۱۰-۲-۱-۲ آثار مرتبه دوم P-δ و P-Δ

الف) آثار مرتبه دوم P-δ: آثار P-δ به آثار اضافی بارها به علت وجود انحنا در عضو مربوط می‌شود. این آثار سبب ایجاد لنگرهای خمشی اضافی می‌شوند که به علت عدم انطباق مرکز سطح مقطع بر خطی که دو انتهای بخشی از طول عضو را به هم وصل می‌کند، به‌وجود می‌آیند.

ب) آثار مرتبه دوم P-Δ: آثار P-Δ به آثار اضافی بارها به علت تغییرمکان جانبی نسبی اعضا مربوط می‌شود و سبب ایجاد نیروهای اضافی داخلی می‌شوند که در مقاطع اعضا به علت برون‌محوری ناشی از تغییرمکان جانبی یک انتهای عضو نسبت به انتهای دیگر آن به‌وجود می‌آیند. تغییرمکان جانبی نسبی دو انتهای عضو ممکن است به‌علت بارهای قائم یا بارهای جانبی یا ترکیبی از آنها باشد.

۱۰-۲-۱-۳ دسته‌بندی سیستم‌های قاب‌بندی شده و طول موثر کمانشی اعضا

در این بخش سیستم‌های قاب‌بندی شده به شرح زیر دسته‌بندی می‌شوند.

- قاب‌های مهارشده
- قاب‌های مهارنشده
- قاب‌های ثقلی

مشهد ، میدان راهنمایی ، نبش شهید صادقی۱۰
۰۵۱ - ۳۷۶۷۶۲۵۵ - ۳۶۰۸۹۰۰۰
Khanehomran.com
@khaneh_omran khaneh.omran
وزارت علوم تحقیقات و فناوری مؤسسه آموزش عالی آزاد مهندسان

۱۰-۲-۱-۳-۱ قاب‌های مهار شده و طول موثر کمانشی اعضا

قاب‌های مهار شده به قاب‌هایی گفته می‌شوند که در آنها پایداری جانبی و مقاومت در برابر بارهای جانبی به سختی خمشی ستون‌ها وابسته نبوده و در آنها حرکت جانبی قاب با تکیه‌کردن بر مهاربندی‌های مورب، دیوارهای برشی و یا به شیوه‌های مشابه مقید می‌شود. در این گونه قاب‌ها، ضریب طول موثر (K) برای اعضای فشاری باید برابر ۱/۰ در نظر گرفته شود مگر آن‌که تحلیل دقیق مقدار کمتری را تعیین نماید.

۱۰-۲-۱-۳-۲ قاب‌های مهارنشده و طول موثر کمانشی اعضا

قاب‌های مهارنشده به قاب‌هایی گفته می‌شوند که سختی خمشی ستون‌ها در پایداری جانبی و مقاومت قاب‌ها در برابر بارهای جانبی سهیم می‌باشد. ضریب طول موثر (K) در این نوع قاب‌ها باید با استفاده از تحلیل کمانشی به دست آید و هیچ‌گاه نباید کوچکتر از ۱/۰ در نظر گرفته شود.

تبصره: هرگاه نسبت تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر حاصل از تحلیل مرتبهٔ دوم به تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر ناشی از تحلیل مرتبهٔ اول و یا به طور تقریب مقدار ضریب B_2 در تحلیل الاستیک مرتبهٔ اول تشدیدیافته، برای تمام طبقات هر نوع سیستم سازه‌ای کمتر یا مساوی ۱/۱ باشد، کلیهٔ قاب‌های آن سیستم سازه‌ای را می‌توان به عنوان قاب‌های مهارشده تلقی نموده و در نتیجه مطابق بند ۱۰-۲-۱-۳-۱ ضریب طول موثر (K) برای اعضای فشاری کلیهٔ قاب‌های این نوع سیستم‌های سازه‌ای را برابر یک در نظر گرفت.

۱۰-۲-۱-۳-۳ قاب‌های ثقلی

قاب‌های ثقلی به قاب‌هایی گفته می‌شوند که سختی جانبی آنها در مقایسه با سختی جانبی سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی بسیار ناچیز بوده و فقط برای بارهای ثقلی طراحی می‌شوند. ستون‌های موجود در قاب‌های ثقلی باید بر اساس طول واقعی ستون (K=۱) طراحی شوند.

