

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 8164 : 2009

ISO 13910 : 2005

Xuất bản lần 1

**GỖ KẾT CẤU – GIÁ TRỊ ĐẶC TRƯNG CỦA GỖ PHÂN CẤP
THEO ĐỘ BỀN – LẤY MẪU, THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ
TRÊN TOÀN BỘ KÍCH THƯỚC MẶT CẮT NGANG**

*Structural timber – Characteristic values of strength graded timber –
Sampling, full-size testing and evaluation*

HÀ NỘI - 2009

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu.....	4
Lời giới thiệu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	7
4 Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt.....	9
5 Lấy mẫu.....	10
6 Mẫu thử.....	11
7 Điều kiện thử nghiệm.....	11
8 Sơ đồ thử nghiệm.....	11
9 Đánh giá các giá trị đặc trưng của các chỉ tiêu đã thử nghiệm.....	19
10 Chỉ tiêu độ bền thiết kế.....	22
11 Báo cáo thử nghiệm.....	22
Phụ lục A (tham khảo) – Sự tương đương với các tiêu chuẩn khác.....	23
Phụ lục B (tham khảo) – Sơ đồ đảm liên tục hai nhịp để thử nghiệm độ bền trượt.....	25
Phụ lục C (tham khảo) – Xử lý số liệu thống kê.....	26
Thư mục tài liệu tham khảo.....	29

Lời nói đầu

TCVN 8164 : 2009 hoàn toàn tương đương với ISO 13910 : 2005.

TCVN 8164 : 2009 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC165 *Gỗ và sản phẩm gỗ* biên soạn, Tổng Cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu về lấy mẫu, thử nghiệm và đánh giá các giá trị đặc trưng của các chỉ tiêu kết cấu đối với gỗ xẻ có cấp và kích cỡ xác định để sử dụng trong qui chuẩn thiết kế kết cấu xây dựng. Tiêu chuẩn này đưa ra các yêu cầu mang tính định tính và các chỉ tiêu cần xác định cũng tương tự như các chỉ tiêu đó trong điều kiện sử dụng thực tế và các giá trị độ bền đặc trưng thu được sẽ được sử dụng trong qui chuẩn thiết kế kết cấu xây dựng. Mục đích của việc xác định các giá trị độ bền đặc trưng nhằm đưa ra được khả năng chịu tải xác thực. Do đó, các thuật ngữ như “độ bền uốn”, “độ bền trượt”, “độ bền kéo” v.v... liên quan đến các giá trị tải trọng sử dụng và kiểu phá hủy dự kiến.

Tiêu chuẩn này không nhằm đánh giá tất cả các chỉ tiêu của tất cả các cấp và kích cỡ của gỗ được sử dụng trong công trình xây dựng. Các yêu cầu đánh giá đặc biệt được quy định trong quy chuẩn xây dựng, sổ tay chất lượng hoặc các quy định kỹ thuật và tiêu chuẩn vật liệu khác.

Tài liệu này là tiêu chuẩn đã được đồng thuận cấp quốc tế để xác định các chỉ tiêu kết cấu đối với gỗ phân cấp theo độ bền. Các tiêu chuẩn khác liên quan đến phép xác định các chỉ tiêu kết cấu có thể phù hợp với tiêu chuẩn này miễn là thiết lập được sự tương đương giữa các tiêu chuẩn với nhau.

Phiên bản đầu tiên của ISO 13910 còn có các điều liên quan đến lấy mẫu và đánh giá các giá trị đặc trưng của gỗ phân cấp theo độ bền. Ban kỹ thuật ISO/TC 165 đã soát xét có bổ sung thêm một số điều (liên quan đến lấy mẫu, thử nghiệm và đánh giá từng chỉ tiêu riêng).

Gỗ kết cấu – Giá trị đặc trưng của gỗ phân cấp theo độ bền – Lấy mẫu, thử nghiệm và đánh giá trên toàn bộ kích thước mặt cắt ngang

Structural timber – Characteristic values of strength-graded timber – Sampling, full-size testing and evaluation

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp lấy mẫu, qui trình thử nghiệm và đánh giá trên toàn bộ kích thước mặt cắt ngang của gỗ xẻ để xác định các giá trị đặc trưng của các chỉ tiêu kết cấu đối với gỗ xẻ sử dụng trong các qui chuẩn thiết kế kết cấu xây dựng. Tiêu chuẩn này đưa ra các phương pháp thiết lập mức độ tương đương với các tiêu chuẩn khác để thử nghiệm và đánh giá các chỉ tiêu đặc trưng của gỗ kết cấu.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho gỗ xẻ có mặt cắt ngang hình chữ nhật chịu tải trọng ngắn hạn (khoảng 1 min). Qui trình đánh giá này không phục vụ mục đích quản lý chất lượng hoặc nghiệm thu lô gỗ.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

ASTM D198, *Standard test methods of static tests of lumber in structural sizes (Tiêu chuẩn phương pháp thử tĩnh đối với gỗ xẻ ở kích thước kết cấu)*.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Giá trị đặc trưng (characteristic value)

Phân vị chuẩn của phân bố thống kê được đánh giá với mức độ chính xác quy định.

CHÚ THÍCH: Giá trị đặc trưng được sử dụng là giá trị trung bình của mẫu hoặc là giá trị phân vị chuẩn 5 ước lượng (95 phần trăm giá trị độ tin cậy).

TCVN 8164 : 2009

3.2

Cấp (grade)

Tập hợp gỗ có cùng giá trị đặc trưng xác định.

3.3

Phân vị chuẩn p (p -percentile)

Giá trị để xác suất có giá trị thấp hơn là p phần trăm.

3.4

Thanh gỗ (piece of timber)

Gỗ có mặt cắt ngang hình chữ nhật và chiều dài được sản xuất theo mục đích xây dựng.

3.5

Tập hợp gỗ phân cấp theo độ bền (population of strength-graded timber)

Tất cả các thanh gỗ để làm kết cấu trong một nhóm xác định có cùng các thông số như nguồn gốc, loài gỗ, kích cỡ và cấp.

3.6

Tập hợp chuẩn (reference population)

Tập hợp gỗ phân cấp theo độ bền, có các chỉ tiêu về độ bền đặc trưng đo được dự kiến không thay đổi.

3.7

Cỡ mẫu (sample size)

Số lượng các thanh gỗ hoặc mẫu gỗ được chọn từ một tập hợp xác định.

3.8

Mẫu thử (test specimen)

Chiều dài của gỗ được cắt từ một thanh gỗ cho mục đích thử nghiệm để đánh giá các chỉ tiêu của gỗ.

3.9

Chiều dày (thickness)

d

Kích thước nhỏ hơn và vuông góc với trục dọc của thanh gỗ.

3.10

Chiều rộng (width)

b

Kích thước lớn hơn và vuông góc với trục dọc của thanh gỗ.

