

- a) Độ bền ứng suất pháp;
- b) Độ bền ứng suất tiếp;
- c) Độ bền ứng suất tính đối;
- d) Độ bền mỏi;
- e) Độ bền liên kết cánh dầm với sườn dầm;
- g) Độ bền của mối nối bản thân dầm;
- h) Điều kiện cứng;
- i) Điều kiện ổn định chung và ổn định cục bộ;
- k) Dao động.

Hệ rầm mặt cầu còn phải kiểm toán các mối nối dầm dọc với dầm ngang và mối nối dầm ngang với dầm chủ.

3.A.6. Nội lực tính toán và nội lực tiêu chuẩn được xác định theo các công thức cho trong quy trình thiết kế.

3.A.7. Phải kiểm tra ứng suất pháp của dầm chịu uốn tại điểm xa trục trung hoà nhất ở tiết diện giữa nhịp; ở những vị trí cắt bớt bản biên (ở chỗ hàng đỉnh tán thứ nhất); ở mối nối các chi tiết của tiết diện dầm; ở các tiết diện bị giảm yếu nhiều và các tiết diện nguy hiểm khác theo công thức:

$$\sigma = \frac{M_{tt}}{I_{tt}} \cdot y \leq R \quad (3-A-1)$$

Trong đó: M_{tt} - Mômen uốn tính toán

I_{tt} - Mômen quán tính của tiết diện đã trừ phần giảm yếu;

y - Khoảng cách từ trục trung hoà đến điểm tính ứng suất;

R - Cường độ tính toán khi uốn.

3.A.8. Ứng suất tiếp của dầm chịu uốn được kiểm toán ở vị trí trục trung hoà của tiết diện trên gối, tiết diện hiểm yếu nhất, (đối với dầm ngang là tiết diện theo hàng lỗ đỉnh trên thép góc liên kết với dầm dọc), và những tiết diện nguy hiểm khác, theo công thức:

$$\tau = \frac{Q_{tt} S_{ng}}{I_{ng} \cdot b} \cdot y \leq R_c \quad (3-A-2)$$

Trong đó: Q_{tt} - lực cắt tính toán;

S_{ng} - mômen tĩnh của phần diện tích nguyên từ trục trung hoà đến mép mặt cắt lấy đối với trục trung hoà;

I_{ng} - mô - men quán tính nguyên của tiết diện;

b - bề rộng tiết diện tại trục trung hoà;

R_c - cường độ tính toán khi cắt.

3.A.9. Kiểm tra độ bền về ứng suất tính đối ở điểm có ứng suất pháp và ứng suất tiếp cùng lớn trên mặt cắt có mô-men uốn và lực cắt cùng lớn, theo công thức:

$$\sigma_{td} = \sqrt{0,8\sigma^2 + 2,4\tau^2} \leq R \quad (3-A-3)$$

Trong đó: σ và τ - ứng suất pháp và ứng suất tiếp tại điểm kiểm tra

3.A.10. Kiểm tra độ bền mỏi tại điểm có ứng suất tiếp lớn nhất, tại tiết diện cắt bởi bản biên, tiết diện gần các mối hàn ngang và tiết diện có hệ số tập trung ứng suất cao theo công thức:

$$\sigma = \frac{M'}{I_{tt}} \cdot y \leq \gamma R \quad (3-A-4)$$

$$\tau = \frac{Q' \cdot S_{ng}}{I_{ng} \cdot b} \leq \gamma R_c \quad (3-A-5)$$

Trong đó: M' , Q' - mô-men và lực cắt tại điểm để kiểm tra mỏi;

γ - hệ số giảm cường độ tính toán khi có xét tới hiện tượng mỏi, tính theo công thức như trong quy trình thiết kế nhưng hệ số tập trung ứng suất β lấy theo bảng 3-A-5, các kí hiệu khác - như đã giới thiệu ở trên.

Bảng 3-A-5. Hệ số tập trung ứng suất β tại tiết diện thanh

Số TT	Tiết diện tính toán	Hệ số
1	Đối với lỗ đỉnh trống	1,3
2	Đối với lỗ bu-lông cường độ cao	1,1
3	Khi có hiện tượng rỉ bề mặt với độ sâu tới <ul style="list-style-type: none"> a) dưới 0,40mm b) 0,41 - 0,50mm c) 0,51-0,70mm d) 0,71-1,20mm e) trên 1,20mm 	1,0 1,15 1,3 1,9 2,2
4	Theo các đỉnh tán mối nối	1,3
5	Theo hàng đỉnh tán thứ nhất chịu cắt một mặt, liên kết bản nút với thanh, có hai nhánh: <ul style="list-style-type: none"> - ghép bằng bản giằng tại nút - ghép không có bản giằng 	3,0 3,5
6	Theo hàng đỉnh tán thứ nhất, chịu cắt hai mặt, liên kết bản nút với các thanh	1,7