تمرین ۱۲: در هر یک از گزینه‌های زیر، مقادیر تغییرمکان جانبی نسبی حاصل از تحلیل مرتبهٔ دوم (Δ_2) و تغییرمکان جانبی نسبی حاصل از تحلیل مرتبهٔ اول (Δ_1) برای یک سازه داده شده است. در کدام قاب ضریب طول مؤثر کمانش برای ستون‌ها می‌تواند واحد فرض شود؟

۱) $\Delta_1 = ۲\ cm\ ،\ \Delta_2 = ۲/۴\ cm$

۲) $\Delta_1 = ۱/۵\ cm\ ،\ \Delta_2 = ۱/۶\ cm$

۳) $\Delta_1 = ۳\ cm\ ،\ \Delta_2 = ۴/۵\ cm$

۴) $\Delta_1 = ۱\ cm\ ،\ \Delta_2 = ۲\ cm$

مشهد ، میدان راهنمایی ، نبش شهید صادقی۱۰
۰۵۱ - ۳۷۶۷۶۲۵۵ - ۳۶۰۸۹۰۰۰
Khanehomran.com
@khaneh_omran khaneh.omran
وزارت علوم تحقیقات و فناوری مؤسسه آموزش عالی آزاد مهندسان

۱۰-۲-۱-۴ روش‌های تحلیل مرتبه دوم

بجز در مواردی‌که در بخش ۱۰-۲-۱-۵-۳ مجاز دانسته شده است، مقاومت‌های مورد نیاز باید از طریق تحلیل‌های مرتبه دوم و با رعایت الزامات بخش ۱۰-۲-۱-۵ محاسبه شوند. در این مبحث استفاده از روش‌های تحلیلی زیر به عنوان روش‌های تحلیل مرتبه دوم مجاز دانسته شده است.

الف- تحلیل الاستیک مرتبهٔ دوم: تحلیل الاستیک مرتبهٔ دوم به تحلیل‌هایی گفته می‌شود که در آنها روش تحلیل سیستم سازه‌ای الاستیک بوده لیکن در حین تحلیل آثار مرتبهٔ دوم (شامل آثار P-δ و P-Δ) در آن لحاظ می‌گردد.

ب- تحلیل مرتبه دوم از طریق تحلیل الاستیک مرتبهٔ اول تشدید یافته: در این مبحث استفاده از روش تحلیل الاستیک مرتبهٔ اول تشدید یافته به عنوان یک روش تحلیل مرتبه دوم مجاز دانسته شده است. الزامات این نوع روش تحلیل مرتبه دوم در پیوست ۲ این مبحث ارائه شده است.

تبصره: در هر کدام از روش‌های تحلیلی مرتبهٔ دوم ذکر شده در بند ۱۰-۲-۱-۴ با ارضاء محدودیت‌های زیر می‌توان از اثر P-δ صرفنظر نمود مشروط بر اینکه لنگرهای خمشی بدست آمده از روش‌های تحلیلی مذکور در اعضای تحت اثر توأم نیروی محوری فشاری و لنگر خمشی با ضریب B_1 (مطابق پیوست ۲) تشدید شده باشند.

(۱) بارهای ثقلی عمدتاً توسط ستون‌ها، دیوارها یا قاب‌های قائم تحمل شوند.

(۲) نسبت تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر تحلیل مرتبهٔ دوم به تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر تحلیل مرتبهٔ اول و یا به طور تقریب مقدار ضریب B_2 در تحلیل الاستیک مرتبهٔ اول تشدید یافته در تمام طبقات در راستای مورد نظر کوچکتر یا مساوی ۱/۷ باشد.

(۳) حداکثر یک سوم بارهای ثقلی کل سازه توسط ستون‌های قاب‌های خمشی تحمل گردد.

تمرین ۱۳: مقادیر تغییرمکان جانبی نسبی به‌دست آمده از تحلیل مرتبهٔ اول (Δ_1) و تغییرمکان جانبی نسبی به‌دست آمده از تحلیل مرتبهٔ دوم (Δ_2) برای ۴ قاب به شرح گزینه‌های زیر است. در کدام‌یک از این قاب‌ها، برای در نظر گرفتن اثر $P-\delta$ صرفاً مجاز به استفاده از تحلیل الاستیک مرتبهٔ دوم می‌باشیم؟

