

MỘT SỐ ĐIỀU CHỈNH TRONG THIẾT KẾ KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP BẰNG PHẦN MỀM SAP2000 ĐỂ PHÙ HỢP VỚI TIÊU CHUẨN VIỆT NAM

APPLICATIONS OF THE DESIGN STANDARD OF VIETNAM FOR DESIGNING THE REINFORCED CONCRETE STRUCTURE BY THE SAP2000 SOFTWARE

NGUYỄN THẠCH VŨ
Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

TÓM TẮT

Nhiều năm qua, phần mềm phân tích - thiết kế kết cấu SAP của công ty CSI (Computers and Structures Inc, Mỹ) từ version đầu tiên năm 1970 đến version SAP2000 hiện nay, đã khẳng định được tính chính xác và tính ưu việt. Ở Việt Nam, phần mềm SAP2000 được sử dụng rộng rãi nhờ những tính năng cao cấp và giao diện đồ họa rõ ràng. Tuy nhiên, vì là phần mềm do nước ngoài lập trình dựa trên tiêu chuẩn thiết kế của một số nước phương Tây, nên trước nay ta không sử dụng đến tính năng thiết kế của SAP2000 mà chỉ sử dụng tính năng phân tích, sau đó xuất kết quả nội lực để đưa vào các chương trình thiết kế riêng biệt, điều này mất nhiều thời gian và dễ có những sai sót. Bài báo trình bày một phép chuyển đổi tính năng thiết kế kết cấu bê tông cốt thép của SAP2000 được áp dụng tính toán theo tiêu chuẩn Việt Nam.

ABSTRACT

In recent years, designing and analyzing structures using SAP2000 software of CSI (Computers and Structures, Inc) have recorded in noticeable achievements. However, this software is commonly used in Vietnam with force-displacement diagrams only, because of the next design steps applied by the formatting programs of foreign. In this paper, the real functions of reinforced concrete with the design standard of Vietnam are introduced for facilities in designs.

1. Cơ sở lý thuyết

So sánh tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông cốt thép của Việt Nam và các tiêu chuẩn của nước ngoài được sử dụng trong phần mềm SAP2000, dễ dàng nhận thấy tiêu chuẩn CSA-A23.3-94 (CSA 1994) có nhiều điểm tương đồng với tiêu chuẩn Việt Nam, bài báo này sẽ tóm tắt tiêu chuẩn CSA 1994, từ đó tìm ra sự thống nhất của hai tiêu chuẩn bằng việc thay đổi các tham số tính toán.

1.1. Thiết kế dầm

Dầm được tính toán theo cấu kiện chịu uốn, chịu tác dụng của moment M:

$$\text{- Chiều cao vùng nén: } a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2.M}{\alpha_1 \cdot f_c' \cdot \varphi_c \cdot b}} \quad (1.1)$$

$$\text{với: } \varphi_c = 0,6; \quad \alpha_1 = 0,85 - 0,0015 \cdot f_c' \text{ (hệ đơn vị N-mm-s)}$$

d : chiều cao làm việc của tiết diện.

b : bề rộng của tiết diện.

f_c' : cường độ chịu nén của bê tông.

$$\text{- Chiều cao cân bằng của vùng nén } a_b = \beta_1 \cdot c_b$$

$$\text{với: } c_b = \frac{700}{700 + f_y}; \quad f_y: \text{ cường độ chịu kéo của cốt thép.}$$

$$\text{- Trường hợp } a \leq a_b: \text{ tính cốt đơn } A_s = \frac{M}{\varphi_s \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2})} \quad (1.2)$$

$$\text{với: } \varphi_s = 0,85$$

- Trường hợp $a > a_b$: tính cốt kép $A_s' = \frac{M - \varphi_c \cdot \alpha_1 \cdot f_c' \cdot b \cdot a_b \cdot (d - \frac{a_b}{2})}{(\varphi_s \cdot f_s' - \varphi_c \cdot \alpha_1 \cdot f_c') \cdot (d - d')}$ (1.3)

$$A_s = \frac{\varphi_c \cdot \alpha_1 \cdot f_c' \cdot b \cdot a_b}{\varphi_s \cdot f_y} + \frac{M - \varphi_c \cdot \alpha_1 \cdot f_c' \cdot b \cdot a_b \cdot (d - \frac{a_b}{2})}{\varphi_s \cdot f_y \cdot (d - d')} \quad (1.4)$$