4 Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt

4.1 Ký hiệu cơ bản

- b chiều rộng của thanh gỗ hoặc mẫu gỗ có mặt cắt ngang hình chữ nhật, tính bằng milimét;
- b_c chiều rộng của thanh gỗ hoặc mẫu gỗ chịu nén có mặt cắt ngang hình chữ nhật, tính bằng milimét;
- CV hệ số biến động;
- d chiều dày của thanh gỗ hoặc mẫu gỗ có mặt cắt ngang hình chữ nhật, tính bằng milimét;
- E môđun đàn hồi song song (đọc) thớ gỗ, tính bằng niuton trên milimét vuông;
- F tải trọng truyền lên mẫu, tính bằng niuton;
- f độ bền, tính bằng niuton trên milimét vuông;
- G môđun trượt, tính bằng niuton trên milimét vuông;
- K độ cứng vững thớ gỗ;
- k_{imp} hệ số quan trọng;
- k_{samp} hệ số lấy mẫu;
- k_{size} hệ số kích cỡ;
- L chiều dài dọc theo thanh gỗ hoặc mẫu gỗ, tính bằng milimét;
- L_T chiều dài của mẫu thử chịu lực xoắn, tính bằng milimét;
- l_h chiều dài được cắt từ mẫu gỗ, tính bằng milimét;
- l_i chiều dài cánh tay đòn của lực xoắn, tính bằng milimét;
- N cỡ mẫu;
- p phân vị chuẩn;
- e độ võng của dầm, tính bằng milimét;
- m khối lượng mẫu gỗ, tính bằng kilôgam;
- w khối lượng nước/khối lượng gỗ với tương đương độ ẩm;
- x_i giá trị dữ liệu;
- θ biến dạng góc của thử nghiệm xoắn, tính bằng radian;
- ρ khối lượng riêng, tính bằng kilôgam trên mét khối;
- ρ_{12} khối lượng riêng tại độ ẩm 12 % khối lượng, tính bằng kilôgam trên mét khối;
- ρ_{test} khối lượng riêng tại thời điểm thử nghiệm, tính bằng kilôgam trên mét khối;

TCVN 8164 : 2009

4.2 Các chỉ số dưới

- 0,1 *b* giá trị tại độ biến dạng bằng 0,1 *b*;
- 0,05 giá trị phân vị chuẩn 5;
- 0 tính chất ở hướng 0° (song song hoặc dọc) với thớ gỗ;
- 90 tính chất ở hướng 90° (vuông góc hoặc ngang) với thớ gỗ;
- c* nén
- data* tính chất thống kê của các dữ liệu;
- k* giá trị đặc trưng;
- l* giới hạn dưới của giá trị đặc trưng;
- m* uốn;
- mean* giá trị trung bình;
- ref* giá trị ứng với kích cỡ chuẩn;
- spec* giá trị ứng với kích cỡ cụ thể;
- std* tiêu chuẩn;
- t* kéo;
- tail* tính chất liên quan đến phần dưới của đồ thị phân bố thống kê;
- u* giới hạn trên của giá trị đặc trưng;
- ult* giá trị tại thời điểm phá huỷ;
- v* trượt;
- y* giá trị ứng với giá trị *y* cụ thể trên đồ thị.

5 Lấy mẫu

Các thông số để xác định tập hợp chuẩn phải được xác định một cách toàn diện theo loài và các yếu tố khác như nguồn gốc, kích cỡ, cấp và phương pháp phân cấp.

Tất cả các mẫu thử phải được cắt từ thanh gỗ đã được lựa chọn để đại diện cho tập hợp chuẩn. Sự đại diện cho tập hợp chuẩn có thể nhận được bằng cách chọn các thanh gỗ một cách ngẫu nhiên từ tập hợp chuẩn. Tuy nhiên, tính đại diện sẽ tốt hơn nếu tất cả các thông số tập hợp, ví dụ như tỷ lệ các thanh gỗ được sản xuất theo từng phân xưởng, được lặp lại trong mẫu đã chọn cho thử nghiệm.

Ứng với mỗi cấp, kích cỡ hoặc chỉ tiêu cần đánh giá, phải lấy cỡ mẫu tối thiểu là 40. Khuyến nghị sử dụng cỡ mẫu lớn hơn 40 trong trường hợp cần nhiều hơn các giá trị đặc trưng tin cậy đối với độ bền mà không có hệ số bất lợi đối với cỡ mẫu (xem 9.2.1).

6 Mẫu thử

Tất cả các mẫu thử có toàn bộ kích thước mặt cắt ngang. Chiều dài của từng mẫu phải phù hợp với yêu cầu của từng phép thử (xem Điều 8).

Mẫu thử phải được lựa chọn từ các vị trí ngẫu nhiên trong một thanh gỗ. Mẫu đã được cắt từ các vị trí định trước (ở trung điểm của thanh gỗ, một đầu chọn ngẫu nhiên trong thanh gỗ hoặc từ vị trí không có khuyết tật v.v...) có thể được coi là phù hợp với yêu cầu này nếu không có bất kỳ sai lệch nào về các chỉ tiêu được đo.

Mỗi mẫu thử ứng với một kích cỡ, cấp hoặc chỉ tiêu nhất định phải được cắt từ thanh gỗ khác nhau và mỗi thanh gỗ có thể cắt thành nhiều loại mẫu thử.

Ứng với từng cấp/kích cỡ/chỉ tiêu, phải lấy cỡ mẫu tối thiểu là 40 như quy định ở Điều 5.

7 Điều kiện thử nghiệm

Nếu không có quy định cụ thể thì áp dụng qui trình thử nghiệm theo ASTM D198. Độ ẩm chuẩn tại thời điểm thử nghiệm phải phù hợp với điều kiện ổn định ở nhiệt độ 20 °C và độ ẩm tương đối 65 %. Có thể áp dụng các qui trình thử nghiệm và tiêu chí ổn định khác miễn là các điều kiện đó đảm bảo tốt hơn; nếu không thì phải thiết lập một qui trình và điều kiện ổn định tương tự.

Ứng với ổn định chuẩn về nhiệt độ và độ ẩm, độ ẩm cân bằng của gỗ đặc phải khoảng 12 %.

Nhiệt độ chuẩn tại thời điểm thử nghiệm phải là 20 °C.

Tốc độ gia tải phải được chọn sao cho sau khoảng một phút thì xuất hiện sự phá hủy.

Tại thời điểm thử nghiệm, phải ghi lại độ ẩm, nhiệt độ của gỗ và thời điểm phá hủy.

8 Sơ đồ thử nghiệm

8.1 Khối lượng riêng

Mẫu gỗ để xác định khối lượng riêng phải đảm bảo toàn bộ kích thước mặt cắt ngang của thanh gỗ. Chiều dài của mẫu thử không nhỏ hơn b . Khối lượng, m , và độ ẩm, w , phải được đo cho từng mẫu thử. Khối lượng riêng tại thời điểm thử nghiệm, ρ_{test} , được tính toán từ công thức sau:

$$\rho_{test} = \frac{m \times 10^9}{Ldb} \quad (1)$$

Khối lượng riêng ở độ ẩm 12 % theo khối lượng, ρ_{12} , được tính từ công thức sau:

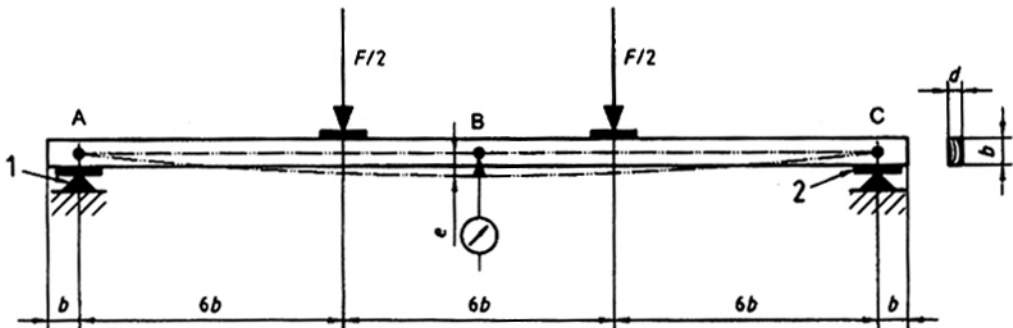
$$\rho_{12} = \rho_{test} \left(\frac{1,12}{1+w} \right) \quad (2)$$

trong đó: w là độ ẩm của mẫu thử tại thời điểm thử khi xác định theo phương pháp sấy khô kiệt.