۱) $\Delta_1 = 2\,cm$ ، $\Delta_2 = 2/5\,cm$

۲) $\Delta_1 = 1/5\,cm$ ، $\Delta_2 = 2\,cm$

۳) $\Delta_1 = 1\,cm$ ، $\Delta_2 = 1/8\,cm$

۴) $\Delta_1 = 3\,cm$ ، $\Delta_2 = 4/2\,cm$

مشهد ، میدان راهنمایی ، نبش شهید صادقی۱۰
۰۵۱ - ۳۷۶۷۶۲۵۵ - ۳۶۰۸۹۰۰۰
Khanehomran.com
@khaneh_omran khaneh.omran
وزارت علوم تحقیقات و فناوری مؤسسه آموزش عالی آزاد مهندسان

تحلیل مرتبه دوم از طریق تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدیدیافته

در این روش تحلیل، مقاومت‌های خمشی مرتبه دوم مورد نیاز (M_u) و مقاومت‌های محوری مرتبه دوم مورد نیاز (P_u) برای تمامی اعضای کلیه سیستم‌های سازه‌ای باید از طریق روابط زیر تعیین گردند.

$$M_u = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt} \qquad (پ-۲-۱)$$

$$P_u = P_{nt} + B_2 P_{lt} \qquad (پ-۲-۲)$$

B_1= ضریب تشدید برای در نظر گرفتن اثر P-δ.

B_2= ضریب تشدید برای در نظر گرفتن اثر P-Δ.

M_{nt}= لنگر خمشی مرتبه اول برای حالتی که از انتقال جانبی قاب جلوگیری شده باشد.

M_{lt}= لنگر خمشی مرتبه اول فقط به علت انتقال جانبی

M_u= مقاومت خمشی مرتبه دوم مورد نیاز.

P_{nt}= نیروی محوری مرتبه اول برای حالتی که از انتقال جانبی قاب جلوگیری شده باشد.

P_{lt}= نیروی محوری مرتبه اول فقط به علت انتقال جانبی

P_u= مقاومت محوری مرتبه دوم مورد نیاز

پ-۲-۲-۳ محاسبهٔ P_{nt} ، M_{nt} ، P_{lt} و M_{lt}

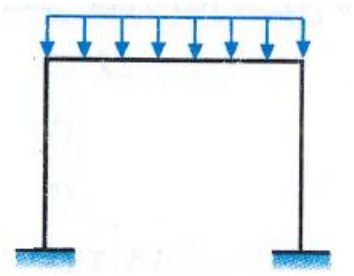
در قاب‌های نسبتاً متقارن و با بارگذاری نسبتاً متقارن، P_{nt} و M_{nt} را می‌توان از تحلیل مرتبه اول قاب در اثر بارهای ثقلی ضریبدار و M_{lt}وP_{lt} را از تحلیل مرتبه اول قاب در اثر بارهای جانبی ضریبدار بدست آورد. باید توجه داشت که در هر دو مرحله ضرایب بار باید متناسب با ضرایب به کار رفته در ترکیب بارگذاری نظیر راستای تغییرمکان جانبی مورد مطالعه اختیار شود.

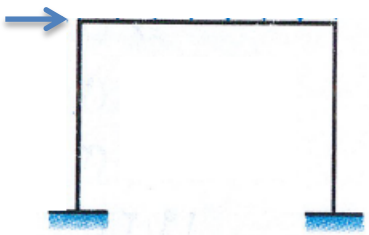
در قاب‌های با هندسه و یا با بارگذاری نامتقارن چون در هنگام تحلیل برای بارهای قائم ضریبدار امکان انتقال جانبی برای قاب وجود دارد، لذا در اینگونه قاب‌ها تحلیل باید به شرح زیر در دو مرحله صورت گیرد.

(۱) تحلیل قاب برای بارهای قائم ضریبدار با فرض عدم انتقال جانبی در قاب (شکل پ-۲-۲-الف)

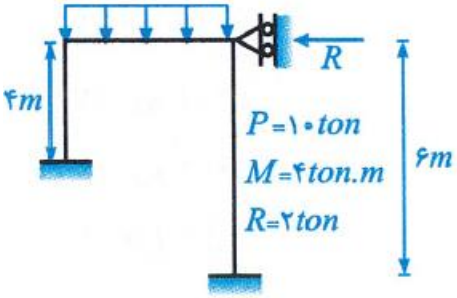
(۲) تحلیل قاب برای بارهای جانبی به همراه واکنش‌های تکیه‌گاهی بدست آمده از مرحله (۱)

