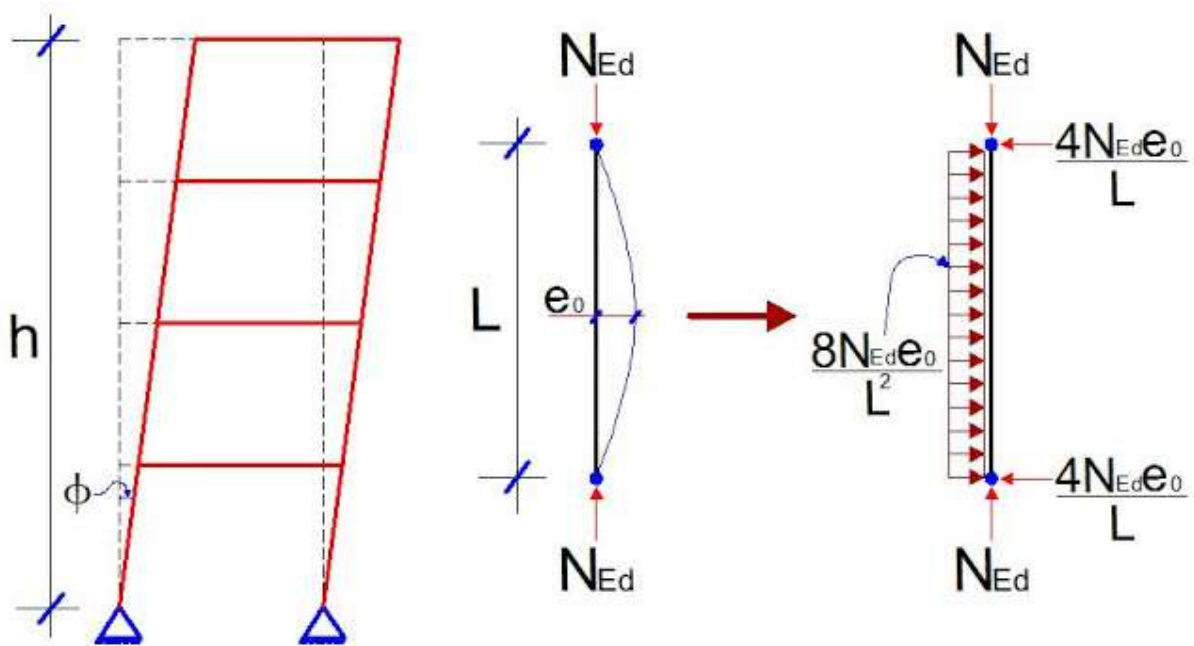


آنالیز عیب‌های سازه



مقدمه

نقص در سازه را می‌توان به‌عنوان انحرافات و تناقض‌ها در سازه‌ها و اعضای سازه‌ای تعریف کرد. این نقص‌ها ممکن است رفتار سازه را نسبت به حالت مفروض تغییر دهند. نقص‌های سازه معمولاً هنگام تحلیل در نظر گرفته می‌شود و تأثیرات آن‌ها بررسی می‌گردد. این امر وقتی اهمیت بیشتری می‌یابد که این نقص‌ها بحرانی باشند.

انواع نقص:

- ۱- نقص هندسی
- ۲- نقص مصالح
- ۳- نقص سازه‌ای

نقص هندسی

این نقص‌ها به دلیل تغییرات در ابعاد اعضا یا صاف نبودن یا عمود نبودن یک عضو سازه‌ای به وجود می‌آیند. مثلاً وقتی عمق یک تیر به جای ۴۰۰ میلی‌متر، ۳۹۵ میلی‌متر باشد، عمق ۳۹۵ میلی‌متری دارد، می‌گوییم این تیر دارای نقص هندسی است. طبق بند 5.2(1)P از یوروکد ۲، تغییرات در سطح مقطع اعضا معمولاً در ضریب اطمینان نسبی مصالح در نظر گرفته می‌شود و نیازی به تحلیل مجدد آن‌ها نیست. همچنین وقتی یک ساختمان دو طبقه که قرار است کاملاً صاف و عمودی طراحی و ساخته شود، سه درجه انحراف داشته باشد، باز هم می‌گوییم این ساختمان دارای نقص هندسی است... این نوع نقص هنگام تحلیل سازه‌های دارای حساسیت به خصوص در نظر گرفته می‌شوند.

