

Một số sai sót thường gặp trong tính toán thiết kế kết cấu công trình.

ThS. Nguyễn Hồng Hải, ThS. Dương Đình Hân

ThS. Nguyễn Tiến Chương

Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng.

Tóm tắt : Bài báo tổng kết những sai sót có tính lặp đi lặp lại thường thấy trong tính toán, thiết kế kết cấu công trình thông qua quá trình thẩm tra, kiểm định một số công trình trong những năm vừa qua, qua đó giúp các kỹ sư thiết kế kết cấu tránh được những sai lầm đáng tiếc có thể xảy ra ngay từ khi lập bản vẽ thiết kế công trình.

1- mở đầu.

Thẩm tra thiết kế là bước quan trọng trong việc quản lý chất lượng công trình, nó giúp chủ đầu tư, người thiết kế khẳng định được sự an toàn của công trình, tính đúng đắn của hồ sơ thiết kế so với các tiêu chuẩn, quy chuẩn được áp dụng... không những thế thẩm tra thiết kế còn phát hiện để tránh những sai sót đáng tiếc trong tính toán, thiết kế công trình. Trong những năm qua, cùng với sự phát triển của đất nước, các công trình, dự án cũng được phát triển cả về số lượng và quy mô. Là những người thẩm tra nhiều dự án như vậy, chúng tôi đã tổng kết những sai sót thường mắc phải, có tính điển hình trong các hồ sơ thiết kế kết cấu, đồng thời qua đó tìm ra những nguyên nhân gây nên những sai sót này. Trong báo cáo này sẽ đề cập đến một số sai sót cơ bản thường gặp trong thiết kế kết cấu công trình.

2- Sai sót về kích thước.

Trong bước thiết kế kỹ thuật việc tính toán thiết kế kết cấu thường được phân ra để thiết kế, như phần móng, phần thân và phần mái. Thông thường các phần này được cùng một nhóm kỹ sư kết cấu thiết kế. Tuy nhiên, đối với công trình có quy mô lớn công việc này được phân ra thành nhóm kỹ sư chuyên ngành hẹp, các nhóm này tiến hành thiết kế một cách độc lập, các phần việc chuyên ngành này chỉ được giáp nối khi các nhóm đã cơ bản hoàn thành xong phần việc của mình. Vấn đề bất cập ở chỗ khi các phần việc được ráp nối thông qua các bản vẽ không chính thức, hoặc các bản vẽ nhỏ, khó đọc. Chính những điều này đã gây ra những nhầm lẫn đáng tiếc trong tính toán thiết kế kết cấu công trình. Một ví dụ điển hình minh

chúng cho điều này là công trình Nhà thi đấu thể dục thể thao Phú Thọ, thành phố Hồ Chí Minh .

Công trình được Công ty Mainheart Việt Nam thiết kế, đây là công trình có quy mô lớn chiều rộng 87,4m, chiều dài 129,65m, kết cấu mái là hệ dàn thép đặt theo các bước cột, hệ dàn thép này dạng hộp 4m x 4m được tổ hợp từ các thép hình H và L, vượt nhịp 89,4m. Hai đầu giàn được gối lên các cột tròn có đường kính $D=2m$, cao 14m (tính từ cốt mặt móng). Móng của công trình sử dụng móng cọc nhồi.

