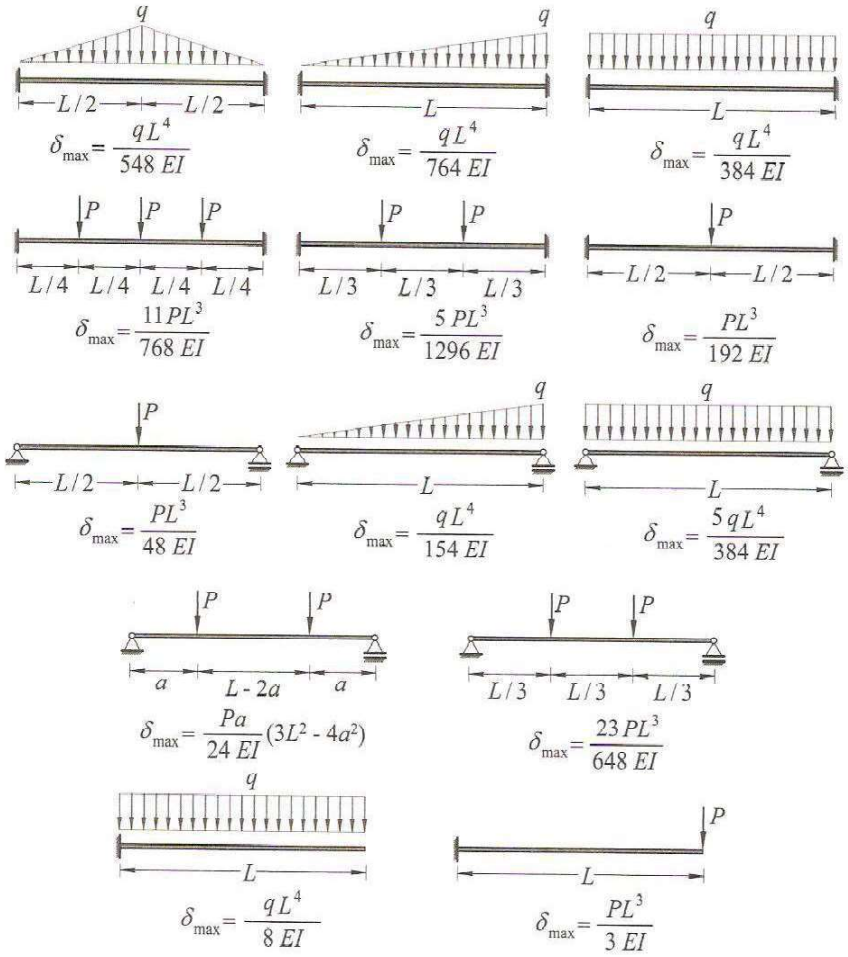
۴۸۵

فصل ۵: اعضاء خمشی

کنترل تغییر مکان (انتادگی یا خیز) تیرها

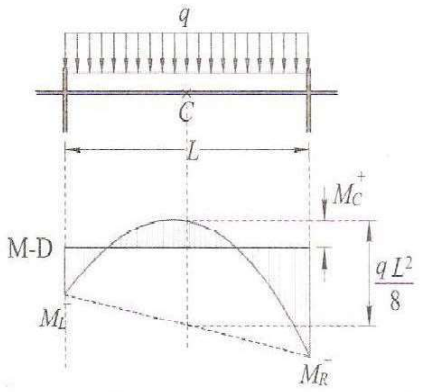
مطابق ص ۱۹۱ مبحث دهم - تغییر مکان یا خیز تیرها بعد از طراحی باید برای حالت بهره برداری کنترل شوند. چون اگر خیز تیر بیشتر از حد باشد، شاید تیر سالم باقی بماند و خراب نشود اما قطعاً در سازه های مرتفع، نازک کاری شده باعث ایجاد خسارت به نازک کاری شده و همچنین در کل، باعث ایجاد احساس ناامنی برای ساکنان ساختمان می گردد.



