

3.C.6. Cường độ tính toán chịu nén của bê tông δ_{bc} khi kiểm toán theo trạng thái giới hạn phá huỷ được lấy bằng:

$$\delta_{bc} = 0,85 \frac{Z_{cj}}{\gamma_b} \quad (3-C-2)$$

Với γ_b là hệ số tin cậy của vật liệu = 1,3.

Cường độ tính toán chịu cắt trượt của bê tông khi kiểm toán theo trạng thái giới hạn phá huỷ được lấy bằng:

$$0,15 \frac{Z_{cj}}{\gamma_b} \quad (3-C-3)$$

3.C.7. Môđun biến dạng của bê tông:

Khi tính toán dưới tác động của hoạt tải, lấy theo môđun biến dạng tức thời:

$$E_i = 1100 \sqrt[3]{Z_c} \quad (\text{MPa}) \quad (3-C-4)$$

Khi tính toán dưới tác động của tĩnh tải, lấy theo môđun biến dạng dọc dài hạn (bao gồm cả biến dạng tức thời với biến dạng trễ):

$$E_v = \frac{1100}{3} \sqrt[3]{Z_c} \quad (\text{MPa}) \quad (3-C-5)$$

3.C.8. Cường độ đặc trưng ứng với giới hạn kéo đứt của cốt thép cường độ cao trong kết cấu bê tông dự ứng lực được lấy theo hồ sơ thiết kế hay hồ sơ hoàn công. Khi không có hồ sơ, có thể tham khảo các trị số sau đây, nhưng phải ghi chú rõ:

Với các dầm BTCT dự ứng lực ở miền Bắc, lấy theo số liệu cốt thép sợi cường độ cao ϕ 5mm do Nga sản xuất.

Với các dầm BTCT dự ứng lực giản đơn, kiểu định hình theo tiêu chuẩn Mỹ ở miền Nam, lấy theo số liệu cáp xoắn 7 sợi có độ tự chùng thông thường đã ghi trong tiêu chuẩn cầu ô tô của Mỹ (AASHO hay AASHTO).

Với các dầm dự ứng lực đã biết dùng cốt thép cường độ cao do Nga sản xuất thì trong tính toán lấy trị số như trong bảng 3-C-1.

Với các dầm dự ứng lực dùng các bó xoắn 7 sợi do nước ngoài sản xuất theo tiêu chuẩn A.S.T.M 416/80 của Mỹ, để thiên về an toàn có thể dùng các trị số ứng với loại có cường độ thấp nhất (cấp 20 Kpsi);

Đường kính danh định bó xoắn 7 sợi: 12,7mm

Diện tích mặt cắt một bó: 93mm^2

Cường độ đặc trưng $Z_s' = 1600\text{MPa} = 160\text{KN/cm}^2$

Giới hạn đàn hồi quy ước, ứng với độ dẫn 1%

$Z_s = 1442\text{MPa} = 144,2\text{KN/cm}^2$

Bảng 3-C-1. Cường độ tính toán của cốt thép cường độ cao dạng sợi đơn, bó sợi song song, bó sợi xoắn do Nga sản xuất (MPa)

Đường kính	Cường độ tính toán chịu kéo	
	Sợi tròn trơn	Sợi có gờ
3	1120	1100
4	1060	1030
5	1000	940
6	940	885
7	885	825
8	825	765

Trị số cường độ tính toán của cốt thép dự ứng lực bó xoắn 7 sợi trong các tính toán theo trạng thái giới hạn phá hủy được lấy là:

$$Z_{SU}^* = S'_s \left(1 - 0,5 \frac{P^* Z'_s}{Z_c} \right) \quad (3-C-6)$$

Đối với cốt thép có dính bám với bê tông

$$Z_{SU}^* = ZS_e + 103,4 \text{ (MPa)} \quad (3-C-7)$$

Trong đó:

$P^* = \frac{A_s^*}{b \cdot d}$ - tỷ số giữa cốt thép dự ứng lực với diện tích có hiệu quả của mặt cắt dầm;

A_s^* - diện tích cốt thép dự ứng lực bó xoắn 7 sợi;

b - bề rộng của sườn dầm;

d - cự ly từ thớ biên chịu nén tới tâm của dự ứng lực;

Z_{se} - dự ứng suất có hiệu quả trong cốt thép sau khi đã trừ các mất mát.