نقص مصالح

این نوع نقص همیشه ناشی از وجود تناقض مصالح نسبت به آنچه فرض شده، است؛ مثلاً، اگر بتنی با گرید M30 مورد نظر مهندس طراح باشد و گرید ۲۸,۵ به دست آید، این یک نقص در مصالح محسوب می‌شود. اگر مدول الاستیسیته فولاد ۲۰۰ کیلو نیوتن بر میلی‌متر مربع در نظر گرفته شده باشد و هنگام ساخت ۱۹۵ باشد، این هم یک نقص در مصالح به حساب می‌آید. دیگر تفاوت در نقص مصالح تنش‌های پسماند است که در اعضای فولادی در طول جوشکاری یا ساخت اتفاق می‌افتد. نقص مصالح معمولاً با در نظر گرفتن ضریب اطمینان مصالح در طراحی محاسبه می‌شود.

نقص سازه‌ای

نقص سازه‌ای معمولاً در سازه‌ها به دلیل مشکلاتی مانند خروج از محوریت اتصالات، تغییرات در شرایط مرزی، تغییرات در سختی و چرخش اتصالات ایجاد می‌شود.

کاربرد و تحلیل نقص‌ها در سازه‌ها

در قاب‌ها معمولاً تمام انواع نقص‌ها به‌عنوان نقص هندسی معادل با افزایش مقدار دامنه θ_{0d} در نظر گرفته می‌شود، در حالی که در سازه‌های ورقی، نقص‌های هندسی و تنش‌های پسماند برای به دست آوردن ضریب‌های کمانش استفاده می‌شود. طبق بند (2) 5.3.2 از یوروکد ۳، نقص‌های زیر باید در نظر گرفته شوند:

الف) نقص‌های کلی برای قاب‌ها و سیستم‌های مهاربندی

ب) نقص‌های موضعی برای اعضای منفرد

نقص‌های کلی برای قاب‌ها و سیستم‌های مهاربندی، عمودی نبودن قاب‌ها یا صاف نبودن سازه‌های مهار شده توسط مهاربندها را شامل می‌شود، در حالی که نقص‌های موضعی صاف نبودن یا مسطح نبودن یک عضو و تنش‌های پسماند آن عضو را نشان می‌دهد.

باید به خاطر داشته باشیم که دیگر نقص‌ها توسط ضرایب جزئی در طراحی حالت حدی پوشش داده می‌شوند.

تحلیل نقص کلی برای قاب‌ها

در قاب‌ها، شکل فرضی نقص‌های کلی را می‌توان از مود کمانش در نظر گرفته‌شده الاستیک سازه در صفحه به دست آورد. برای سازه‌های حساس به کمانش در مود نوسان (مثلاً ساختمان‌های بلند)، اثر نقص‌ها به شکل نقص معادل در قالب یک نقص در نوسان اولیه در نظر گرفته می‌شود. اثرات نقص نوسان اولیه را می‌توان با سیستم‌هایی از نیروهای افقی معادل جایگزین کرد. این نقص نوسان اولیه در تمام جهت‌های افقی مربوطه اعمال می‌شود، اما در صورت هم‌زمانی کافی است تنها در یک جهت در نظر گرفته شود. برای ساختمان‌های چند طبقه، نیروهای معادل مورد استفاده قرار می‌گیرند و باید در هر طبقه و تراز پشت‌بام اعمال شوند.

