫu xác định cường độ bê tông hiện trường quy về mẫu lập phương tiêu chuẩn (R_{nt}) với sai số trong phạm vi $\pm \frac{12}{\sqrt{n}}$, %, trong đó n là số lượng mẫu khoan;
- Phương pháp đo vận tốc xung siêu âm xác định cường độ bê tông hiện trường quy về mẫu lập phương tiêu chuẩn (R_{nt}) với sai số trong phạm vi $\pm 20\%$;
- Phương pháp dùng súng bật nảy cho cường độ bê tông hiện trường quy về mẫu lập phương tiêu chuẩn (R_{nt}) với sai số trong phạm vi $\pm 25\%$.

Khi cần độ chính xác cao nên sử dụng phương pháp khoan lấy mẫu để xác định cường độ bê tông hiện trường.

Trong trường hợp xuất hiện các yếu tố dẫn đến việc không thể khoan lấy mẫu hoặc phải giảm số lượng mẫu khoan, thì có thể kết hợp sử dụng hoặc sử dụng độc lập các phương pháp không phá huỷ (siêu âm và súng bật nảy) để xác định cường độ bê tông trên kết cấu công trình nhưng phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Phải tuân thủ các quy trình đối với việc sử dụng phương pháp không phá huỷ trong các tiêu chuẩn thử nghiệm tương ứng;
- Phải xây dựng được đường chuẩn thể hiện quan hệ giữa các thông số xác định bằng phương pháp không phá huỷ và cường độ bê tông xác định trên các mẫu khoan có thể lấy được, hoặc mẫu bê tông lưu của công trình hoặc mẫu bê tông có cùng các điều kiện chế tạo như bê tông kết cấu theo hướng dẫn trong các tiêu chuẩn thử nghiệm tương ứng (TCXDVN 167 : 2004 và TCXD 225 : 1998).

7.2.2 Các biện pháp nhằm nâng cao độ chính xác của việc xác định R_{nt}

Để nâng cao độ chính xác của việc xác định cường độ bê tông hiện trường, R_{nt} , cần:

- Kết hợp các phương pháp thí nghiệm khác nhau;
- Thực hiện đúng chỉ dẫn khi thực hiện các phép thử cụ thể;
- Tăng số lượng mẫu hoặc phép thử.

7.2.3 Các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm xác định R_{nt}

7.2.3.1 Kích thước hạt của cốt liệu lớn

Đối với phương pháp khoan lấy mẫu nhất thiết phải tìm hiểu về loại, kích thước hạt cốt liệu lớn nhất và chiều dày của kết cấu để lựa chọn đường kính và chiều cao mẫu khoan thích hợp.

Để đảm bảo tính chính xác cao, theo TCVN 3105:1993, đường kính ống khoan cần lớn hơn hoặc bằng 3 lần kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn đã sử dụng để chế tạo bê tông kết cấu, cấu kiện.

Trong trường hợp không khoan được mẫu đường kính lớn, có thể sử dụng ống khoan đường kính tối thiểu bằng 2 lần kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu lớn.

Chiều cao viên mẫu khoan lấy trong phạm vi 1÷2 lần đường kính.

7.2.3.2 Tuổi của bê tông tại thời điểm thí nghiệm

Phương pháp dùng súng bật nảy phù hợp khi thử nghiệm trên bê tông có tuổi từ 7 ngày đến 3 tháng, tốt nhất là thí nghiệm trong phạm vi tuổi bê tông từ 14 đến 56 ngày.

Với phương pháp đo vận tốc xung siêu âm, tuổi bê tông ít ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm.

Khi sử dụng phương pháp khoan, có thể khoan mẫu ở tuổi sau 7 ngày, thử nghiệm nén mẫu ở tuổi 28 ngày hoặc sau 28 ngày.

7.2.3.3 Điều kiện làm việc, cấu tạo của bộ phận kết cấu được kiểm tra

Tại các vị trí có ứng suất nén trong bê tông lớn, nên lựa chọn phương pháp không phá huỷ tránh làm giảm khả năng chịu lực lâu dài của kết cấu.