3.C.9. Mô-đun đàn hồi quy ước:

Đối với dầm và khung dùng cốt thép sợi cường độ cao $\phi 5\text{mm}$ do Nga sản xuất thì lấy $E_s = 180\,000 \text{ MPa}$;

Đối với dầm dự ứng lực xuất kéo trước, kiểu Châu thời ở miền Nam, cốt thép bó xoắn sợi cường độ cao thì lấy $E_s = 200\,000 \text{ MPa}$.

3.C.10. Để thiên về an toàn, trong quá trình tính toán mặt cắt dầm chỉ xét đến ứng lực theo trạng thái phá hủy, không xét đến sự có mặt của cốt thép thường. Vì vậy ở đây không có quy định về trị số cường độ tính toán của cốt thép thường.

Mô-đun đàn hồi của cốt thép thường, bất kể nguồn gốc, đều lấy bằng:

$$E_s = 210\,000 \text{ MPa.}$$

3.C.11. Các đặc trưng của các vật liệu khác: Đối với các loại vật liệu khác, như kéo dãn trong các mối nối của kết cấu dầm lắp ghép nhiều đốt, cũng như vật liệu dẻo trong các loại gối cầu bằng chất dẻo, phải dựa vào hồ sơ thiết kế ban đầu để lấy số liệu cho tính toán. Nhưng kết quả tính toán chỉ có giá trị tham khảo. Nếu thiếu hồ sơ cũ thì phải căn cứ vào kết quả thử tải chung, của cả kết cấu nhịp và gối, để chẩn đoán tình trạng kỹ thuật của mối nối và của gối cầu. Khi đó cần tiến hành các tính toán theo một số giả thiết khác nhau để lấy trị số tham khảo.

Kiểm toán, xác định năng lực chịu tải.

3.C.12. Tính toán nội lực của bản mặt cầu: Căn cứ vào cấu tạo mà chọn lựa, chọn sơ đồ tính là bản hẫng, bản kê hai cạnh hay bản kê bốn cạnh.

Với cầu lắp ghép có mối nối ở bản hay dầm ngang có hư hỏng, cần phải tùy theo thực trạng và mức độ hư hỏng mà đề ra các sơ đồ, giả thiết khác nhau để tính nội lực khi chịu lực cục bộ, ví dụ như thành bản hẫng, bản nối chốt có hai cạnh ngàm, ...

Khi tính toán sơ bộ thấy không bảo đảm an toàn, thì nhất thiết phải thử nghiệm để đo ứng suất và chuyển vị dưới tác động của hoạt tải, để có căn cứ kết luận về khả năng chịu lực thực tế của bản.

Với cầu bản lắp ghép có mối nối kiểu chốt, khi kiểm tra phát hiện hư hỏng ở liên kết chốt thì, ngoài việc tính nội lực theo sơ đồ bản nối chốt, còn phải tính theo sơ đồ các nhóm bản nối chốt làm việc độc lập với nhau.

Nếu kết quả tính toán nội lực và kết quả tính duyệt mặt cắt cho thấy bản không đủ khả năng chịu lực thì nhất thiết phải thử tải và đo đạc cụ thể để có kết luận chính xác hơn.

Với mỗi sơ đồ tính học của bản, có thể dùng các phương pháp cơ học kết cấu để xác định nội lực và ứng suất trong bản:

Hoặc tra các bảng tính sẵn;

Hoặc dùng các phương pháp tính chính xác hơn như phương pháp sai phân hữu hạn, phương pháp phần tử hữu hạn v.v...