1.2. Thiết kế cột

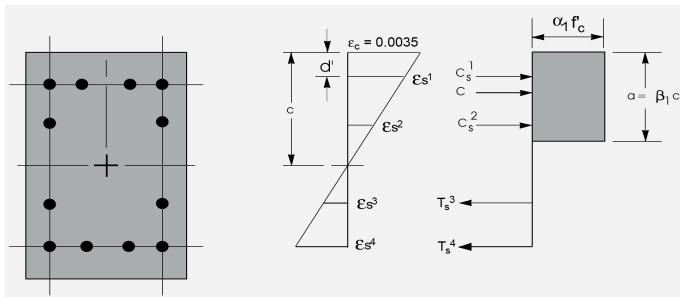
Cột được tính toán theo cấu kiện chịu nén lệch tâm (nén - uốn hai phương):

- Hệ số tăng moment do uốn dọc: $\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P}{\varphi_m \cdot P_c}} \geq 1,0$ (1.5)

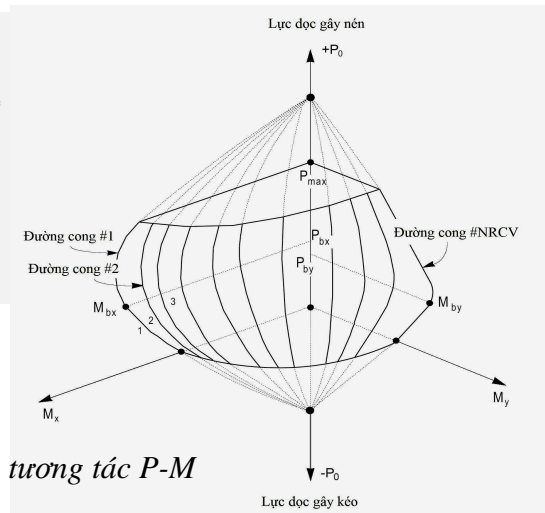
với: $\varphi_m = 0,75$; $P_c = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(kL)^2}$; (1.6)

$$EI = 0,25 \cdot E_c I_g; \quad C_m = 0,6 + 0,4 \cdot \frac{M_a}{M_b} \geq 0,4$$

- Vẽ biểu đồ tương tác P-M dựa vào sơ đồ ứng suất của tiết diện



Hình 1. Sơ đồ ứng suất trong tiết diện cột



Hình 2. Biểu đồ tương tác P-M

Biểu đồ tương tác được vẽ với các giá trị hàm lượng cốt thép giả thiết từ 1% đến 6% và dựa vào cách bố trí cốt thép trong tiết diện cột.

- Tính toán lượng cốt thép cần thiết, tương ứng với mặt tương tác có chứa điểm thiết kế.

1.3. So sánh với tiêu chuẩn Việt Nam

- Công thức (1.1) tương tự công thức xác định h_0 nếu thay $\alpha_1 \cdot f_c' \cdot \varphi_c$ bằng R_n .

- Công thức (1.2), (1.3), (1.4) tương tự các công thức xác định diện tích cốt thép F_a và F_a' nếu thay $\varphi_s \cdot f_y$ bằng R_a .

