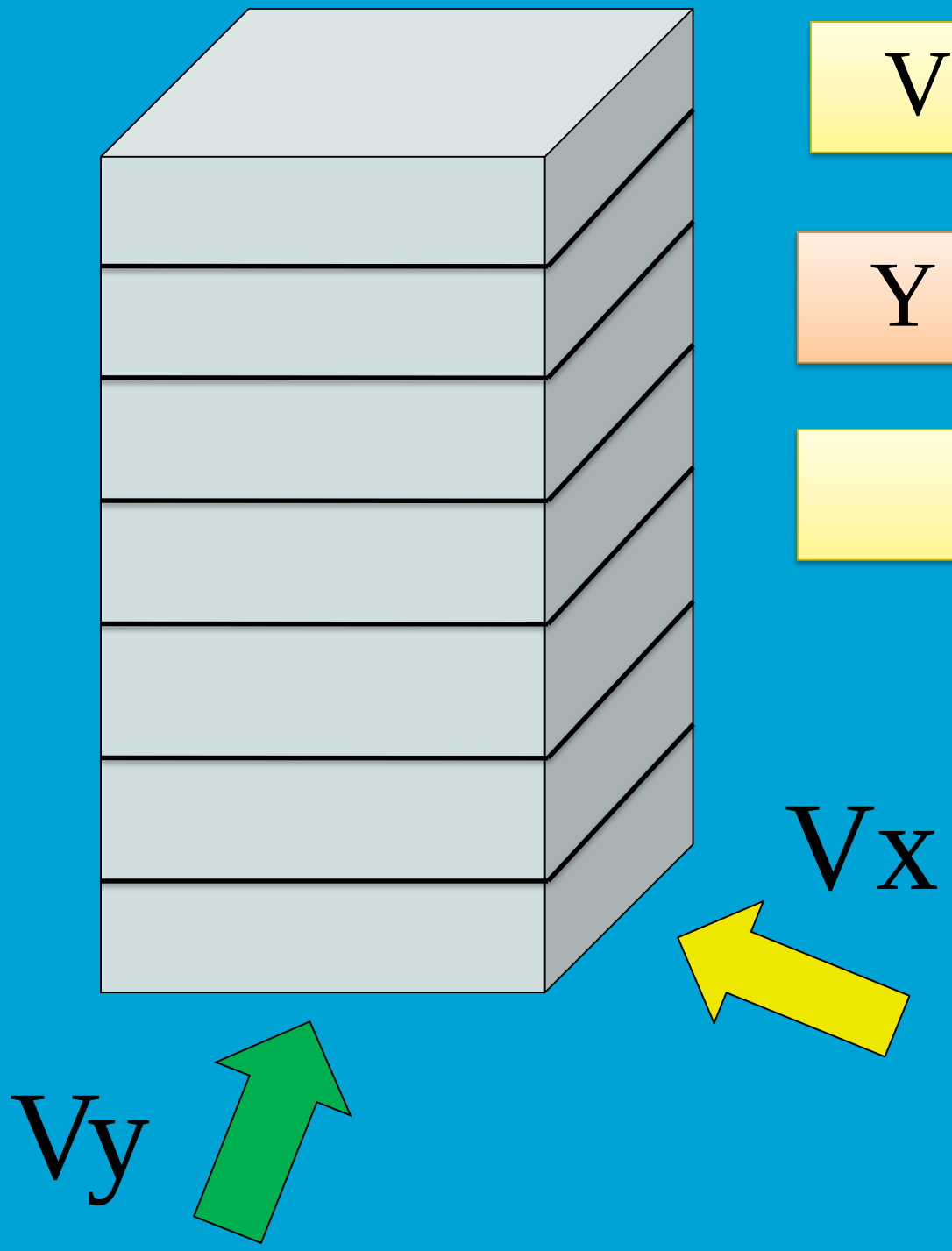
توزيع القوى الجانبية



بعد حساب قوة القص القاعدي V

تكون مطبقة في الاتجاهين X و Y

$V=V_X$ **و** $V=V_Y$

1- حساب F_t القوة المركزة في أعلى المنشأ :

$$T > 0.7\,sec \quad \Rightarrow$$

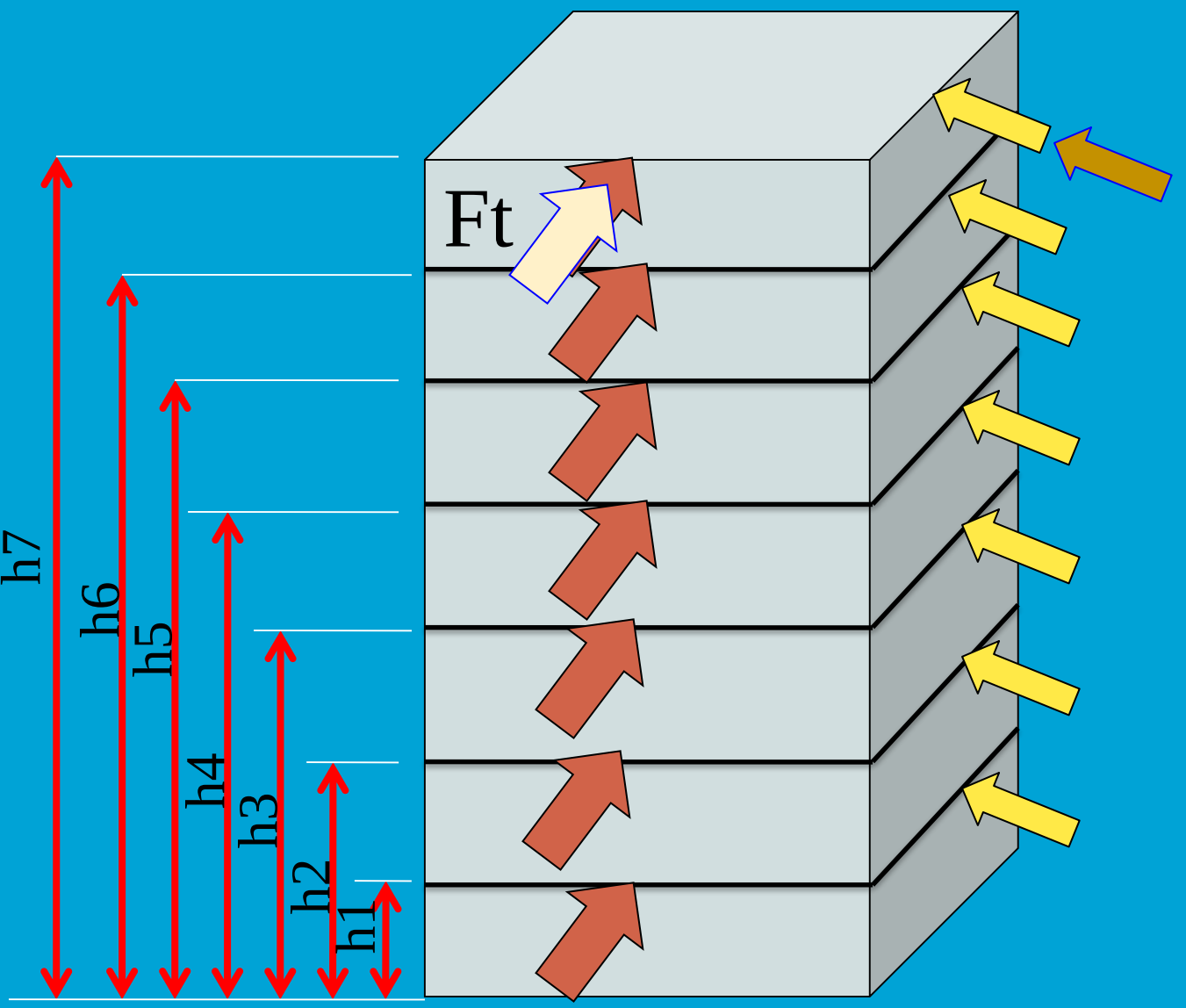
$$F_t = 0.07T.V \le 0.25V$$

$$T \le 0.7\,sec \quad \Rightarrow$$

$$F_t = 0.0$$

2- حساب القوة F_x عند المنسوب : x

$$F_x = \frac{(V - F_t)W_x h_x}{\sum_{i=1}^{n} W_i h_i}$$



$$\sum_{i=1}^{n} W_i h_i = W_1.h_1 + W_2.h_2 + W_3.h_3 + ...$$

W : الحمولة الدائمة الكلية فقط لكافة الطوابق للمباني العادية و يضاف 25% من الحمولة الحية للمستودعات والمصانع

W_x : الحمولة الدائمة الكلية فقط للطابق x ويضاف 25% من الحمولة الحية للمستودعات والمصانع

العلاقة السابقة التي تعطي القوة الأفقية عند كل طابق يمكن كتابتها بشكل أبسط إذا اعتبرنا أن حمولة الطوابق ثابتة وكذلك الارتفاع:

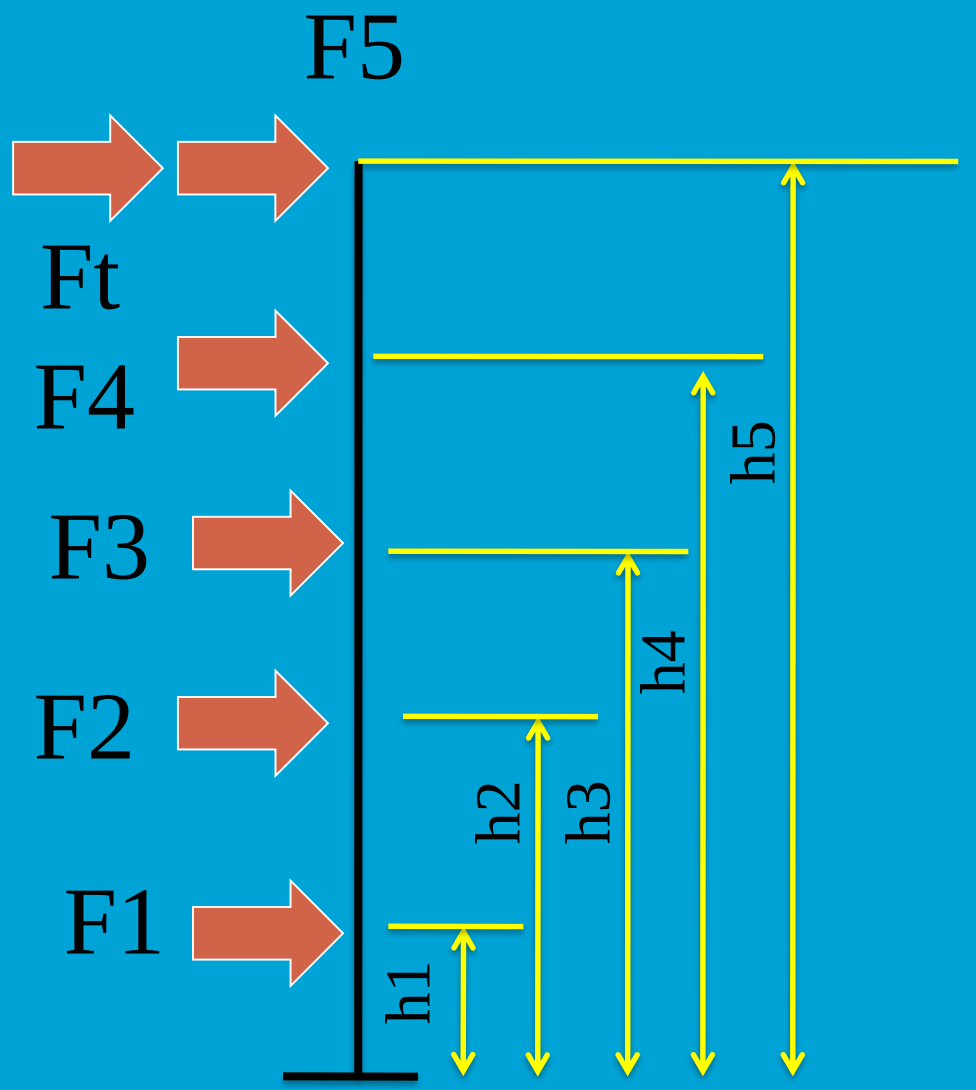
$$F_i = (V - F_t)\frac{2i}{n(n+1)}$$

F_i: القوة الأفقية في الطابق i

i : رقم الطابق

n : عدد الطابق

3- حساب عزم الإنقلاب:



$$M = \left[F_t h_n + \sum_{i=1}^{n} F_i h_i \right]$$

إذا كانت الحمولة في كل الطوابق متساوية وارتفاع الطوابق واحد يمكن تبسيط العلاقة السابقة:

$$M = \left[F_t h_n + \frac{2}{3}(V - F_t)(h_n + \frac{h}{2}) \right]$$

حساب الدور الاساسي للمنشأ اعتمادا على خصائصه الديناميكية

أولا لا بد من حساب الدور الاساسي من العلاقات التجريبية ثم حساب القوى الأفقية الموافقة وثم حساب الانتقالات الناتجة:

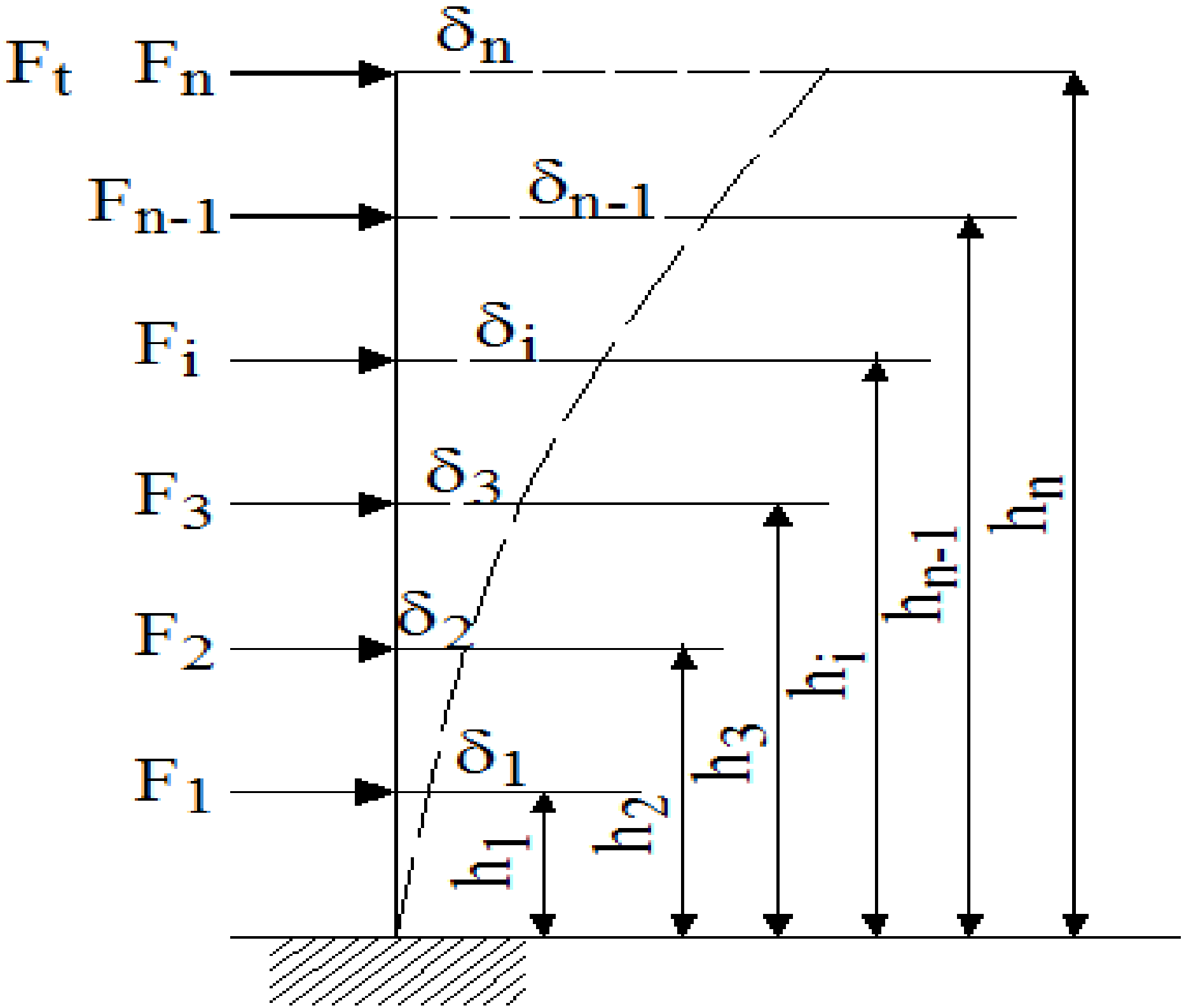
$$\delta_1, \delta_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \delta_n$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum W_i \delta_i^2}{g\left[\sum F_i \delta_i + (F_t + F_n)\delta_n\right]}}$$

مقدراً بالمتر

W_i : **تمثل وزن المنشأ المركز عند المنسوب أو الناجم عن وزن المنسوب I فقط ويساوي جزءا من الوَزن الكلي W مقدراً بالـ كغ**

$g = 9.8 m/sec^2$ **kg** مقدراً بـ


F_t
F_n
F_{n-1}
F_i
F_3
F_2
F_1
δ_n
δ_{n-1}
δ_i
δ_3
δ_2
δ_1
h_1
h_2
h_3
h_i
h_{n-1}
h_n

عندما تزيد قيمة T المحسوبة بطرق التحليل الديناميكي الدقيقة أو بطريقة ريلي على قيمة Tالمحسوبة وفقا للفقرة (أ-ب-ج) السابقة يسمح بزيادة T المحسوبة في الفقرة (أ-ب-ج) بـ 30% من قيمتها في المنطقة الزالية (4) وبـ 40% من قيمتها في بقية المناطق الزلزالية.

بالنسبة للمنطقة الزلزالية الرابعة

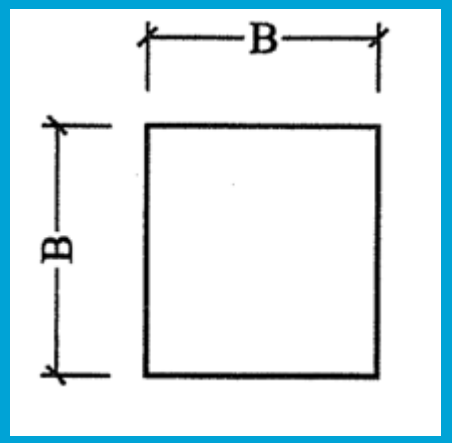
$$T_D \leq 1.3T$$

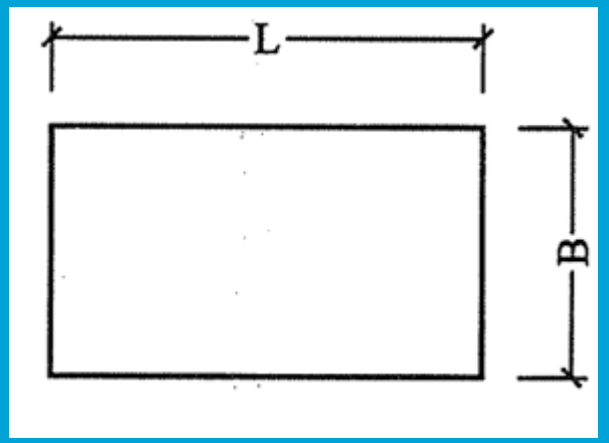
باقي المناطق

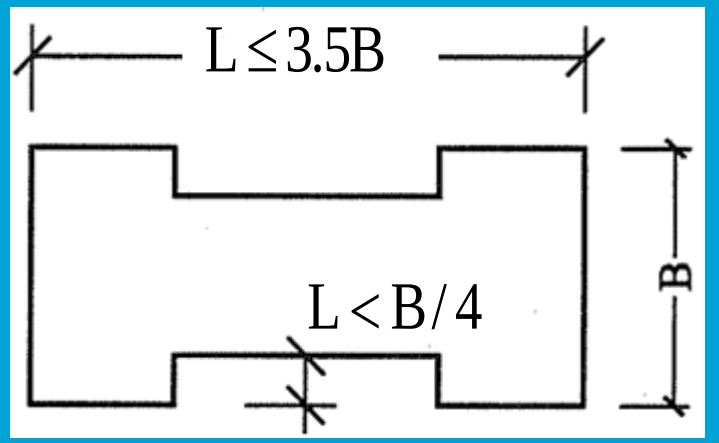
$$T_D \leq 1.4T$$

الجمل الإنشائية :