3.C.13. Tính toán nội lực trong dầm chủ:

Để có được sự phân bố ngang chính xác của tải trọng, cần khảo sát kỹ hiện trạng của kết cấu nhịp, nhất là hệ kết cấu ngang (dầm ngang, bản mặt cầu). Cách tốt nhất là đo độ võng các dầm chủ dưới tác động của hoạt tải đứng yên trên cầu, theo sơ đồ bất lợi nhất, tương ứng với đường ảnh hưởng của nội lực (mô-men hay lực cắt) của mặt cắt đặc trưng đang xét. Sau đó tính hệ số phân bố ngang tương ứng.

Khi tính toán sơ bộ trước khi thử tải, hay khi không có điều kiện thử tải, có thể vận dụng các phương pháp gần đúng, tính toán sự phân bố ngang của tải trọng theo các lý thuyết cơ học. Trong các trường hợp này, cần đề ra một số sơ đồ tính học khác nhau, phù hợp với cấu tạo thực tế và những hư hỏng cụ thể của kết cấu nhịp. Các sơ đồ này phải phản ánh được

tình huống lạc quan nhất, tình huống bi quan nhất và một số tình huống trung gian.

Khi đề ra các phương pháp tính toán cũng như các sơ đồ tính toán phải xem xét đầy đủ đến các yếu tố sau:

- Tình trạng thực tế của hệ liên kết ngang;
- Khả năng chịu xoắn của các dầm chủ;
- Cấu tạo và tình trạng thực tế của gối cầu;
- Các trường hợp đặt hoạt tải lên cầu một cách bất lợi nhất theo hướng ngang cầu và hướng dọc cầu;
- Các trường hợp đặt hoạt tải lên cầu thường gặp trong thực tế khai thác cầu cụ thể đang được xem xét (theo hướng ngang cầu).

Nếu xét thấy hệ liên kết ngang cầu còn đủ vững chắc như thiết kế ban đầu, có thể áp dụng phương pháp tính dầm liên tục trên các gối đàn hồi có xét đến khả năng chịu xoắn của các dầm chủ hay phương pháp nén lệch tâm tổng quát để tính hệ số phân bố ngang.

Vận dụng các phương pháp khác, chính xác hơn, cũng được khuyến khích áp dụng ở đây.

Sau khi thử tải cầu, nên so sánh hệ số phân bố ngang tính theo kết quả thử tải với các trị số của hệ số này tính theo các lý thuyết khác nhau để xem phương pháp lý thuyết nào phù hợp hơn với thực trạng của kết cấu nhịp cụ thể này.

3.C.14. Tính toán chuyển vị của dầm chủ:

Cần tính chuyển vị dọc và chuyển vị xoay ở đầu kết cấu nhịp, dưới tác động của hoạt tải tiêu chuẩn (không xét đến hệ số xung kích, hệ số vượt tải), và dưới tác động của gradien nhiệt. Mức chênh lệch nhiệt độ được lấy tùy theo tình hình thực tế ở khu vực cầu cụ thể đang khảo sát.

Cần tính độ võng lớn nhất do hoạt tải tiêu chuẩn gây ra ở các đầu mút hẫng, các mặt cắt giữa nhịp và 1/4 nhịp. Sau đó so sánh với trị số độ võng cho phép ở quy trình thiết kế cầu. Trường hợp độ võng tính ra lớn hơn cho phép thì phải tiến hành thử tải cầu để xác minh. Nếu kết quả thử tải cầu cũng cho thấy độ võng lớn quá mức quy định thì phải tìm nguyên nhân. Phải đối chiếu với hồ sơ hoàn công, hồ sơ các đợt thử tải trước, hồ sơ theo dõi khai thác cầu để chẩn đoán các nguy cơ:

- Đứt một số sợi cốt thép dự ứng lực;
- Tụt một số sợi cốt thép dự ứng lực;
- Gỉ nghiêm trọng một số cốt thép dự ứng lực;
- Tụt mấu neo hay hư hỏng mấu neo nào đó.

