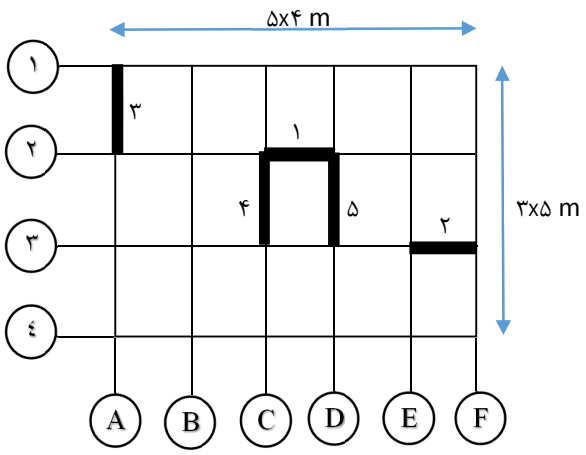
پلان تیرریزی متعلق به یک ساختمان اداری عمومی و چهار طبقه (همکف+سه طبقه روی پیلوت) می‌باشد. زمین پروژه از نوع زمین ماسه مرطوب می‌باشد. عناصر در هر دو امتداد سیستم مختلط ترکیبی قاب خمشی بتنی متوسط و دیوار برشی است.

با استفاده از مشخصات داده شده مطلوبست محاسبه:

۱. محاسبه نیروی برش پایه
۲. توزیع نیروی زلزله در ارتفاع
۳. محاسبه سختی قابهای خمشی+دیوار برشی
۴. توزیع نیروی جانبی زلزله بین عناصر مقاوم لرزه ای. طبقه اول (تراز۲) ، رعایت تبصره ۱ از بند ۱-۹-۴ استاندارد ۲۸۰۰ الزامی است.
۵. محاسبه و کنترل معیار تغییر مکان طبقات-از وزن تیرها و ستون‌ها صرف‌نظر شود.



جدول ۱- مشخصات عمومی سازه

ضخامت دال کف	۵ سانتی‌متر
منطقه پروژه	اهواز
ارتفاع طبقات	۳/۰۰ متر
ابعاد فونداسیون	۲۰ m × ۱۵ m × ۰/۹ m

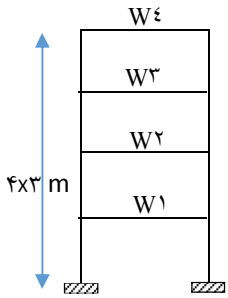
جدول ۲- مشخصات پروفیل ها و ابعاد

تمامی ستونهای بتنی	۵۰×۵۰
تمامی تیرهای طولی (راستای x)	۵۰×۵۰
تمامی تیرهای عرضی (راستای y)	۵۰×۵۰
دیوارهای برشی	یکسان در تمام طبقات

جدول ۳- بارگذاری – $E_c = ۲/۲ \times ۱۰^{۵}\ kg/cm^۲$

-	بار مرده	بار زنده
طبقات	۵۵۰ $kg/m^۲$	۲۵۰$kg/m^۲$
بام	۶۰۰ $kg/m^۲$	۱۵۰$kg/m^۲$
راه پله	۶۵۰ $kg/m^۲$	۵۰۰$kg/m^۲$
بار تیغه بندی	۲۰۰ $kg/m^۲$	-
بار دیوار دست‌انداز بام: ۱۱۰ kg/m	**بار دیوار محیطی عرضی** (راستای y): ۱۵۰۰ kg/m	**بار دیوار محیطی طولی** (راستای x): ۱۰۰۰ kg/m

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)



حل:

گام اول: محاسبه وزن طبقات. ❋همه طبقات شبیه هستند بجز بام

وزن طبقات : مساحت کف طبقه مساحت پله بار مرده ۱،۷،۶ ضریب اداری جدول بار زنده اداری بار معادل تیغه مساحت پله

$$W_1 = W_2 = W_3 = (20 \times 15 - 4 \times 5) \times (550 + 0.2 \times 250 + 200) + (4 \times 5) \times (650 + 0.2 \times 500) + 2 \times 20 \times 1000 + 2 \times 15 \times 1500 = 324000\ kg = 324\ ton$$

بار مرده پله بار زنده پله وزن دیوارهای راستای طولی وزن دیوارهای راستای عرضی

❋ برای وزن دیوار نصف از بالا و نصف از پائین است که چون وزن هر دو یکسان است یک طبقه کامل گرفتیم.