Một cách khác cũng đảm bảo độ chính xác khi đo độ ẩm bằng cách sử dụng đồng hồ đo độ ẩm dạng điện trở, miễn là đồng hồ đã được hiệu chuẩn theo phép đo độ ẩm được xác định bằng phương pháp sấy khô kiệt. Nếu sử dụng đồng hồ điện đo độ ẩm thì đo tại hai hoặc ba điểm dọc theo từng mẫu gỗ.

8.2 Độ bền uốn và độ cứng vững

Sơ đồ thử nghiệm độ bền uốn và độ cứng vững được mô tả trên Hình 1. Dầm có khẩu độ $18b$ được gia tải ở hai điểm cách đều nhau nằm giữa hai gối đỡ, tải trọng tại mỗi điểm là $F/2$. Chọn một cạnh bất kỳ của dầm làm cạnh chịu kéo. Nếu dầm quá mỏng, có thể có xu hướng bị mất ổn định trong quá trình gia tải, thì có thể phải bố trí các gối cản giữ ngang để ngăn sự mất ổn định này. Các gối cản giữ ngang này phải đảm bảo không gây ra lực chống lại sự chuyển vị theo hướng gia tải.



CHÚ DẪN

- 1 gối đỡ dạng con lăn;
- 2 tấm đỡ

Hình 1 – Cách lắp đặt mẫu để đo độ bền uốn và độ cứng vững

Phép đo môđun đàn hồi, E , phải được thực hiện bằng cách đo độ võng e tại điểm giữa trục của dầm cân xứng với vị trí điểm giữa trục của hai đầu dầm, độ võng tại điểm B cân xứng với hai điểm A và C trên sơ đồ Hình 1. Khi không thể thực hiện được điều này thì cho phép đo độ võng tại điểm giữa của mặt dưới dầm cân xứng với hai gối đỡ của dầm.

Tăng tải trọng truyền lên mẫu F cho đến khi dầm bị phá hủy dạng uốn hoặc phá hủy ở dạng khác.

Để đánh giá mô đun đàn hồi khi uốn, E_m , độ võng gia tăng Δe ứng với tải trọng gia tăng ΔF phải được lựa chọn từ phần đàn hồi tuyến tính của đồ thị quan hệ tải trọng biến dạng và được tính theo công thức sau:

$$E_m = \frac{23}{108} \times \left(\frac{L}{b}\right)^3 \times \left(\frac{\Delta F}{\Delta e}\right) \times \frac{1}{d} \quad (3)$$

Dải tải trọng cực đại từ 10 % đến 40 % được sử dụng để xác định tỷ lệ $\Delta F/\Delta e$.

E có thể được đánh giá bằng cách đo chuyển vị của các điểm khác với các điểm đã được mô tả ở trên, miễn sao thiết lập được sự tương đương có thể chấp nhận được với qui trình này.

Độ bền uốn f_m được xác định theo công thức sau:

$$f_m = \frac{F_{ult} L}{db^2} \quad (4)$$

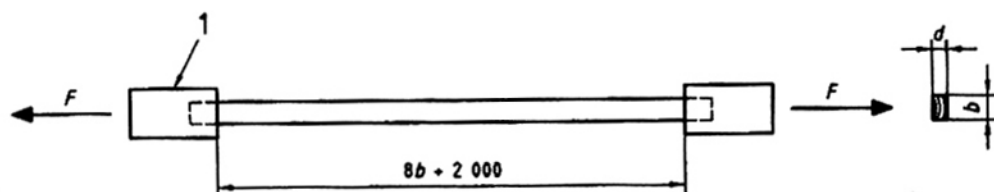
trong đó

F_{ult} là giá trị tải trọng truyền lên mẫu tại thời điểm phá hủy (tải trọng tới hạn).

8.3 Độ bền kéo song song thớ gỗ

Sơ đồ thử nghiệm độ bền kéo song song thớ gỗ được mô tả trên Hình 2. Chiều dài mẫu gỗ giữa hai điểm cặp phải đảm bảo $8b + 2\,000$ mm. Mẫu được gia tải đến khi bị phá hủy.

Kích thước tính bằng milimét



CHÚ DẪN

1 kẹp khi kéo

Hình 2 – Cách lắp đặt mẫu để đo độ bền kéo song song thớ gỗ

Độ bền kéo $f_{t,o}$ được tính theo công thức sau:

$$f_{t,o} = \frac{F_{ult}}{db} \quad (5)$$

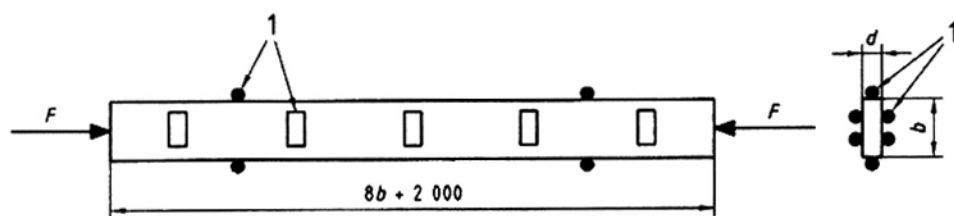
trong đó

F_{ult} là giá trị tải trọng truyền lên mẫu tại thời điểm phá hủy (tải trọng tới hạn).

8.4 Độ bền nén song song thớ gỗ

Sơ đồ thử nghiệm độ bền nén song song thớ gỗ được mô tả trên Hình 3. Mẫu thử có chiều dài tổng số là $8b + 2\ 000$ mm. Mẫu thử được nén dọc trục bằng một tải trọng F cho đến khi xuất hiện sự phá huỷ. Mẫu phải được gia cố để chống lại sự mất ổn định ngang bằng cách bố trí các gối cản giữ ngang ở khoảng cách không lớn hơn $10d$ ứng với sự mất ổn định trên trục phụ và $10b$ ứng với sự mất ổn định trên trục chính. Gối cản giữ ngang phải đảm bảo không gây ra lực chống lại sự chuyển vị theo hướng gia tải.

Kích thước tính bằng milimét



CHÚ DẪN

1 gối cản giữ ngang

Hình 3 – Cách lắp đặt mẫu để đo độ bền nén song song thớ gỗ

Độ bền nén $f_{c,o}$ được tính theo công thức sau:

$$f_{c,o} = \frac{F_{ult}}{db} \quad (6)$$

trong đó

F_{ult} là giá trị tải trọng truyền lên mẫu tại thời điểm phá huỷ (tải trọng tới hạn).

Có thể áp dụng một qui trình thử khác với mô tả ở trên. Mẫu thử có thể được cắt thành các mẫu gỗ ngắn hơn nhưng không lớn hơn $10d$ miễn sao mẫu không bị cắt qua vùng có khuyết tật nghiêm trọng. Mỗi mẫu gỗ này được nén dọc trục cho đến khi bị phá huỷ. Tải trọng tới hạn được lấy là giá trị tải trọng tới hạn nhỏ nhất trong số các mẫu gỗ ngắn.