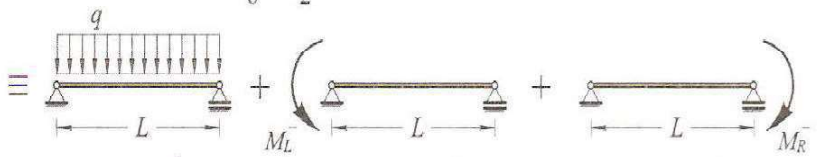
شکل ۴-۵- مقادیر خیز حداکثر تیرهای با شرایط تکیه‌گاه انتهایی مشخص

برای کنترل خیز در تیرهای ساده‌ی چند دهانه که تحت بارگسترده یکنواخت در کل طول خود قرار دارند، می‌توان تغییر مکان حداکثر تیر را با تقریب قابل قبولی برابر تغییر مکان وسط تیر در نظر گرفت و از رابطه زیر تغییر مکان و خیز حداکثر تیر را بدست آورد.

$$\delta_{max} \cong \frac{5L^2}{48EI}\left[M_c^+ - 0.1\left(M_L^- + M_R^-\right)\right]$$



$$M_C^+ = \frac{qL^2}{8} - \frac{1}{2}\left(M_L^- + M_R^-\right) \Rightarrow qL^2 = 8M_C^+ + 4\left(M_L^- + M_R^-\right)$$



$$\delta_c = \frac{5qL^4}{384EI} \qquad \delta_c = \frac{M_L^- L^2}{16EI} \qquad \delta_c = \frac{M_R^- L^2}{16EI}$$

شکل ۴-۵۱- مقادیر لنگرهای به کار رفته در رابطه (۴-۱۱۵)