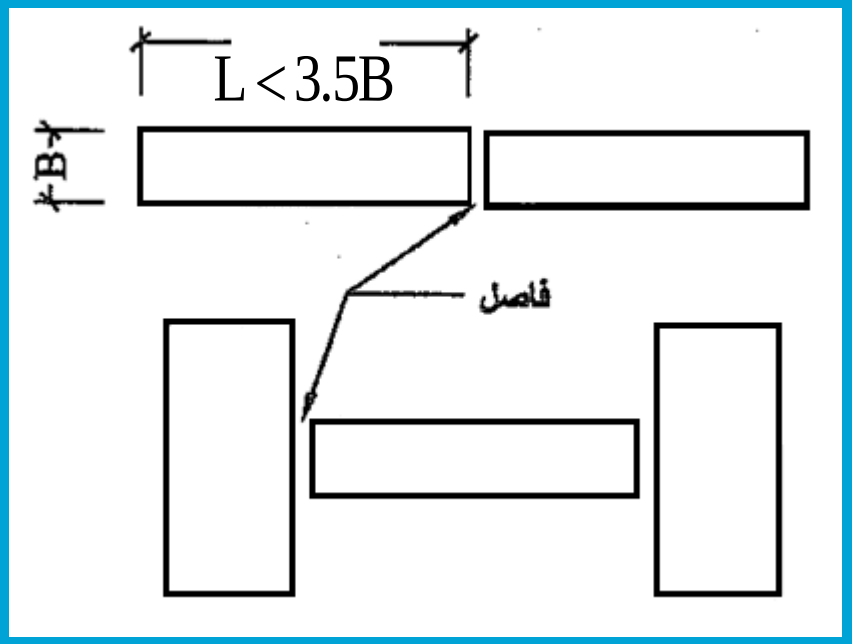
مساقط أفقية مقبولة إنشائياً دون فواصل

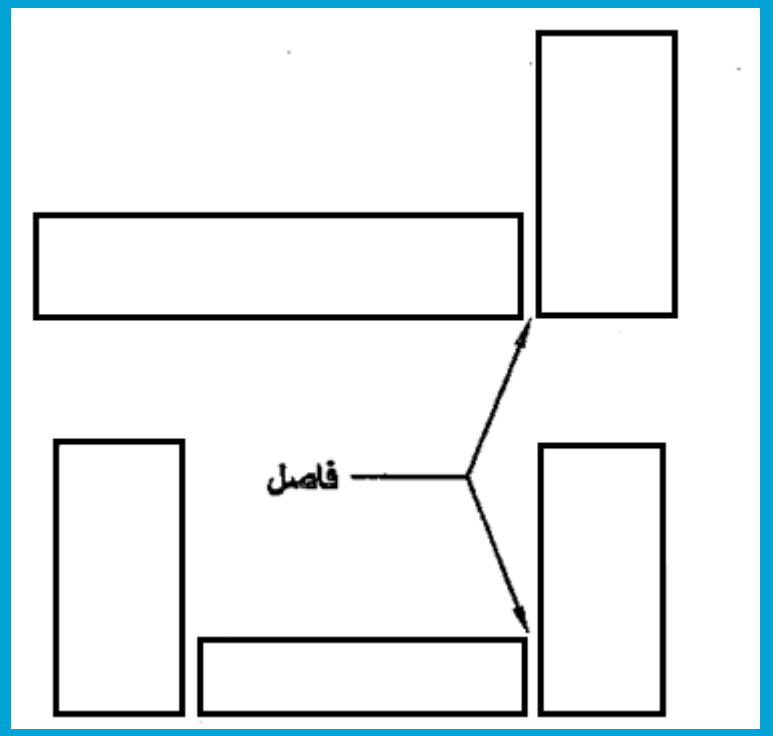


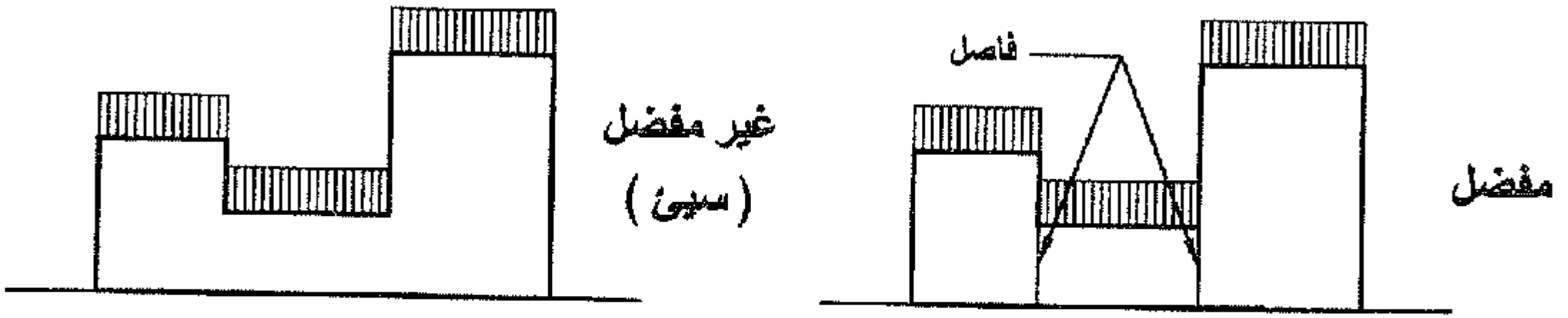




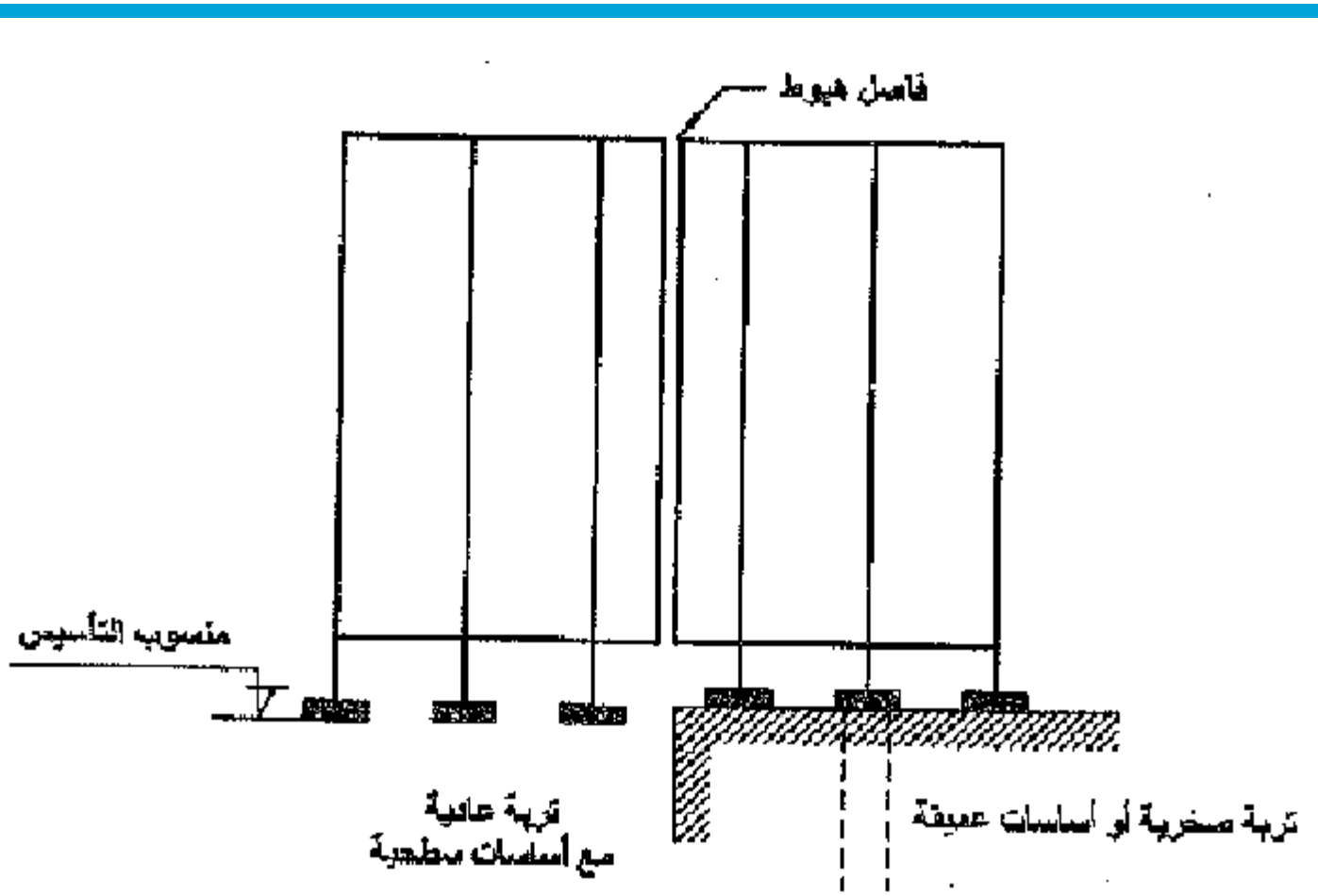
وضع فواصل زلزالية بسبب عدم انتظام الشكل



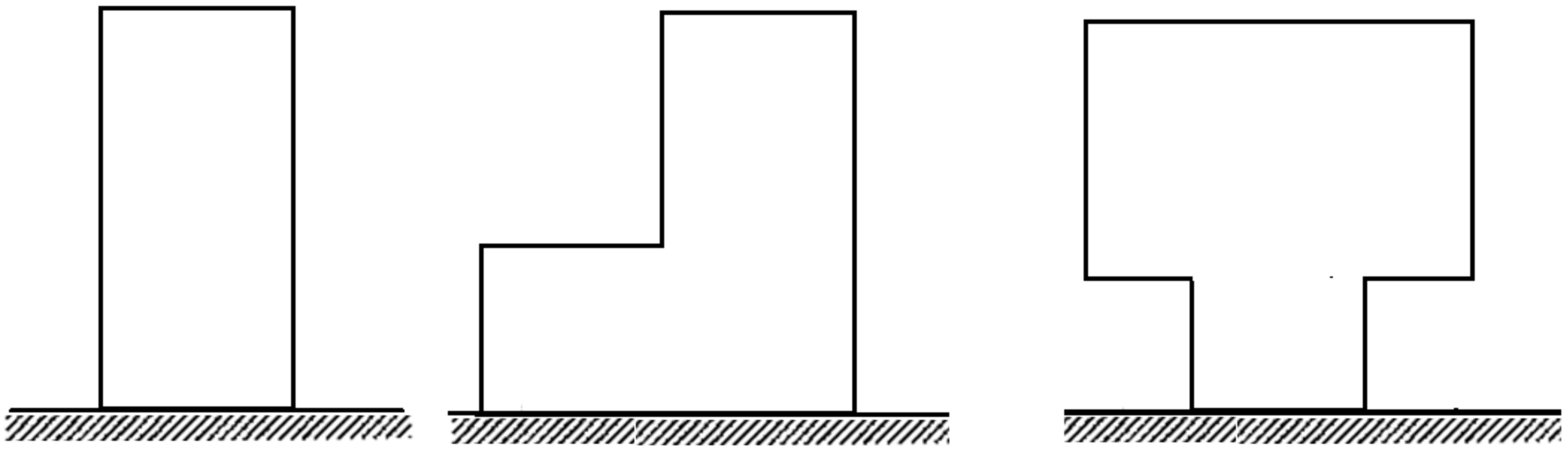




وضع فواصل هبوط بسبب اختلاف ارتفاعات المباني



وضع فواصل هبوط بسبب اختلاف نوعية التربة



آ

غير مفضل

ب

سيئ

ج

جيد

ملاحظة: كلما ورد وصف غير مفضل أو سيئ فلا يعني عدم إمكانية استعماله، وإنما قد يحتاج لتحليل ديناميكي.

الجمل الإنشائية :

يتم اختيار الجملة الإنشائية المناسبة بحيث تكون اقتصادية وتأمين الصلابة الكافية لتوفر الراحة النفسية للمستثمرين عندما يتعرض المنشأ لتأثير القوى الأفقية وأن تجعل المنشأ مستقرا بشكل كاف إضافة لمقاومتها للجهود المتولدة في عناصر الجملة الإنشائية ويعتمد الاختيار الأنسب للجملة الإنشائية بشكل أساسي على خبرة المصمم ولكن يمكن إعطاء بشكل عام أنواع الجمل الإنشائية الأكثر انتشارا ومجال استخدام كل منها كما في الجدول

الجملة الإنشائية	العدد الأقصى للطوابق	
	أبنية سكنية وفنادق	أبنية مكاتب
إطارات	15-20	10-15
جدران قص	20-30	15-20
إطارات + جدران قص	45	30
أنبوب إطاري	45-60	40
أنبوب ضمن أنبوب	60-100	80

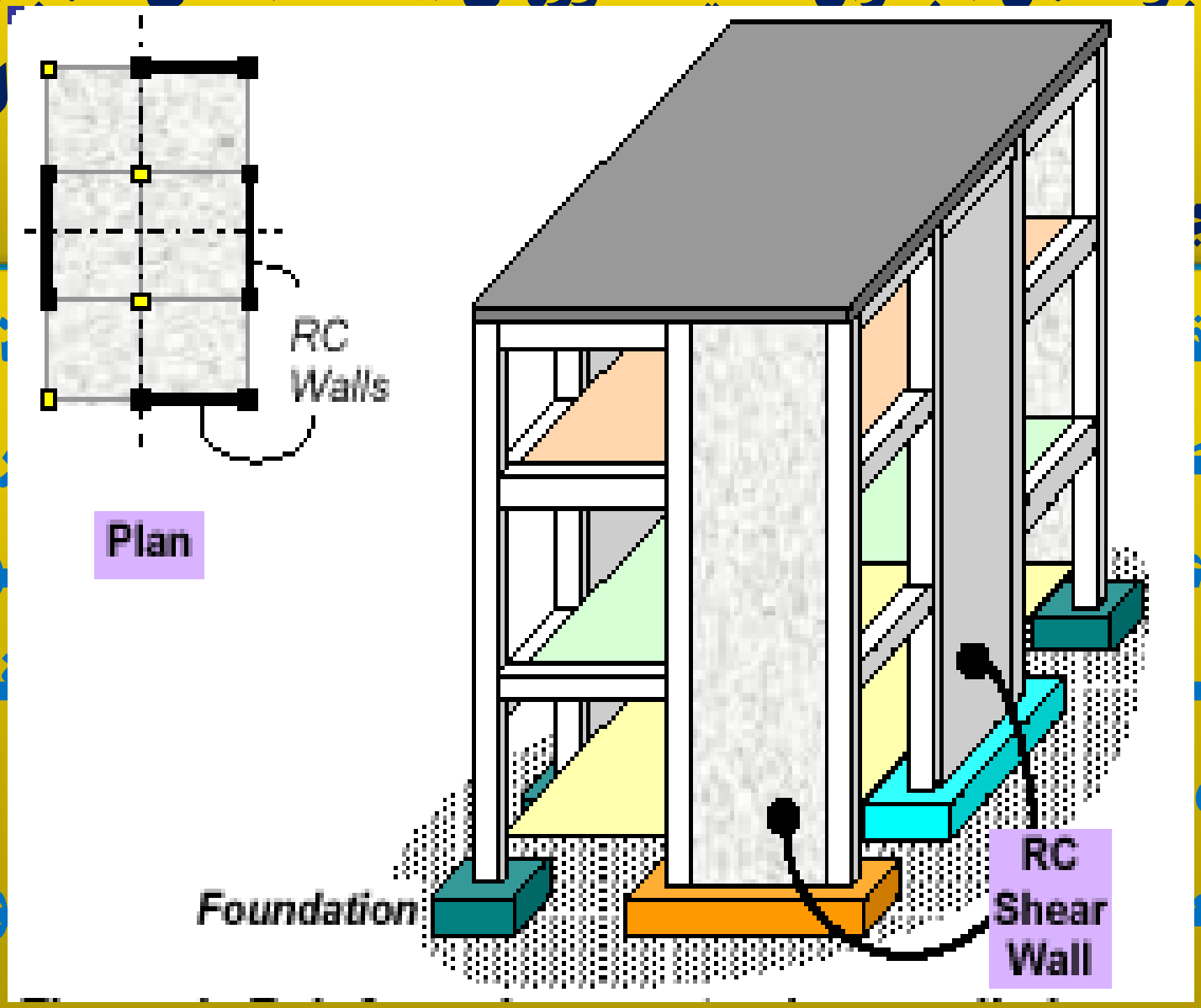
الجمل الإنشائية المؤلفة من جدران القص :

تزود المباني بمجوعة من الجدران ، حيث توزع فى المسقط الأفقى للمبنى بشكل
متناظر ما أمكن وذلك
مركز ثقل المسقط الأفقي

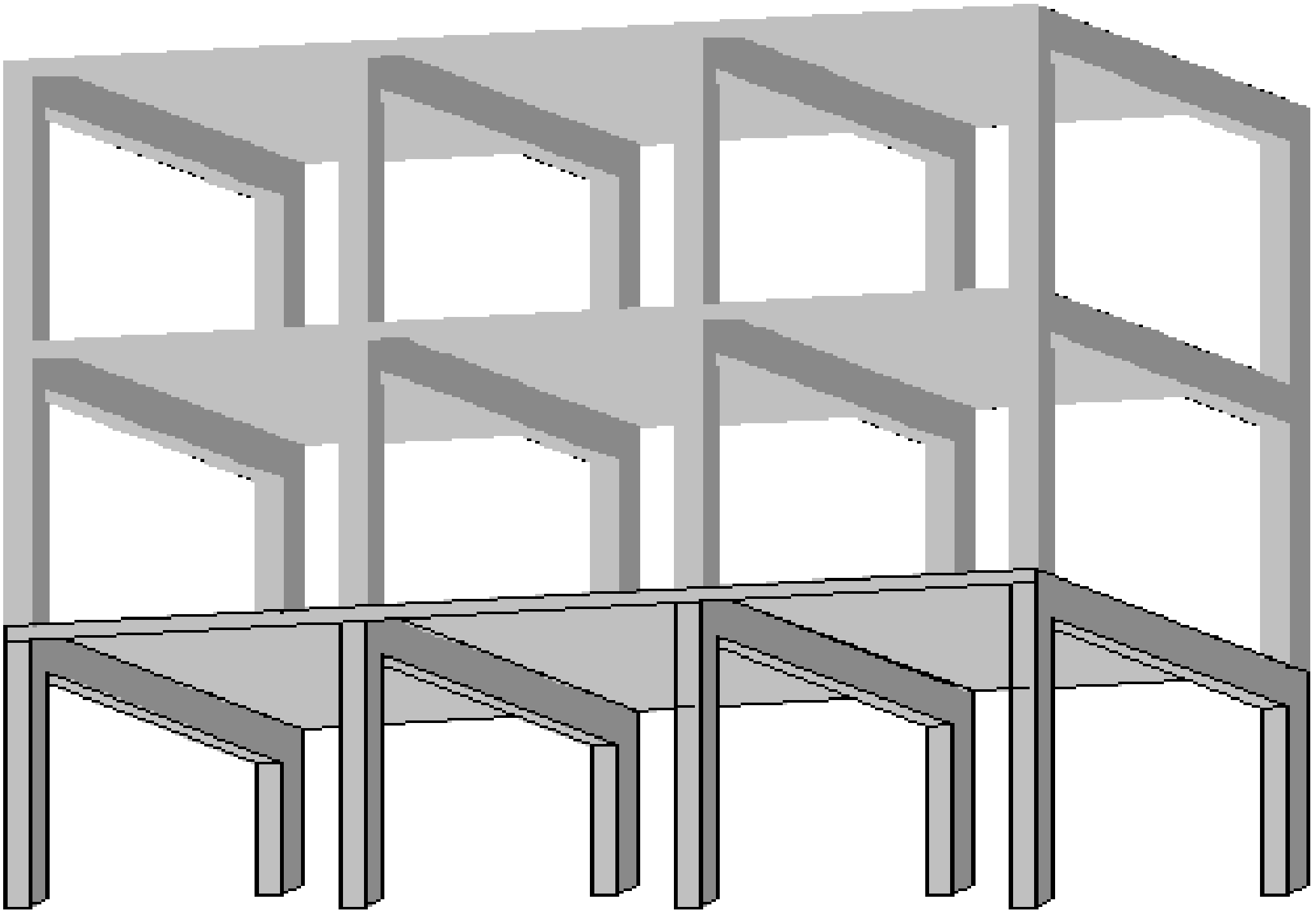
تمتاز جدران الق
من خلال لدونتها ومط
وقد تكون ثخانة ثابتة
أو أكثر كما أنها قد تس
وذلك حسب متطلبات