8.5 Độ bền trượt song song thớ gỗ

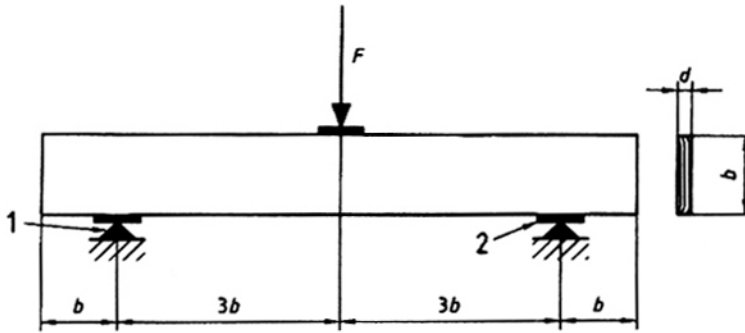
Sơ đồ thử nghiệm độ bền trượt song song thớ gỗ được mô tả trên Hình 4. Tải trọng F được tăng dần cho đến khi đạt giá trị tới hạn F_{ult} , giá trị tại thời điểm xuất hiện sự phá huỷ mẫu gỗ. Độ bền trượt f_v được tính theo công thức sau:

$$f_v = \frac{0,75F_{ult}}{db} \quad (7)$$

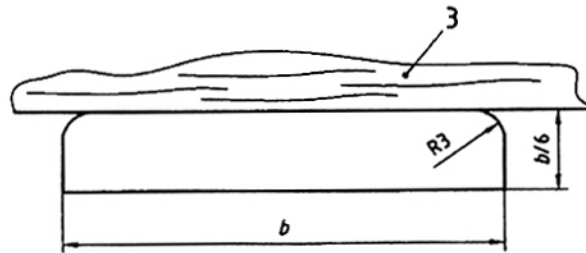
Một số dầm có thể bị phá hủy khác với kiểu trượt, ví dụ dạng phá hủy uốn hoặc phá hủy nén vuông góc với thớ gỗ. Tuy nhiên, tất cả các kết quả thử phải được sử dụng để đánh giá các chỉ tiêu độ bền trượt. Công thức (7) cho kết quả độ bền trượt danh nghĩa của dầm bằng cách cung cấp cấp mô tả đã được chuẩn hóa về khả năng chịu tải của dầm.

Có thể sử dụng sơ đồ gia tải trên dầm liên tục hai nhịp như mô tả trong Phụ lục B, hoặc phương pháp thử trượt khác, miễn sao thiết lập được hiệu quả tương đương so với sơ đồ gia tải trên dầm một nhịp của điều này.

Kích thước tính bằng milimét



a) Sơ đồ gia tải



b) Tấm đỡ bằng thép

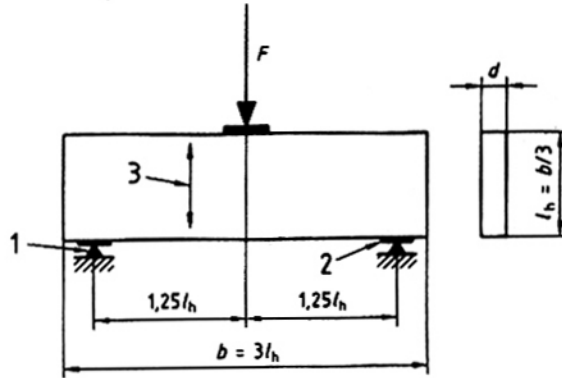
CHÚ DẪN

- 1 gói đỡ dạng con lăn;
- 2 tấm đỡ;
- 3 gỗ.

Hình 4 – Cách lắp đặt mẫu để xác định độ bền trượt song song thớ gỗ

8.6 Độ bền kéo vuông góc với thớ gỗ

Cách lắp đặt mẫu để xác định độ bền kéo vuông góc với thớ gỗ được mô tả trên Hình 5. Mẫu gỗ để xác định độ bền kéo vuông góc với thớ gỗ phải có toàn bộ kích thước mặt cắt ngang của thanh gỗ. Chiều dài, l_n , được cắt từ thanh gỗ và bằng $b/3$. Mẫu gỗ phải được gia tải tại ba điểm uốn như sơ đồ mô tả trên Hình 5.



CHÚ DẪN

- 1 góe đỡ dạng con lăn;
- 2 tấm đỡ;
- 3 hướng thớ gỗ.

Hình 5 – Cách lắp đặt mẫu để xác định độ bền kéo vuông góc với thớ gỗ

Độ bền kéo $f_{t,90}$ được tính theo công thức sau:

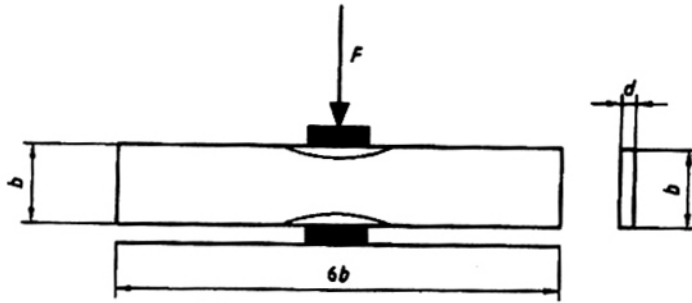
$$f_{t,90} = \left(\frac{3,75F_{ult}}{dh} \right) \times \left(\frac{0,03dl_h^2}{800^3} \right)^{0,2} \quad (8)$$

trong đó: F_{ult} là giá trị tải trọng truyền lên mẫu tại thời điểm phá huỷ (tải trọng tới hạn).

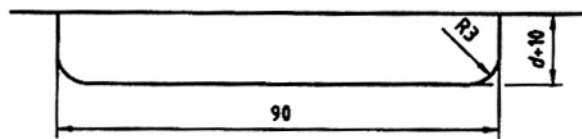
CHÚ THÍCH Hệ số $(0,03 dl_h^2/800^3)^{0,2}$ được sử dụng để chuẩn hoá độ bền kéo với giá trị tương đương mẫu gỗ hình lập phương có chiều dài cạnh 800 mm.

8.7 Độ bền nén và độ cứng vững vuông góc với thớ gỗ

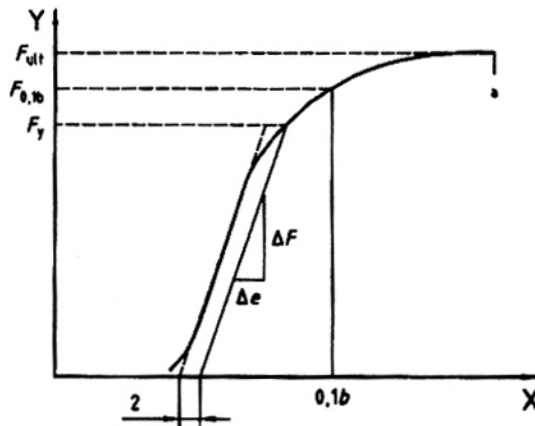
Cách lắp đặt mẫu để xác định độ bền nén và độ cứng vững vuông góc với thớ gỗ được mô tả trên Hình 6 a). Tải trọng F được truyền qua hai tấm đỡ bằng thép có chiều dài bằng 90 mm và chiều rộng bằng $d + 10$ mm. Đầu máy thử được cố định chắc chắn để không bị xoay. Trong quá trình gia tải, dụng cụ thí nghiệm quan hệ tải trọng-biến dạng [xem Hình 6 c)], đồng thời gia tải cho đến khi mẫu thử bị phá huỷ hoặc biến dạng đạt được 20 mm, tùy theo điều nào xảy ra trước. Nếu mẫu gỗ có xu hướng bị mất ổn định trong quá trình gia tải, có thể sử dụng các góe cản giữ ngang để chống lại sự mất ổn định.



a) Sơ đồ gia tải



b) Kích thước tấm đỡ bằng thép



c) Đồ thị quan hệ tải trọng-biến dạng

CHÚ DẪN

- X biến dạng, e , tính bằng milimét;
- Y tải trọng truyền lên mẫu, F , tính bằng niutơn;
- ^a điểm phá huỷ.

