کتاب طراحی سازه های فولادی

آقای مهندس شاپور طاحونی

۲ ـ در صورتی که در هنگام اجرا از پایهٔ موقت استفاده نشده باشد، تنش در نیمرخ فولادی نباید از $0.9F_y$ تجاوز نماید. این تنش
بارهای
مرده‌ای را که قبل از رسیدن م
تحمل نماید (بار مردهٔ گروه ۱
نماید.

اطلاعات مثال برای ورودی سقف کامپوزیت معمولی

DL=520 kg/m2 مرده وارده برسقف

LL=500 kg/m2 بار زنده وارده برسقف

fc=200 kg/cm2 مقاومت فشاری بتن سقف

Le= 8.60 m طول دهانه تیر فرعی

a=240 cm فاصله تیرهای فرعی نسبت به هم

tc=10 cm ضخامت دال بتنی سقف

مثال ۸ ـ ۱۶

مقطع یک تیر میانی از پلان سقف نشان داده شده در شکل ۸ ـ ۷۴ ـ الف، مطابق شکل ۸ ـ ۷۴ ـ ب، می‌باشد. در صورتی که در هنگام ساخت از پایه‌های موقت استفاده نشود، با فرض $F_y=2400\ \mathrm{kg/cm^2}$ ، $f'_c=200\ \mathrm{kg/cm^2}$ و $n=10$، مقطع تیر مرکب را کنترل نمایید. ضخامت دال بتنی ۱۰ سانتی‌متر و بار زندهٔ وارد بر سقف مساوی $500\ \mathrm{kg/m^2}$ و بار مرده شامل فرش کف و تیغه‌بندی‌ها مساوی ۲۵۰ کیلوگرم بر متر مربع می‌باشد.

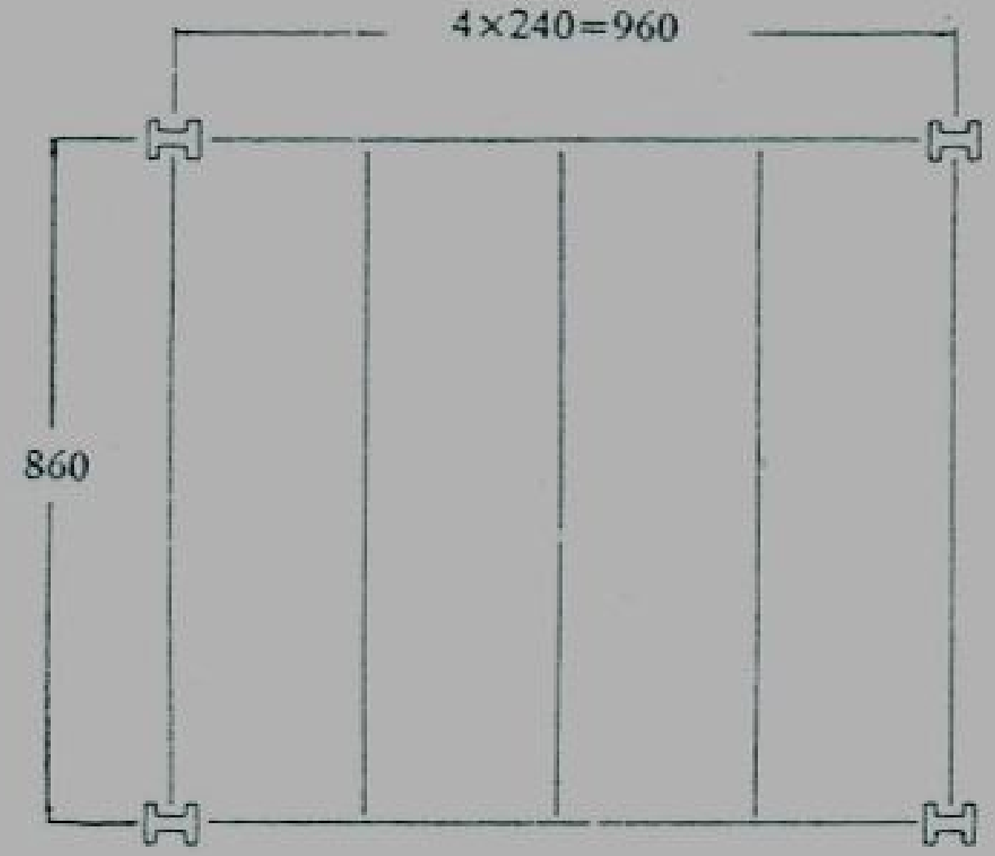
حل:

مشخصات هندسی نیمرخ IPE 400 برحسب واحد سانتی‌متر به‌شرح زیر می‌باشد:

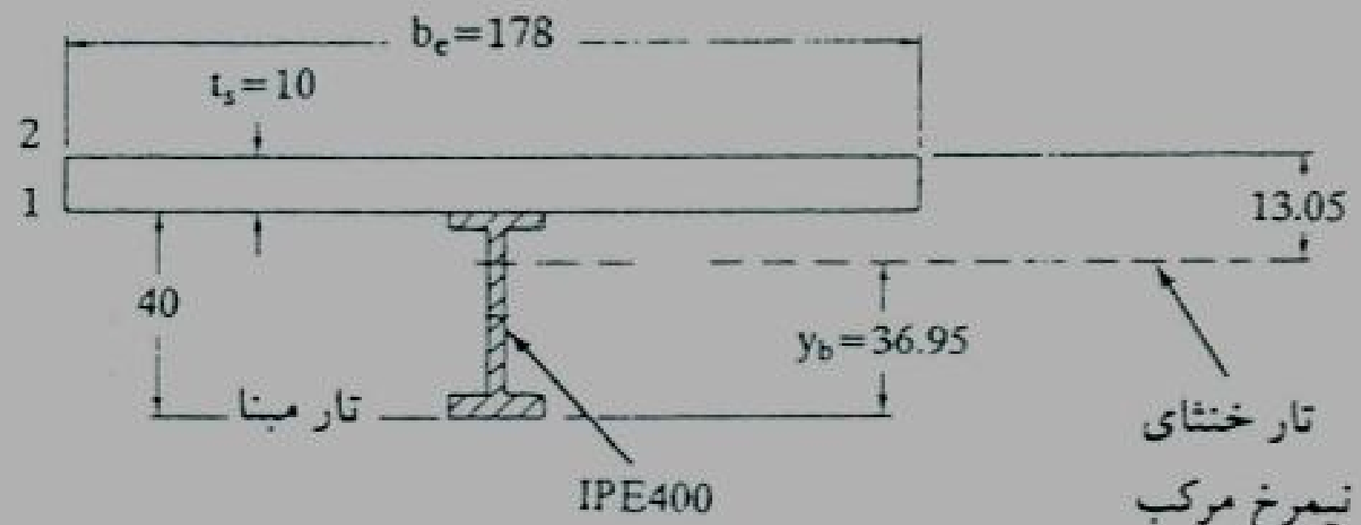
$d=40\,\text{cm}\ ,\ b_f=18\ ,\ t_f=1.35\ ,\ A=84.5\,\text{cm}^2\ ,\ I_x=23130\,\text{cm}^4\ ,\ S_x=1160\,\text{cm}^3$

عرض مؤثر بال بتنی (b_E):

$b_E=\frac{1}{4}$ (دهانه)$=\frac{1}{4}\times 860=215\ \text{cm}$



(الف) پلان سقف



(ابعاد به‌سانتی‌متر)

(ب) مقطع نیمرخ مرکب

شکل ۸ ـ ۷۴ ـ مربوط به‌مثال ۸ ـ ۱۶.

b_E= فاصلهٔ مرکز به‌مرکز =240 cm

$b_E=16t_s+b_f=16\times10+18=178$ cm (حاکم است)

عرض تبدیل یافته =178:10=17.80 cm

تعیین مشخصات هندسی نیمرخ:

اجزای مقطع	ابعاد cm	A cm^2	y cm	Ay cm^3	Ay^2 cm^4	I_g cm^4
بال بتنی	17.80×10	178	45	8010	360450	1483
نیمرخ IPE400	–	84.5	20	1690	33800	23130
Σ		262.50		9700	418863	

$$y_b = \frac{9700}{262.50} = 36.95 \text{ cm}$$

$$y_{t1} = 40 - 36.95 = 3.05 \text{ cm}$$

$$y_{t2} = 50 - 36.95 = 13.05 \text{ cm}$$

$$I_{tr} = 418863 - \frac{9700^2}{262.5} = 60425 \text{ cm}^4$$

$$S_b = 60425 / 36.95 = 1635 \text{ cm}^3$$

$$S_{t1} = 60425 / 3.05 = 19811 \text{ cm}^3$$

$$S_{t2} = 60425 / 13.05 = 4630 \text{ cm}^3$$

تعیین لنگرهای ناشی از بارهای مرده و زنده:

وزن تیر =0.0663 ton/m

وزن دال =2.40×0.1×2.40=0.58 ton/m

قالب‌بندی =0.04×2.4 =0.10 ton/m

جمع (بار مردهٔ گروه ۱) =0.75 ton/m

$M(DL1)=0.75\times8.60^2/8=6.93$ ton.m

$M(DL2)=0.25\times2.4\times8.60^2/8=5.55$ ton.m

$M(LL)=0.50\times2.4\times8.60^2/8=11.09$ ton.m

لنگر قبل از گرفتن بتن:

$$M_D = 6.93 \text{ ton.m}$$

لنگر بعد از گرفتن بتن:

$$M_L = 5.55 + 11.09 - \frac{0.1 \times 8.60^2}{8} = 15.72 \text{ ton.m}$$

$$M_T = 6.93 + 15.72 = 22.65 \text{ ton.m}$$

به‌علت قالب‌برداری، لنگر ناشی از قالب‌بندی که به M_D اضافه شده است، از M_L کسر می‌شود، چون قالب‌برداری بعد از گرفتن بتن صورت می‌گیرد.

کنترل رابطهٔ ۸ـ۶۵: تنش در بال کششی تیر فولادی

$$f_b = \frac{M_D + M_L}{S} = \frac{(22.65)10^5}{1635} = 1385 \text{ kg/cm}^2 < 0.6\, F_y$$

تنش در بال بتنی فشاری

$$f_b = \frac{M_D + M_L}{S} = \frac{(22.65)10^5}{4630} \times \frac{1}{10} = 48.92 \text{ kg/cm}^2 < 0.45 f'_c$$

مقدار محاسبه شده توسط نرم افزار 50.76 kg/cm2

چون در هنگام اجرا از شمع‌بندی استفاده نشده، تنش در نیمرخ فولادی کنترل می‌شود:

$$f_b = \frac{6.93 \times 10^5}{1160} + \frac{15.72 \times 10^5}{1635} = 1559 < 0.9 \times 2400 = 2160 \text{ kg/cm}^2$$

مقدار محاسبه شده توسط نرم افزار 1556 kg/cm2

از روابط ۸ـ ۶۰ و ۸ـ ۶۱ داریم:

$$V_h = 0.85 f'_c A_c / 2 = 0.85 \times 200 \times 178 \times 10^{-3} / 2 = 151.3\ T$$

$$V_h = A_s F_y / 2 = 84.5 \times 2400 \times 10^{-3} / 2 = 101.4\ T$$ (کنترل می‌کند)

مقدار محاسبه شده توسط نرم افزار 101400 kg or 101.4 ton

اگر از گل‌میخ ۲۰ میلی‌متر استفاده نماییم، از جدول ۸ـ ۳، نیروی برشی مقاوم یکی از گل‌میخ‌ها برابر است با:

$$q = 5\ \text{ton}$$

$$\text{تعداد کل گل‌میخ‌ها} = 101.4 / 5 = 20.3$$

اگر در هر ردیف از ۲ گل‌میخ استفاده نماییم، به ۱۰ ردیف گل‌میخ در نصف دهانه یا ۲۰ ردیف گل‌میخ در تمام دهانه احتیاج داریم. در نتیجه فاصلهٔ گل‌میخ‌ها در طول دهانه برابر است با:

$$P = 860 / 20 = 43\ \text{cm}$$

بنابراین تصمیم می‌گیریم یک جفت گل‌میخ را در فواصل ۴۰ سانتی‌متر در تمام طول دهانه قرار دهیم.

43 cm مقدار محاسبه شده توسط نرم افزار

تغییرشکل تیرهای مرکب

محاسبهٔ تغییرشکل دقیق تیرهای مرکب بستگی به‌نحوهٔ اجرا دارد. در زیر به‌نحوهٔ محاسبهٔ تغییر شکل در دو حالت اجرا بدون پایه‌های موقت و با پایه‌های موقت می‌پردازیم.

الف: در حین اجرا از پایه‌های موقت استفاده نشده است:

۱ ـ تغییرشکل حداکثر تیر فولادی تنها را به‌علت بارهای مردهٔ گروه ۱ محاسبه نمایید.

۲ ـ تغییرشکل حداکثر نیمرخ مرکب را با نسبت الاستیسیتهٔ $3n$ برای بار مردهٔ گروه ۲ محاسبه نمایید. ۳ برابر کردن n برای درنظر گرفتن اثر خزش تحت اثر بارهای مردهٔ طویل‌المدت

خیزتحت بار مرده وزنده ، خیز تحت بار زنده و مقایسه آن با مقدار مجاز و نیز فرکانس و مقایسه آن با مقدار مجاز و همچنین میلگرد دال بتنی سقف و کنترل کفایت ضخامت دال بتنی سقف نیز محاسبه شده است که در این مثال نیامده است