يمكن تميز نوع

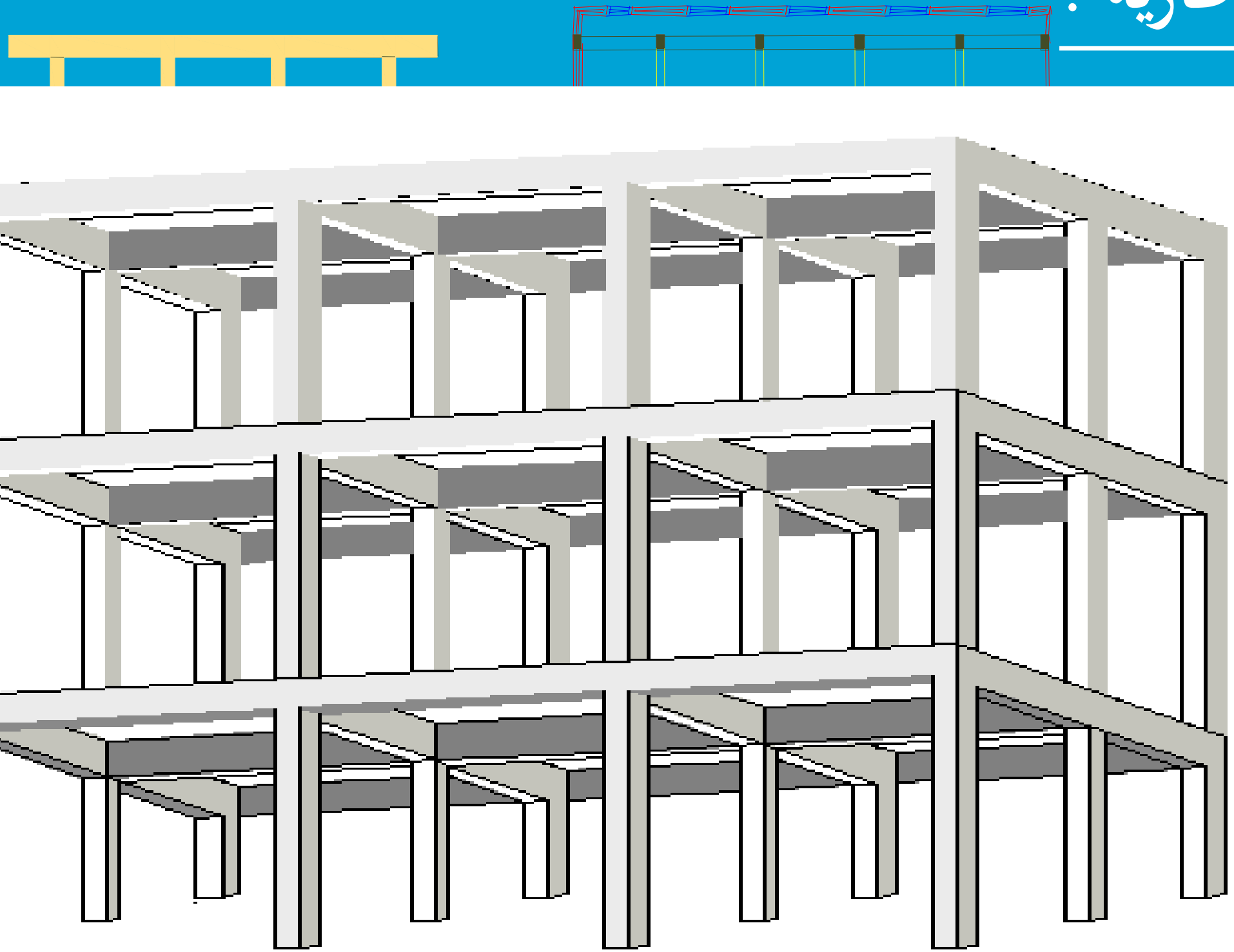
فتحات .



الجمل الإطارية :

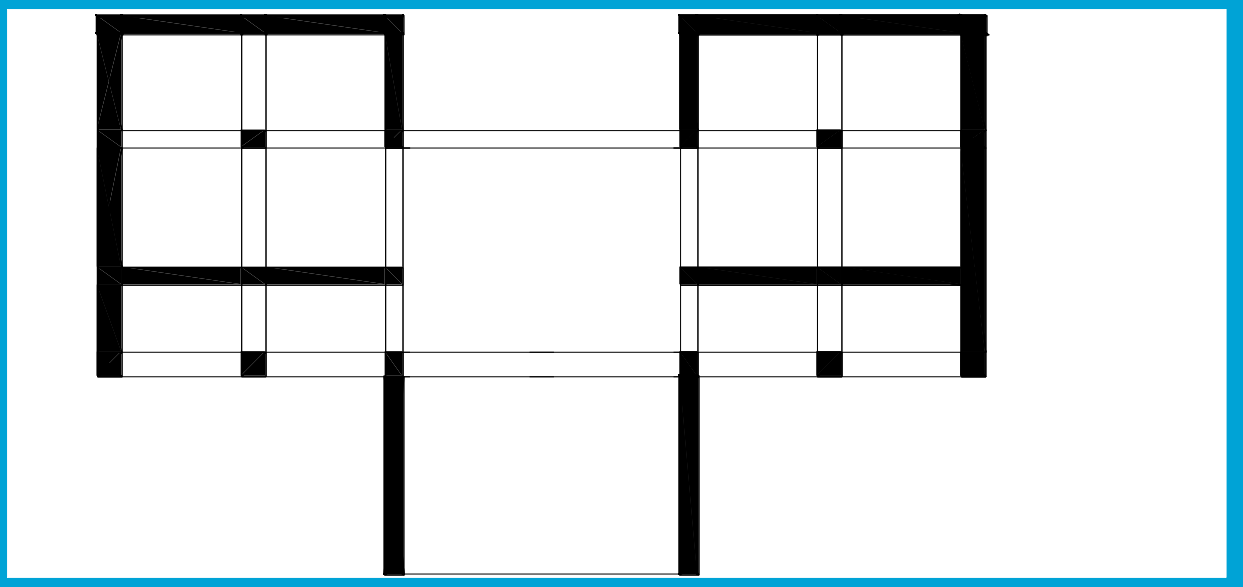


جملة إطارية :



الجمل الإنشائية المشتركة :

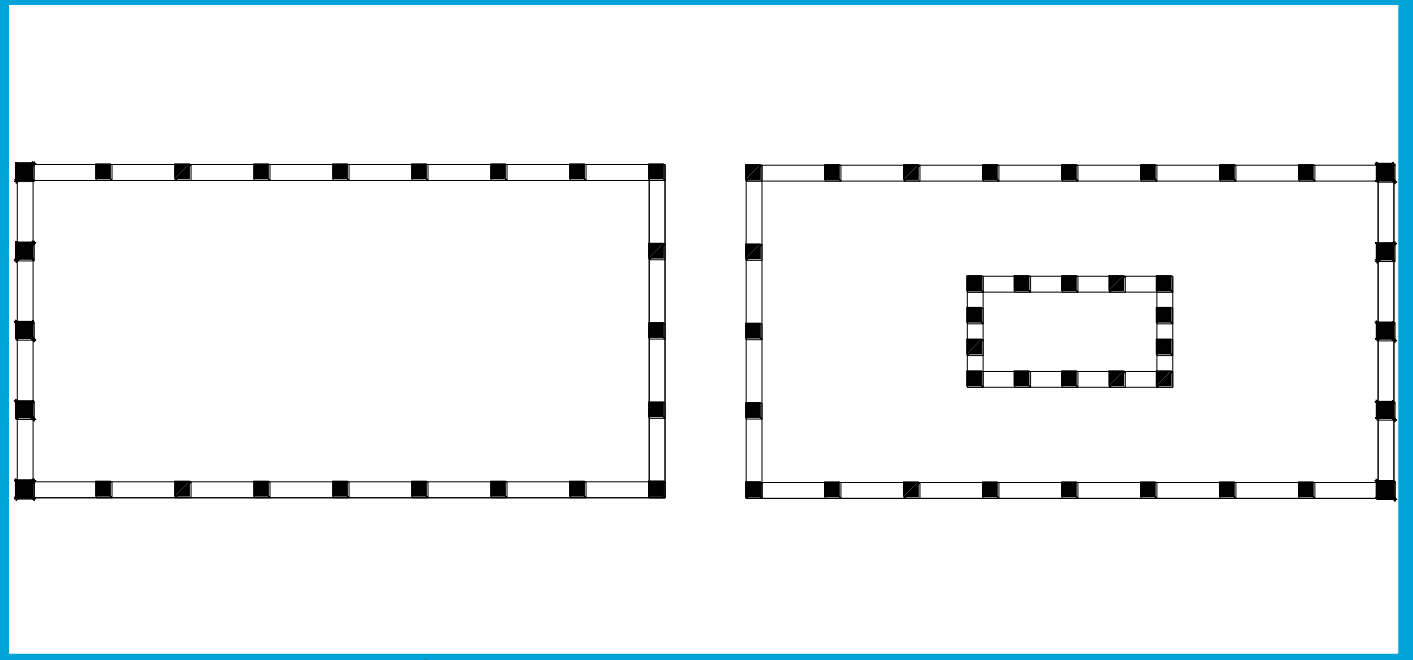
تتألف الجمل الإنشائية المشتركة من مجموعة من جدران القص التي تعمل بشكل مشترك مع مجموعة من الإطارات. يعتبر هذا الحل اقتصاديا خاصة عندما يكون ارتفاع المبنى لا يتجاوز عشرين طابقا.



جملة مؤلفة من جدران قص و إطارات

الجمل الأنبوبية :

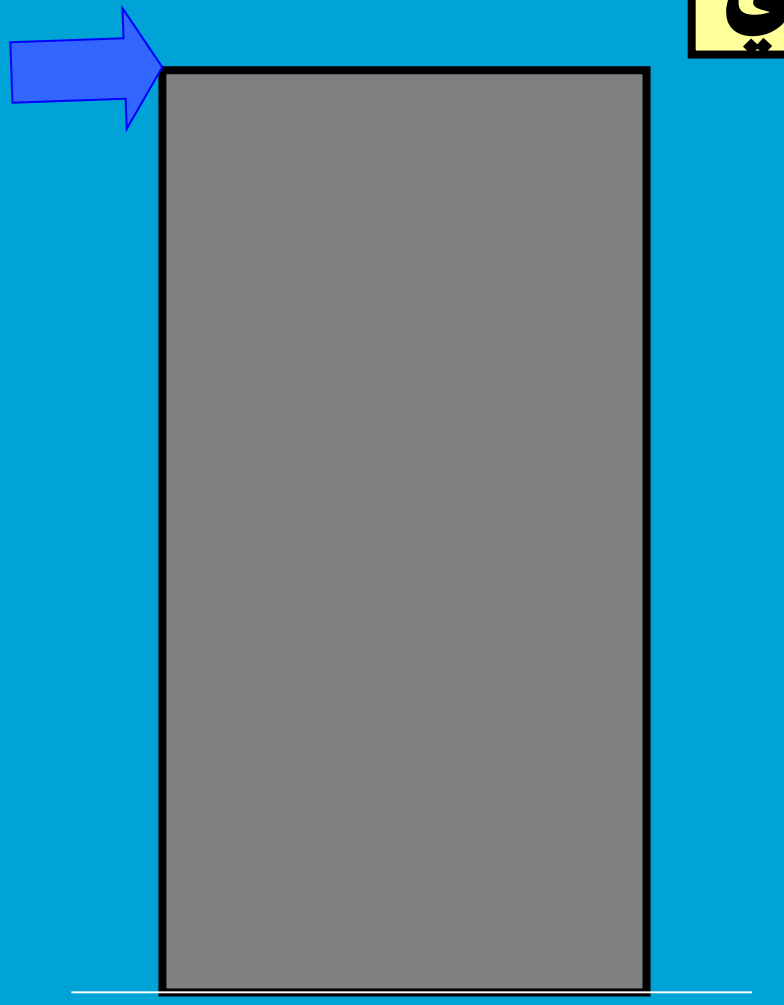
تتألف هذه الجمل من مجموعة أعمدة موزعة على كامل محيط المبنى و بتباعدات صغيرة تتراوح بين 1.25m و 3m وتربط الأعمدة في كل طابق بجائز محيطي بارتفاع يتراوح بين 0.6m و 1.2m يمكن أن تحتوي هذه الجمل على نواة مركزية عناصرها عبارة عن جوائز عميقة أو جدران بفتحات كما هو موضح في الشكل