Sai sót của thiết kế xảy ra ở chỗ, việc tính toán thiết kế kết cấu công trình được phân ra làm 2 nhóm, nhóm thiết kế dàn mái và nhóm thiết kế móng và thân. Trong tính toán thiết kế do bản vẽ kiến trúc cung cấp nhỏ, khó đọc nên nhóm thiết kế dàn đã nhầm là kích thước nhịp dàn trong kiến trúc là 87,4m, cụ thể ở đây là nhầm kích thước tim trục cột thành kích thước bao ngoài của cột. Do vậy, thiết kế dàn theo kích thước nhịp là 87,4m. Trong khi đó nhóm thiết kế thân và móng vẫn thiết kế kích thước nhịp cột là 89,4m, điều này cũng không được phát hiện trong khâu kiểm bản vẽ, do vậy khi thi công thì hệ dàn đã thiếu 2m so với kích thước tim cột. Để kịp tiến độ công trình, đơn vị thiết kế đã thiết kế gia cường phần nối thêm vào dàn và tính toán kiểm tra lại dàn với kích thước nhịp là 89,4m. Sau khi kiểm tra tính toán lại phần giàn đơn vị thiết kế khẳng định phần dàn sau khi đã được gia cường đảm bảo khả năng chịu lực và cho lắp dựng . Do tính quan trọng của công trình, Viện KHCN Xây dựng được Ủy ban nhân dân thành phố Hồ Chí Minh kiểm định lại hệ dàn mái trước khi công trình đưa vào sử dụng. Viện đã tiến hành thử tải kiểm tra khả năng chịu lực của giàn mái, sau đó đã có báo cáo khẳng định dàn mái đảm bảo khả năng chịu lực. Tuy nhiên, khi kiểm tra khả năng chịu lực của cột Viện đã phát hiện ra rằng các cột đỡ dàn đảm bảo khả năng chịu lực đối với dàn nhịp 87,4m, không đảm bảo khả năng chịu lực đối với dàn nhịp 89,4m. Vấn đề sơ suất ở đây là, sau khi gia cường dàn mái, đơn vị thiết kế đã không kiểm tra khả năng chịu lực của các cấu kiện có liên quan như các cột mà hệ dàn trực tiếp tựa lên.

Kết luận: Nguyên nhân của sai sót này là do sự phối hợp giữa các nhóm thiết kế không chặt chẽ, khâu kiểm bản vẽ không được gây lên nhầm lẫn đáng tiếc xảy ra trong việc tính toán thiết kế kết cấu công trình. Cùng với sai sót đó là thiếu sự quan sát tổng thể của người thiết kế trong việc kiểm soát chất lượng công trình.

3- Sai sót sơ đồ tính toán.

Trong tính toán kết cấu, do khả năng ứng dụng mạnh mẽ của các phần mềm phân tích kết cấu, về cơ bản, sơ đồ tính toán kết cấu thường được người thiết kế

lập giống công trình thực cả về hình dáng kích thước và vật liệu sử dụng cho kết cấu.

Tuy nhiên, việc quá phụ thuộc vào phần mềm kết cấu cũng có thể gây ra những sai lầm đáng tiếc trong tính toán thiết kế. Một vài ví dụ cụ thể sau sẽ chỉ rõ vấn đề này.

Trên hình 3 là sơ đồ kết cấu mái của một sân vận động, giàn mái không gian nút cầu. Sai sót xảy ra chỗ, khi đưa vật liệu mái này vào tính toán, người thiết kế đã kể đến sự làm việc của lớp mái như một lớp chịu lực. Kết quả so sánh dưới đây chỉ ra điều này.

- Trường hợp 1: Tính toán phân tích kết cấu có lớp mái cùng tham gia chịu lực, kết quả phân tích cho thấy độ võng lớn nhất của giàn mái là 27,9mm.

- Trường hợp 2: Tính toán phân tích kết cấu không cho lớp mái tham gia chịu lực, tuy nhiên, để thuận tiện cho tính toán tải trọng gió và hoạt tải tác dụng lên mái, vẫn để lớp mái trong sơ đồ tính toán nhưng chọn mô đun đàn hồi của lớp vật liệu mái bằng không. Sau khi phân tích, độ võng lớn nhất của giàn mái = 35mm.

Như vậy, vật liệu lợp mái đã tham gia vào làm tăng độ cứng của kết cấu, mà thực tế các vật liệu lợp mái này không tham gia chịu lực, điều này nó sẽ dẫn đến tính toán kết cấu không an toàn hoặc độ an toàn thấp.