Từ đó ta rút ra được các giá trị cường độ bê tông và cốt thép f_c' , f_y tương ứng với giá trị cường độ bê tông và cốt thép theo tiêu chuẩn Việt Nam như sau:

Bảng 1. Giá trị f_c' tương ứng với mức bê tông theo TCVN

Mức Bê tông	150	200	250	300	350	400	500	600
R_n (kg/cm ²)	65	90	110	130	155	170	215	250
f_c (kg/cm ²)	130.39	182.22	224.40	267.26	321.85	355.16	457.85	540.81

Bảng 2. Giá trị f_y tương ứng với loại cốt thép theo TCVN

Loại thép	AI	AII	AIII	CI	CII	CIII
R_a (kg/cm ²)	2100	2700	3600	2000	2600	3400
f_y (kg/cm ²)	2470.59	3176.47	4235.29	2352.94	3058.82	4000.00

- Công thức (1.5) tương tự công thức xác định η nếu thay $\varphi_m.P_c$ bằng N_{th} và cho $C_m = 1$.

Từ đó ta tìm được hệ số k trong công thức (1.6) tùy thuộc vào mác bê tông và hàm lượng cốt thép giả thiết trong tiết diện cột như sau:

Bảng 3: Giá trị k tương ứng với mác bê tông và hàm lượng cốt thép

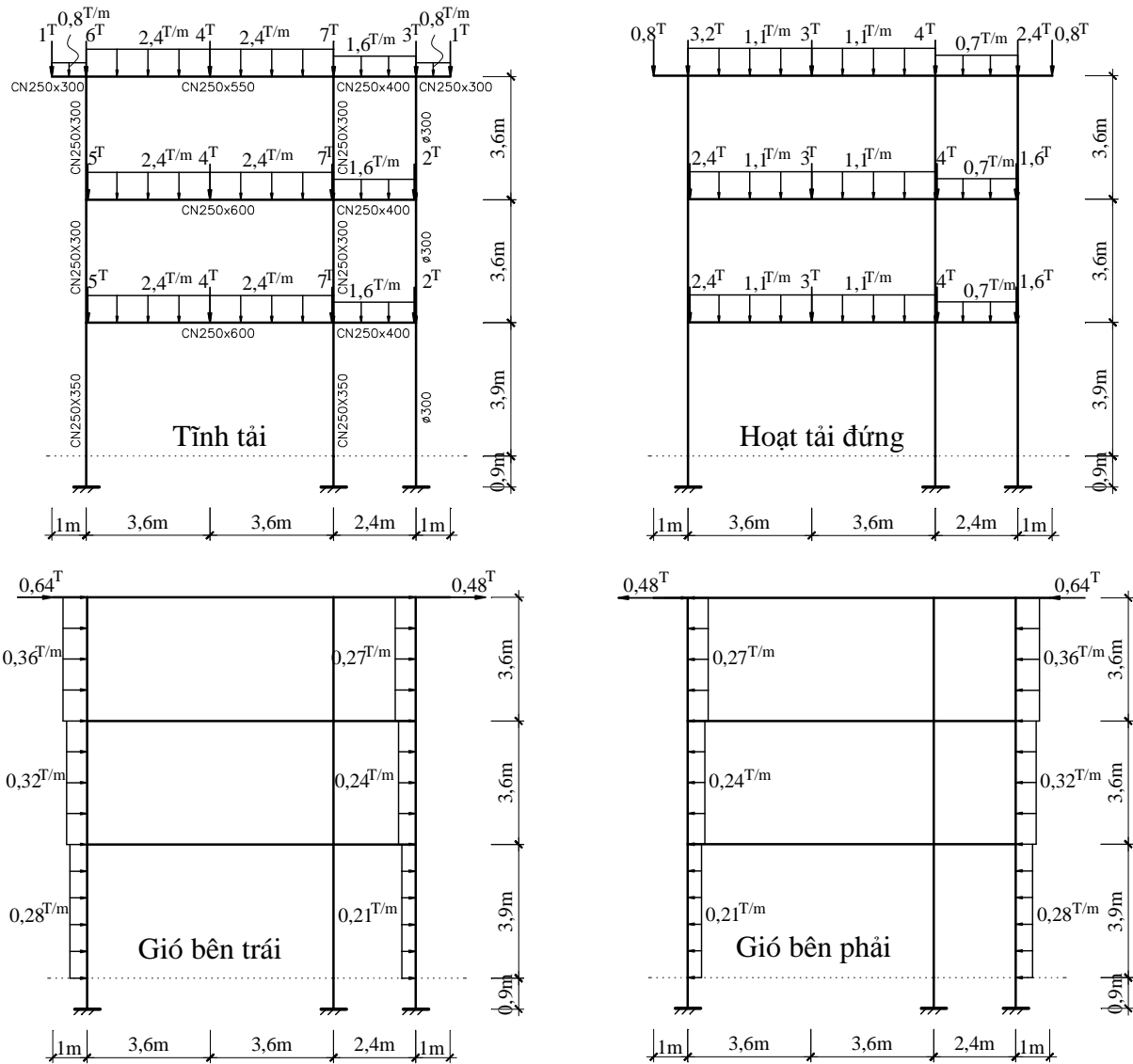
Mác bê tông \ Hàm lượng μ_{gt}	150	200	250	300	350	400	500	600
1.0%	0.73	0.75	0.77	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83
1.5%	0.64	0.67	0.69	0.71	0.72	0.73	0.75	0.76
2.0%	0.58	0.61	0.63	0.65	0.66	0.68	0.69	0.71
2.5%	0.54	0.56	0.59	0.60	0.62	0.63	0.65	0.66
3.0%	0.50	0.53	0.55	0.57	0.58	0.59	0.61	0.62
3.5%	0.47	0.50	0.52	0.53	0.55	0.56	0.58	0.59
4.0%	0.45	0.47	0.49	0.51	0.52	0.53	0.55	0.56
4.5%	0.43	0.45	0.47	0.49	0.50	0.51	0.53	0.54
5.0%	0.41	0.43	0.46	0.47	0.48	0.49	0.51	0.52
5.5%	0.39	0.41	0.43	0.45	0.46	0.47	0.49	0.50
6.0%	0.38	0.40	0.42	0.43	0.44	0.46	0.47	0.48

2. Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép bằng SAP2000 theo TCVN

Nhập số liệu cho SAP2000 để phân tích và thiết kế kết cấu bê tông cốt thép theo TCVN ta cần lưu ý một số điểm sau:

- Khai báo vật liệu (Define → Material): nhập giá trị f'_c và f_y theo bảng 1 và bảng 2 tùy theo mác bê tông và loại cốt thép được sử dụng trong hệ.
- Khai báo tiết diện (Define → Frame Section) chia làm hai loại:
 - + Tiết diện dầm (Element Class: Beam): khai báo chiều dày a.
 - + Tiết diện cột (Element Class: Column): khai báo a, cách bố trí cốt thép.
- Khai báo tổ hợp tải trọng (Define → Load Combination): theo TCVN, chọn các tổ hợp thích hợp để thiết kế kết cấu bê tông cốt thép (chọn Use for concrete design).
- Chọn tiêu chuẩn thiết kế (Option → Preference → Concrete) là CSA-A23.3-94.
- Sau khi phân tích (Analyze → Run) và thiết kế (Design → Start design) cần chọn các thanh đúng trong hệ để khai báo lại hệ số k (Design → Redefine), giá trị hệ số k được lấy theo bảng 3 (nên chọn $\mu_{gt} = 1,5\%$), khai báo hệ số $C_m = 1$. Chạy lại chương trình thiết kế (Design → Start design) lần nữa.