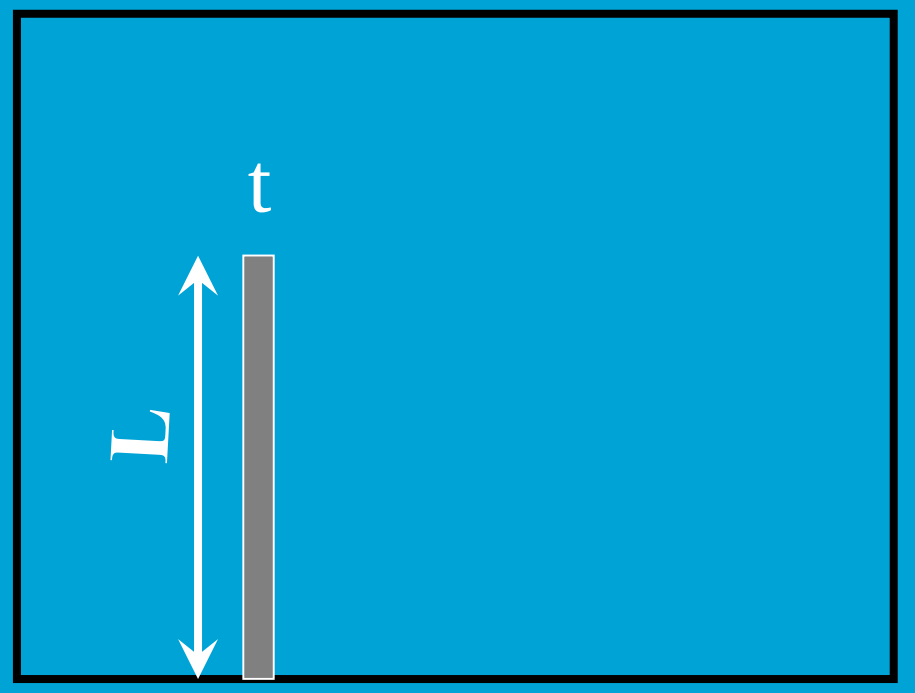
الشكل (3-5) الجمل الأنبوبية

جدران القص :