Đối với các cấu kiện, kết cấu có cấu tạo cốt thép dày đặc, khi sử dụng phương pháp khoan, cần có giải pháp để tránh cắt đứt thép chịu lực chính. Trong trường hợp cắt đứt thép chịu lực chính phải có phương án xử lý để đảm bảo tính liên tục của thép chịu lực.

Mật độ thép cốt trong bê tông có ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả xác định cường độ bê tông hiện trường khi sử dụng phương pháp siêu âm.

7.2.3.4 Điều kiện hiện trường

Khi lựa chọn phương pháp thí nghiệm cần xét đến các điều kiện hiện trường sau:

- Điều kiện vận chuyển, gá lắp thiết bị thí nghiệm;
- Khả năng tiếp cận tới các vùng cần thí nghiệm trên công trình;
- Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị thí nghiệm.

8 Quy trình thí nghiệm xác định cường độ bê tông trên kết cấu công trình

8.1 Xác định khối lượng, vị trí và vùng kiểm tra

8.1.1 Xác định khối lượng kết cấu, cấu kiện cần kiểm tra

- Trường hợp thí nghiệm kết cấu, cấu kiện, vùng đơn lẻ:

Khi nghi ngờ chất lượng hoặc cần đánh giá kỹ về một vài kết cấu đơn lẻ thì chỉ thí nghiệm riêng những kết cấu, cấu kiện hoặc vùng đó.

- Trường hợp thí nghiệm đánh giá tổng thể một công trình

Để xác định khối lượng thí nghiệm, trước tiên phải phân loại các hạng mục kết cấu, cấu kiện được chế tạo bởi cùng một loại bê tông, có cùng thời gian và điều kiện thi công, có cùng tính chất làm việc.

Xác định khối lượng bê tông của các cấu kiện và tham khảo các tiêu chuẩn nghiệm thu tương ứng để tính khối lượng cần thí nghiệm (tương đương khối lượng cần thí nghiệm trong quá trình thi công).

Đối với công trình có yêu cầu kiểm tra tổng thể thì khối lượng kết cấu, cấu kiện kiểm tra phải bằng hoặc lớn hơn khối lượng do cơ quan thiết kế hoặc tiêu chuẩn quy định.

Đối với công trình có yêu cầu kiểm tra lại hoặc kiểm tra xác suất, khối lượng kiểm tra có thể lấy từ 5-10% khối lượng cần thí nghiệm theo tiêu chuẩn nhưng phải đảm bảo không ít hơn một kết quả thí nghiệm cho từng loại kết cấu, cấu kiện.

Trong các trường hợp cần thiết có thể tăng số lượng kết cấu, cấu kiện thí nghiệm để tăng độ chính xác hoặc có thể kiểm tra một số kết cấu, cấu kiện theo yêu cầu riêng do chủ đầu tư hoặc cơ quan có thẩm quyền chỉ định.

8.1.2 Lựa chọn vị trí và vùng kiểm tra

Để lựa chọn vị trí và vùng kiểm tra trên kết cấu, thực hiện theo các bước sau đây:

- Quan trắc bề mặt kết cấu để ghi nhận hiện trạng, xác định các vị trí các vết nứt, rỗ, các vị trí hở cốt thép ... hoặc bất kỳ dấu hiệu nào có thể liên quan đến việc đánh giá chất lượng bê tông sau này.
- Sử dụng thiết bị dò cốt thép theo TCXD 240:2000 kết hợp xem xét các bản vẽ thiết kế, hoàn công để chọn các vùng, vị trí phù hợp cho phương pháp khoan lấy mẫu hoặc siêu âm.

- Phân bố các vị trí, vùng thử để chất lượng bê tông xác định được mang tính đại diện và đặc trưng cho cấu kiện mà không làm thay đổi tính chất làm việc của kết cấu, cấu kiện.

8.1.3 Xác định số lượng mẫu khoan và các vùng kiểm tra trên mỗi kết cấu, cấu kiện

Số lượng các mẫu khoan hoặc vùng kiểm tra trên mỗi kết cấu, cấu kiện được lấy tùy theo phương pháp kiểm tra được áp dụng.

- Đối với phương pháp khoan lấy mẫu: Số lượng mẫu khoan cho mỗi cấu kiện phải đảm bảo để có được không ít hơn 01 tổ mẫu. Thông thường 1 tổ mẫu bao gồm 3 viên nhưng cũng có thể nhiều hơn.