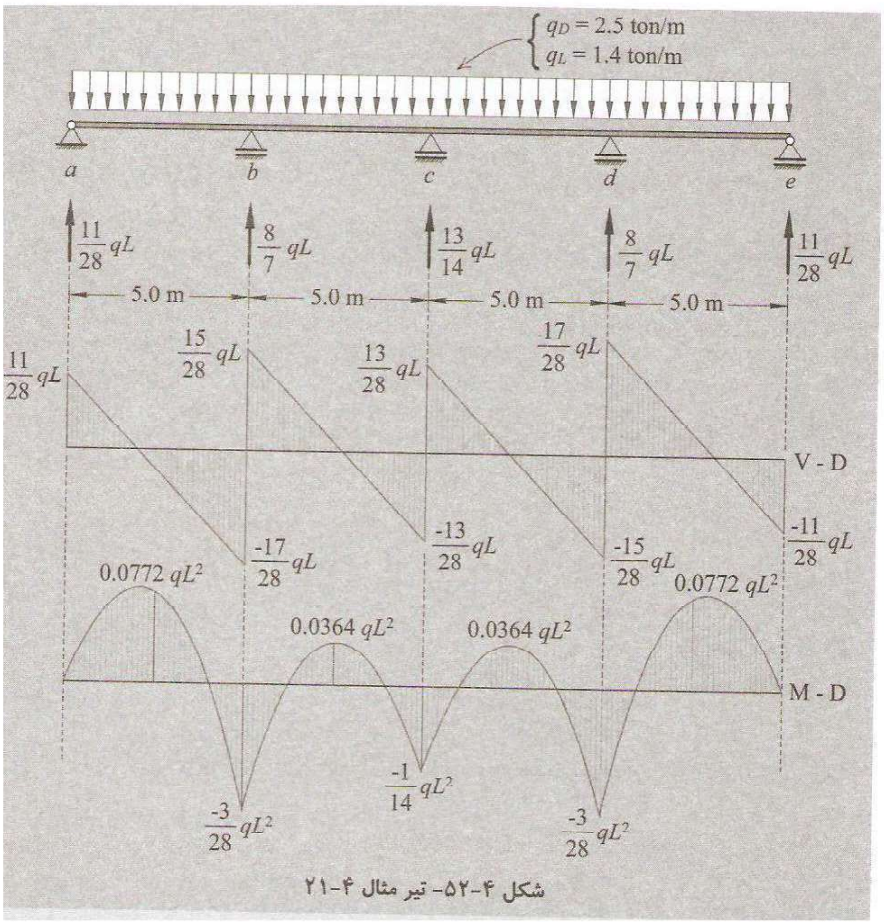
ص ۵۰

فصل اعضاء خمشی

مثال ۴-۲۱- کتاب مولانا آقای دکتر ازهری

کنترل افتادگی را برای تیر IPE ۳۳۰ ، در شکل زیر انجام دهید. آیا طراحی با در نظر گرفتن معیار افتادگی

$F_y = 2400 \ \frac{kg}{cm^2}$ ، $E = 2.1 \times 10^6 \ \frac{kg}{cm^2}$ در این سازه، جوابگو هست؟



شکل ۴-۵۲- تیر مثال ۴-۲۱

حل: برای کنترل خیز مطابق ص ۱۹۱ سه دلم داریم:

تغییر شکل حداکثر ناشی از بار مرده و زنده $< \frac{1}{240} \times L$

" " " " " " زنده $< \frac{1}{360} \times L$

خوب، مطابق شکل مسئله، باید خیز را در دو دهانه بدست آوریم دهانه های ab و bc. چرا؟

ابتدا دهانه ab:

$$q_D + q_L = 2/5 + 1/4 = 3/9 \ \frac{t}{m}$$

$$\delta_{max} \cong \frac{5L^2}{48EI}\left[M_c^+ - 0/1\left(M_L^- + M_R^-\right)\right]$$

δ حداکثر مجاز $= \frac{1}{240} \times L$

$= \frac{1}{240} \times 500 =$

$2/08$ cm

پس باید مقدار بالا را بدست آوریم. تا بدانیم جواب می دهد یا خیر؟

$M_L^- = 0$ ، $M_c^+ = 0/07\ 72\ qL^2 = 0/0772 \times 3/9 \times 5^2 = 7/527$ t.m

و $M_R^- = \frac{3}{28} \times q \times L^2 = \frac{3}{28} \times 3/9 \times 5^2 = 10/25$ t.m

$$\delta_{max\ D+L} = \frac{5 \times 500^2}{48 \times 2/04 \times 10^3 \times 11770} \times \left[7/527 - 0/1 \times (0 + 10/25)\right] \times 10^5 =$$

$0/703$ cm

$0/703$ cm $\leq$ $2/08$ cm $\rightarrow$ ✓ پس مناسب است.

به واسطه بار زنده تنها باید:

$q_L = 1/4 \ \frac{t}{m}$ $\quad \delta_{max\ L} < \frac{1}{360} \times L$

$M_L^- = 0$ ، $M_c^+ = 0/0772\ qL^2 = 2/032$ t.m ، $M_R^- = 3/75$ t.m

$$\delta_{max\ L} = \frac{5 \times 500^2}{48 \times 2/04 \times 10^3 \times 11770} \times \left[2/032 - 0/1\left(0 + 3/75\right)\right] \times 10^5 = 0/232$$

$\delta_{max\ L} = 0/232$ cm $\leq \frac{500}{360} = 1/39$

✓ پس مناسب است.