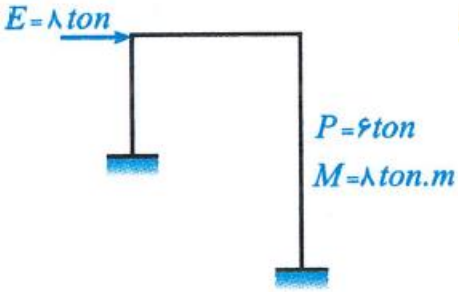
مشهد ، میدان راهنمایی ، نبش شهید صادقی۱۰
۰۵۱ – ۳۷۶۷۶۲۵۵ – ۳۶۰۸۹۰۰۰
Khanehomran.com
@khaneh_omran khaneh.omran
وزارت علوم تحقیقات و فناوری مؤسسه آموزش عالی آزاد مهندسان

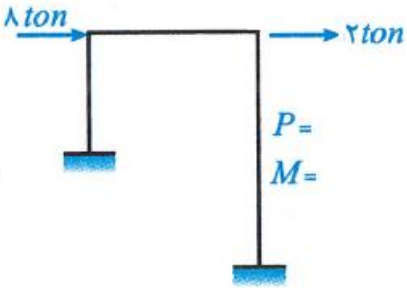




$$\begin{cases} M_u = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt} \\ P_u = P_{nt} + B_2 P_{lt} \end{cases}$$







$$\begin{cases} M_u = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt} = ۱/۲ \times ۴ + ۱/۴ \times ۱۰ = ۱۸/۸\ ton.m \\ P_u = P_{nt} + B_2 P_{lt} = ۱۰ + ۱/۴ \times \underbrace{\frac{۱۰}{۸} \times ۶}_{P_{lt}} = ۲۰/۵\ ton \end{cases}$$

۱۰-۲-۱-۵ الزامات تحلیل و طراحی

به طور کلی برای تأمین پایداری کل سازه و تمامی اجزای آن، به‌کار بردن هر روش تحلیل و طراحی علمی و منطقی که آثار ذکر شده در بند ۱۰-۲-۱-۱ به نحو موثری در آن لحاظ شده باشد، مجاز است. روش‌های تحلیل و طراحی ارائه شده در زیر با محدودیت‌ها و الزامات ذکر شده به عنوان روش‌های قابل قبول تحلیل و طراحی محسوب می‌گردند.

(۱) روش تحلیل مستقیم

(۲) روش طول موثر

(۳) روش تحلیل مرتبه اول

مشهد ، میدان راهنمایی ، نبش شهید صادقی۱۰
۰۵۱ – ۳۷۶۷۶۲۵۵ – ۳۶۰۸۹۰۰۰
Khanehomran.com
@khaneh_omran khaneh.omran
وزارت علوم تحقیقات و فناوری
مؤسسه آموزش عالی آزاد
مهندسان

۱۰-۲-۱-۵-۱ محدودیت‌ها و الزامات روش تحلیل مستقیم

برای تعیین مقاومت‌های مورد نیاز اعضاء و طراحی آنها و تحلیل و طراحی به روش تحلیل مستقیم محدودیت‌ها و الزامات زیر باید تأمین گردند.

الف- محدودیت‌ها

در تحلیل و طراحی به روش تحلیل مستقیم هیچگونه محدودیتی وجود ندارد.

ب- الزامات

(۱) تحلیل سازه مطابق بند ۱۰-۲-۱-۴ از نوع تحلیل مرتبه دوم باشد.

(۲) مطابق الزامات بند ۱۰-۲-۱-۵-۱-۱ آثار نواقص هندسی اولیه (شامل کجی و ناشاقولی) در تحلیل مرتبه دوم منظور گردد.

(۳) **مطابق الزامات بند ۱۰-۲-۱-۵-۱-۲ تحلیل مرتبه دوم براساس سختی کاهش یافته اعضا** صورت گیرد.

(۴) مقاومت طراحی کلیهٔ اعضاء محوری فشاری (مطابق بخش ۱۰-۲-۴) برای انواع سیستم‌های قاب‌بندی شدهٔ ذکر شده در بند ۱۰-۲-۱-۳ با فرض عدم انتقال جانبی (K=۱) تعیین شود.