Hình 6 – Cách lắp đặt mẫu để xác định độ bền nén và độ cứng vững vuông góc với thớ gỗ

TCVN 8164 : 2009

Độ bền nén $f_{c,90}$ được tính theo công thức sau:

$$f_{c,90} = \frac{F_{ult}}{90d} \quad (9)$$

và

$$f_{c,90} = \frac{F_{20}}{90d} \quad (10)$$

trong đó

F_{ult} là giá trị tải trọng truyền lên mẫu tại thời điểm phá hủy (tải trọng tới hạn).

F_{20} là tải trọng truyền lên mẫu tại thời điểm biến dạng đạt 20 mm.

Độ bền nén ở điểm uốn $f_{c,90y}$ được tính theo công thức sau:

$$f_{c,90y} = \frac{F_y}{90d} \quad (11)$$

trong đó

F_y là tải trọng tại giao điểm của đường thẳng song song với đoạn dốc đàn hồi của đồ thị quan hệ tải trọng-biến dạng và cách đoạn dốc đó 2 mm [xem Hình 6 c)].

Độ cứng vững chịu nén vuông góc với thớ gỗ, $K_{c,90}$, được tính theo công thức sau:

$$K_{c,90} = \frac{(\Delta F / \Delta e)}{90d} \quad (12)$$

trong đó

$\Delta F / \Delta e$ là độ dốc đàn hồi của đồ thị quan hệ tải trọng-biến dạng.

8.8 Độ cứng chống xoắn

Sơ đồ thử nghiệm độ cứng chống xoắn được mô tả trên Hình 7. Chiều dài giữa một đầu cặp và bề mặt xoắn L_T của mẫu thử được mô tả trên Hình 7. Lực xoắn được truyền qua tải trọng F tác động lên cánh tay đòn có chiều dài l_t .

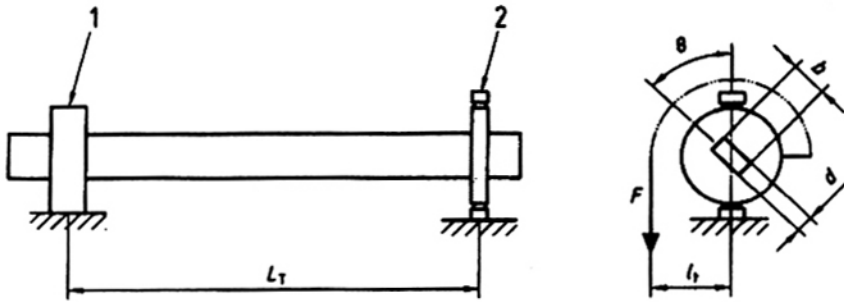
Độ cứng chống xoắn, $G_{t,0}$ được tính theo công thức:

$$G_{t,0} = \frac{L_T l_t}{bd^3 [1 - 0,63(b/d)]} \times (\Delta F / \Delta \theta) \quad (13)$$

trong đó

θ là góc biến dạng xoay;

$\Delta F / \Delta \theta$ là độ dốc của đồ thị quan hệ tải trọng-biến dạng.



Chiều dài thích hợp phải như sau:

- 18 d đối với mẫu thử, L_T và
- 500 mm đối với cánh tay đòn, l_1

CHÚ DẪN

- 1 đầu cặp;
- 2 mặt phẳng xoắn.

Hình 7 – Cách lắp đặt mẫu để xác định độ cứng chống xoắn

9 Đánh giá các giá trị đặc trưng của các chỉ tiêu đã thử nghiệm

9.1 Điều chỉnh đối với điều kiện thử nghiệm không tiêu chuẩn

Khi có yêu cầu, hệ số điều chỉnh cho bất kỳ chỉ tiêu nào có thể dựa trên các thông tin kỹ thuật thích hợp có sẵn khi thử nghiệm.

Đối với gỗ được thử nghiệm ở độ ẩm, nhiệt độ và thời gian đến khi xuất hiện sự phá hủy, lớn hơn các yếu tố đó của điều kiện chuẩn thì không cần thiết áp dụng hệ số hiệu chỉnh.

Đối với mẫu có độ ẩm trung bình từ 10 % đến 19 % áp dụng sự điều chỉnh như sau:

- a) không điều chỉnh đối với độ bền uốn và độ bền kéo;
- b) đối với độ bền nén song song với thớ gỗ, điều chỉnh 3 % ứng với mỗi phần trăm chênh lệch độ ẩm;
- c) đối với môđun đàn hồi và môđun độ cứng chống xoắn, điều chỉnh 2 % ứng với mỗi phần trăm chênh lệch độ ẩm;
- d) đối với các chỉ tiêu khác như trượt, kéo vuông góc và nén vuông góc với thớ gỗ, qui trình điều chỉnh dựa trên các phép thử chỉ tiêu gỗ cụ thể.

Nếu sử dụng tốc độ gia tải nhanh hơn giá trị chuẩn thì sự điều chỉnh phù hợp dựa trên thông tin thử nghiệm phải được áp dụng đối với các phép xác định độ bền và độ cứng vững.

Đối với thử nghiệm kéo trong đó khẩu độ của mẫu thử $L_{thử}$ phải ngắn hơn chiều dài tiêu chuẩn $L_{tiêu chuẩn}$, như quy định trong 8.3, độ bền đặc trưng đo được phải rút gọn bằng hệ số $(L_{thử}/L_{tiêu chuẩn})^{CV_1}$, trong đó CV_1 là hệ số biến động đo được của độ bền kéo.

9.2 Xử lý thống kê

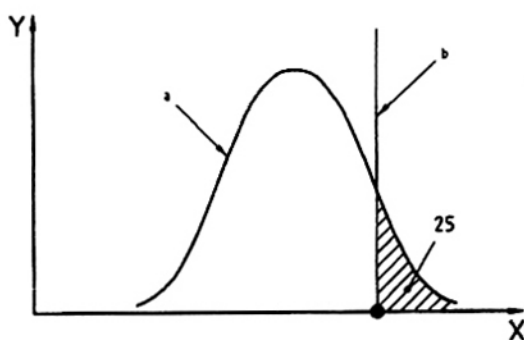
9.2.1 Tổng quát

Các nguyên tắc dẫn xuất giá trị đặc trưng được trình bày cụ thể trong các nội dung dưới đây. Một số phương pháp thống kê để thực hiện sự dẫn xuất này được nêu trong Phụ lục C.

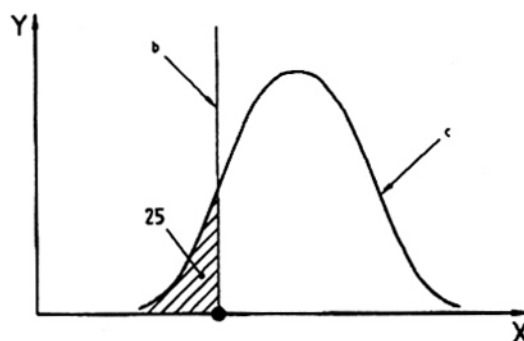
9.2.2 Các giá trị đặc trưng của độ bền

Các giá trị đặc trưng của độ bền f_k liên quan đến ước lượng giá trị phân vị chuẩn 5 của độ bền. Ước lượng này được lấy làm biên dưới, $f_{data,0.05,1}$, nghĩa là ước lượng có 25 % cơ hội lớn hơn giá trị thực phân vị chuẩn 5 của tập hợp chuẩn [(xem Hình 8 a)].