Một ví dụ khác trong việc lựa chọn sai sơ đồ tính toán kết cấu. Trên hình 4 là sơ đồ kết cấu và tải trọng tác dụng lên khung phẳng của công trình cao 6 tầng.

Khi đưa sơ đồ kết cấu vào tính toán, người thiết kế thường lấy chiều dài cột từ cốt $\pm 0,00$ của công trình không có giằng móng hoặc giằng móng nhỏ thì chiều dài của cột phải lấy từ cốt mặt móng. Điều này có thể gây nên việc nội lực của các cấu kiện trong khung nhỏ hơn so với thực tế. Kết quả tính toán cụ thể của khung chỉ rõ sự khác nhau này.

Trường hợp chiều dài cột tầng 1, $H=4.5m$ (chưa kể chiều dài cột từ cốt ± 0.00 đến cốt mặt móng $-1,5m$). Giá trị môment lớn nhất ở chân cột là : $M_{max}=11,49T.m$.

- Trường hợp chiều dài cột tầng 1 $H=6.0m$ (tính cả chiều dài cột từ cốt ± 0.00 đến cốt mặt móng $-1,5m$). Giá trị môment lớn nhất ở chân cột là : $M_{max} = 14,65T.m$.

Giá trị môment chênh lệch là : $\Delta M = 14.65 - 11.49 = 3.16 (Tm)$

Như vậy, giá trị môment chênh lệch khá lớn, nếu ta bỏ giá trị này hay bỏ qua chiều dài cột từ cốt ± 0.00 đến cốt mặt móng sẽ rất nguy hiểm cho công trình.

4- Bỏ qua kiểm tra điều kiện ổn định của kết cấu.

Khi tính toán thiết kế, đối với những thiết kế thông thường, các kỹ sư thiết kế thường tính toán kiểm tra kết cấu theo trạng thái giới hạn thứ nhất.

Tuy nhiên, trong trạng thái giới hạn thứ nhất, chỉ tính toán kiểm tra đối với điều kiện đảm bảo khả năng chịu lực, bỏ qua kiểm tra điều kiện ổn định của kết cấu. Đối với những công trình có quy mô nhỏ, kích thước cấu kiện kết cấu không lớn, thì việc kiểm tra theo điều kiện ổn định được có thể bỏ qua. Tuy nhiên, đối với các công trình có quy mô không nhỏ, kích thước cấu kiện lớn thì việc kiểm tra theo điều kiện ổn định là rất cần thiết. Dưới đây là kết quả tính toán kiểm tra dầm nhịp lớn mà đơn vị thiết kế bỏ qua kiểm tra điều kiện ổn định của cấu kiện nhịp lớn.

Trên hình 5 là sơ đồ dầm nhịp lớn của công trình được sử dụng làm Trung tâm thi đấu thể thao, chiều rộng 8,3m, chiều dài 106m, là kết cấu giàn mái là không gian. Công trình có 2 dầm vượt nhịp 33m, chiều cao dầm là 3,3m, chiều rộng của dầm là 0,25m. Hai đầu dầm được gối lên hai tấm vách BTCT đứng. Trên dầm có các gối đỡ dùng để đỡ hệ giàn mái (hình 5), tổng lực tác dụng phân bố lên dầm là $q = 5518 \text{ kG/m}$. Kiểm tra dầm theo khả năng chịu lực, dầm đảm bảo khả năng chịu lực. Kiểm tra theo điều kiện ổn định các dầm này theo [3].

$$[q] = 15.95 \sqrt{EJ_y GJ_z}$$

Trong đó:

E: Mô đun đàn hồi của bê tông ;

J_y : Mô men quán tính theo phương Y ;

J_z : Mô men quán tính xoắn ;

G : Mô đun chống cắt của bê tông ;

[q]: Giá trị tải trọng phân bố cho phép.

Kết quả tính toán chỉ ra $[q] = 4518 \text{ kG/m}$, trong khi tải trọng tính toán lên vách là $q = 5518 \text{ kG/m}$. Như vậy, dầm không đảm bảo theo điều kiện ổn định.

5- Lấy giá trị spt không chính xác.

Khi tính toán thiết kế móng, việc tính toán xác định sức chịu tải của cọc theo đất nền dựa vào chỉ số xuyên tiêu chuẩn N thường xảy ra những nhầm lẫn bởi việc lấy chỉ số SPT để tính toán không đúng. Trường hợp này hay xảy ra đối với loại cọc có chiều sâu chôn cọc lớn như cọc khoan nhồi, mũi cọc được chống lên lớp sỏi cuội là lớp đất tốt, có giá trị SPT lớn hơn 100. Người thiết kế đã sử dụng $N=100$ để tính toán khả năng chịu lực của cọc.

Ví dụ tính toán sức chịu tải của cọc nhồi có đường kính $D=1000\text{mm}$, chiều dài $L=33\text{m}$, với tài liệu khảo sát địa chất như sau:

+ Lớp 1 : Sét màu nâu vàng, dẻo mềm, chiều dày $L=4,0m$, $C= 0,232 \text{ kg/cm}^2$
+ Lớp 2 : Sét màu nâu đỏ, trạng thái nửa cứng, chiều dày $L=6,2m$, $C=0,285 \text{ kg/cm}^2$.

+ Lớp 3 : Cát mịn xám vàng, trạng thái chặt vừa, chiều dày $L=6,0m$, $N_s=19$

+ Lớp 4 : Cát trung xám vàng, lẫn sạn sỏi, chặt đến rất chặt, $L=14,1m$, $N_s=44$

+ Lớp 5 : Cuội sỏi lẫn cát, xám trắng, trạng thái rất chặt, $L=2,7m$, $N_s= 100$.

Sức chịu tải của cọc theo công thức của Nhật Bản (TCXD 205:1998):

$$Q_a = 1/3 * (\alpha * N_a * A_p + (0.2 * N_s * L_s + C * L_c) * U)$$

Trong đó : N_a : Chỉ số SPT của đất dưới mũi cọc

N_s : Chỉ số SPT của đất xung quanh cọc

C : Độ dính của đất

L_s : Chiều dài thân cọc trong lớp đất rời, m

L_c : Chiều dài thân cọc trong phạm vi lớp đất dính

U : Chu vi tiết diện cọc

A_p : Diện tích tiết diện cọc

α : Hệ số phụ thuộc phương pháp thi công=15, đôi với cọc khoan nhồi.

Tính toán sức chịu tải của cọc nhồi đường kính $D=1000$, trong trường hợp lấy $N_s =100$.

$$Q_a = 560,1 \text{ tấn.}$$

Tính toán sức chịu tải của cọc nhồi đường kính $D=1000$, trong trường hợp lấy $N_s = 60$.

$$Q_a = 380 \text{ tấn.}$$

Giá trị sức chịu tải của cọc chênh lệch trong hai trường hợp trên là :

$$\Delta Q = 560,1 - 380 = 180,1 \text{ tấn.}$$

Giá chênh lệch này là khá lớn, vì vậy nếu tính với $N_s =100$ thì giá trị dự tính sức chịu tải của cọc không sát với thực tế, điều này dẫn đến phương án móng cho công trình không phù hợp.

6- Sai sót về tải trọng.

Việc tính toán tải trọng tác dụng lên kết cấu cũng thường gây ra những sai sót, trong đó sai sót tập trung chủ yếu ở việc lựa chọn giá trị tải trọng, lấy hệ số tổ hợp

của tải trọng. Một ví dụ đơn giản khi thiết kế công trình theo ACI 318-1999, theo tiêu chuẩn này tổ hợp tải trọng tĩnh tải và hoạt tải là : $1,4D + 1,7L$.

Trong đó : D là giá trị tiêu chuẩn của tải trọng tĩnh

L là giá trị tiêu chuẩn của hoạt tải.