جدران قص مصمتة خطي



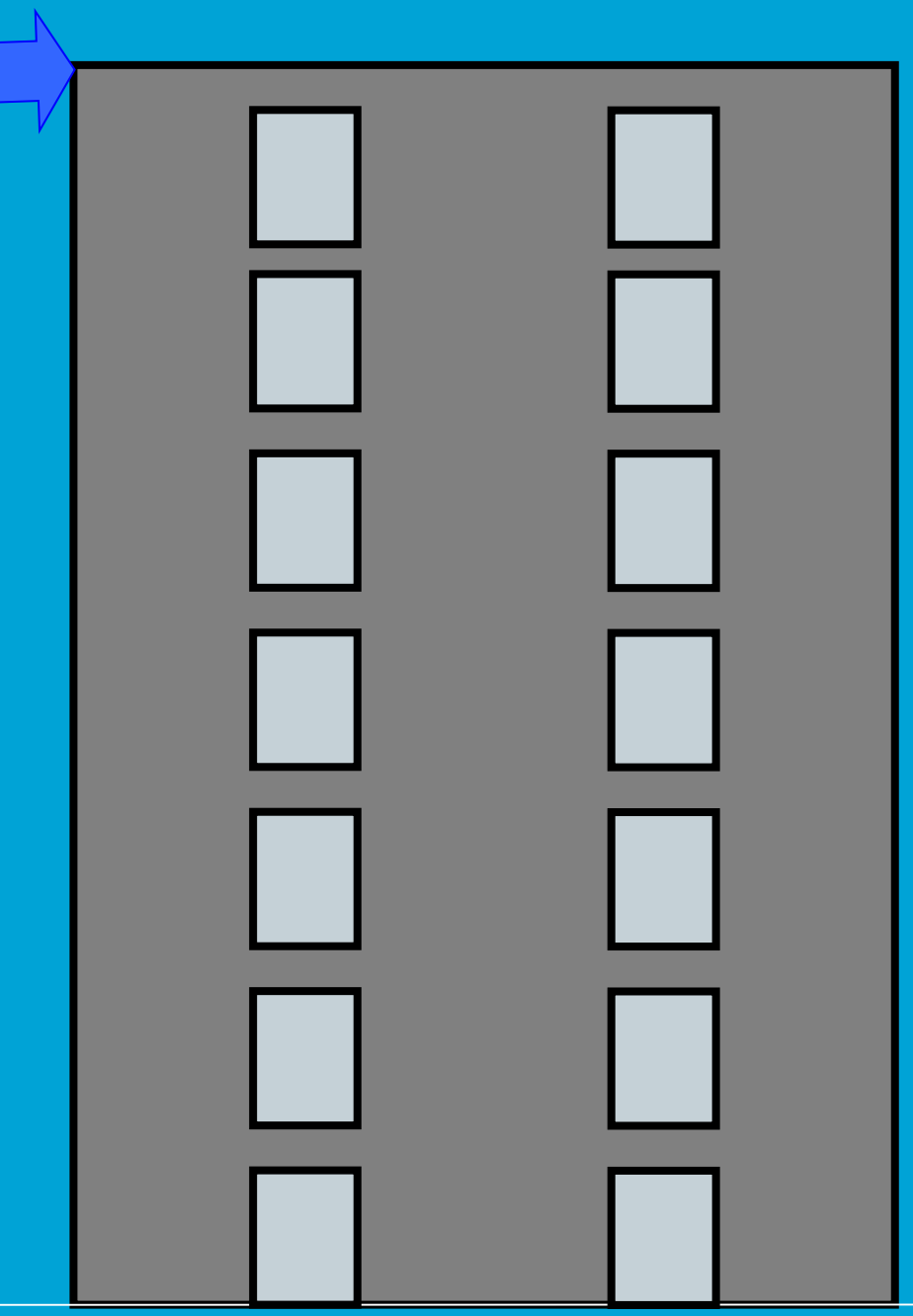
مقطع شاقولي في الجدار



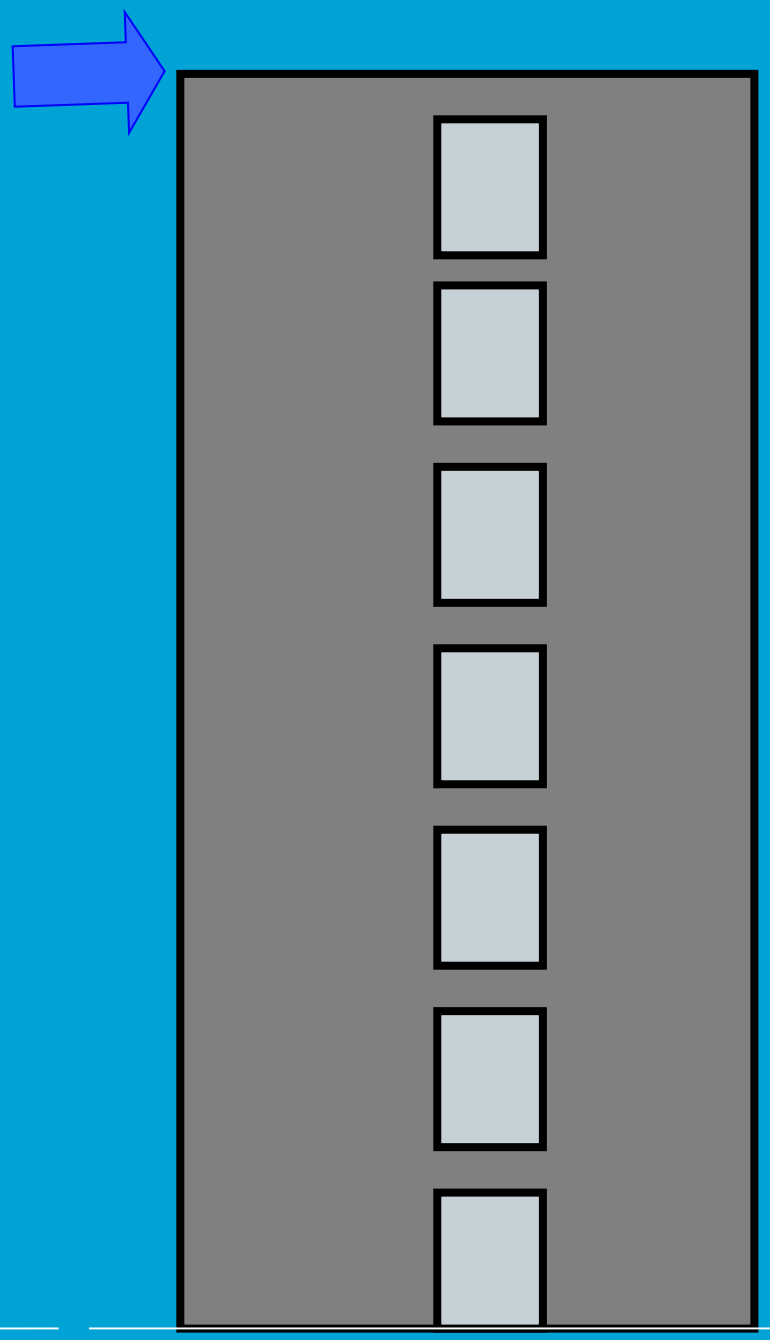
يعمل فقط باتجاه واحد

مسقط أفقي للمبنى

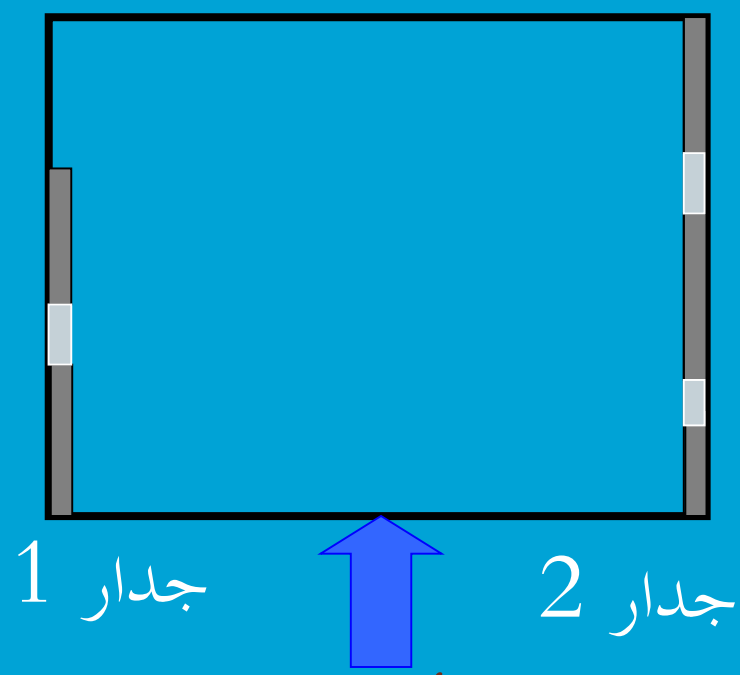
جدران قص خطي بوجود فتحات



جدار 2 بفتحتين



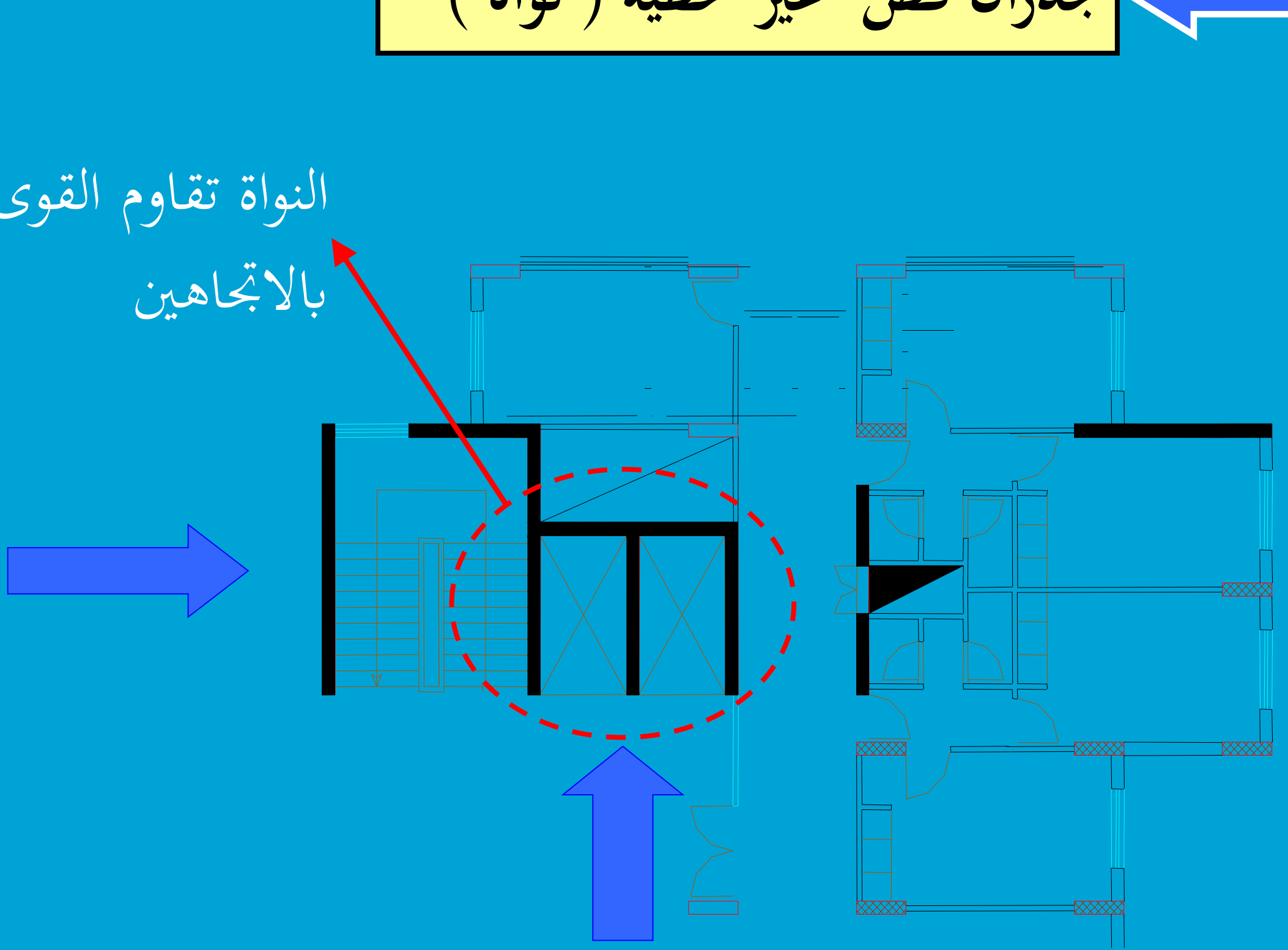
جدار 1 فتحة واحدة

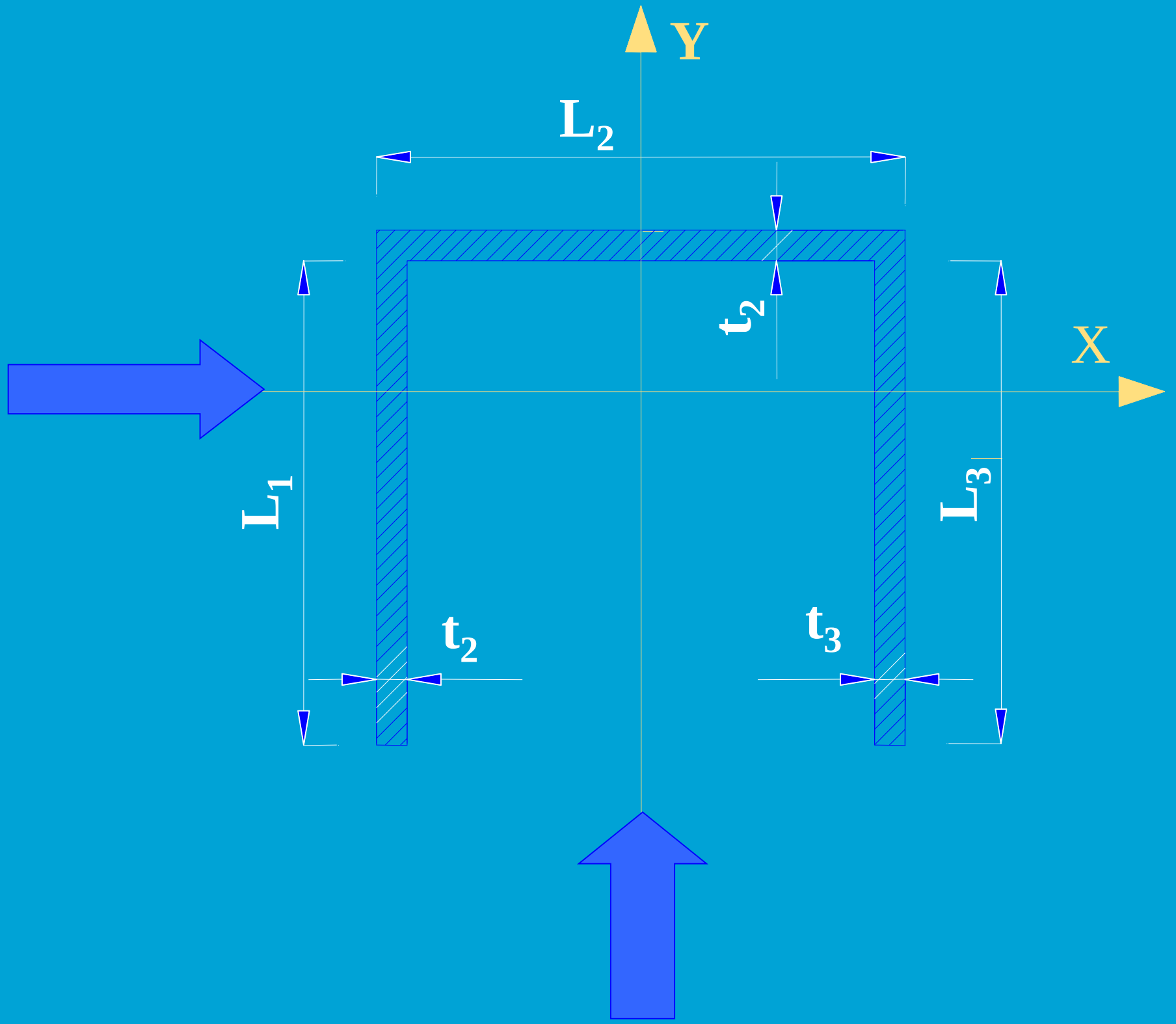


مسقط أفقي للمبنى

جدران قص غير خطية (نواة)

النواة تقاوم القوى بالاتجاهين




Y
X
L_2
t_2
L_1
L_3
t_2
t_3

توزع جدران القص :

توزع جدران القص بحيث تحقق الشروط التالية :

1. يفضل ألا يقل عدد الجدران بالاتجاه الواحد عن جدارين غير واقعين على استقامة واحدة ويكونان متناظرين ما أمكن

2. يكون طول جدار القص المناسب لمقاومة القوى الأفقية من مرتبة لا تقل عن القيم الدنيا المسموحة

3. أول جدران مفضلة للعمل كجدران قص هي جدران بيت الدرج وجدران المصعد . وفي حالة كون هذه الجدران غير مركزية فسينتج عن وضعها عدم تناظر مما يستتبع ضرورة وضع جدران تعيد التناظر ما أمكن لجملة المبنى

4 تخفيف حدوث فتل في المسقط الأفقي

5 تجنب حدوث قوى حرارية كبيرة نتيجة لمنع الأسقف من التمدد والتقلص

6 أن الجدران بقساوات مناسبة لمقاومة القوى الأفقية بالاتجاهين

يتحقق الشرط رقم 6 بوضع عدد كاف من الجدران وبأطوال مناسبة وفي الاتجاهين

يتحقق الشرط الرابع بوضع الجدران بمكان قريب من المحيط وبصورة متناظرة

يتحقق الشرط الخامس بعدم وضع جدران رأسية ذات قساوة كبيرة في طرفي المبنى تمنع تقلص أو تمدد أسقف المبنى أفقياً لذلك توضع الجدران بطرفي طول المبنى موازية للضلع القصير أما الجدران الموازية للضلع الطويل فتوضع بمنطقة وسط المبنى

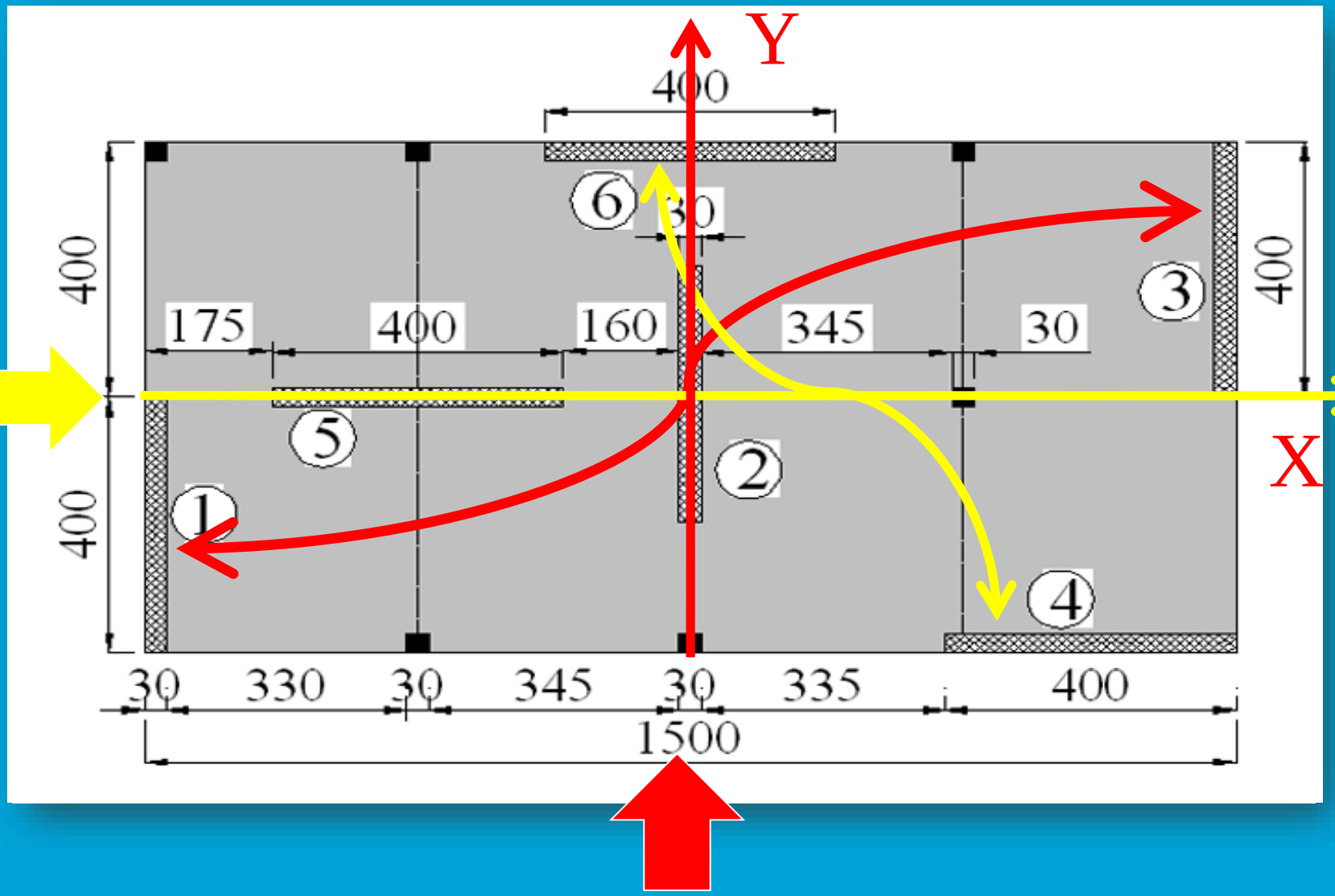
يفضل ألا يقل طول جدار القص في المسقط الأفقي عن 1/10 من الارتفاع الكلي ويعتمد الجدول التالي كدليل مع ضرورة زيادة الطول في حال وجود فتحات