GHI CHÚ: Trong một số trường hợp có thể thoả thuận 1 tổ mẫu bao gồm 2 viên mẫu khoan;

- Đối với phương pháp không phá huỷ: Tuân thủ theo quy định nêu trong TCXDVN 162 : 2004, TCXD 225 : 1998 và TCXD 171 : 1989.

8.2 Lựa chọn phương pháp thí nghiệm

Tùy theo mục đích và quy mô kiểm tra, lựa chọn các phương pháp thí nghiệm phù hợp theo hướng dẫn ở mục 7.

8.3 Lập biện pháp an toàn cho người và thiết bị

Căn cứ vào điều kiện hiện trường, số lượng và phương pháp thí nghiệm đã xác định, đơn vị thí nghiệm lập biện pháp tổ chức thực hiện nhằm đảm bảo an toàn cho người và thiết bị tham gia thí nghiệm đồng thời với yêu cầu sử dụng tiếp theo của công trình.

8.4 Kiểm tra tính năng kỹ thuật của thiết bị thí nghiệm

Trước khi tiến hành thí nghiệm, các thiết bị thí nghiệm phải được kiểm tra và đạt các tính năng kỹ thuật nêu trong hướng dẫn sử dụng của thiết bị và các yêu cầu nêu trong tiêu chuẩn thử nghiệm tương ứng.

8.5 Tiến hành các thí nghiệm hiện trường và trong phòng, xác định cường độ bê tông hiện trường

8.5.1 Tiến hành các thí nghiệm hiện trường và trong phòng: Thực hiện theo các phương pháp nêu ở mục 6.

8.5.2 Xây dựng đường chuẩn để xác định cường độ bê tông hiện trường bằng phương pháp không phá huỷ

8.5.2.1 Lấy các mẫu bê tông lưu (nếu có) để xây dựng đường chuẩn trên cơ sở cường độ nén của các mẫu bê tông này (xác định theo TCVN 3118 : 1993).

8.5.2.2 Đối với công trình đang xây dựng nhưng không đủ mẫu hoặc không có mẫu lưu để xây dựng đường chuẩn cho loại bê tông của kết cấu cần kiểm tra, được phép sử dụng một đường chuẩn của một loại bê tông tương tự (về cốt liệu, xi măng, tỉ lệ nước - xi măng, tuổi, công nghệ trộn, đổ, đầm v.v...) với điều kiện phải hiệu chỉnh đường này bằng:

- Các mẫu lập phương tiêu chuẩn của loại bê tông đã kiểm tra, đúc và bảo dưỡng tại hiện trường với số lượng mẫu như sau:

- + Không ít hơn 9 mẫu khi khối lượng bê tông của các kết cấu kiểm tra $\leq 10 \text{ m}^3$;
- + Không ít hơn 18 mẫu khi khối lượng bê tông của các kết cấu kiểm tra $\leq 50 \text{ m}^3$;
- + Không ít hơn 27 mẫu khi khối lượng bê tông của các kết cấu kiểm tra $> 50 \text{ m}^3$;

- Các mẫu khoan có đường kính 150mm hay 100mm, khoan từ những kết cấu cần kiểm tra với số lượng như sau:

- + Không ít hơn 3 mẫu khi khối lượng bê tông của các kết cấu kiểm tra $\leq 10 \text{ m}^3$;
- + Không ít hơn 6 mẫu khi khối lượng bê tông của các kết cấu kiểm tra $\leq 50 \text{ m}^3$;
- + Không ít hơn 9 mẫu khi khối lượng bê tông của các kết cấu kiểm tra $> 50 \text{ m}^3$;

8.5.2.3 Đối với công trình đã sử dụng không có mẫu lưu, phải khoan mẫu từ công trình để xây dựng đường chuẩn với số lượng như sau:

- + Không ít hơn 6 mẫu khi khối lượng bê tông của các kết cấu kiểm tra $\leq 10 \text{ m}^3$;
- + Không ít hơn 12 mẫu khi khối lượng bê tông của các kết cấu kiểm tra $\leq 50 \text{ m}^3$;
- + Không ít hơn 15 mẫu khi khối lượng bê tông của các kết cấu kiểm tra $> 50 \text{ m}^3$;

8.5.2.4 Xây dựng đường chuẩn biểu thị quan hệ giữa các thông số đo của phương pháp không phá huỷ và cường độ bê tông (theo hướng dẫn trong TCXDVN 162 : 2004 cho trường hợp thí nghiệm bằng súng bật nảy và TCXD 225 : 1998 cho trường hợp thí nghiệm bằng siêu âm).