دهانه bc :

$q_D + q_L = 3/9 \frac{t}{m}$ →

$M_L^- = 1/35\ t.m$ ، $M_C^+ = 3/349\ t.m$ ، $M_B^- = 1/974\ t.m$

→ $\delta_{D+L} = 0/194\ cm < 2/08\ cm$ ✓ مناسب است

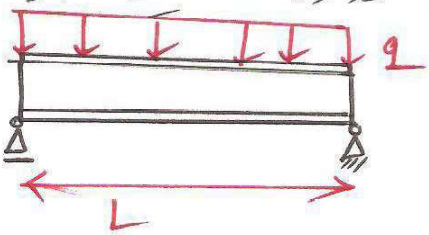
$q_L = 1/4 \frac{t}{m}$ → $\delta_L = 0/196 \times \frac{1/4}{3/9} = 0/0705 < 1/39\ cm$ ✓ مناسب است

این فرمول چگونه بدست آمده ؟

پس یکی از نرخ IPE ۳۳۰ که برای این تیر در نظر گرفته شده، جواب گو است .

(پایه ۳-۸۶)

در تیر شکل زیر که تحت اثر بار مرده و زنده برابر با q قرار گرفته است ، به منظور کنترل انعطاف در تیر، کدام یک از روابط زیر باید رعایت شود ؟



۱) $\frac{qL^3}{EI} < 0/2111$ ۲) $\frac{qL^3}{EI} < 0/3242$

۳) $\frac{qL^4}{EI} < 0/2114$ ۴) $\frac{qL^4}{EI} < 0/3214$

حل : $\delta_{max}{}_{L+D} \leq \frac{1}{240} \times L$

برای $\delta_{max}{}_{L+D}$ به ص ۵۹ جزوه مراجعه شود .

(پایه ۳-۹۰) در یک تیر دوسر ساده مربوط به جرثقال با دهانه ۲۰ متر ، تغییر شکل ناشی از بارهای مرده برابر ۴ سانتی متر و تغییر شکل ناشی از بارهای زنده برابر ۲ سانتی متر محاسبه شده است . برای این تیر، پیش خیز باید چند سانتی متر پیش بینی شود ؟

۱) ۲ ۲) ۵ ✓ ۳) ۴ ۴) ۶

حل : به صفحه ۱۹۰ سطر دهم پایین صفحه مراجعه شود .

ص ۵۳

فصل اعضاء خمشی

کنترل ارتعاش (لرزش) تیرها

(ص ۱۹۲ مبحث دهم) وقتی متعلق می‌لرزد، عناصری وجود دارند که باعث میرا در لرزش می‌شوند، این عناصر میراگر دیوارهای جدا کننده و تیغه‌های داخلی هستند. اما در سقف‌های بزرگ و فاقد تیغه‌های داخلی حرکت و ارتعاشات ناشی از حرکت افراد، جابجایی تجهیزات و آسانسور، باعث ایجاد ارتعاش در اعضاء می‌شود در چنین حالتی باید فرکانس تیرها (f) بزرگ‌تر یا مساوی ۵ باشد تا احساس لرزش به افراد منتقل نشود.

$$f = \frac{\pi}{2L^2}\sqrt{\frac{EIg}{q_D}}$$

توضیح پارامترها در پائین صفحه ۱۹۰ مبحث دهم

اگر ارتعاش‌ها با فرکانس در محدوده ۴ تا ۸ هرتز باشد، می‌توانند تأثیر زیادی در عدم آسایش افراد و ساکنان ایجاد کنند.

مثال:

تیری با دهانه $L = 300\ cm$ و بار مرده $q_D = 0.5\ t/m = 50\ \frac{kg}{cm}$ مطابق شکل، $I_x = 8675\ cm^4$ و $g = 980.6\ cm/s^2$ می‌باشد. تیر از نظر ارتعاش کنترل شود.

حل:

$$f = \frac{\pi}{2L^2}\sqrt{\frac{EIg}{q_D}} = \frac{\pi}{2(3)^2}\sqrt{\frac{2.04\times10^{11}\times8675\times10^{-8}\times9.81}{50000}} = 10.28\ Hz$$

پس براساس مبحث دهم جوابگو است.

دو سؤال از کنترل ارتعاش در ص ۱۳۵ ـ سری عمران