نقص را می‌توان از رابطه‌ی زیر به دست آورد:

$$\varphi = \varphi_0 \alpha_h \alpha_m$$

که در این رابطه

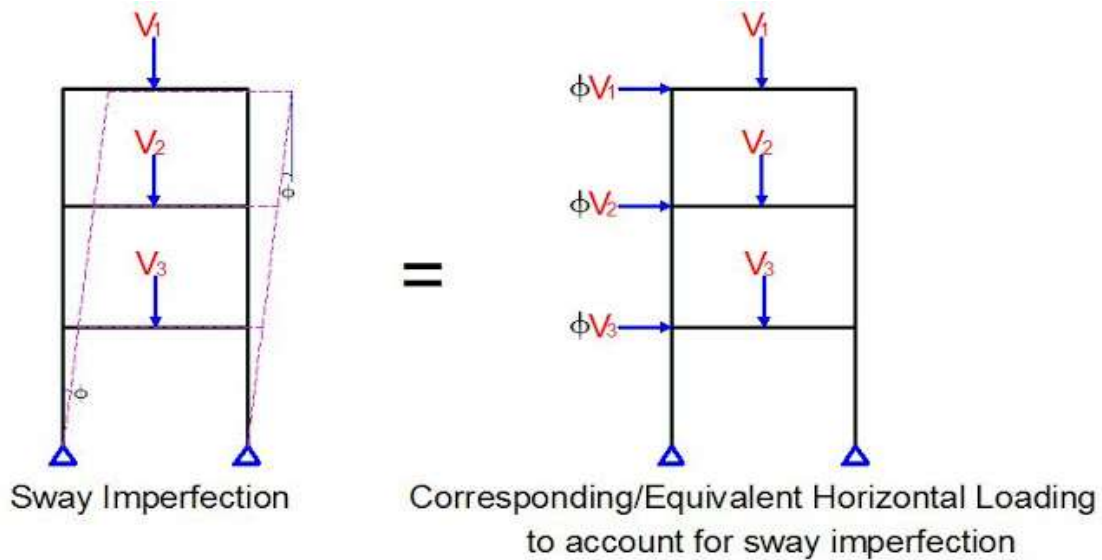
φ_0 مقدار پایه و برابر با 1/200 است.

α_h ضریب کاهش برای ارتفاع که می‌توان به ستون‌ها اعمال کرد و برابر با $\alpha_h = 2/vh$ و همچنین $2/3 \leq \alpha_h \leq 1.0$ است. α_m

هم ضریب کاهش برای تعداد ستون‌های موجود در یک ردیف است.

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \times \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$$

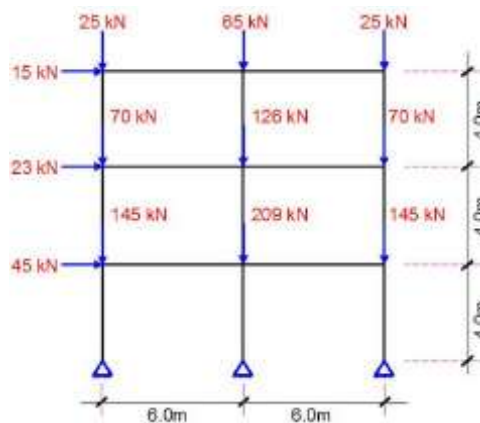
که در این رابطه m تعداد ستون‌های موجود در یک ردیف است. چیزی که من در مورد آن صحبت می‌کنم در شکل زیر نشان داده شده است.



طبق بند 5.3.2(4)B، نقص‌های نوسان قاب‌های ساختمانی را می‌توان هرگاه $H_{Ed} \geq 0.15 V_{Ed}$ باشد، نادیده گرفت.

مثال حل شده

می‌خواهیم نقص کلی نوسان تیری که به صورت زیر بارگذاری شده است را بررسی کنیم.