۱۰-۲-۱-۵-۱ ملاحظات نواقص هندسی اولیه

در روش تحلیل مستقیم، آثار نواقص هندسی اولیه (شامل کجی و ناشاقولی اعضا) باید از طریق مدل کردن این نواقص در تحلیل مرتبهٔ دوم سازه انجام پذیرد. در سازه‌هایی که بارهای ثقلی عمدتاً توسط ستون‌ها، دیوارها یا قاب‌های قائم تحمل می‌شوند، به جای در نظر گرفتن نواقص هندسی اولیه در مدل‌سازی می‌توان به شرح زیر یک بار جانبی فرضی در طبقات ساختمان اعمال نمود.

$$N_i = \cdot/\cdot\cdot۲Y_i \qquad (۱۰-۲-۱-۴)$$

N_i=بار جانبی فرضی در طبقهٔ i

Y_i= بار ثقلی ضریبدار در طبقهٔ i ام متناسب با ضرایب بکاررفته در ترکیبات مختلف بارگذاری

مشهد ، میدان راهنمایی ، نبش شهید صادقی۱۰
۰۵۱ - ۳۷۶۷۶۲۵۵ - ۳۶۰۸۹۰۰۰
Khanehomran.com
@khaneh_omran khaneh.omran

یادداشت‌ها:

(۱) توزیع بار جانبی فرضی در کف هر طبقه باید مشابه توزیع بارهای ثقلی در کف همان طبقه در نظر گرفته شود.

(۲) بار جانبی فرضی (N_i) باید به کلیهٔ ترکیبات بارگذاری اضافه شود. در مواردی‌که نسبت تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر تحلیل مرتبه دوم به تغییرمکان جانبی نسبی حداکثر تحلیل مرتبه اول (و یا بطور تقریب مقدار ضریب تشدید B_2 در تحلیل الاستیک مرتبه اول تشدید یافته) با احتساب سختی کاهش یافتهٔ اعضا (مطابق تنظیمات بند ۱۰-۲-۱-۵-۱-۲) در کلیهٔ طبقات کوچکتر یا مساوی ۱/۷ باشد، می‌توان بارهای جانبی فرضی (N_i) را فقط در ترکیبات بارگذاری ثقلی منظور نموده و از اثر آنها در ترکیبات بارگذاری شامل بارهای جانبی صرفنظر نمود.

(۳) بارهای جانبی فرضی باید در راستایی به سازه اعمال شود که بیشترین اثر ناپایداری را داشته باشد.

(۴) ضریب بار جانبی فرضی (۰/۰۰۲) براساس حداکثر ناشاقولی مجاز ستون‌ها در هر طبقه برابر $\frac{1}{500}$ ارتفاع طبقه محاسبه شده است. در مواردی‌که میزان ناشاقولی از مقدار حداکثر ($\frac{1}{500}$ ارتفاع طبقه) کمتر باشد، ضریب بار جانبی فرضی می‌تواند متناسب با آن کاهش یابد.

تبصره: کاربرد ملاحظات نواقص هندسی اولیه فقط برای تعیین مقاومت‌های مورد نیاز اعضاء محدود می‌گردد و برای سایر منظورات طراحی (نظیر کنترل تغیی مکان جانبی نسبی طبقات، کنترل خیز تیرها، کنترل ارتعاش اعضا و کف‌ها و محاسبه زمان تناوب اصلی ساختمان) نباید ملاحظات نواقص هندسی اولیه مورد استفاده قرار گیرد.

۱۰-۲-۱-۵-۱-۲ تنظیمات سختی اعضاء

در تحلیل و طراحی به روش تحلیل مستقیم برای تعیین مقاومت‌های مورد نیاز در تحلیل مرتبه دوم باید به شرح زیر از ضرایب کاهش سختی استفاده شود.

(۱) ضریب کاهش ۰/۸ برای کلیهٔ سختی‌هایی که در پایداری سازه موثرند. اعمال این ضریب کاهش برای کلیهٔ سختی‌های تمامی اعضاء (حتی اگر در پایداری سازه نقشی نداشته باشند) نیز مجاز است.

