

سختی سازه

سختی سازه بنا به تعریف مقدار نیرویی است که در سازه، تغییر شکل واحد ایجاد نماید. سختی یک سازه بیانگر مقاومت یک سازه در مقابل تغییر شکل است و ارتباطی با مقاومت سازه ندارد. به عبارت دیگر یک سازه ممکن است مقاومت خوبی داشته باشد ولی سخت نباشد و در مقابل بار، تغییر شکل قابل ملاحظه‌ای دهد.

سختی جانبی اعضای باربر جانبی

الف - قاب خمشی:

با در نظر گرفتن مفروضات زیر، می‌توان رابطه‌ای براس سختی جانبی یک طبقه از قاب ارائه کرد:

- (۱) دوران تمام گره‌های قاب در یک طبقه یکسان باشد.
- (۲) نیروهای برشی برای هر ستون از طبقه مفروض، درصدی از نیروهای برشی آن طبقه باشد.
- (۳) نقاط عطف تیرها و ستون‌ها به ترتیب در وسط دهانه و ارتفاع فرض شود.

$$k = \frac{24E}{h^2 \left[\frac{2}{\sum k_c} + \frac{1}{\sum k_{bb}} + \frac{1}{\sum k_{bt}} \right]}$$

k : سختی جانبی در هر طبقه از یک قاب می‌باشد.

E : مدول الاستیسیته مصالح قاب می‌باشد.

$\sum k_c$: مجموع $\frac{I}{L}$ نسبی ستون‌ها در طبقه مفروض می‌باشد که I گشتاور اینرسی حول محور خمش و L طول مرکز به مرکز عضو می‌باشد.

$\sum k_{bb}$: مجموع $\frac{I}{L}$ نسبی تیرهای تحتانی طبقه مفروض می‌باشد.

$\sum k_{bt}$: مجموع $\frac{I}{L}$ نسبی تیرهای فوقانی طبقه مفروض می‌باشد.

h : ارتفاع طبقه

در پایین‌ترین طبقه ساختمان که اتصال ستون‌ها به شالوده گیردار و یا مفصلی باشد، سختی جانبی از روابط زیر تعیین می‌گردد:

(۱) پای ستون‌ها گیردار باشد:

$$k = \frac{24E}{h^2 \left[\frac{2}{\sum k_c} + \frac{1}{\sum k_{bt} + \frac{\sum k_c}{12}} \right]}$$

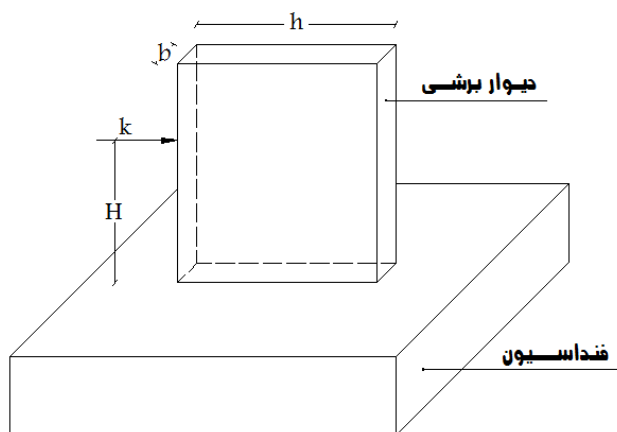
۲) پای ستون‌ها مفصلی باشد:

$$k = \frac{24E}{h^2 \left[\frac{8}{\sum k_c} + \frac{3}{\sum k_{bt}} \right]}$$

برای محاسبه گشتاور اینرسی در سازه‌های بتنی، میلگرد را اثر نمی‌دهند و همچنین طبق تبصره ۲ بند (۲-۳-۶) آیین نامه زلزله، اثر ترک خوردگی بتن بایستی لحاظ شود. برای این منظور لازم است گشتاور اینرسی مقاطع قطعات برای تیرها $0.5I_g$ و برای ستون‌ها و دیوارها I_g منظور شود. (I_g گشتاور اینرسی مقطع کل عضو بدون در نظر گرفتن فولاد است)

ب- دیوار برشی:

در سیستم‌هایی که عنصر مقاوم در مقابل نیروی جانبی، فقط دیوار برشی می‌باشد، نیروی برشی هر طبقه در هر امتداد، به نسبت سختی جامبی دیوارهای برشی آن طبقه بین آنها تقسیم می‌گردد. سختی جانبی دیوار برشی از رابطه زیر بدست می‌آید:



$$k = \frac{3EI}{\left(1 + \frac{3E}{1.6G} \left(\frac{h}{H}\right)^3\right) H^3}$$

k : سختی جانبی دیوار برشی در تراز H می‌باشد.

H : ارتفاع دیوار از بالای فونداسیون تا تراز مورد نظر برای محاسبه سختی می‌باشد.

h : عمق دیوار می‌باشد.

E : مدول الاستیسیته مصالح دیوار می‌باشد.

I : گشتاور اینرسی دیوار در حول محور مرکزی عمود بر صفحه دیوار که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$I = \frac{1}{12} b h^3$$

G : مدول الاستیسیته برشی است که از رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

نسبت $\frac{E}{G}$ را برای بتن می‌توان ۲.۵ فرض کرد.

$$k = \frac{\mathfrak{r}EI}{\left(1+\frac{\mathfrak{r}E}{\mathfrak{r}.G}\left(\frac{h}{H}\right)^{\mathfrak{r}}\right)H^{\mathfrak{r}}} \Rightarrow \left(\frac{E}{G} = \mathfrak{r}.\Delta\right) \Rightarrow k = \frac{\mathfrak{r}EI}{\left(1+\frac{\mathfrak{r}}{\mathfrak{r}.} \times \mathfrak{r}.\Delta\left(\frac{h}{H}\right)^{\mathfrak{r}}\right)H^{\mathfrak{r}}} \Rightarrow k = \frac{\mathfrak{r}EI}{\mathfrak{r}.\mathfrak{r}\Delta\left(\frac{h}{H}\right)^{\mathfrak{r}} \times H^{\mathfrak{r}}}$$

مرکز سختی

مرکز سختی یک طبقه با (با فرض رفتار الاستیک خطی) نقطه ای در کف طبقه است که وقتی برآیند نیروهای جانبی زلزله در آن نقطه وارد می شوند، چرخشی در آن طبقه رخ ندهد و کلیه نقاط به یک اندازه تغییر مکان افقی پیدا کنند، یعنی فقط حرکت انتقالی داشته باشند.

برای تعیین مختصات مرکز سختی بدین صورت عمل می کنیم که سختی عنصر مقاوم را همانند یک نیرویی به موازات همان عنصر و در مرکز آن فرض کرده و نسبت به محورهای X و Y گشتاور استاتیکی گرفته و از روابط زیر مرکز سختی طبقه محاسبه می شود:

$$X_{CR} = \frac{\sum (k_{yi} \cdot x_i)}{\sum k_{yi}}$$

$$Y_{CR} = \frac{\sum (k_{xi} \cdot y_i)}{\sum k_{xi}}$$

X_{CR} , Y_{CR} : مختصات مرکز سختی طبقه می باشند.

k_{xi} , k_{yi} : سختی جانبی عنصر مقاوم i می باشد.