8.5.3 Tính toán xác định cường độ bê tông hiện trường (R_{ht})

8.5.3.1 Trường hợp khoan lấy mẫu bê tông:

Tính toán xác định cường độ bê tông hiện trường của kết cấu, cấu kiện theo các bước sau:

a/ Xác định cường độ chịu nén của từng mẫu khoan (R_{mk}), tính bằng Mega Pascal chính xác đến 0,1MPa, theo công thức:

$$R_{mk} = P/F \quad (1)$$

trong đó:

P là tải trọng phá hoại thực tế khi nén mẫu theo quy trình nêu trong TCVN 3118:1993, tính bằng Niuton chính xác đến 1 N;

F là diện tích bề mặt chịu lực của mẫu khoan, tính bằng milimet vuông chính xác đến 1mm^2 và xác định theo công thức $F = \pi \cdot (d_{mk})^2 / 4$

d_{mk} là đường kính thực tế của mẫu khoan xác định theo quy trình đo kích thước mẫu nêu trong TCVN 3118:1993, tính bằng milimet chính xác đến 1 mm

b/ Xác định cường độ bê tông hiện trường của từng mẫu khoan (R_{hti}), tính bằng Mega Pascal chính xác đến 0,1 MPa, theo công thức sau:

$$R_{hti} = k \times \frac{D}{(1,5 + 1/\lambda)} \times R_{mk} \quad (2)$$

trong đó:

D là hệ số ảnh hưởng của phương khoan so với phương đổ bê tông:

D = 2,5 khi phương khoan vuông góc với phương đổ bê tông;

D = 2,3 khi phương khoan song song với phương đổ bê tông.

λ là hệ số ảnh hưởng của tỷ lệ chiều cao (h) và đường kính (d_{mk}) của mẫu khoan đến cường độ bê tông, tính bằng h/d_{mk} và phải nằm trong khoảng từ 1 đến 2;

h là chiều cao của mẫu khoan sau khi đã làm phẳng bề mặt để ép, xác định theo quy trình đo kích thước mẫu nêu trong TCVN 3118:1993, tính bằng milimet chính xác đến 1 mm;

d_{mk} là đường kính thực tế của mẫu khoan xác định theo quy trình đo kích thước mẫu nêu trong TCVN 3118:1993, tính bằng milimet chính xác đến 1 mm;

k là hệ số ảnh hưởng của cốt thép trong mẫu khoan (đại lượng không thứ nguyên) được xác định như sau:

+ Trường hợp không có cốt thép: $k = 1$

+ Trường hợp mẫu khoan chỉ chứa 1 thanh thép

$$k = k_1 = 1 + 1,5 \times \frac{d_t \cdot a}{h \cdot d_{mk}} \quad (3)$$

trong đó:

- h, d_{mk} xem chú thích công thức (1), (2);

- d_t là đường kính danh định của thanh cốt thép nằm trong mẫu khoan, tính bằng milimet chính xác đến 1mm;

- a là khoảng cách từ trục thanh thép đến đầu gần nhất của mẫu khoan, tính bằng milimet chính xác đến 1mm;

+ Trong trường hợp mẫu khoan chứa từ 2 thanh thép trở lên, trước tiên phải xác định khoảng cách giữa từng thanh cốt thép với lần lượt các thanh cốt thép còn lại, nếu khoảng cách này nhỏ hơn đường kính của thanh cốt thép lớn hơn thì chỉ cần tính ảnh hưởng của thanh cốt thép có có trị số ($d_t \cdot a$) lớn hơn đến cường độ của mẫu khoan.

Khi đó hệ số k được tính như sau:

$$k = k_2 = 1 + 1,5 \times \frac{\sum d_t \cdot a}{h \cdot d_{mk}} \quad (4)$$

trong đó:

h, d_{mk} , d_t , a : xem chú thích công thức (2) và (3).