Giá trị tính bằng phần trăm



a) Ước lượng biên dưới



b) Ước lượng biên trên

CHÚ DẪN

- X độ bền;
 Y tần suất;
 a $f_{0,05,1}$ ước lượng biên dưới của giá trị phân vị chuẩn 5;
 b giá trị thực phân vị chuẩn 5 của tập hợp chuẩn;
 c $f_{0,05,u}$ ước lượng biên trên của giá trị phân vị chuẩn 5.

Hình 8 – Ước lượng biên trên và biên dưới của giá trị phân vị chuẩn 5 của độ bền trên cơ sở số liệu thử nghiệm mẫu

Nếu các giá trị đặc trưng trên cơ sở các số liệu từ một kích cỡ đơn thì f_k được tính theo công thức sau:

$$f_k = f_{data,0,05,1} \quad (14)$$

trong đó

f_k là giá trị đặc trưng cho kích cỡ đó.

Phương pháp tính toán $f_{data,0,05,1}$ theo Phụ lục C.

9.2.3 Giá trị đặc trưng của độ cứng vững

Các giá trị đặc trưng của độ cứng vững là giá trị trung bình và giá trị phân vị chuẩn 5 của số liệu thử nghiệm.

VÍ DỤ Giá trị đặc trưng E_{k1} và E_{k2} của môđun đàn hồi E là $E_{k1} = E_{data,mean}$ và $E_{k2} = E_{data,0,05}$, trong đó: $E_{data,mean}$ và $E_{data,0,05}$ là giá trị trung bình và giá trị phân vị chuẩn 5 của số liệu E đo được.

9.2.4 Sử dụng số liệu chung phần

Các số liệu từ một số kích cỡ nhưng có cùng cấp/chỉ tiêu có thể được gộp vào nhằm làm tăng cỡ mẫu hữu dụng. Một phương pháp gộp số liệu có thể được sử dụng sau đây.

Trước hết, chọn kích cỡ chuẩn f_{ref} . Sau đó chọn hệ số kích cỡ k_{size} ứng với mỗi kích cỡ của gỗ đã thử nghiệm.

Giá trị k_{size} có thể được chọn thích hợp bằng tỷ số của giá trị phân vị chuẩn 5 đo được cho kích cỡ chuẩn với bất kỳ kích cỡ cụ thể khác. Một số các tiêu chuẩn và qui chuẩn thiết kế, kể cả ASTM D1990, xác định hiệu quả mong đợi về kích cỡ đối với gỗ và điều này có thể được sử dụng để dẫn xuất k_{size} .

Sử dụng kích cỡ chuẩn được chọn, f_{ref} , chuyển đổi các số liệu đối với các kích cỡ của tất cả các thanh gỗ kết cấu sang các số liệu tương đương đối với kích cỡ chuẩn, như sau:

$$f_{ref} = \frac{f_{meas}}{k_{size}} \quad (15)$$

trong đó

f_{meas} là độ bền đo được của thanh gỗ cụ thể;

f_{ref} là độ bền tương đương của kích cỡ chuẩn.

Sử dụng các số liệu chung phần này để xác định giá trị đặc trưng của kích cỡ chuẩn $f_{ref,k}$ theo công thức sau:

$$f_{ref,k} = f_{ref,0,05,1}$$

trong đó

$f_{data,0,05,1}$ là ước lượng biên dưới của giá trị phân vị chuẩn 5 của số liệu chung phần.

Sau đó, ứng với bất kỳ kích cỡ cụ thể, tính giá trị đặc trưng $f_{spec,k}$ như sau:

TCVN 8164 : 2009

$$f_{\text{spec.k}} = k_{\text{size}} f_{\text{ref.k}}$$

và $f_{\text{spec.k}} = f_{\text{spec.0.05u}}$

trong đó: $f_{\text{spec.0.05u}}$ là ước lượng biên trên của giá trị phân vị chuẩn 5, nghĩa là ước lượng có 25 % cơ hội thấp hơn so với giá trị thực phân vị chuẩn 5 đối với tập hợp của kích cỡ cụ thể đó [(xem Hình 8 b)], trên cơ sở số liệu quy định cho kích cỡ.

10 Chỉ tiêu độ bền thiết kế

Các chỉ tiêu độ bền thiết kế được dựa trên các giá trị đặc trưng dẫn xuất và được quy định trong các qui chuẩn và tiêu chuẩn thiết kế liên quan. Các chỉ tiêu này có thể tùy thuộc vào các thông số bổ sung cho các giá trị đặc trưng khi dẫn xuất từ tiêu chuẩn này, ví dụ như hệ số biến động của chỉ tiêu thiết kế và những yếu tố quan trọng khác liên quan đến sự phá hủy.

11 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm các thông tin sau:

- a) viện dẫn tiêu chuẩn này;
- b) tên phòng thử nghiệm và cơ quan quản lý hoặc tổ chức tiến hành thử nghiệm;
- c) kế hoạch lấy mẫu và mô tả qui trình lấy mẫu;
- d) xác định tập hợp chuẩn bao gồm:
 - 1) nguồn gốc gỗ;
 - 2) loài gỗ;
 - 3) phương pháp phân cấp;
 - 4) kích cỡ;
 - 5) cấp;
 - 6) độ ẩm, và
 - 7) các hệ số khác, nếu thích hợp.
- e) kích thước thanh gỗ để cắt ra làm mẫu thử;
- f) sơ đồ thử nghiệm, kể cả kích thước mẫu thử;
- g) các điều kiện thử nghiệm chuẩn khác nhau quy định ở Điều 7;
- h) số liệu thử nghiệm và dải tải trọng sử dụng để tính toán môđun đàn hồi;
- i) ước lượng các giá trị trung bình, hệ số biến động và giá trị phân vị chuẩn 5;
- j) các giá trị đặc trưng được dẫn xuất của độ bền và môđun đàn hồi;
- k) hệ số kích cỡ được thừa nhận nếu số liệu chung phần theo 9.2.4.

Báo cáo đánh giá cũng có thể có thêm các thông tin bổ sung được coi là quan trọng.

Phụ lục A
(tham khảo)

Sự tương đương với các tiêu chuẩn khác

Sự tương đương với các tiêu chuẩn khác có thể nhận được tốt nhất từ các số liệu thử nghiệm và nếu có thể thì từ phép ngoại suy sử dụng lý thuyết thống kê. Mỗi quan hệ giữa các giá trị đặc trưng nhận được qua việc áp dụng tiêu chuẩn này và các giá trị đặc trưng nhận được bằng việc áp dụng tiêu chuẩn khác có thể được trình bày như sau:

$$f_{ISO, 0.05} = k_{eq} f_{alt, 0.05} \quad (A.1)$$

$$E_{ISO, mean} = k_{eq} E_{alt, mean} \quad (A.2)$$

$$\rho_{ISO, mean} = k_{eq} \rho_{alt, mean} \quad (A.3)$$

trong đó

- $f_{ISO, 0.05}, f_{alt, 0.05}$ là giá trị phân vị chuẩn 5 của độ bền xác định theo tiêu chuẩn này và tiêu chuẩn khác tương đương;
- $E_{ISO, mean}, E_{alt, mean}$ là giá trị trung bình của môđun đàn hồi xác định theo tiêu chuẩn này và tiêu chuẩn khác tương đương;
- $\rho_{ISO, mean}, \rho_{alt, mean}$ là giá trị trung bình của khối lượng riêng xác định theo tiêu chuẩn này và tiêu chuẩn khác tương đương;
- k_{eq} là hệ số tương đương.