❋ صرف‌نظر از وزن تیر، ستون و دیوار برشی ❋ برای بام نصف تیغه لحاظ می‌شود که صرف‌نظر شد.

وزن بام : مساحت پله یک سطح شیبدار در بام

$$W_4 = (20 \times 15 - 4 \times 5) \times (600 + 0.2 \times 150) + \frac{1}{2} \times (4 \times 5) \times (650 + 0.2 \times 500) + \frac{1}{2} \times 2 \times 20 \times 1000 + \frac{1}{2} \times 2 \times 15 \times 1500 + 2 \times (15 + 20) \times 110 = 2334.1\ ton$$

بار زنده پله نصف وزن دیوارهای راستای طولی نصف وزن دیوارهای راستای عرضی محیط ساختمان برای بار جان‌پناه

وزن کل ساختمان : $\sum_{i=1}^{4} W = 3 \times 324 + 2334.1 = 1206.1\ ton$ ⟵

❋ صرف‌نظر از اثر وزن خرپشته ❋ وزن فونداسیون برای اثر زلزله در نظر گرفته نمی‌شود.

گام دوم: محاسبه نیروی برش پایه.

❋اهواز: خطر لرزه خیزی متوسط ❋ نوع خاک: تیپ چهار IV - خاک ماسه ای مرطوب بر اساس جدول ۴،۷،۶

$$T_x = T_y = 0.05 \times (4 \times 3)^{\frac{3}{4}} = 0.32\ sec$$

❋اگر دور تا دور هر طبقه دیوار برشی باشد در محاسبه زمان تناوب نمی آید

$$T_0 = 0.15 < T = 0.32 < T_s = 1.$$

$$T_x = T_y > B_x = B_y = 1 + S = 1 + 2.25 = 3.25$$

❋برای سازه گروه سه ضریب اهمیت برابر است با : I=۱

❋ هر دو راستا قاب خمشی+دیوار برشی است پس ضریب رفتار دو جهت برابر است با : $R_x=R_y=8$

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

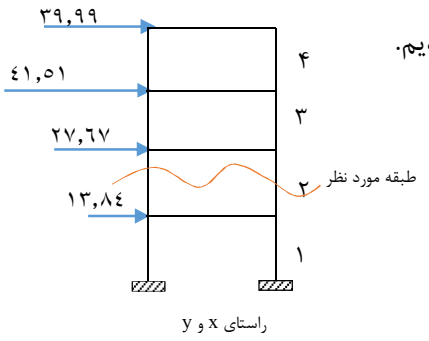
$$C_x = \frac{A.B_x.I}{R_x} = \frac{۰.۲۵ \times ۳.۲۵ \times ۱}{۸} = ۰.۱۰۲ \quad , \quad C_y = \frac{A.B_y.I}{R_y} = \frac{۰.۲۵ \times ۳.۲۵ \times ۱}{۸} = ۰.۱۰۲$$

$V_x = V_y = ۰.۱۰۲ \times ۱۲۰۶.۱ = ۱۲۳\ ton$ برش پایه هر دو راستا

گام سوم: توزیع نیروی زلزله در ارتفاع. > سهم هر طبقه از برش پایه

$T = ۰.۳۲ < ۰.۷ \rightarrow F_t = ۰.۰$

تراز	W_i	h_i	$W_i h_i$	$\frac{w_i h_i}{\sum w_i h_i}$	F_i(x,y)-ton	V_i(x,y)-ton
۱	۳۲۴	۳	۹۷۲	۰,۱۱۲۴۸۴	۱۳,۸۴	۱۲۳
۲	۳۲۴	۶	۱۹۴۴	۰,۲۲۴۹۶۹	۲۷,۶۷	۱۰۹,۱۶
۳	۳۲۴	۹	۲۹۱۶	۰,۳۳۷۴۵۳	۴۱,۵۱	۸۱,۴۹
۴	۲۳۴,۱	۱۲	۲۸۰۹,۲	۰,۳۲۵۰۹۴	۳۹,۹۹	۳۹,۹۹
	∑ ۱۲۰۶,۱		∑ ۸۶۴۱,۲			



❋ اگر x و y متفاوت بودند دو قاب رسم کرده و در هر دو راستا بررسی می کردیم.