CHÚ Ý: Khi xác định cường độ bê tông hiện trường của mẫu khoan theo công thức (2) của tiêu chuẩn này thì không áp dụng hệ số α tính đổi kết quả thử nén trên mẫu trụ về mẫu lập phương chuẩn và hệ số β ảnh hưởng của tỷ lệ chiều cao và đường kính mẫu theo công thức mục 4.1 và mục 4.2 của tiêu chuẩn TCVN 3118:1993.

c/ Xác định cường độ bê tông hiện trường của các vùng, cấu kiện hoặc kết cấu (R_{ht}) theo công thức sau:

$$R_{ht} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{hti}}{n} \quad (5)$$

trong đó:

R_{hti} là cường độ bê tông hiện trường của mẫu khoan thứ i ;

n là số mẫu khoan trong tổ mẫu.

8.5.3.2 Trường hợp sử dụng các phương pháp không phá huỷ

Tính toán xác định cường độ bê tông hiện trường của kết cấu, cấu kiện theo các bước sau:

a/ Xác định cường độ bê tông tại từng vùng kiểm tra trên kết cấu, cấu kiện (R_{hti}):

Trên cơ sở thực hiện các chỉ dẫn về thí nghiệm, xử lý số liệu, xây dựng đường chuẩn (theo các phương pháp thử nêu ở mục 6 và 8.5.2), xác định cường độ bê tông tại từng vùng thử R_{hti} .

b/ Xác định cường độ bê tông trung bình của các vùng kiểm tra trên kết cấu, cấu kiện (\overline{R}_{ht}) theo công thức sau:

$$\overline{R}_{ht} = \frac{\sum_{i=1}^m R_{hti}}{m} \quad (6)$$

trong đó:

R_{hti} là cường độ bê tông tại vùng kiểm tra thứ i ;

m là số vùng kiểm tra trên kết cấu, cấu kiện.

c/ Xác định cường độ bê tông hiện trường của kết cấu, cấu kiện (R_{ht}) theo công thức:

$$R_{ht} = \overline{R}_{ht} (1 - t_{\alpha} \times v_{ht}) \quad (7)$$

trong đó:

v_{ht} là hệ số biến động cường độ bê tông của các vùng kiểm tra trên kết cấu, cấu kiện (xác định theo các tiêu chuẩn thử nghiệm TCXDVN 262:2004 và TCXD 225:1998)

t_{α} là hệ số phụ thuộc vào số lượng vùng kiểm tra khi thử bằng phương pháp không phá huỷ.

Giá trị t_{α} tham khảo phụ A.

9. Đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình

Trong quá trình phân tích và đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình cần chú ý đến những yếu tố sau ảnh hưởng đến cường độ bê tông hiện trường:

- Sự biến động ngẫu nhiên của cường độ bê tông hiện trường trong bản thân một kết cấu, cấu kiện hoặc giữa các kết cấu, cấu kiện do tác động của việc cân đong vật liệu, trộn, đổ, đầm bê

tông không hoàn toàn như nhau hoặc do chế độ dưỡng hộ không được tuân thủ một cách chặt chẽ...

- Sự biến động có tính quy luật của cường độ bê tông hiện trường trong bản thân một kết cấu, cấu kiện: dưới tác động của trọng lượng bản thân, bê tông ở chân cột, đáy dầm, đáy sàn thường có độ chắc đặc và cường độ cao hơn so với đỉnh cột, mặt dầm, mặt sàn...
- Tuổi của bê tông ở các kết cấu, cấu kiện khác nhau cũng làm cho cường độ bê tông hiện trường của chúng khác nhau, nhất là sự chênh lệch tuổi trong phạm vi 28 ngày đầu đóng rắn.
- Độ ẩm của bê tông hiện trường khác với độ ẩm của mẫu lập phương tiêu chuẩn khi xây dựng đường chuẩn.

9.1. Xác định cường độ bê tông yêu cầu

- Khi bê tông được chỉ định bằng cấp bê tông theo cường độ chịu nén, cường độ bê tông yêu cầu (R_{yc}) chính là cấp bê tông B (MPa, N/mm²)
- Khi bê tông được chỉ định bằng mác bê tông theo cường độ chịu nén M, cường độ bê tông yêu cầu (R_{yc}) được xác định theo công thức sau:

$$R_{yc} = M(1 - 1,64v) \quad (8)$$

với $v = 0,135$ (TCXDVN 356:2005), $R_{yc} = 0,778M$

trong đó: B, M, v: xem mục 3.5; 3.6.