Giá trị của k_{eq} áp dụng phù hợp với các loài gỗ cây lá kim được nêu trong Bảng A.1. Có thể sử dụng phép nội suy cho các cấp và kích cỡ khác. Giá trị này cũng có thể áp dụng phù hợp cho gỗ cây lá rộng, nhưng các số liệu đánh giá hiện chưa có sẵn.

Trong Bảng A.1, các thuật ngữ cấp 60 % và cấp 30 % để chỉ các cấp chất lượng phù hợp gỗ tốt chỉ có các đặc tính giảm độ bền thứ yếu và các cấp chất lượng có đặc tính giảm độ bền chủ yếu một cách tương ứng. Việc sử dụng các cấp phần trăm có thể do liên quan đến những quan niệm truyền thống của Bắc Mỹ và được xác định một cách tương đối như sau:

- đối với gỗ phân cấp theo AS 2858, các cấp đưa ra tương ứng với cấp kết cấu số 2 và số 4;
- đối với gỗ phân cấp theo EN 518, các cấp đưa ra tương ứng với C24 và C30;
- đối với gỗ phân cấp theo NLGA và các tiêu chuẩn nguyên tắc phân cấp NLGA, các cấp đưa ra tương ứng với Kết cấu số 1 và Kết cấu số 3.

Bảng A.1 – Hệ số tương đương đối với loài gỗ lá kim

Chỉ tiêu	Hệ số tương đương k_{eq}					
	ASTM		AS/NZS 4063		EN 384	
	cấp ≥ 60 %	cấp ≤ 30 %	cấp ≥ 60 %	cấp ≤ 30 %	cấp ≥ 60 %	cấp ≤ 30 %
Khối lượng riêng trung bình tại độ ẩm 12 %	a	a	a	a	1,0	0,95
Môđun đàn hồi trung bình $b = 100 \text{ mm}$ $b = 300 \text{ mm}$	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,1 1,0	1,2 1,1
Giá trị trung bình của môđun trượt song song thớ gỗ	1,0	1,0	a	a	a	a
Giá trị phân vị chuẩn 5 của độ bền uốn $b = 100 \text{ mm}$ $b = 300 \text{ mm}$	1,0 1,0	1,1 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,2 1,0	1,3 1,1
Giá trị phân vị chuẩn 5 của độ bền kéo song song thớ gỗ: $b = 100 \text{ mm}$ $b = 300 \text{ mm}$	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0
Giá trị phân vị chuẩn 5 của độ bền nén song song thớ gỗ: $b = 100 \text{ mm}$ $b = 300 \text{ mm}$	1,0 1,0	1,0 1,0	0,95 0,95	0,90 0,90	a a	a a
Giá trị phân vị chuẩn 5 của độ bền trượt song song thớ gỗ: $b = 100 \text{ mm}$ $b = 300 \text{ mm}$	a a	a a	1,0 1,0	1,0 1,0	a a	a a
Giá trị phân vị chuẩn 5 của độ bền kéo vuông góc với thớ gỗ	a	a	a	a	a	a
Giá trị phân vị chuẩn 5 của độ bền nén vuông góc với thớ gỗ	a	a	a	a	a	a
Giá trị trung bình của môđun trượt song song thớ gỗ	a	a	1,0	1,0	a	a

^a Các tiêu chuẩn hiện hành không bao gồm phương pháp đánh giá trên cơ sở gỗ kết cấu có toàn bộ kích thước mặt cắt ngang.

Phụ lục B
(tham khảo)

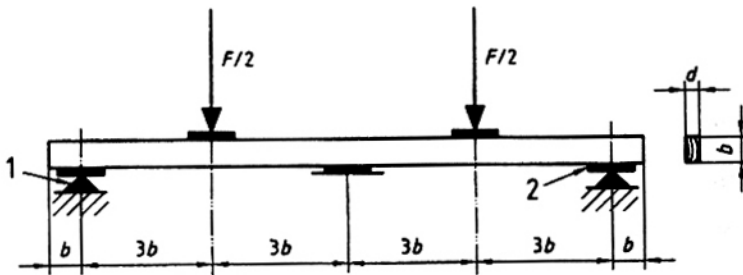
Sơ đồ dầm liên tục hai nhịp để thử nghiệm độ bền trượt

Có thể sử dụng sơ đồ gia tải trên dầm một nhịp như mô tả trên Hình 4, hoặc sơ đồ gia tải dầm liên tục hai nhịp như mô tả trên Hình B.1. Trong trường hợp này, cần chú ý để đảm bảo tất cả các điểm đỡ phải được cố định trước khi gia tải.

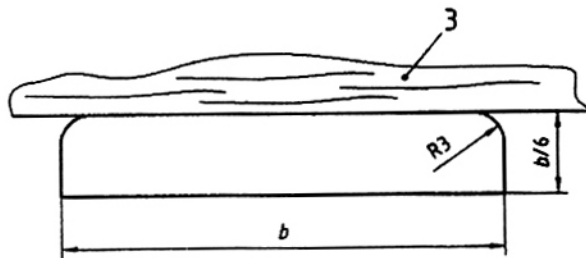
Giá trị tải trọng truyền lên mẫu tại thời điểm xuất hiện sự phá hủy, F_{ult} , cần được sử dụng để đánh giá độ bền trượt f_v theo công thức:

$$f_v = 0,516 \frac{F_{ult}}{db} \quad (B.1)$$

Sơ đồ dầm liên tục hai nhịp có xu hướng cho giới hạn độ bền trượt cao hơn so với sơ đồ dầm một nhịp và do đó nên ưu tiên sơ đồ đánh giá độ bền trượt của loài gỗ cây lá kim có tỷ số độ bền trượt/độ bền uốn cao.



a) Sơ đồ gia tải



b) Kích thước tấm đỡ bằng thép

CHÚ DẪN

- 1 gói đỡ dạng con lăn;
- 2 tấm đỡ;
- 3 gỗ.

Hình B.1 – Cách lắp đặt mẫu để xác định độ bền trượt trên dầm liên tục hai nhịp

Phụ lục C
(tham khảo)

Xử lý số liệu thống kê

C.1 Các thông số phi giới hạn

Nếu các số liệu đo được đối với một chỉ tiêu nằm sát nhau trong trật tự tăng dần về trị số quan trọng, phần tử thứ i có thể giả định có phân vị chuẩn p_i , được tính theo công thức:

$$p_i = \frac{(i - 0,5)}{N} \quad (C.1)$$

trong đó : N là cỡ mẫu.

Đối với các phân vị chuẩn trung gian, có thể xác định chỉ tiêu bằng phép nội suy trực tiếp giữa hai giá trị phân vị chuẩn liền kề.

C.2 Qui trình dựng biểu đồ phân bố Weibull

Trước hết, sắp đặt các thông số theo trật tự tăng dần x_1, x_2, x_3, \dots và các giá trị phân vị chuẩn p_1, p_2, p_3, \dots xác định theo Phương trình (C.1).

Để dựng biểu đồ, sử dụng 15 giá trị thấp nhất hoặc 15 % thấp nhất (tùy theo giá trị nào lớn hơn) của dữ liệu để dựng biểu đồ với $\ln(x)$ là trục tung và $\ln[-\ln(1-p)]$ là trục hoành, trong đó \ln là logarit tự nhiên.