Khi tính huyền vị tại các điểm của nhịp cầu khung, cần xét đến sự biến đổi mặt cắt theo chiều dọc nhịp và xét tổng thể biến dạng của cả hệ kết cấu khung (gồm cả trụ nổi cứng với kết cấu nhịp).

Khi móng trụ cầu là loại móng cọc bê tông hay khi khảo sát đã phát hiện móng móng trụ cầu có thể chuyển vị, thì cần phải tính toán đến các chuyển vị móng.

Phương pháp tính chuyển vị được thực hiện theo các quy định trong quy trình thiết kế cầu và theo các nguyên lý của cơ học kết cấu.

3.C.15. Tính toán chu kỳ dao động:

Việc tính chu kỳ dao động tự do và so sánh với trị số cho phép của nó được tiến hành theo các quy định của quy trình thiết kế cầu.

Khi thử tải cầu, phải so sánh kết quả đo được với số liệu tính toán. Nếu số liệu đo được cho thấy chu kỳ dao động riêng tự do của kết cấu nhịp nằm ngoài phạm vi cho phép, thì phải tìm nguyên nhân; phải tính thử lại nhiều lần, với các số liệu ước lượng về trọng lượng bản thân kết cấu nhịp khác nhau, để có được trị số tính tải phù hợp với kết quả đo khi thử tải cầu. Từ đó suy ra và tính toán lại các trị số của nội lực và ứng suất trong kết cấu dưới tác động của tĩnh tải.

3.C.16. Kiểm toán mặt cắt về cường độ theo mô-men uốn như sau:

Dựa vào các trị số của mô-men tính toán do tổ hợp tải trọng bất lợi nhất mà tiến hành tính toán, kiểm tra khả năng chịu lực giới hạn của các mặt cắt đặc trưng của kết cấu nhịp.

Công thức tính toán lấy theo các quy định trong quy trình thiết kế cầu.

Các trị số về cường độ bê tông và cốt thép dùng trong tính toán lấy theo các chỉ dẫn ở mục II phần C của phụ lục 3 này.

Những chỗ bị giảm yếu ở miền bê tông chịu nén của mặt cắt đang xét thì trong tính toán phải giảm bớt phần diện tích hư hỏng, coi như không tham gia vào mặt cắt chịu lực.

Chất lượng vật liệu bị giảm yếu thì trong tính toán phải giảm cường độ tính toán của vật liệu tùy theo kết quả khảo sát và thí nghiệm thực tế.

3.C.17. Kiểm toán khả năng chống nứt của kết cấu bê tông dự ứng lực được thực hiện đối với các mặt cắt đặc trưng theo các công thức và các quy định trong quy trình thiết kế cầu.

Khi xác định các đặc trưng hình học của mặt cắt phải xét đến các giảm yếu do nứt vỡ bê tông và hệ số môđun đàn hồi theo hướng dẫn ở phần trên.

Nếu khi khảo sát không phát hiện có vết nứt dưới tác động chỉ do tĩnh tải thì việc tính các mất mát dự ứng suất trong cốt thép được tính theo công thức trong quy trình thiết kế cầu, với trị số giả định của ứng suất kéo căng ban đầu trung bình của mọi cốt thép dự ứng lực (ứng suất kiểm tra) là:

Với dầm dùng cốt thép $\phi 5\text{mm}$ cường độ cao: $\sigma_{KT} = 1100 \text{ MPa}$;

Với dầm dùng cốt thép bó xoắn 7 sợi cường độ cao:

$$\sigma_{KT} \approx 0,7 \cdot Z_s' = 0,7 \cdot 1600 = 1120 \text{ MPa}$$

Sau khi tính được trị số ứng suất trong các thớ biên của mặt cắt dưới các tổ hợp tải trọng tiêu chuẩn bất lợi, cần phải so sánh với các điều kiện:

Hạn chế ứng suất nén quá mạnh;

Hạn chế ứng suất kéo;