9.2 Đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình

9.2.1 Trường hợp sử dụng phương pháp khoan lấy mẫu để xác định cường độ bê tông trên kết cấu công trình:

Bê tông trong cấu kiện hoặc kết cấu công trình được coi là đạt yêu cầu về cường độ chịu nén khi đảm bảo đồng thời:

$$\begin{aligned} & R_{ht} \geq 0,9R_{yc} \\ \text{và} & R_{\min} \geq 0,75 R_{yc} \end{aligned}$$

trong đó:

R_{ht} là cường độ bê tông hiện trường của kết cấu, cấu kiện đã kiểm tra bằng phương pháp khoan lấy mẫu bê tông, xác định theo công thức (5);

R_{yc} là cường độ bê tông yêu cầu xác định theo mục 9.1;

R_{\min} là cường độ bê tông hiện trường của viên mẫu có giá trị cường độ nhỏ nhất trong tổ mẫu.

9.2.2 Trường hợp sử dụng các phương pháp không phá huỷ để xác định cường độ bê tông trên kết cấu công trình

Bê tông trong cấu kiện hoặc kết cấu công trình được coi là đạt yêu cầu về cường độ chịu nén khi:

$$R_{ht} \geq 0,9R_{yc}$$

trong đó:

R_{ht} là cường độ bê tông hiện trường của kết cấu, cấu kiện đã kiểm tra bằng các phương pháp không phá huỷ, xác định theo công thức (7);

R_{yc} là cường độ bê tông yêu cầu xác định theo mục 9.1.

PHỤ LỤC A

Giá trị hệ số t_α với xác suất đảm bảo 0,95 và số vùng kiểm tra

STT	Số vùng kiểm tra, vùng	Giá trị t_α
1	2	2,92
2	3	2,35
3	4	2,13
4	5	2,01
5	6	1,94
6	7	1,89
7	8	1,86
8	9	1,83
9	10	1,81
10	11	1,80
11	12	1,78
12	13	1,77
13	14	1,76
14	15	1,75
15	20	1,73
16	25	1,71
17	30	1,70
18	40	1,68

PHỤ LỤC B

Tương quan giá trị cường độ bê tông theo cấp và mác

Mác bê tông (M) theo TCVN 5574:1991	10 ^(*)	15 ^(*)	20 ^(*)	25 ^(*)	35 ^(*)	40 ^(*)	45 ^(*)	50 ^(*)	60 ^(*)
Cấp bê tông (B) theo TCXDVN 356:2005	7,5	10	15	20	25	30	35	40	45

GHI CHÚ: (*) Mác bê tông theo cường độ chịu nén trong TCVN 5574:1991 đã được đổi sang đơn vị đo lường MPa.

PHỤ LỤC C

Ví dụ thí nghiệm, đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình

C.1. Ví dụ thí nghiệm, đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình bằng phương pháp khoan lấy mẫu

C.1.1. Ví dụ 1

- Các thông số của kết cấu kiểm tra:

Cấu kiện đài móng của công trình. Khối lượng bê tông thi công là 95m³. Mác bê tông thiết kế là 300daN/cm². Cốt liệu lớn sử dụng chế tạo bê tông là đá dăm có kích thước hạt lớn nhất là 20mm.

- Số lượng mẫu thí nghiệm: 50m³ bê tông lấy 1 tổ mẫu. Số lượng tổ mẫu của hạng mục là: 02 tổ. Mỗi tổ mẫu gồm 3 viên được lấy đều tại các vị trí trên cấu kiện.

- Loại ống khoan sử dụng khoan lấy mẫu: đường kính ống khoan 100mm. Chiều sâu khoan từ 150 đến 200mm.

- Sau khi khoan lấy mẫu, tiến hành các bước xử lý mẫu, thí nghiệm và tính toán kết quả thí nghiệm theo các quy định của tiêu chuẩn

- Các kết quả thí nghiệm được liệt kê trong bảng C.1.