7	Theo hàng đinh tán ngoài cùng (của đầu rầm dọc) nối với bản cá	1,9
8	Theo hàng đinh tán thứ nhất liên kết tại vị trí cắt bớt bản thép của biên chịu kéo	1,3
9	Theo hàng đinh tán thứ nhất liên kết tại vị trí cắt bớt bản thép của biên chịu kéo với hai mặt ma sát - khi có bản giằng - khi không có bản giằng	1,2 1,4
10	Theo hàng bulông cường độ cao thứ nhất, làm việc với một mặt ma sát, liên kết bản nút hay bản nối với thanh: - Khi thanh có hai nhánh ghép bản giằng tại nút - Khi thanh có hai nhánh ghép không có bản giằng	2,2 2,6
11	Theo hàng bulông cường độ cao thứ nhất, liên kết bản nút hệ giằng gió vào biên dầm hay thanh biên (khi tính toán biên dầm hay thanh biên)	1,3
12	Theo hàng bu lông cường độ cao thứ nhất, liên kết bản nút với thanh biên, loại tiết diện hai thành đứng, có phần tiết diện được nối trực tiếp không ít hơn 90%, trong đó có 60% trở lên với hai mặt ma sát (khi tính thanh biên)	1,4
13	Theo hàng bulông cường độ cao thứ nhất, một mặt ma sát liên kết bản nút với thanh biên, loại tiết diện hai thành đứng, có phần tiết diện được nối trực tiếp chiếm (khi tính thanh biên): a) dưới 60% b) từ 60% trở lên	1,7 1,5
14	Theo hàng bu lông cường độ cao thứ nhất, một mặt ma sát liên kết bản nút với thanh tiết diện một thành đứng	2,2
15	Theo hàng bulông cường độ cao ngoài cùng (của đầu dầm dọc) nối với bản cá	1,7
16	Nơi chuyển tiếp sang mối hàn không gia công, nối với phần tăng cường: a) cũng không có chuyển tiếp điều hoà b) nhưng có chuyển tiếp điều hoà	2,1 1,4
17	Nơi chuyển sang mối hàn được gia công bằng cách tạo cung tròn hay mài đặc biệt, nhằm giảm tập trung ứng suất, khi nối các tấm thép: a) có bề rộng và bề dày như nhau b) có bề rộng khác nhau c) có bề dày khác nhau	1,0 1,2 1,3

18	Nơi chuyển tiếp sang mối hàn ngang (đối đầu):	
	a) không gia công chỗ chuyển tiếp mối hàn sang tấm thép cơ bản	2,7
	b) có gia công cơ khí	1,5
19	Nơi chuyển tiếp từ thanh sang chân mối hàn góc, làm việc chịu cắt dưới tác dụng của lực dọc, trong kiểu nối chồng ép các chi tiết	3,4
20	Vùng gần bản chắn ngang và sườn tăng cường, hàn dính vào biên chịu kéo của rầm và thanh giàn bằng mối hàn góc:	
	a) khi hàn tay và không gia công mối hàn	1,6
	b) khi hàn bán tự động và không gia công mối hàn	1,3
	c) khi hàn bán tự động và không gia công mối hàn nhưng có gia công cơ khí	1,0
21	Ở chỗ cắt bớt một bản biên (trong hai hoặc nhiều bản) của rầm hàn trong trường hợp:	
	a) làm mỏng bớt bản thép (giữ nguyên bề rộng) tới chỗ cắt bỏ với độ vát 1:8, và không gia công mối hàn ngang (ở đầu)	2,3
	b) vừa làm mỏng bớt (với độ vát 1:8) vừa giảm bề rộng (với độ vát 1:4) của bản thép, và không gia công mối hàn ngang (ở đầu)	1,7
	c) vừa làm mỏng bớt (với độ vát 1:8) vừa giảm bề rộng (với độ vát 1:4) của bản thép, nhưng dùng mối hàn xiên (không có mối hàn đầu) và có gia công cơ khí cuối các mối hàn xiên để bảo đảm chuyển tiếp điều hoà ở chỗ cắt bản thép	1,3
22	Ở chỗ cắt bản tăng cường hàn vào biên chịu kéo theo chu vi mà không gia công mối hàn	3,5
23	Ở chỗ cắt bản nối (bản nút) hàn vào biên chịu kéo theo kiểu chồng áp mà không gia công mối hàn	3,2
24	Ở mối nối hỗn hợp đinh tán - bulông, trong đó thay các hàng đinh tán đầu tiên bằng bulông cường độ cao:	
	a) theo hàng bu lông thứ nhất, một mặt ma sát, liên kết bản nút với thanh gồm hai nhánh ghép với nhau tại vị trí nút bằng bản giằng	2,5
	b) như trên nhưng không có bản giằng	2,9
	c) theo hàng bu lông thứ nhất, có hai mặt ma sát, liên kết bản nút với các thanh	1,6
	d) theo hàng bu lông cường độ cao ngoài cùng, trong mối nối hỗn hợp đinh tán - bulông của dầm dọc có bản cá	1,8