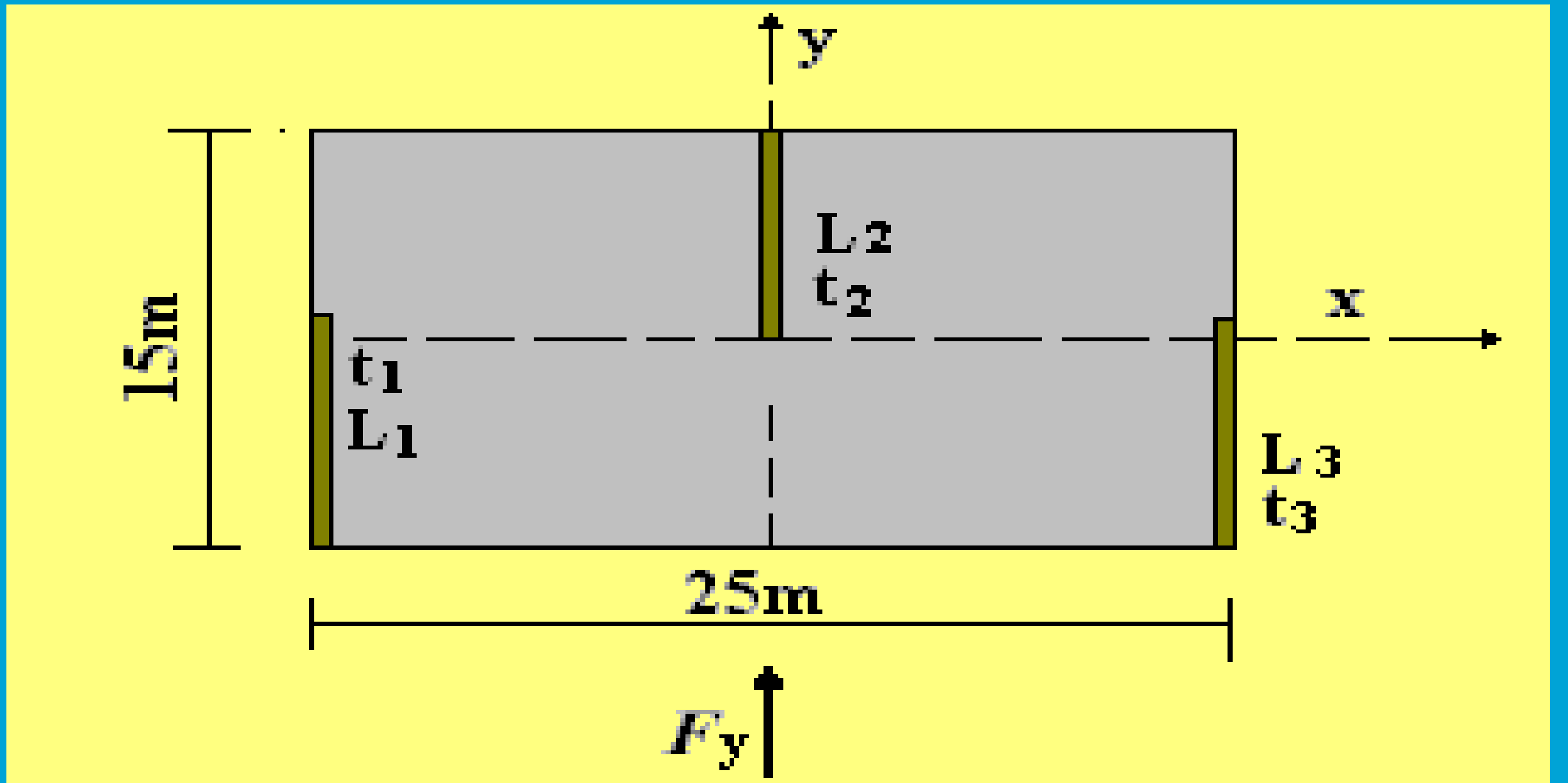
الارتفاع H من ظهر الأساسات حتى منسوب السقف الأخير	الطول الأفقي لجدار القص
حتى 10m	H/4
أكبر من 10m وحتى 20m	H/5.5
أكبر من 20m وحتى 30m	H/7
أكبر من 30m وحتى 50m	H/8.5
أكبر من 50m	H/10

توزيع الحمولة الأفقية على العناصر الإنشائية في الطوابق

بعد حساب القوة الأفقية المؤثرة في كل طابق لا بد من معرفة حصة كل عنصر من هذه القوى

آ- حالة العناصر المقاومة للقوى متناظرة:




y
x
L2
t2
t1
L1
L3
t3
15m
25m
Fy

بما أن المسقط متناظر فإن القوى توزع حسب نسبة قساوة العنصر بالنسبة لمجموع قساوات كل العناصر

$$q_{y1} = F_y \frac{K_{y1}}{\sum_{i=1}^{n} K_{yi}}$$

قساوة العنصر i في الاتجاه y أي القوة اللازمة لإحداث واحدة انتقال للعنصر في الاتجاه y فيما لو كان يعمل وحده. K_{yi}

بما أن كافة الجدران من نفس المواد (بيتون مسلح) ولها نفس الارتفاع يمكن أن نبسط العلاقة السابقة بحيث تصبح :

$$q_{y1} = F_y \frac{I_{x1}}{\sum_{i=1}^{n} I_{xi}}$$

q_{yi} حصة العنصر رقم i

n عدد العناصر المقاومة للقوة الأفقية

I_{xi} عزم عطالة العنصر i بالنسبة لمحور عمودي على اتجاه القوة

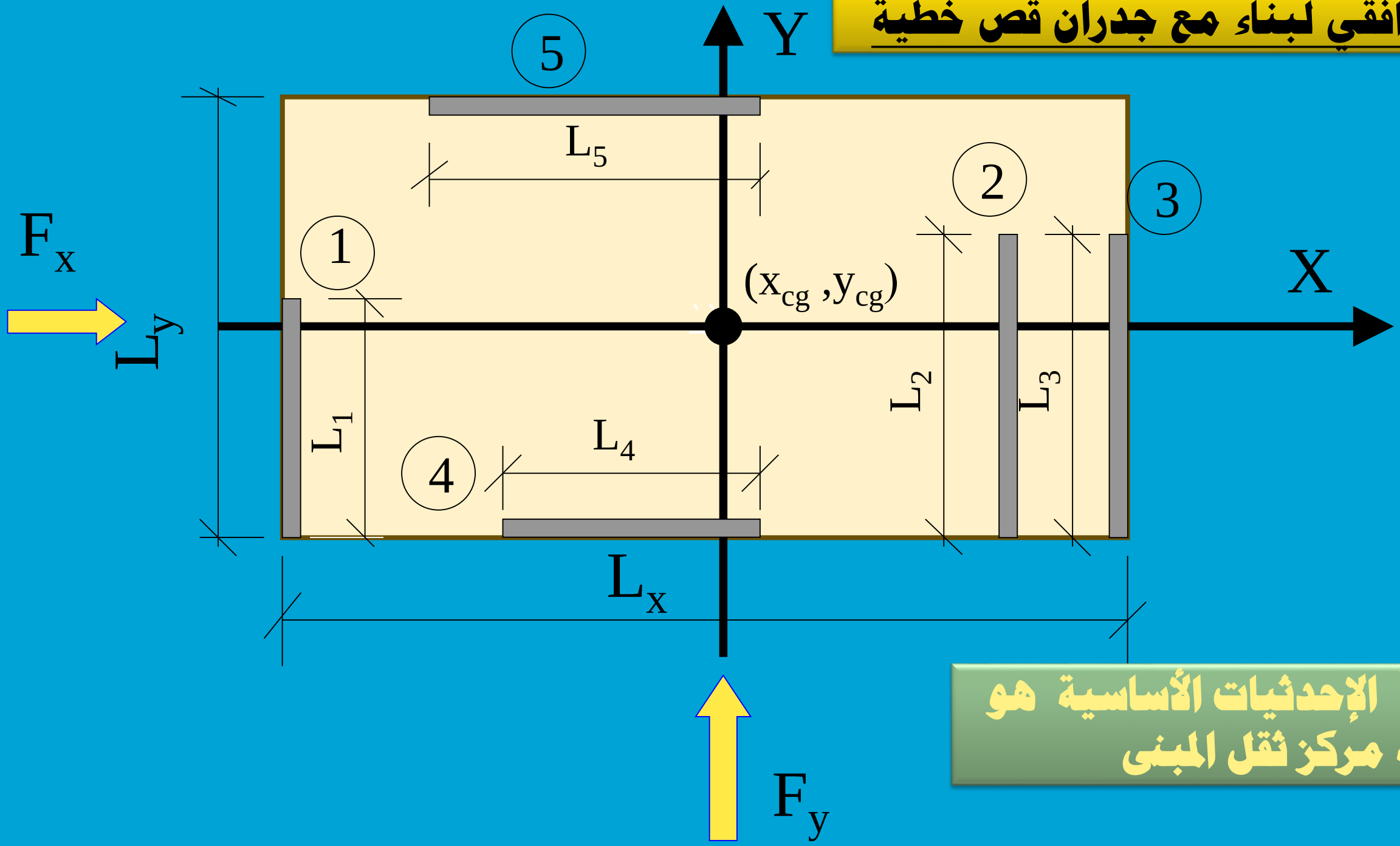
ملاحظات :

1- تم أخذ جدران في اتجاه واحد فقط ولكن بنفس الطريقة تعالج الجدران بالاتجاه الآخر

2- يجب الأخذ بعين الاعتبار تأثير اللامركزية الطارئة والمساوية لـ 5% من بعد المبنى في الاتجاه المعامد للقوى الأفقية.

حالة عدم تطابق بين مركز الكتلة ومركز الصلابة

مسقط أفقي لبناء مع جدران قص خطية



مبدأ الإحداثيات الأساسية هو نفسه مركز ثقل المبنى

- الجدران (1) و(2) و(3) تقاوم القوى الأفقية باتجاه Y

- الجدران (4) و(5) تقاوم القوى الأفقية باتجاه X

أولاً : تحديد مركز الصلابة :

رقم الجدار	طول الجدار	سماكة الجدار	x	y	I_{xi}	I_{yi}	$I_{xi}\ x_i$	$I_y\ y_i$
1	L_1	t_1	x_1	y_1	$I_{x1}=\frac{L_1^{\,3}t_1}{12}$	0	$I_{x1}.x_1$	0
2	L_2	t_2	x_2	y_2	$I_{x2}=\frac{L_2^{\,3}t_2}{12}$	0	$I_{x2}.x_2$	0
3	L_3	t_3	x_3	y_3	$I_{x3}=\frac{L_3^{\,3}t_3}{12}$	0	$I_{x3}.x_3$	0
4	L_4	t_4	x_4	y_4	0	$I_{y4}=\frac{L_4^{\,3}t_4}{12}$	0	$I_{y4}.y_4$
5	L_5	t_5	x_5	y_5	0	$I_{y5}=\frac{L_5^{\,3}t_5}{12}$	0	$I_{y5}.y_5$
					$\sum I_{xi}$	$\sum I_{yi}$	$\sum I_{xi}.x_i$	$\sum I_{yi}.y_i$

(1) – حساب إحداثيات مركز الصلابة :

- بالاستعانة بالجدول السابق نكتب :

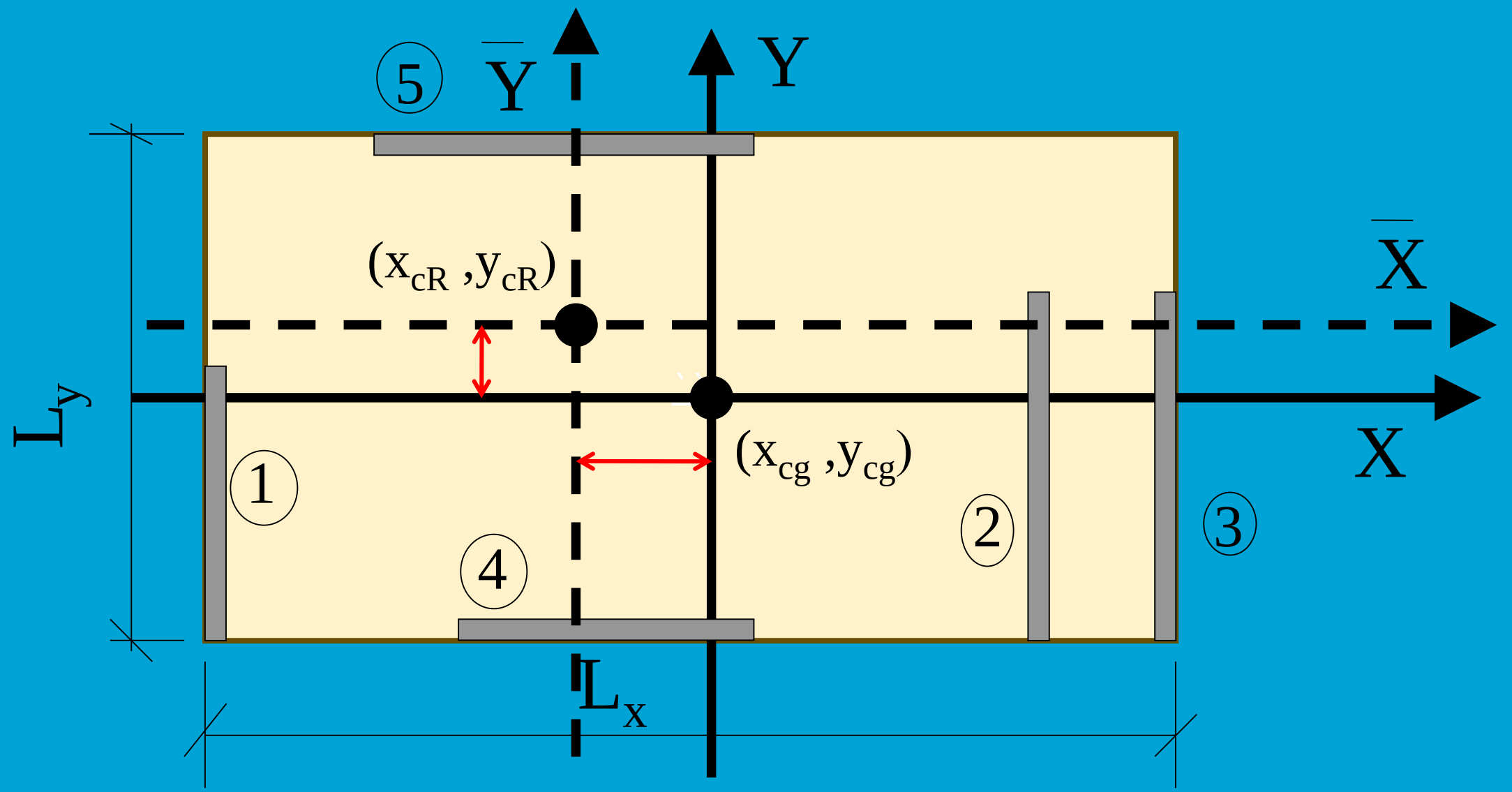
$$x_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^{n} I_{xi} x_i}{\sum_{i=1}^{n} I_{xi}} \quad , \quad y_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^{n} I_{yi} y_i}{\sum_{i=1}^{n} I_{yi}} \Rightarrow \quad e_x = x_{cg} - x_{cr} \, , e_y = y_{cg} - y_{cr}$$