Bảng C.1. Kết quả thí nghiệm

STT	Kích thước mẫu khoan		Thông số cốt thép trong mẫu khoan				Phương khoan mẫu	Diện tích chịu lực,	Lực phá hoại	Cường độ mẫu khoan	Cường độ hiện trường từng mẫu khoan R _{hti}				
	Đường kính, h	Chiều cao, d _{mk}	d _{t1}	a ₁	d ₂	a ₂					Tỷ lệ h/d _{mk}	HS phương khoan	Hệ số cốt thép	Hệ số chuyển đổi	R _{hti}
--	mm	mm	mm	mm	mm	mm	--	mm ²	N	N/mm ²	--	--	--	--	N/mm ²
1	99	155	10	56			SS	7.694	205.000	27	1,57	2,3	1,006	1,08	29
2	98	152					VG	7.539	182.500	24	1,55	2,5	1	1,17	28
3	99	164					VG	7.694	197.500	26	1,66	2,5	1	1,19	31
4	100	148	10	42	6	58	SS	7.850	150.000	19	1,48	2,3	1,041	1,06	21
5	99	140					SS	7.694	135.000	18	1,41	2,3	1	1,04	19
6	100	167					SS	7.850	175.000	22	1,67	2,3	1	1,10	24

GHI CHÚ: SS - Phương khoan song song với hướng đỡ bê tông

VG - Phương khoan vuông góc với hướng đỡ bê tông

$$R_{ht} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{hti}}{n} = \frac{29 + 28 + 31 + 21 + 19 + 24}{6} = 25N / mm^2$$

$$R_{min} = 19 N/mm^2$$

- Đánh giá kết quả thí nghiệm:

+ Xác định cường độ yêu cầu R_{yc}

Theo mục 9.1 của tiêu chuẩn, $R_{yc} = 0,778 M$

$M = 300daN/cm^2 = 30MPa = 30 N/mm^2$

Vậy $R_{yc} = 30 \times 0,778 = 23 N/mm^2$

$0,9 R_{yc} = 0,9 \times 23 = 21 N/mm^2$

$0,75 R_{yc} = 0,75 \times 23 = 19 N/mm^2$

+ So sánh giá trị R_{ht} của cấu kiện theo các điều kiện của mục 9.2 của tiêu chuẩn

$R_{ht} = 25 N/mm^2$

Vậy $R_{ht} > 0,9R_{yc}$

$R_{min} = 19 N/mm^2$

Vậy $R_{min} > 0,75 R_{yc}$

+ Kết luận: Cường độ nén của bê tông của cấu kiện kiểm tra đạt yêu cầu so mức bê tông thiết kế là $300daN/cm^2$.

C.1.2. Ví dụ 2

- Các thông số của kết cấu kiểm tra:

Cấu kiện cột tầng 1 của công trình nhà 5 tầng. Kích thước cấu kiện là $400 \times 400 \times 3000mm$. Mác bê tông thiết kế là $250daN/cm^2$. Cốt liệu lớn sử dụng chế tạo bê tông là đá dăm có kích thước hạt lớn nhất là 20mm.

- Số lượng mẫu thí nghiệm: Do kích thước cấu kiện nhỏ nên chỉ lấy 1 tổ mẫu thí nghiệm. 1 tổ mẫu gồm 3 mẫu.

- Loại ống khoan sử dụng khoan lấy mẫu: đường kính ống khoan 100mm. Chiều sâu khoan từ 150 đến 200mm.

- Sau khi khoan lấy mẫu, tiến hành các bước xử lý mẫu, thí nghiệm và tính toán kết quả thí nghiệm theo các quy định của tiêu chuẩn

- Các kết quả thí nghiệm được liệt kê trong bảng C.2.