3.A.11. Kiểm tra độ bền chỗ liên kết cánh dầm với sườn dầm (liên kết bằng đinh tán, bu lông hay hàn) ở vị trí gối, ở nơi bắt đầu giãn cự li bước đinh hay giảm bề dày mỗi hàn, theo các công thức sau:

Khi liên kết đinh tán hay bu lông:

Nếu bánh xe hoạt tải tác động trực tiếp không đáng kể đến làm việc của đinh tán hay bulông:

$$\frac{Q_{tt} \cdot S_c}{I_{ng}} \cdot a \leq T \quad (3-A-6)$$

Nếu phải kể đến ảnh hưởng tác động cục bộ của bánh xe:

$$a \cdot \sqrt{\left(\frac{Q_{tt} \cdot S_c}{I_{ng}} \right)^2 + \left(\frac{n_h (1+\mu) P}{a_2 + 2H} \right)^2} \leq T \quad (3-A-7)$$

Khi liên kết hàn:

Nếu bỏ qua tác động cục bộ của bánh xe:

$$\tau = \frac{Q_{tt} \cdot S_c}{2I_{ng} \cdot \Delta h} \leq R_c \quad (3-A-8)$$

Nếu phải kể đến tác động cục bộ của bánh xe:

$$\tau = \frac{1}{2\Delta h} \sqrt{\left(\frac{Q_{tt} \cdot S_c}{I_{ng}} \right)^2 + \left(\frac{n_h (1+\mu) P}{a_2 + 2H} \right)^2} \leq R_c \quad (3-A-9)$$

Trong các công thức này, từ (3-A-6) đến (3-A-9):

- Q_{tt} - lực cắt tính toán ở vị trí kiểm tra;
- S_c - mô-men tĩnh nguyên của diện tích bản cánh đối với trục trung hoà;
- I_{ng} - mô-men quán tính nguyên;
- n_h - hệ số tải trọng của hoạt tải;
- $(1+\mu)$ - hệ số xung kích;
- a_2 - chiều dài vệt bánh xe tiếp xúc mặt cầu;
- T - khả năng chịu lực của một đinh tán, lấy giá trị nhỏ trong hai khả năng chịu cắt và chịu ép mặt;
- Δh - chiều dày tính toán của đường hàn;
- R_c - cường độ tính toán chịu cắt của đường hàn;
- a - bước của đinh tán hay của bu lông (cự ly giữa hai đinh).

3.A.12. Ở những vị trí có mối nối, ngoài việc kiểm tra ứng suất của dầm còn phải kiểm tra đỉnh tán, bu lông hay đường hàn theo các công thức đã chỉ ra trong quy trình thiết kế nhưng phải chú ý loại bỏ không kể những đỉnh đã mất hay hư hỏng, mất tác dụng.

3.A.13. Kiểm toán điều kiện cứng theo công thức:

$$f \leq [f] \quad (3-A-10)$$

Trong đó: $[f]$ - độ võng cho phép, lấy theo quy định trong quy trình thiết kế;

f - độ võng lớn nhất do hoạt tải tiêu chuẩn gây ra;

Với dầm giản đơn tính theo công thức sau:

$$f = \frac{5 \eta q_{td} l^4}{384 E I_{ng}} \quad (3-A-11)$$

Ở đây: η - hệ số phân bố ngang;

q_{td} - tải trọng phân bố tương đương của đường ảnh hưởng mô-men uốn ở mặt cắt giữa;

l - khẩu độ tính toán;

E - mô-đun đàn hồi của thép.

Ghi chú: Công thức (3-A-11) chỉ dùng để tính độ võng ở mặt cắt giữa của dầm giản đơn; đối với các kết cấu nhịp loại khác thì tính theo các công thức cơ học kết cấu.

3.A.14. Cần phải kiểm tra ổn định chung của cánh chịu nén khi chiều dài tự do (lấy bằng khoảng cách giữa các nút của hệ liên kết dọc trong mặt phẳng cánh chịu nén) của cánh lớn hơn 15 lần bề rộng cánh đối với thép các bon và lớn hơn 13 lần bề rộng cánh đối với thép hợp kim thấp:

$$\sigma = \frac{M_{tt} \cdot \gamma_c}{I_{ng} \cdot \varphi} \leq R \quad (3-A-12)$$

Trong đó:

M_{tt} - mô-men tính toán;

γ_c - khoảng cách từ trục trung hoà của cánh chịu nén đến trọng tâm mặt cắt;

φ - hệ số giảm cường độ tính toán khi xét đến điều kiện ổn định;

Hệ số φ này phụ thuộc vào độ mảnh $\lambda = l_0/r$; với l_0 là chiều dài tự do của cánh chịu nén; r là bán kính quán tính của tiết diện cánh chịu nén của dầm đối với trục thẳng đứng;

R - cường độ tính toán của thép làm dầm khi chịu lực dọc trục;

I_{ng} - mô-men quán tính của tiết diện nguyên.

3.A.15. Cũng cần phải kiểm tra độ ổn định của thanh đứng trên gối để đảm bảo cho thanh này không mất ổn định ra ngoài mặt phẳng sườn dầm: