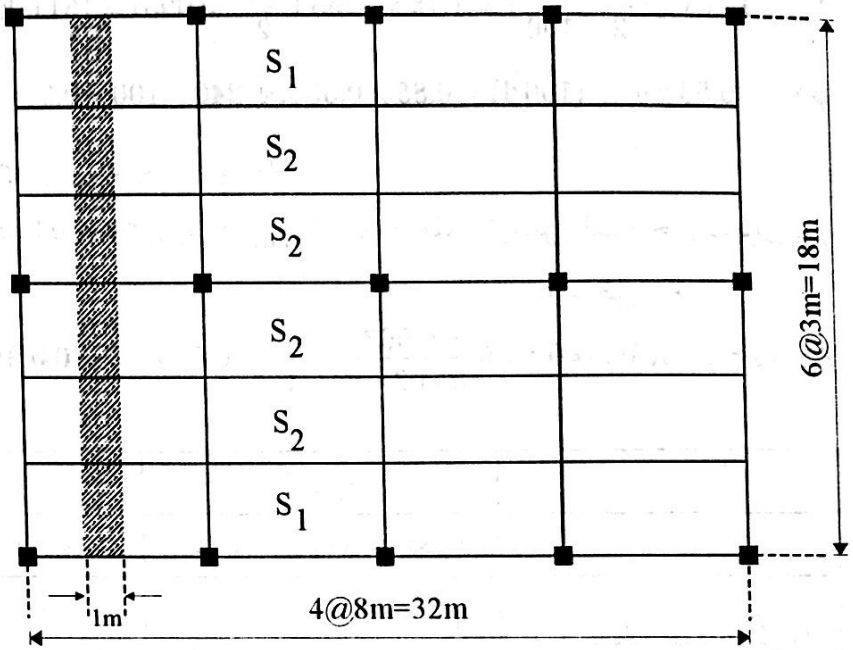
حل مسائل به ACI:

۱ـ دال‌های پلان نشان داده شده را طراحی کنید. عرض تیرهای فرعی 30 سانتی‌متر، بار کف، 500 کیلوگرم بر متر مربع می‌باشد.

$$f'_c = 240\ \frac{kg}{cm^2}$$

$$f_y = 4000\ \frac{kg}{cm^2}$$



چشمه‌های کناری را با s_1 و چشمه‌های میانی را با s_2 نام‌گذاری می‌کنیم.

ـ کنترل یک طرفه بودن دال‌ها:

$$\frac{l_a}{l_b} = \frac{8}{3} = 2.67 > 2.0$$

ـ تعیین ضخامت اولیه دال‌ها با توجه به کنترل خیز:

$$\text{دال‌های } s_1 \text{ (دال با یک انتهای سراسری)} = \frac{L}{24} = \frac{300}{24} = 12.5\ cm$$

$$\text{دال‌های } s_2 \text{ (دال با دو انتهای سراسری)} = \frac{L}{28} = \frac{300}{28} = 10.7\ cm$$

فرض می‌کنیم خیز دال‌های s_1، با ضخامت 12^{cm} تحت بارهای وارده کمتر از مقدار مجاز می‌باشد.

$$\rightarrow h = 12\,cm$$

- تعیین بارهای وارده:

$$w_u = 1.4\,w_D + 1.7\,w_L = 1.4\,(0.12 \times 2400) + 1.7 \times 500 = 1253\ \frac{kg}{m^2}$$

ـ تحلیل دال و محاسبه سطح مقطع آرماتورها:

چون طول دهانه‌ها مساوی است و نسبت بار زنده به بار مرده کمتر از 3 می‌باشد، می‌توان از روش ضرایب لنگر و برش استفاده کرد.

Scanned with CamScanner

$d = 12 - 2 - \frac{1.4}{2} = 9.3\,cm$ (با فرض پوشش 2 cm بتن و استفاده از آرماتورهای حداکثر Φ14)

طول دهانه آزاد $L_n = 3 - 0.3 = 2.7\,m$

$$V_u = 1.15\,w_u\left(\frac{l_n}{2} - \frac{d}{100}\right) = 1.15 \times 1253\left(\frac{2.7}{2} - 0.093\right) = 1811\ kg$$

$$\phi V_c = 0.53\phi\sqrt{f'_c}\,(100\,d) = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{240} \times 100 \times 9.3 = 6490\ kg > V_u$$

در نتیجه ضخامت دال برای برش جوابگو می‌باشد.

$A_{smin} = \rho_{min} bh = 0.0018 \times 100 \times 12 = 2.16\ cm^2$ با توجه مقدار آرماتور افت و حرارت برای نوار به عرض واحد

$$A_{smax} = \rho_{max}\,bd = 0.85\beta_1 \frac{0.003}{0.003 + \varepsilon_y} \times \frac{f'_c}{f_y} \times 0.75 \times bd = 0.0195 \times 100 \times 9.3 = 18.1\ cm^2$$

	دال s_1			دال s_2			
	تکیه‌گاه	وسط دهانه	تکیه‌گاه	تکیه‌گاه	وسط دهانه	تکیه‌گاه	تکیه‌گاه
ضرایب لنگر برحسب $(w_u L_n^2)$	$\frac{-1}{24}$	$+\frac{1}{14}$	$\frac{-1}{10}$	$\frac{-1}{11}$	$+\frac{1}{16}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{11}$
$M_u = k w_u L_n^2$ (kg.m)	-381	652	-913	-830	571	-830	-830
$A_s = \rho b_s d \geq 2.16 cm^2$	2.16	2.16	2.81	2.55	2.16	2.55	2.55
آرماتورهای فوقانی	Φ10@25 cm		Φ10@50+Φ10@50		Φ10@50+Φ10@50		
آرماتورهای تحتانی	Φ10@50+Φ10@50			Φ10@50+Φ10@50			
سطح مقطع آرماتورهای قرار داده شده	3.14	3.14	3.14	3.14		3.14	

لازم به ذکر است که مقدار A_s را می‌توان هم از روش جدول محاسبه کرد و هم می‌توان مستقیماً از رابطه زیر استفاده کرد:

$$A_s = 0.85\frac{f'_c}{f_y} bd \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_n}{0.85 f'_c bd^2}}\right]$$

توجه شود که فاصله بین آرماتورهای اصلی طبق آیین‌نامه نباید از مقادیر $(50\,cm, 3h = 36^{cm})$ تجاوز کند که در همه موارد این نکته رعایت شده است.

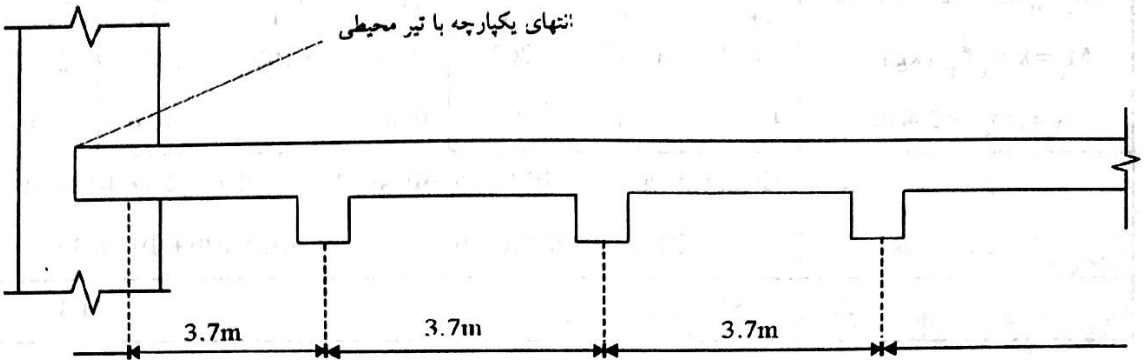
برای تعیین نقاط قطع میلگردها می‌توان از محل‌های تقریبی قطع میلگرد استفاده نمود.

۲ـ دال یک طرفه سراسری با جزئیات نشان داده شده در تصویر زیر را طراحی کنید. عرض جان تیرهای تکیه‌گاهی برابر با 30 سانتیمتر، بار مرده (بدون احتساب وزن خود دال) 120 کیلوگرم بر

Scanned with CamScanner

متر مربع و بار زنده 1000 کیلوگرم بر متر مربع است. مشخصات مصالح نیز به قرار زیر است:

$$f'_c = 200\frac{kg}{cm^2} \quad , \quad f_y = 3000\frac{kg}{cm^2}$$



- تعیین ضخامت اولیه دال‌ها با توجه به کنترل خیز:

$$h = \frac{L}{24}(0.4 + \frac{f_y}{7000}) = \frac{370}{24}(0.4 + \frac{3000}{7000}) = 12.8\,cm \quad (\text{دال کناری})$$

$$h = \frac{L}{28}(0.4 + \frac{f_y}{7000}) = \frac{370}{28}(0.4 + \frac{8000}{7000}) = 11\,cm \quad (\text{دال‌های میانی})$$

فرض می‌کنیم برای $h = 12\,cm$ خیز دال گوشه نیز جواب می‌دهد.

- تعیین بارهای وارده:

$$w_n = 1.4w_D + 1.7w_L = 1.4(0.12 \times 2400 + 120) + 1.7 \times 1000 = 2271\ \frac{kg}{m^2}$$

- تحلیل دال و محاسبه مقطع آرماتورها:

چون طول دهانه‌ها مساوی است و نسبت بار زنده به مرده کمتر از 3 می‌باشد $(\frac{1000}{408} < 3)$ می‌توان از روش ضرایب لنگر و برش استفاده کرد.

$d = 12.2 - \frac{1.4}{2} = 9.3\,cm$: فرض پوشش 2 cm و استفاده از حداکثر آرماتور Φ14

طول دهانه آزاد $L_n = 3.7 - 0.3 = 3.4\,m$

$$V_u = 1.15w_u(\frac{L_n}{2} - \frac{d}{100}) = 1.15 \times 2271\ (\frac{3.4}{2} - 0.093) = 4197\ kg$$

$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{200} \times 100 \times 5925 > V_u$ ضخامت دال برای برش پاسخگو است.

$$A_{smin} = \rho_{min} bh = 0.002 \times 100 \times 12 = 2.4\,cm^2$$

$$A_{smax} = \rho_{max}\, bd = 20.1\,cm^2$$

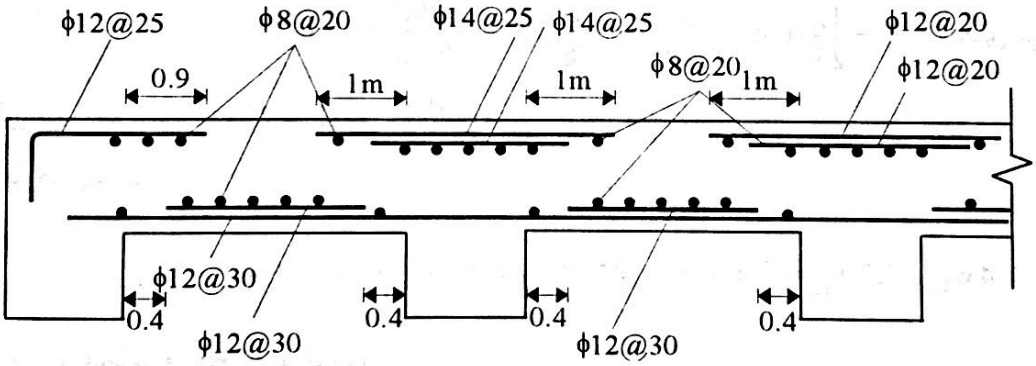
Scanned with CamScanner

	دال گوشه			دال میانی			
	تکیه‌گاه	وسط دهانه	تکیه‌گاه	تکیه‌گاه	وسط دهانه	تکیه‌گاه	تکیه‌گاه
ضرایب لنگر برحسب $(w_u L_n^2)$	$\frac{-1}{24}$	$+\frac{1}{14}$	$\frac{-1}{10}$	$\frac{-1}{11}$	$+\frac{1}{16}$	$\frac{-1}{11}$	$\frac{1}{11}$
$M_u = k\, w_u L_n^2$ (kg.m)	-1093	+1875	-2625	-2387	+1641	-2387	-2387
$A_s = \rho b_s d \geq 2.4 cm^2$	4.5	8.1	11.8	10.6	7	10.6	10.6
آرماتورهای فوقانی	Φ12@25 cm		Φ14@25+Φ14@25			Φ12@20+Φ12@20	
آرماتورهای تحتانی	Φ12@30+Φ14@30				Φ12@30+Φ12@30		
سطح مقطع آرماتورهای قرار داده شده	4.52	8.9	12.3		7.5	11.3	

در همه موارد فواصل آرماتور از مقادیر $(50^{cm}, 3h = 36\,cm)$ کمتر است.

برای آرماتورهای افت و حرارت $(A_s = 2.52\,cm^2)$ Φ8@20 استفاده می‌کنیم.

ـ انتخاب آرایش میلگردها:



Scanned with CamScanner