مشهد ، میدان راهنمایی ، نبش شهید صادقی۱۰
۰۵۱ – ۳۷۶۷۶۲۵۵ – ۳۶۰۸۹۰۰۰
Khanehomran.com
@khaneh_omran khaneh.omran

(۲) علاوه بر ضریب کاهش ۰/۸ یک ضریب کاهش اضافی τ_β نیز به شرح زیر در سختی خمشی اعضایی که در پایداری سازه موثر هستند.

$$(EI)^* = ۰/۸\tau_b EI \qquad (۵-۱-۲-۱۰)$$

$(EI)^*$ = صلبیت خمشی کاهش یافته عضو

τ_b = ضریب کاهش اضافی سختی خمشی طبق رابطه ۱۰-۲-۱-۶

$$\tau_b = \begin{cases} ۱/۰ & \frac{P_u}{P_y} \le ۰/۵ \\ ۴\frac{P_u}{P_y}\left(۱ - \frac{P_u}{P_y}\right) & \frac{P_u}{P_y} > ۰/۵ \end{cases} \qquad (۶-۱-۲-۱۰)$$

در رابطهٔ ۱۰-۲-۱-۶ P_u مقاومت محوری فشاری مورد نیاز و P_y مقاومت تسلیم محوری عضو ($P_y=A_gF_y$) می‌باشد.

(۳) به جای استفاده از τ_β متغیر در رابطه ۱۰-۲-۱-۶ برای کاهش اضافی سختی خمشی اعضا، می‌توان مقدار τ_β را برای کلیهٔ نسبت‌های $\frac{P_u}{P_y}$ برابر یک فرض کرد مشروط بر اینکه یک بار جانبی اضافی برابر $۰/۰۰۱Y_i$ به کلیهٔ طبقات اعمال شود. این بار جانبی اضافی باید در کلیهٔ ترکیبات بارگذاری به همراه بارهای جانبی و بارهای جانبی فرضی در اثر نواقص هندسی اولیه در نظر گرفته شود. مورد (۲) از یادداشت بند ۱۰-۲-۱-۵-۱-۱ شامل این بار جانبی اضافی نمی‌شود.

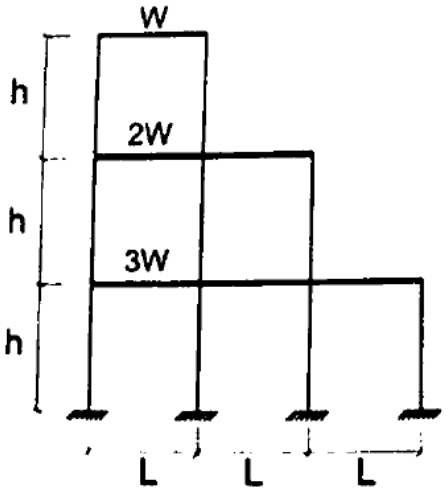
(۴) چنانچه در یک سیستم سازه‌ای برای تأمین پایداری آن از اعضایی با مصالح دیگری به جز فولاد استفاده شده باشد و مقررات سازه‌ای مربوط به نوع مصالح ضریب کاهش سختی کوچکتری (کاهش سختی بیشتری) را الزام کرده باشد، برای آن نوع اعضاء باید ضریب کاهش سختی کوچکتر مورد استفاده قرار گیرد.

تبصره: در روش تحلیل مستقیم کاربرد سختی کاهش‌یافته فقط در تحلیل مرتبه دوم و برای تعیین مقاومت‌های مورد نیاز اعضاء محدود می‌گردد و برای سایر منظورات طراحی (نظیر کنترل تغییرمکان جانبی نسبی طبقات، کنترل خیز تیرها، کنترل ارتعاش اعضاء و کف‌ها و محاسبه زمان تناوب اصلی ساختمان) نباید از ضرایب کاهش سختی استفاده شود.

مشهد ، میدان راهنمایی ، نبش شهید صادقی۱۰
۰۵۱ – ۳۷۶۷۶۲۵۵ – ۳۶۰۸۹۰۰۰
Khanehomran.com
@khaneh_omran khaneh.omran

الزامات	نحوه کاهش سختی اعضا	نوع روش تحلیل	محدودیت کاربرد	نوع روش تحلیل و طراحی
$(EI)^* = 0.8\,\tau_b EI \qquad (EA)^* = 0.8EA$ $\tau_b = \begin{cases} 1.0 & P_u/P_y \le 0.5 \\ 4\left(P_u/P_y\right)\left(1-P_u/P_y\right) & P_u/P_y > 0.5 \end{cases}$ $K = 1.0$ بار جانبی فرضی به تمام ترکیبات بارگذاری اضافه می‌شود مگر در مواردی که $\Delta_{2nd}/\Delta_{1st} \le 1.7$ که در این صورت بار جانبی فرضی فقط در ترکیبات ثقلی لحاظ می‌شود. ضریب بار جانبی فرضی $= 0.002$	ضریب کاهش سختی متغیر	تحلیل مرتبه دوم و تحلیل مرتبه اول تشدید یافته	بدون محدودیت	روش تحلیل مستقیم
$(EI)^* = 0.8\,\tau_b EI \qquad (EA)^* = 0.8EA$ $\tau_b = 1.0$ $K = 1.0$ بار جانبی فرضی به تمام ترکیبات بارگذاری اضافه می‌شود مگر در مواردی که $\Delta_{2nd}/\Delta_{1st} \le 1.7$ که در این صورت بار جانبی فرضی فقط در ترکیبات ثقلی لحاظ می‌شود. ضریب بار جانبی فرضی $= 0.003$	ضریب کاهش سختی ثابت			