Các giá trị tải trọng trên được lấy với giá trị tải trọng tiêu chuẩn, không có hệ số vượt tải. Tuy nhiên, khi tính toán tải trọng D và L, người thiết kế đã tính cả hệ số vượt tải theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2727:1995, tĩnh tải $n=1,1$, hoạt tải $n=1,2$ hoặc 1,3. Như vậy trong tổ hợp tải trọng theo ACI 318 đã thêm luôn thành phần của các hệ số vượt tải, điều này dẫn đến sai sót khi đưa giá trị tải trọng trong tính toán phân tích kết cấu.

Một ví dụ khác trong việc sử dụng sai tải trọng trong tính toán thiết kế móng. Việc tính toán kiểm tra lún đối với kết cấu móng được kiểm tra theo trạng thái giới hạn thứ 2, trong đó các giá trị tải trọng được lấy với giá trị tiêu chuẩn, không có hệ số vượt tải. Tuy nhiên, do nhiều lý do, người thiết kế lấy luôn giá trị tải trọng tính toán (đã kể đến hệ số vượt tải) để tính lún cho công trình. Như vậy, đã gây ra nhầm lẫn trong việc tính toán tải trọng tác dụng lên công trình.

7- Kết luận và kiến nghị.

Kết luận : Từ những sai sót trên, có thể tổng kết các nguyên nhân của những sai sót như sau:

- Do trình độ và kinh nghiệm của người chủ trì thiết kế, cũng như của người thiết kế.

- Do hạn chế về tài liệu kỹ thuật, hạn chế về chỉ dẫn thiết kế, nhất là hạn chế về tài liệu tổng kết những sai sót trong thiết kế kết cấu công trình.

Kiến nghị: Những sai sót trên là những sai sót có tính phổ biến trong các hồ sơ thiết kế kết cấu công trình, nó thường được lặp đi lặp lại. Để giúp người thiết kế hiểu rõ, tránh những sai sót này cần có những tài liệu chỉ dẫn thiết kế kỹ thuật đối với từng dạng công trình, đồng thời tổng kết những sai sót thường gặp đối với dạng công trình đó.

tài liệu tham khảo

1- Lê Hồng Ngọc ; *Sức bền vật liệu*. NXB Khoa học kỹ thuật, Hà Nội, 1998.

2- Ngô Thế Phong, Nguyễn Đình Cống, Trịnh Kim Đạm, Nguyễn Xuân Liên, Nguyễn Phần Tấn ; *Kết cấu Bê tông cốt thép - phần cấu kiện cơ bản*. NXB Khoa học kỹ thuật, Hà Nội, 2004.

3- B.3. BAACOB. *Thanh thành mởng đàn hồi- Tài liệu toán lý*. Nhà xuất bản quốc gia, MOCKBA, 1959.

4- Nguyễn Xuân Ngọc, Nguyễn Tài Trung. *Ổn định và động lực học công trình*. Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội 2002.

5- Nguyễn Tiến Chương, Nguyễn Hồng Hải, Phung Ngọc Phan, Ngô Mạnh Toàn, Trần Mạnh Nhất ; Báo cáo kết quả kiểm định dàn mái công trình Nhà thi đấu Phú Thọ TP. Hồ Chí Minh .Tháng 12 năm 2003.

6- Nguyễn Hồng Hải, Nguyễn Mạnh Cường, Báo cáo kết quả thăm tra giàn mái khán đài A, sân vận động Đồng Nai. Tháng 9/2005.

7- Nguyễn Tiến Chương, Nguyễn Hồng Hải. *Báo cáo kết quả thăm tra dàn mái Nhà thi đấu Bắc Ninh*. Tháng 6/2004.

8- TCVN2737:1995. *Tải trọng và tác động- Tiêu chuẩn thiết kế*. NXB Xây dựng, Hà Nội ,1997.

9- *Tập IV: Tiêu chuẩn thiết kế*. NXB Xây dựng, Hà Nội 1997.