گام چهارم: بخش سوم مساله:

-محاسبه سفتی عناصر مقاوم لرزه ای در هر راستا-دیوار برشی - طبقه ۲

سختی دیوار برشی: $K = \frac{3 E_c I}{\beta H^3}$ $\beta = 1 + 0.75(\frac{b_w}{H})^2$ $E_c = 5000\sqrt{f_c}(mpa) = 15100\sqrt{f_c}(Kg/cm^2)$

❋دو طول دیوار برشی داریم ۴ متری و ۵ متری پس دو سختی داریم : (K۴ و K۵)

$$\beta_۴ = ۱ + ۰.۷۵(\frac{۴}{۶})^۲ = ۱.۳۳ \quad , \quad \beta_۵ = ۱ + ۰.۷۵(\frac{۵}{۶})^۲ = ۱.۵۲$$

❋چون ضخامت ها برابرند نسبت ممان می نویسیم: (H و E حذف می‌شوند،مرکز سختی راحت تر است ، نسبت است).

$$I = \frac{t \times L_{wall}{}^۳}{۱۲} \rightarrow \frac{I_۴}{I_۵} = (\frac{L_{wall-۴}}{L_{wall-۵}})^۳ = (\frac{۴}{۵})^۳$$

$$\frac{K_۴}{K_۵} = \frac{(\frac{I_۴}{\beta_۴})}{(\frac{I_۵}{\beta_۵})} = \frac{I_۴}{I_۵} \times \frac{\beta_۵}{\beta_۴} = (\frac{۴}{۵})^۳ \times \frac{۱.۵۲}{۱.۳۳} = ۰.۵۹ \rightarrow K_۴ = ۰.۵۹\, K_۵$$

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

اگر $K_۵$ را به عنوان شاخص در نظر بگیریم و فرض کنیم برابر یک باشد : $K_۴$=۰,۵۹

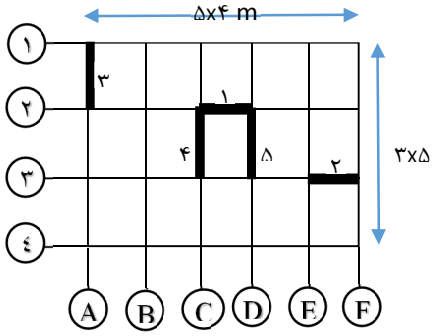
❋ همیشه بلندترین دیوار را شاخص می گیریم (اگر سه تا دیوار داشتیم دو نسبت می نوشتیم: K۴/K۵ و K۳/K۴)

پس در نهایت :

$$K_{wall-۱} = K_{wall-۲} = ۰.۵۹ \quad , \quad K_{wall-۳} = K_{wall-۴} = K_{wall-۵} = ۱$$

-محاسبه مرکز سختی دیوارهای برشی در هر راستا - طبقه ۲

❋چون تمام طبقات دیوار برشی دارند پس مرکز سختی تمام طبقات بر هم منطبق است و گرنه باید جداگانه حساب گردد.



$$X_{CR} = \frac{\sum K_y . X}{\sum K_y} = \frac{۱ \times ۰ + ۱ \times ۸ + ۱ \times ۱۲}{۱ + ۱ + ۱} = ۶.۶۷\ m$$

$$Y_{CR} = \frac{\sum K_x . Y}{\sum K_x} = \frac{۰.۵۹ \times ۵ + ۰.۵۹ \times ۱۰}{۰.۵۹ + ۰.۵۹} = ۷.۵۰\ m$$

-محاسبه مرکز جرم در هر راستا

❋وقتی سازه دارای جرم یکنواخت و پلان متقارن باشد، مرکز جرم بر مرکز هندسی منطبق است (چون وزن دیوار برشی ها فرض نکردیم پس پلان متقارن است)-چون تغییر پلان نداریم طبقه ۲ مثل سایر است.

$$X_{cm} = \frac{۲۰}{۲} = ۱۰\ m \quad , \quad Y_{cm} = \frac{۱۵}{۲} = ۷.۵\ m$$

$e_{xc}=e_x \pm 0.05D_x$ $e_{yc}=e_y \pm 0.05D_y$

$$e_{x-۲} = (۱۰ - ۶.۶۷) \pm ۰.۰۵ \times ۲۰ = ۲.۳۳\ m\ ,\ ۴.۳۳\ m$$

$$e_{y-۲} = (۷.۵ - ۷.۵) \pm ۰.۰۵ \times ۱۵ = ۰.۷۵\ m\ , -۰.۷۵\ m$$

❋ابتدا طبق بند ۴,۹,۱ باید ۱۰۰٪ نیروی زلزله را برای توزیع به دیوار برشی بدهیم:

$$f_j = K_j\left(\frac{\sum F}{\sum K} + \frac{(F_j \times e_j + \cdots + F_n \times e_n) \times d_j}{\sum k d^۲}\right)$$

❋e_{ij} فاصله مرکز سختی طبقه j تا مرکز جرم طبقه i است که فاصله Cm ها تا Cr های تمام طبقات یکسان است.

❋اگر فاصله بین مرکز سختی طبقه j تا مرکز جرم طبقه i از ۵٪ بعد کمتر بود > پیچش لازم نیست.

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

-توزیع در راستای X بین عناصر مقاوم-دیوارهای طبقه ۲

$$e_{y-۲} = (۷.۵ - ۷.۵) = ۰.۰ \leq ۰.۰۵ \times ۱۵ = ۰.۷۵$$

راستای X: $f_۱ = ۰.۵۹ \times \left(\frac{۲۷.۶۷+۴۱.۵۱+۳۹.۹۹}{۲\times۰.۵۹} + \frac{(۲۷.۶۷+۴۱.۵۱+۳۹.۹۹)\times۰.۷۵\times۲.۵}{۸۲.۰۴}\right) = ۵۶.۰۶\ ton$

$d_۱ = ۱۰ - ۷.۵ = ۲.۵$

❋y چون بالای آن قرار دارد با علامت مثبت ❋ اگر خروج از مرکزیت ها یکی + و یکی - بود باید dj را با علامت وارد کنیم.

$$\sum kd^۲ = ۰.۵۹ \times (۲.۵^۲ + ۲.۵^۲) + ۱ \times (۶.۶۷^۲ + ۱.۳۳^۲ + ۵.۳۳^۲) = ۸۲.۰۴$$

❋ فاصله دیوار برشی راستای x و yاز مرکز سختی ❋ اگر دیوار دقیقا روی مرکز سختی باشد یعنی d=۰ از پیچش سهم نمی برد.

راستای X: $f_۲ = ۰.۵۹ \times \left(\frac{۲۷.۶۷+۴۱.۵۱+۳۹.۹۹}{۲\times۰.۵۹} + \frac{(۲۷.۶۷+۴۱.۵۱+۳۹.۹۹)\times-۰.۷۵\times-۲.۵}{۸۲.۰۴}\right) = ۵۶.۰۶\ ton$

-توزیع در راستای Y بین عناصر مقاوم-دیوارهای طبقه ۲

$$e_{x-۲} = (۱۰ - ۶.۶۷) = ۳.۳۳ > ۰.۰۵ \times ۲۰ = ۱.۰$$

نهایی $e_{x-۲} = ۳.۳۳ \mp ۰.۰۵ \times ۲۰ = ۴.۳۳m \quad , \quad ۲.۳۳\ m$

راستای Y: $f_۳ = ۱ \times \left(\frac{۲۷.۶۷+۴۱.۵۱+۳۹.۹۹}{۳\times۱} + \frac{(۲۷.۶۷+۴۱.۵۱+۳۹.۹۹)\times-۶.۶۷\times۲.۳۳}{۸۲.۰۴}\right) = ۳۶.۳۹\ ton$

اثر کاهنده پیچش ❋ چون یکی + و یکی −است می توان کسر دوم را صرفنظر کرد

راستای Y: $f_۴ = ۱ \times \left(\frac{۲۷.۶۷+۴۱.۵۱+۳۹.۹۹}{۳\times۱} + \frac{(۲۷.۶۷+۴۱.۵۱+۳۹.۹۹)\times۱.۳۳\times۴.۳۳}{۸۲.۰۴}\right) = ۴۴.۰۵\ ton$

اثر افزاینده پیچش ❋ انتخاب عدد بزرگتر

راستای Y: $f_۵ = ۱ \times \left(\frac{۲۷.۶۷+۴۱.۵۱+۳۹.۹۹}{۳\times۱} + \frac{(۲۷.۶۷+۴۱.۵۱+۳۹.۹۹)\times۵.۳۳\times۴.۳۳}{۸۲.۰۴}\right) = ۶۷.۱۰\ ton$

$۱۲ - ۶.۶۷ = ۵.۳۳$

❋ به خاطر تشدید نیروهای برشی حاصل از پیچش همواره مجموع نیروهای سهم عناصر مقاوم در یک طبقه از نیروی برشی طبقه بیشتر است.

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

❋ طبق صورت مساله سیستم ترکیبی است که این قسمت تنها سهم دیوار برشی ها بود. طبق آئین نامه ۱۰۰٪ سهم دیوارها و ۳۰٪ سهم قاب بود پس:

طراحی : $V = ۱.۳ \times V_{static}$

❋این ۳۰٪ اضافه حاشیه امنیت ایجاد می کند که کل سازه در مرحله اول زلزله خراب نشود.

-توزیع در راستای X بین قاب های خمشی طبقه دوم

❋در اینجا سیستم مقاوم قاب لرزه ای است بدون دیوار که متقارن است پس:

$$X_{cm} = X_{CR} = \frac{۲۰}{۲} = ۱۰\ m \quad , \quad Y_{cm} = Y_{CR} = \frac{۱۵}{۲} = ۷.۵\ m$$

-محاسبه سفتی عناصر مقاوم لرزه ای در هر راستا-قاب خمشی - طبقه ۲

$$\sum K_c = \sum \frac{I_C}{L_C}, \sum K_{bb} = \sum \frac{I_{bb}}{L_{bb}}, \sum K_{bt} = \sum \frac{I_{bt}}{L_{bt}}$$

$$K = \frac{24E}{h^2\left(\frac{2}{\sum K_c} + \frac{1}{\sum K_{bb}} + \frac{1}{\sum K_{bt}}\right)}$$

❋در اینجا چون ابعاد تیر و ستونها مساوی است (۵۰×۵۰) پس در صورت K ها I می گذاریم:

سختی ستونها $K_c = \frac{I}{l_c} = \frac{I}{۳۰۰\ cm}$, سختی تیرهای ۴متری $K_{bb,bt} = \frac{I}{l_c} = \frac{I}{۴۰۰\ cm}$

سختی تیرهای ۵متری $K_{bb,bt} = \frac{I}{l_c} = \frac{I}{۵۰۰\ cm}$

$$K_x = \frac{۲۴E}{۳۰۰^۲\left(\frac{۲}{۶ \times I/_{۳۰۰}} + \frac{۱}{۵ \times I/_{۴۰۰}} + \frac{۱}{۵ \times I/_{۴۰۰}}\right)} = ۱.۰۲۵۶ \times ۱۰^{-۶} EI = ۱$$

$$K_y = \frac{۲۴E}{۳۰۰^۲\left(\frac{۲}{۴ \times I/_{۳۰۰}} + \frac{۱}{۳ \times I/_{۵۰۰}} + \frac{۱}{۳ \times I/_{۵۰۰}}\right)} = ۵.۵۱۷ \times ۱۰^{-۶} EI = ۱$$

❋در اینجا چون Kx=۱ فرض شد پس:

$$\frac{K_x: ۱.۰۲۵۶ \times ۱۰^{-۶} EI}{K_y: ۵.۵۱۷ \times ۱۰^{-۶} EI} = \frac{۱}{???} \qquad K_y = \frac{۵.۵۱۷}{۱.۰۲۵۶} = ۰.۵۴$$

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

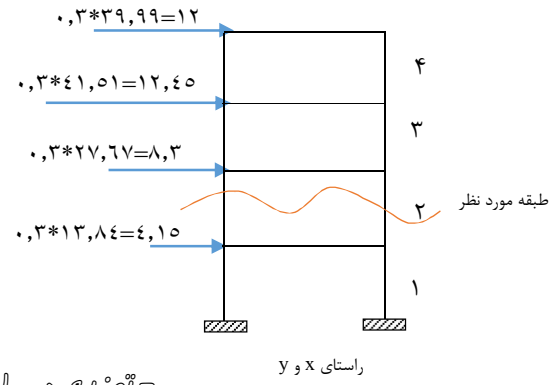
❋ باید ۳۰٪ نیروی تراز طبقات را برای قاب در تراز مورد نظر توزیع کنیم:

$$e_{x-۲} = (۱۰ - ۱۰) < ۰.۰۵ \times ۲۰ \rightarrow ۰.۰ < ۱.۰\ m$$

$$e_{y-۲} = (۷.۵ - ۷.۵) < ۰.۰۵ \times ۱۵ \rightarrow ۰.۰ < ۰.۷۵\ m$$

$$e_{x-۲}\text{نهایی} = ۰ \mp ۰.۰۵ \times ۲۰ = \mp ۱.۰\ m$$

$$e_{y-۲}\text{نهایی} = ۰ \mp ۰.۰۵ \times ۱۵ = \mp ۰.۷۵\ m$$



توزیع در راستای X بین قاب های خمشی ۱و۲و۳و۴ طبقه دوم-

X راستای: $f_{x-۱} = ۱ \times \left(\frac{(۸.۳+۱۲.۴۵+۱۲)}{۴\times۱} + \frac{(۸.۳+۱۲.۴۵+۱۲)\times۷.۵\times۰.۷۵}{۲۷۶.۲}\right) = ۸.۸۵\ ton$

$$\sum kd^۲ = ۱ \times (۷.۵^۲ + ۲.۵^۲ + (-۲.۵)^۲ + (-۷.۵)^۲) + ۰.۵۴ \times (۱۰^۲ + ۶^۲ + ۲^۲ + (-۲)^۲ + (-۶)^۲ + (-۱۰)^۲) = ۲۷۶.۲$$

X : $f_{x-۲} = ۱ \times \left(\frac{(۸.۳+۱۲.۴۵+۱۲)}{۴\times۱} + \frac{(۸.۳+۱۲.۴۵+۱۲)\times(۱۰-۷.۵)\times۰.۷۵}{۲۷۶.۲}\right) = ۸.۴۱\ ton$

X : $f_{x-۳} = ۸.۴۱\ ton$, $f_{x-۴} = ۸.۸۵\ ton$

❋ به دلیل تقارن قاب های خمشی در پلان ، ۳ و ۴ شبیه ۱ و ۲ هستند.

توزیع در راستای Y بین قاب های خمشی A تا F طبقه دوم-

Y راستای: $f_A = ۰.۵۴ \times \left(\frac{(۸.۳+۱۲.۴۵+۱۲)}{۶\times۰.۵۴} + \frac{۳۲.۷۵\times-۱۰\times-۱}{۲۷۶.۲}\right) = ۶.۱۰\ ton$

Y : $f_B = ۰.۵۴ \times \left(\frac{۳۲.۷۵}{۶\times۰.۵۴} + \frac{۳۲.۷۵\times(-۶)\times(-۱)}{۲۷۶.۲}\right) = ۵.۸۴\ ton$

Y : $f_C = ۰.۵۴ \times \left(\frac{۳۲.۷۵}{۶\times۰.۵۴} + \frac{۳۲.۷۵\times(-۲)\times(-۱)}{۲۷۶.۲}\right) = ۵.۵۹\ ton$

Y : $f_D = ۵.۵۹\ ton$, $f_E = ۵.۸۴\ ton$, $f_F = ۶.۱۰\ ton$

❋ اگر قاب ساده با مهاربند بود ۳۰٪ نداشت چرا که قاب ساده تنها بارهای قائم را تحمل می کند و نیروی جانبی فقط به بادبند یا دیوار برشی می رسد> اینجا سیستم ترکیبی بود.

گام پنجم- بخش پنجم مساله -محاسبه و کنترل معیار تغییرمکان:

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

- کنترل تغییر مکان راستای X:

❋ معمولا بیشترین تغییر مکان در بالاترین نقطه اتفاق می افتد.

$$\Delta W_{۳} = \Delta_{۳} - \Delta_{۲} = \frac{\text{برش طبقه ۳}}{\text{مجموع سختی طبقه ۳}} \leq \Delta_{allowable}$$

❋ یکی از وظایف دیوار برشی: کاهش تغییرمکان طبقه است.

$$f_{۴} = ۳۹.۹۹ \qquad \sum K^{۴}x = \text{مجموع سختی دیوارهای برشی در بام} \qquad K = \frac{۳EI}{\beta H^{۳}}$$

❋فرض کنید که ضخامت دیوار برشی ۲۰ سانتی متر است. $\beta_{۴} = ۱ + ۰.۷۵(\frac{۴}{۱۲})^{۲} = ۱.۰۸$

$$I = \frac{t \times L_{wall}{}^{۳}}{۱۲} = \frac{۲۰ \times ۴۰۰^{۳}}{۱۲} = ۱.۰۶ \times ۱۰^{۸}\ cm^{۴} \quad , E_{\text{بتن}} = ۲.۲ \times ۱۰^{۵}\ {kg}/{cm^{۲}}$$

$$K = \frac{۳EI}{\beta H^{۳}} = \frac{۳ \times ۲.۲ \times ۱۰^{۵} \times ۱.۰۶ \times ۱۰^{۸}}{۱.۰۸ \times ۱۲۰۰^{۳}} = ۳۷۴۸۷.۱\ {kg}/{cm}$$

$$\sum K^{۴}x = \text{مجموع سختی دیوارهای برشی در بام} = ۲ \times ۳۷۴۸۷.۲ = ۷۴۹۷۴.۲\ {kg}/{cm}$$

$$\Delta_{x}^{۴} = \Delta_{x}^{W۴} = \frac{۳۹.۹۹ \times ۱۰^{۳}}{۷۴۹۷۴.۲} = ۰.۵۳۳\ cm \qquad \text{تغییر مکان نسبی}$$

$$\Delta_{W}^{۴} = ۰.۷ \times R \times \Delta_{Wi} = ۰.۷ \times ۸ \times ۰.۵۳۳ = ۲.۹۸\ cm \qquad \text{تغییر مکان واقعی}$$

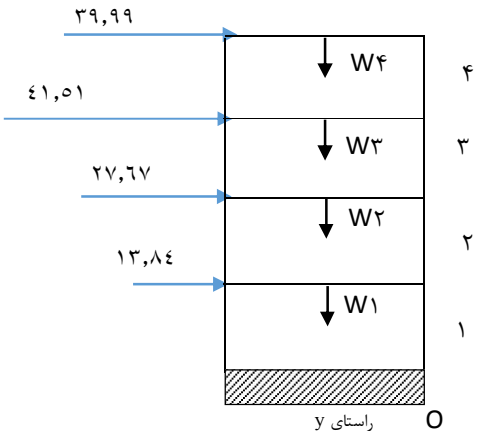
$$T = ۰.۳۲ < ۰.۷\ \text{sec} \qquad \Delta_{W}^{۴} = ۲.۹۸\ cm \leq ۰.۰۲۵ \times ۳۰۰ = ۷.۵\ cm \qquad OK$$

- کنترل واژگونی :

$$M_R = ۳۲۴ \times ۷.۵ \times ۳ + ۲۳۴.۱ \times ۷.۵ + ۱۵ \times ۲۰ \times ۰.۹ \times ۲.۴ \times ۷.۵ = ۱۳۹۰۵.۷۵\ ton.m$$

$$M_O = ۱۳.۸۴ \times ۳.۹ + ۲۷.۶۷ \times ۶.۹ + ۴۱.۵۱ \times ۹.۹ + ۳۹.۹۹ \times ۱۲.۹ = ۱۱۷۱.۷۱۹\ ton.m$$

$$SF = \frac{M_R}{M_O} = \frac{۱۳۹۰۵.۷۵}{۱۱۷۱.۷۱۹} = ۱۱.۸۷ \geq ۱.۷۵$$



❋ ضخامت فونداسیون ۹۰ سانتی‌متر فرض شده است.

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)