3. Ví dụ tính toán, kiểm tra



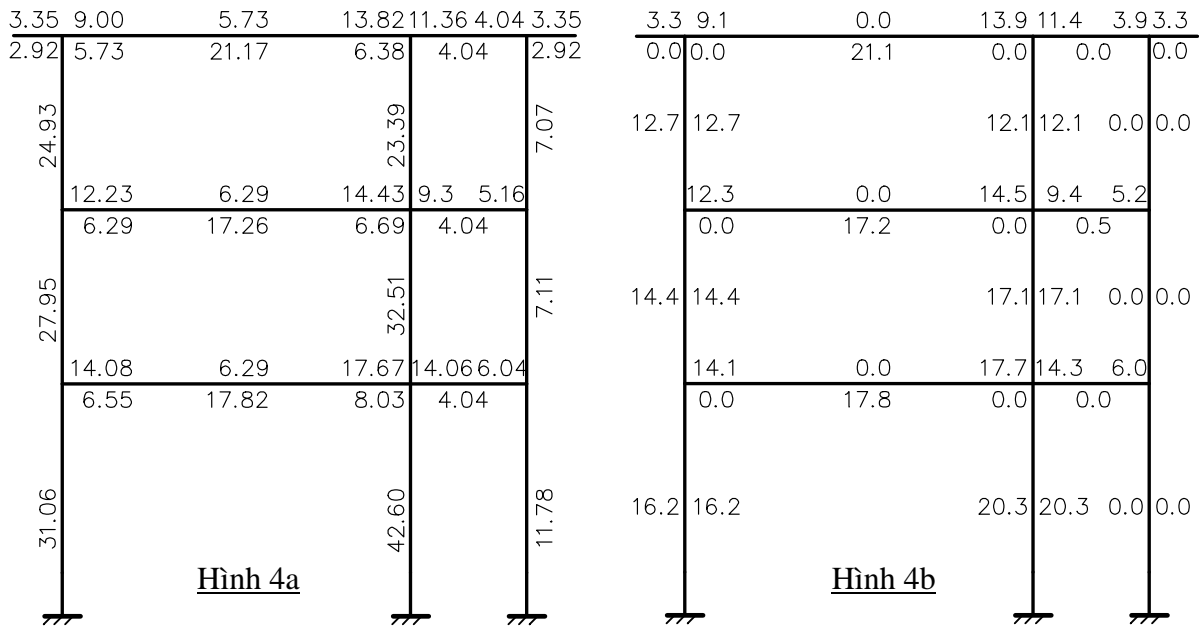
Hình 3. Sơ đồ tính và tải trọng tác dụng của hệ khung

Hệ khung bằng bê tông M.250#, cốt thép loại AII, có kích thước tiết diện và chịu tải trọng tác dụng như hình 3.

Với số liệu của hệ, ta khai báo vật liệu có $f_c' = 224,4 \text{ kg/cm}^2$; $f_y = 3176,47 \text{ kg/cm}^2$.

Giả thiết hàm lượng cốt thép $\mu_{gt} = 1,5\%$, ta có giá trị hệ số $k = 0,69$.

Kết quả tính cốt thép của SAP2000 như sau: (so sánh với kết quả tính bằng FBTW)



Hình 4. Kết quả bố trí cốt thép khung tính bằng SAP2000(4a) và FBTW(4b)

4. Kết luận

Qua ví dụ điển hình trên (và rất nhiều ví dụ khác, kể cả hệ khung không gian, mà không thể trình bày hết do khuôn khổ bài viết có hạn), tác giả nhận thấy rằng việc tính toán thiết kế kết cấu bê tông cốt thép bằng cách khai thác phần mềm SAP2000 như trình bày ở trên cho kết quả trong dầm rất chính xác (100%), còn trong cột thì sai số ở mức dưới 5% - một mức sai số có thể chấp nhận được trong thực tế tính toán các công trình xây dựng phổ biến. Việc áp dụng các hệ số tính toán cũng tương đối đơn giản dễ thực hiện, và như vậy ta có thể khai thác đầy đủ tính năng của một trong những phần mềm tính kết cấu ưu việt nhất trên thế giới hiện nay. Bài viết này là kết quả của bước đầu nghiên cứu về vấn đề này, tác giả mong nhận được nhiều sự đóng góp từ các nhà chuyên môn để kết quả có độ chính xác cao hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ngô Thế Phong, *Kết cấu Bê tông cốt thép*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1995.
- [2] Arthur H.Nilson, *Design of Concrete Structures*, The McGraw-Hill Companies Inc, 1997.
- [3] Nguyễn Việt Trung, *Thiết kế kết cấu Bê tông cốt thép hiện đại*, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, 2000.
- [4] Computers and Structures Inc, *SAP2000 Concrete Design manual*, 2000.