Bảng C.2. Kết quả thí nghiệm

STT	Kích thước mẫu khoan		Thông số cốt thép trong mẫu khoan				Phương khoan mẫu	Diện tích chịu lực,	Lực phá hoại	Cường độ mẫu khoan	Cường độ hiện trường từng mẫu khoan R_{ht}				
	Đường kính, h	Chiều cao, d_{mk}	d_{t1}	a_1	d_2	a_2					Tỷ lệ h/d_{mk}	HS phương khoan	Hệ số cốt thép	Hệ số chuyển đổi	R_{ht}
--	mm	mm	mm	mm	mm	mm	--	mm ²	N	N/mm ²	--	--	--	--	N/mm ²
1	98	142					SS	7.539	145.000	19	1,45	2,5	1	1,14	22
2	99	138	8	25			SS	7.694	137.500	18	1,39	2,5	1,004	1,13	20
3	99	150					SS	7.694	87.500	11	1,52	2,5	1	1,16	13

GHI CHÚ: SS - Phương khoan song song với hướng đổ bê tông

VG - Phương khoan vuông góc với hướng đổ bê tông

$$R_{ht} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{hti}}{n} = \frac{22 + 20 + 13}{3} = 18 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{\min} = 13 \text{ N/mm}^2$$

- Đánh giá kết quả thí nghiệm:

+ Xác định cường độ yêu cầu R_{yc}

Theo mục 9.1 của tiêu chuẩn, $R_{yc} = 0,778 M$

$$M = 250 \text{ daN/cm}^2 = 25 \text{ MPa}$$

$$\text{Vậy } R_{yc} = 25 \times 0,778 = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$0,9 R_{yc} = 0,9 \times 20 = 18 \text{ N/mm}^2$$

$$0,75 R_{yc} = 0,75 \times 20 = 15 \text{ N/mm}^2$$

+ So sánh giá trị R_{ht} của cấu kiện theo các điều kiện của mục 9.2 của tiêu chuẩn

$$R_{ht} = 18 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Vậy } R_{ht} = 0,9 R_{yc}$$

$$R_{\min} = 13 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Vậy } R_{\min} < 0,75 R_{yc}$$

+ Kết luận: Cường độ nén của bê tông của cấu kiện kiểm tra không đạt yêu cầu so mức bê tông thiết kế là 250 daN/cm^2 .

C.2. Ví dụ thí nghiệm, đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình bằng phương pháp không phá huỷ

- Các thông số của kết cấu kiểm tra:

Cấu kiện dầm mái. Kích thước cấu kiện $300 \times 300 \times 2500 \text{ mm}$. Mác bê tông thiết kế là 200 daN/cm^2 .

- Phương pháp kiểm tra: Sử dụng bệt nảy

- Số lượng vùng kiểm tra: 12 vùng phân bố đều trên cấu kiện.

- Sau khi chọn vùng, vị trí kiểm tra, tiến hành thí nghiệm xác định giá trị bệt nảy theo quy định trong tiêu chuẩn thử nghiệm tương ứng.

- Sử lý số liệu theo để xác định cường độ bê tông trên từng vùng kiểm tra theo quy định trong tiêu chuẩn thử nghiệm tương ứng.

- Các kết quả thí nghiệm được liệt kê trong bảng C.3.

- Đánh giá kết quả thí nghiệm:

+ Xác định cường độ yêu cầu R_{yc}

Theo mục 9.1 của tiêu chuẩn, $R_{yc} = 0,778 M$

$$M = 200 \text{ daN/cm}^2 = 20 \text{ MPa}$$

$$\text{Vậy } R_{yc} = 20 \times 0,778 = 16 \text{ N/mm}^2$$

$$0,9 R_{yc} = 0,9 \times 16 = 14 \text{ N/mm}^2$$

Bảng C.3. Kết quả thí nghiệm

STT vùng thử	Cường độ bê tông tại từng vùng thử R_{hti}	Cường độ bê tông trung bình của các vùng thử \overline{R}_{ht}	Hệ số biến động cường độ bê tông của các vùng thử v_{ht}	Hệ số $t\alpha$	Cường độ bê tông hiện trường của cấu kiện R_{ht}
--	N/mm^2	N/mm^2	%	--	N/mm^2
1	22	22	13,1	1,78	17
2	18				
3	21				
4	18				
5	19				
6	23				
7	20				
8	25				
9	23				
10	21				
11	26				
12	24				

+ So sánh giá trị R_{ht} của cấu kiện theo các điều kiện của mục 9.2 của tiêu chuẩn

$$R_{ht} = 17 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Vậy } R_{ht} > 0,9 R_{yc}$$

+ Kết luận: Cường độ nén của bê tông của cấu kiện kiểm tra đạt yêu cầu so mức bê tông thiết kế là 200daN/cm².