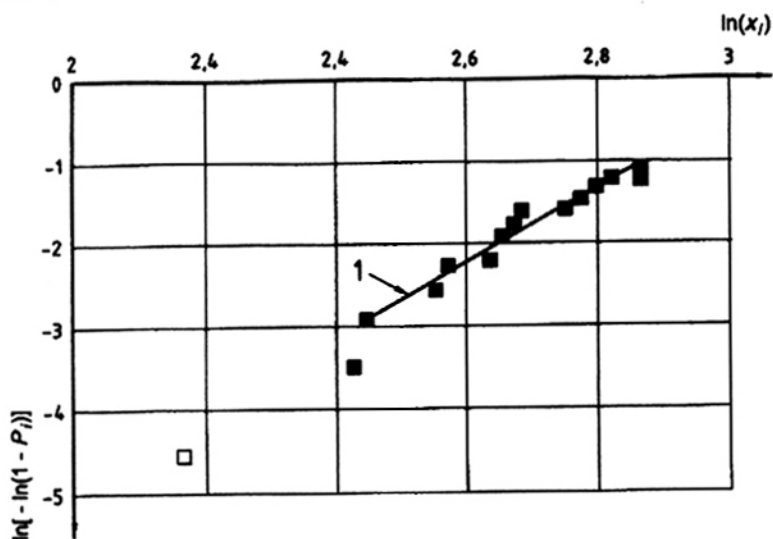
Sau đó, bỏ qua hai giá trị thấp nhất (bởi vì tính hay thay đổi quá mức của chúng), kẻ một đường thẳng hồi qui đi qua các điểm này; đường thẳng hồi qui này thể hiện sự phân bố Weibull. Độ dốc của đường kẻ giới hạn bởi s , biểu diễn hệ số biến động, CV_{tail} , được tính theo phương trình sau :

$$CV_{tail} = s^{-0,92} \quad (C.2)$$

VÍ DỤ Bảng C.1 đưa ra các giá trị độ bền kéo từ tổ mẫu gồm 50 mẫu thử. Bảng C.1 cũng bao gồm các giá trị được tính toán tương ứng phần trăm và logarit. 15 giá trị thấp nhất được biểu diễn trên Hình C.1. Theo quy định, đường thẳng trên Hình C.1 bỏ qua hai giá trị thấp nhất và có độ dốc là $s = 4,5$. Từ công thức (C.2), hệ số biến động tương ứng của biểu đồ là 0,25.

Bảng C.1 — Ví dụ về số liệu thử nghiệm kéo

Thứ tự mẫu <i>i</i>	Độ bền kéo (MPa) $x(i)$	Giá trị phân vị chuẩn $p(i)$	$\ln(x)$	$\ln[-\ln(1-p)]$
2	11,57	0,03	2,45	-3,49
3	11,68	0,05	2,46	-2,97
4	12,85	0,07	2,55	-2,62
5	13,11	0,09	2,57	-2,36
6	14,17	0,11	2,65	-2,15
7	14,41	0,1	2,67	-1,97
8	14,56	0,15	2,68	-1,82
9	14,73	0,17	2,69	-1,68
10	15,74	0,19	2,76	-1,56
11	16,06	0,21	2,78	-1,45
12	16,51	0,23	2,80	-1,34
13	16,73	0,25	2,82	-1,25
14	17,61	0,27	2,87	-1,67
15	17,61	0,29	2,87	-1,07
16	17,64	0,31	2,87	-0,99
17	18,06	0,33	2,89	-0,92
18	18,14	0,35	2,90	-0,84
19	18,64	0,37	2,93	-0,77
20	18,78	0,39	2,93	-0,70
...
49	28,83	0,97	3,36	-1,25
50	29,34	0,99	3,38	-1,53



Hình C.1 – Biểu diễn các số liệu của Bảng C.1

C.3 Ước lượng biên trên và biên dưới

Ước lượng biên trên và biên dưới có thể được dẫn xuất từ nhiều phương pháp khác nhau. Một qui trình đơn giản ⁽¹¹⁾ được thực hiện như sau :

Đối với ước lượng biên dưới của giá trị phân vị chuẩn 5:

$$f_{data,0.05,l} = \left(\frac{1 - 2,7CV_{tail}}{\sqrt{N}} \right) f_{0.05,data} \tag{C.3}$$

Đối với ước lượng biên trên của giá trị phân vị chuẩn 5:

$$f_{data,0.05,u} = \left(\frac{1 + 2,7CV_{tail}}{\sqrt{N}} \right) f_{0.05,data} \tag{C.4}$$

trong đó

N là cỡ mẫu ;

CV_{tail} là hệ số biến động của phân bố Weibull phù hợp với biểu đồ phân bố.

Các phương pháp phù hợp khác để tiến hành ước lượng biên dưới được chỉ ra trong các tài liệu [3] và [12].

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ASTM D 1990, *Standard practice for establishing allowable properties for visual-graded dimension lumber from in-grade tests of full size specimens* (Tiêu chuẩn thực hành đối với việc thiết lập các chỉ tiêu chấp nhận được đối với gỗ xẻ phân cấp bằng mắt thường từ các thử nghiệm phân cấp mẫu có toàn bộ kích thước mặt cắt ngang).
- [2] ASTM D 2915, *Standard practice for evaluating allowable properties for graded of structural Lumber* (Tiêu chuẩn đánh giá các chỉ tiêu chấp nhận được của gỗ xẻ làm kết cấu).
- [3] AS 2858, *Timber – Softwood – Visually stress-graded for structural purposes* (Gỗ xẻ – Gỗ cây lá kim – Phân cấp độ bền bằng mắt thường cho mục đích kết cấu).
- [4] AS/NZS 4063, *Timber – Stress-graded – In-grade strength and stiffness evaluation* (Gỗ xẻ – Phân cấp độ bền – Đánh giá độ bền và độ cứng vững bằng phương pháp phân cấp).
- [5] EN 384, *Structural timber – Determination of characteristic values of mechanical properties and density* (Gỗ kết cấu – Xác định các giá trị đặc trưng của các chỉ tiêu cơ học và khối lượng riêng).
- [6] EN 408, *Timber structures – Structural timber and glue laminated timber – Determination of some physical and mechanical properties* (Kết cấu gỗ – Gỗ kết cấu và gỗ dán bằng keo – Xác định các chỉ tiêu cơ lý).
- [7] EN 518, *Structural timber – Grading – Requirements for visual grading standards* (Gỗ kết cấu – Phân cấp – Các yêu cầu đối với tiêu chuẩn phân cấp bằng mắt thường).
- [8] EN 1193, *Timber structures – Structural timber and glue laminated timber – Determination of shear strength and mechanical properties perpendicular to the grain* (Kết cấu gỗ – Gỗ kết cấu và gỗ dán bằng keo – Xác định độ bền trượt và các chỉ tiêu cơ lý vuông góc thớ gỗ).
- [9] National Lumber Grades Authority (NLGA), *Standard grading rules for canadian Lumber* (Cơ quan phân cấp gỗ xẻ quốc gia (NLGA), Tiêu chuẩn về nguyên tắc phân cấp đối với gỗ xẻ canadian).
- [10] LEICESTER, R.H. *Confidence in Estimates of characteristic Values*. Proc. of 19th Conference of CIBW 18, Firenze, Italy, 18pp. 1986.
- [11] OFVERBECK, P. *Small Sample Control of Structural Safety*. Rep. TVBK-3009. dept of Structural Engineering, Lund Institute of Technology, Lund, Sweden. 1980.