۳۰- شکل زیر یک قاب ساختمانی فولادی را نشان می‌دهد که مجموع بارهای ثقلی ضریب‌دار در تراز طبقه اول برابر 3W، در تراز طبقه دوم برابر 2W و در تراز طبقه سوم برابر W است. فرض کنید برای تأمین الزامات پایداری این قاب از روش تحلیل مستقیم و τ_b ثابت استفاده شده است. مجموع، مقدار برش پایه ناشی از آثار نواقص هندسی اولیه و مقدار برش پایه ناشی از τ_b ثابت به کدام‌یک مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟



۱) 0.003W

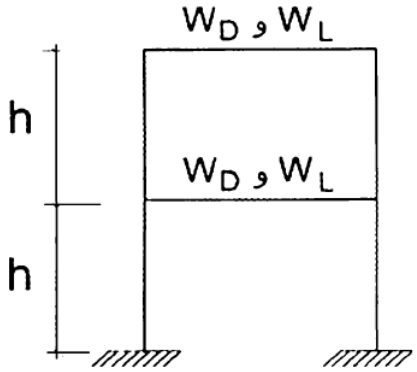
۲) 0.018W

۳) 0.012W

۴) 0.002W

مشهد ، میدان راهنمایی ، نبش شهید صادقی۱۰
۰۵۱ – ۳۷۶۷۶۲۵۵ – ۳۶۰۸۹۰۰۰
Khanehomran.com
@khaneh_omran khaneh.omran
وزارت علوم تحقیقات و فناوری مؤسسه آموزش عالی آزاد مهندسان

۵۳- در قاب ساختمانی دو طبقهٔ شکل زیر بار مردهٔ طبقات یکسان و برابر W_D و بار زندهٔ طبقات یکسان و برابر W_L است. اگر برای تامین پایداری این قاب از روش تحلیل مستقیم با τ_b ثابت استفاده شود، مقدار برش در طبقهٔ همکف ناشی از نواقص هندسی اولیه و آثار ناشی از τ_b ثابت در طراحی به‌روش LRFD و در ترکیب بارگذاری ثقلی (1.2DL+1.6LL) به کدام‌یک از مقادیر زیر نزدیک‌تر است؟

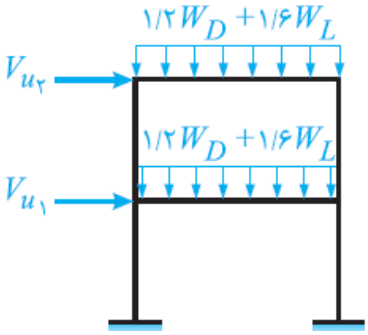


۱) $V_b=0.0024W_D+0.0032W_L$

۲) $V_b=0.0036W_D+0.0048W_L$

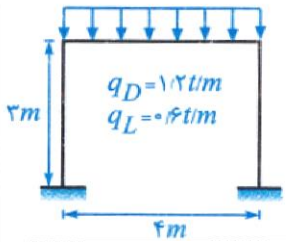
۳) $V_b=0.0048W_D+0.0064W_L$

۴) $V_b=0.0072W_D+0.0096W_L$



$$V_{u_۱}=۰/۰۰۳\times(۱/۲W_D+۱/۶W_L)$$
$$V_{u_۲}=۰/۰۰۳\times(۱/۲W_D+۱/۶W_L)$$
$$V_u=V_{u_۱}+V_{u_۲}=۲\times۰/۰۰۳\times(۱/۲W_D+۱/۶W_L)$$
$$V_u=۰/۰۰۷۲W_D+۰/۰۰۹۶W_L$$

تمرین ۱۷: در قاب شکل زیر، اگر ستون‌ها به میزان mm ۴ ناشاقولی داشته باشند، برای در نظر گرفتن نقص هندسی در ترکیب بار ثقلی ماکزیمم، چه باری باید به‌صورت جانبی در تراز طبقه اعمال کرد؟