تیرها - UB 305 x 102 x 28

ستون‌ها - 254 x 254 x 73

حل:

$$\sum H_{Ed} = 15 + 23 + 45 = 83 \text{ KN}$$

$$0.15 \sum V_{Ed} = 0.15(25 + 65 + 25 + 70 + 126 + 70 + 145 + 209 + 145) = 132 \text{ KN}$$

از آنجا که $H_{Ed} < 0.15 V_{Ed}$ است، نقص نوسان باید در نظر گرفته شود.

$$\alpha_h = 2/v_h = 2/\sqrt{12} = 0.577$$

چون مقدار آن کوچکتر از $2/3$ است، مقدار $2/3$ را در نظر می‌گیریم (محدودیت‌های تعیین شده را کنترل کنید)

$$m = 3$$

$$\alpha_m = \sqrt{0.5 \times (1 + 1/3)} = 0.8165$$

بنابراین:

$$\varphi = \varphi_0 \alpha_h \alpha_m = (1/200) \times (2/3) \times (0.8165) = 0.00272$$

بنابراین:

در تراز بام

$$\text{imp1} = \varphi V_1 = 0.00272 \times (25 + 65 + 25) = 0.3128 \text{ KN}$$

در تراز طبقه‌ی دوم

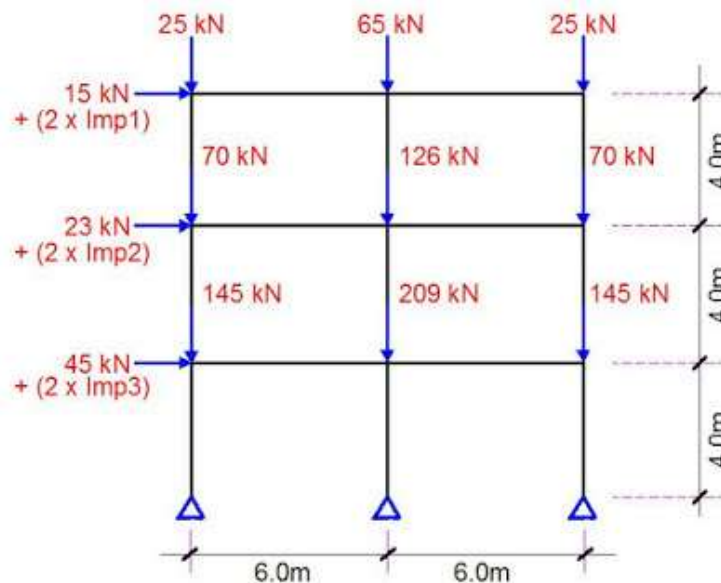
$$\text{imp2} = \varphi V_2 = 0.00272 \times (70 + 126 + 70) = 0.7235 \text{ KN}$$

در تراز طبقه‌ی اول

$$\text{imp3} = \varphi V_3 = 0.00272 \times (145 + 209 + 145) = 1.357 \text{ KN}$$

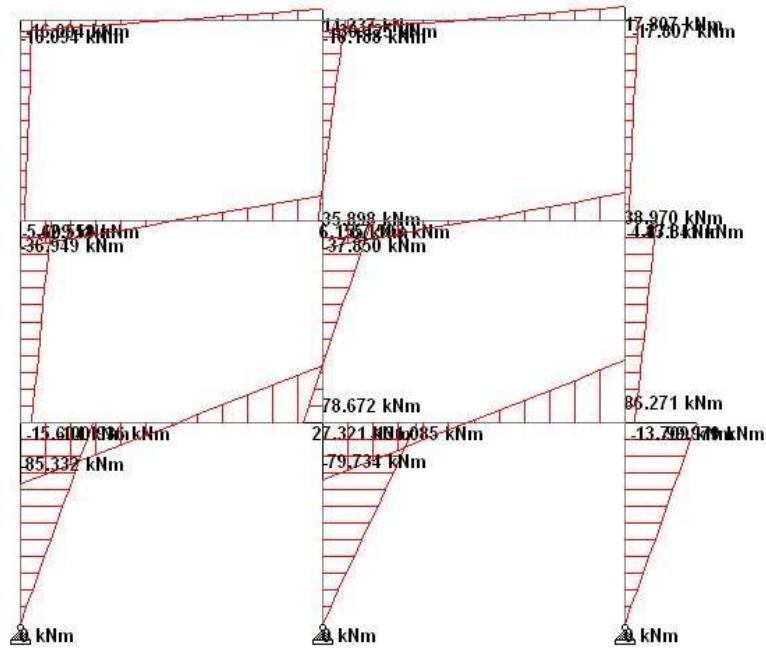
این نقص‌ها متعلق به یک قاب با یک دهانه است. برای قابی با دو دهانه در مثال ما، این مقدار باید در دو ضرب شود.

تحلیل سازه با استفاده از StaadPro:

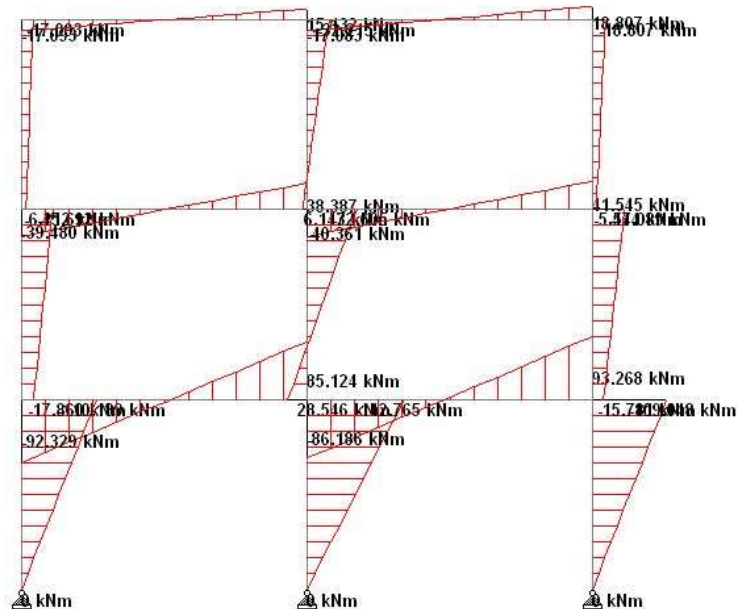


نتایج تحلیل

دیگرام لنگر زیر تنها برای بار خارجی و بدون تأثیر نقص‌ها است.



دیگرام لنگر زیر مربوط به بار خارجی با اثر دادن نقص است.



تحلیل نتایج

حداکثر لنگر در ستون طبقه‌ی همکف بدون در نظر گرفتن نقص ۹۹,۹۷۹ کیلو نیوتن متر است.

حداکثر لنگر در ستون طبقه‌ی همکف با تأثیر نقص‌ها ۱۰۹,۰۴۸ کیلو نیوتن متر است.

این اختلاف حدود ۸,۳۱۶٪ است.

کمی توجه به نیروهای محوری هم نشان می‌دهد که:

حداکثر بار محوری بدون تأثیر نقص در ستون وسط ۳۹۸,۳۹۴ کیلو نیوتن است.

حداکثر بار محوری با تأثیر نقص در ستون وسط ۳۹۸,۳۸۳ کیلو نیوتن است.

این نشان می‌دهد که نقص ایجاد شده تأثیر بیشتری روی لنگر خمشی نسبت به نیروی محوری داشته است.

برای نیروی برش در ستون‌ها اختلاف حدود ۸,۱۲۳٪ است.

مترجم: علی اکبر خلیلی

منبع:

<http://www.structville.com/۱۱/۲۰۱۷/imperfection-analysis-of-structures.html>