۱) ۹/۶ kg

۲) ۱۲/۸ kg

۳) ۱۹/۲ kg

۴) ۲۴ kg

$$q_u=۱/۲q_D+۱/۶q_L=۱/۲\times۱/۲+۱/۶\times۰/۶=۲/۴\ ton/m$$

کل بار ثقلی طبقه : $Y=q_uL=۲/۴\times۴=۹/۶\ ton$

$$N=۰/۰۰۲Y=۰/۰۰۲\times۹/۶=۰/۰۱۹۲\ ton=۱۹/۲\ kg$$

ناشاقولی مجاز : $\frac{۱}{۵۰۰}\times۳۰۰۰\ mm=۶\ mm$ $\Rightarrow$ نیروی متناظر با ناشاقولی ایجاد شده : $\frac{۴}{۶}\times۱۹/۲=۱۲/۸\ kg$

مشهد ، میدان راهنمایی ، نبش شهید صادقی۱۰
۰۵۱ – ۳۷۶۷۶۲۵۵ – ۳۶۰۸۹۰۰۰
Khanehomran.com
@khaneh_omran khaneh.omran
وزارت علوم تحقیقات و فناوری
مؤسسه آموزش عالی آزاد
مهندسان

الزامات	نحوه کاهش سختی اعضا	نوع روش تحلیل	محدودیت کاربرد	نوع روش تحلیل و طراحی
ضریب K محاسبه می‌گردد. بار جانبی فرضی فقط به ترکیبات ثقلی اضافه می‌شود. ضریب بار جانبی فرضی $= 0.002$ $B_1 = B_2 = 1$	بدون کاهش سختی	تحلیل مرتبه دوم	$\Delta_{2nd}/\Delta_{1st} \le 1.5$	روش طول موثر
ضریب K محاسبه می‌گردد. بار جانبی فرضی فقط به ترکیبات ثقلی اضافه می‌شود. ضریب بار جانبی فرضی $= 0.002$ ضرایب B_1 و B_2 محاسبه می‌گردند.	بدون کاهش سختی	تحلیل مرتبه اول تشدید یافته	$\Delta_{2nd}/\Delta_{1st} \le 1.5$	
$K = 1.0$ بار جانبی فرضی به تمام ترکیبات بارگذاری اضافه می‌شود. ضریب بار جانبی فرضی $= 2.1(\Delta/L) \ge 0.0042$	بدون کاهش سختی	تحلیل مرتبه اول تشدید نیافته	$\Delta_{2nd}/\Delta_{1st} \le 1.5$ $P_u/P_y \le 0.5$	روش تحلیل مرتبه اول

تمرین ۲۰: در گزینه‌های زیر، مقادیر تغییرمکان جانبی نسبی متناظر با تحلیل مرتبهٔ اول (Δ_1) و تحلیل مرتبهٔ دوم (Δ_2) برای چهار قاب ارائه شده است. در کدام‌یک از قاب‌ها استفاده از هر سه روش تحلیل مستقیم، روش طول مؤثر و تحلیل مرتبهٔ اول مجاز است؟

۱) $\Delta_1 = ۱/۲\ cm$ ، $\Delta_2 = ۱/۸\ cm$

۲) $\Delta_1 = ۱\ cm$ ، $\Delta_2 = ۱/۷\ cm$

۳) $\Delta_1 = ۲\ cm$ ، $\Delta_2 = ۳/۲\ cm$

۴) $\Delta_1 = ۰/۸\ cm$ ، $\Delta_2 = ۱/۳\ cm$

گزینهٔ دوم : $\frac{۱/۷}{۱} = ۱/۷ > ۱/۵$

گزینهٔ اول : $B_2 = \frac{۱/۸}{۱/۲} = ۱/۵ \le ۱/۵$

گزینهٔ چهارم : $B_2 = \frac{۱/۳}{۰/۸} = ۱/۶۲۵ > ۱/۵$

گزینهٔ سوم : $B_2 = \frac{۳/۲}{۲} = ۱/۶ > ۱/۵$

مشهد ، میدان راهنمایی ، نبش شهید صادقی۱۰
۰۵۱ – ۳۷۶۷۶۲۵۵ – ۳۶۰۸۹۰۰۰
Khanehomran.com
@khaneh_omran khaneh.omran
وزارت علوم تحقیقات و فناوری مؤسسه آموزش عالی آزاد مهندسان