- نحسب اللامركزية الطارئة :

$$\bar{e}_x = L_x \times 0.05 \qquad \bar{e}_y = L_y \times 0.05$$

- نقارن بين اللامركزية الطارئة و اللامركزية المحسوبة

- في الطريقة الستاتيكية المكافئة: نضيف اللامركزية الطارئة في كل الاحوال لكل اتجاه


5
$\overline{Y}$
Y
(x_{cR}, y_{cR})
$\overline{X}$
X
L_y
(x_{cg}, y_{cg})
1
2
3
4
L_x

- نحسب عزم الفتل في كل اتجاه :

$$M_{tx} = e_y . F_x \text{ , } \Rightarrow M_{ty} = e_x . F_y$$

$I_{yi}.\bar{y}_i^2$	$I_{xi}.\bar{x}_i^2$	$\bar{y}_i$	$\bar{x}_i$	رقم الجدار
0	$I_{x1}.\bar{x}_1^2$	$y_1 - y_{cr}$	$x_1 - x_{cr}$	1
0	$I_{x2}.\bar{x}_2^2$	$y_2 - y_{cr}$	$x_2 - x_{cr}$	2
0	$I_{x3}.\bar{x}_3^2$	$y_3 - y_{cr}$	$x_3 - x_{cr}$	3
$I_{y4}.\bar{y}_4^2$	0	$y_4 - y_{cr}$	$x_4 - x_{cr}$	4
$I_{y5}.\bar{y}_5^2$	0	$y_5 - y_{cr}$	$x_5 - x_{cr}$	5
$\sum I_{yi}.\bar{y}_i^2$	$\sum I_{xi}.\bar{x}_i^2$			

صلابة الفتل :

$$J = \sum (I_{xi}.\bar{x}_i^2 + I_{yi}.\bar{y}_i^2)$$

رقم الجدار	حصة الجدران من القوى الأفقية بدون فتل	
	بالاتجاه x	بالاتجاه y
1	**0**	$q_{y1} = \frac{I_{x1}}{\sum_{1}^{n} I_{xi}} F_y$
2	**0**	$q_{y2} = \frac{I_{x2}}{\sum_{1}^{n} I_{xi}} F_y$
3	**0**	$q_{y3} = \frac{I_{x3}}{\sum_{1}^{n} I_{xi}} F_y$
4	$q_{x4} = \frac{I_{y4}}{\sum_{1}^{n} I_{yi}} F_x$	**0**
5	$q_{x5} = \frac{I_{y5}}{\sum_{1}^{n} I_{yi}} F_x$	**0**

رقم الجدار	حصة الجدار من الفتل M_{ty}	
	باتجاه X	باتجاه Y
1	**0**	$q_{(y1)M_{ty}} = \frac{M_{ty}}{J} I_{x1}.\bar{x}_1$
2	**0**	$q_{(y2)M_{ty}} = \frac{M_{ty}}{J} I_{x2}.\bar{x}_2$
3	**0**	$q_{(y3)M_{ty}} = \frac{M_{ty}}{J} I_{x3}.\bar{x}_3$
4	$q_{(x4)M_{ty}} = \frac{M_{ty}}{J} I_{y4}.\bar{y}_4$	**0**
5	$q_{(x5)M_{ty}} = \frac{M_{ty}}{J} I_{y5}.\bar{y}_5$	**0**

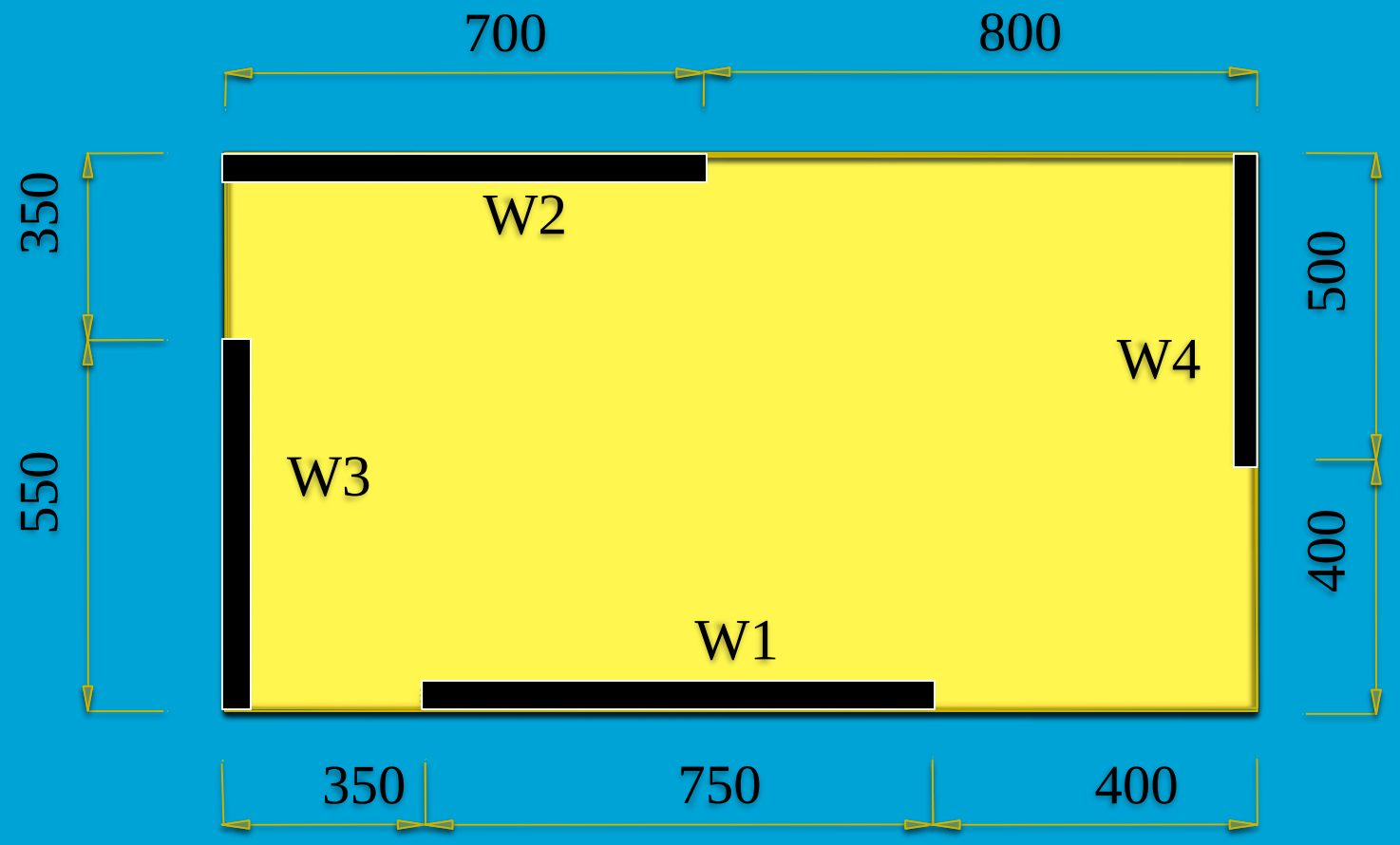
رقم الجدار	M_{tx} حصة الجدار من الفتل	
	باتجاه X	باتجاه Y
1	**0**	$q_{(y1)M_{tx}} = \frac{M_{tx}}{J} I_{x1}.\bar{x}_1$
2	**0**	$q_{(y2)M_{tx}} = \frac{M_{tx}}{J} I_{x2}.\bar{x}_2$
3	**0**	$q_{(y3)M_{tx}} = \frac{M_{tx}}{J} I_{x3}.\bar{x}_3$
4	$q_{(x4)M_{tx}} = \frac{M_{tx}}{J} I_{y4}.\bar{y}_4$	**0**
5	$q_{(x5)M_{tx}} = \frac{M_{tx}}{J} I_{y5}.\bar{y}_5$	**0**

تكون حصة كل جدار هي ناتج جمع حصته بشكل مباشر وحصته من الفتل

ملاحظة : القوة الناتجة عن الفتل قد تكون سالبة أو موجبة : نجمع القيمة الموجبة ونهمل القيمة السالبة

مثال :

المطلوب حساب حصة كل جدار من القوى الزلزال للمسقط المبينة في الشكل
إذا علمت أن القوة الأفقية الناتجة عن الزلزال تساوي $F_x = F_y = 10\text{ton}$



الحل :

$I_y.y$	$I_x.x$	I_y m	I_x m	y m	x m	سماكة الجدار t (m)	طول الجدار L m	رقم الجدار
-30.938	**0**	**7.031**	**0**	**-4.4**	**-0.25**	**0.2**	**7.5**	**1**
25.153	**0**	**5.717**	**0**	**4.4**	**-4**	**0.2**	**7**	**2**
0	**-20.520**	**0**	**2.773**	**-1.75**	**-7.4**	**0.2**	**5.5**	**3**
0	**15.417**	**0**	**2.083**	**2**	**7.4**	**0.2**	**5**	**4**
-5.785	**-5.103**	**12.748**	**4.856**					

(2) – حساب إحداثيات مركز الصلابة :

- بالاستعانة بالجدول السابق نكتب :

$$x_{cr} = \frac{-5.103}{4.856} = -1.051\text{m}\ , \quad y_{cr} = \frac{-5.785}{12.748} = \text{-}0.454\text{m} \Rightarrow$$

$$e_x = -x_{cr} = 1.051\text{m}\ , e_y = -y_{cr} = 0.454\text{m}$$

- نحسب اللامركزية الطارئة :

$$\bar{e}_x = L_x \times 0.05 = 15 \times 0.05 = 0.75\text{m}$$

نلاحظ أن اللامركزية الطارئة أصغر من اللامركزية الفعلية في كلا الاتجاهين

$I_{yi}.\bar{y}_i^2$	$I_{xi}.\bar{x}_i^2$	$\bar{y}_i$	$\bar{x}_i$	رقم الجدار
109.479	0	-3.946	0.801	1
134.7000	0	4.854	-2.949	2
0	111.790	-1.296	-6.349	3
0	148.767	2.454	8.451	4
244.179	**260.557**			

صلابة الفتل :

$$J = 244.179 + 260.557 = 504.736 m^6$$

حساب حصة الجدران من القوة باتجاه X

1- من القوة بشكل مباشر :

توزع القوة الأفقية والمساوية إلى **10ton** على الجدارين (1) و (2)

$$q_{x1}=\frac{I_{y1}}{\sum_{1}^{n} I_{yi}}F_x=\frac{7.031}{12.748}10=5.515\text{ton}$$

$$q_{x2}=\frac{I_{y2}}{\sum_{1}^{n} I_{y2}}F_x=\frac{5.717}{12.748}=4.485\text{ton}$$

$$F_x=10\text{ton}$$

$$q_{x3}=0,\quad q_{x4}=0$$

2- من الفتل:

$$M_{tx}=10\times 0.454=4.54\textbf{ton.m}$$

$$q_{(x1)M_{tx}} = \frac{M_{tx}}{J} I_{y1}.\bar{y}_1 = \frac{4.54}{504.736} \times 7.031 \times (-3.946) = -0.25\textbf{ton}$$

$$q_{(x2)M_{tx}} = \frac{M_{tx}}{J} I_{y2}.\bar{y}_2 = \frac{4.54}{504.736} \times 5.717 \times 4.854 = 0.25\textbf{ton}$$

$$= 0$$

يؤثر عزم الفتل على الاتجاه الأخر أي y:

$$q_{(y3)M_{tx}} = \frac{M_{tx}}{J} I_{x3}.\bar{x}_3 = \frac{4.54}{504.736} \times 2.773 \times (-6.349) = -0.158\textbf{ton}$$

$$q_{(x4)M_{tx}} = \frac{M_{tx}}{J} I_{x4}.\bar{x}_4 = \frac{4.540}{504.736} \times 2.083 \times 8.451 = 0.158\textbf{ton}$$

$$= 0$$

3- القوى الأفقية النهائية المؤثرة على الجدران نتيجة القوة بالاتجاه X :

$$q_{(x1)} = q_{x1} + q_{(x1)M_{tx}} = 5.515 - 0.25 = 5.515\,\textbf{ton}$$

تهمل

$$q_{(x2)} = q_{x2} + q_{(x2)M_{tx}} = 4.485 + 0.25 = 4.735\,\textbf{ton}$$

$$q_{(y3)} = q_{y3} + q_{(x3)M_{tx}} = 0 - 0.158 = -0.158\,\textbf{ton}$$

$$q_{(y4)} = q_{y4} + q_{(y4)M_{tx}} = 0 + 0.158 = 0.158\,\textbf{ton}$$

حساب حصة الجدران من القوة باتجاه Y

1- من القوة بشكل مباشر :

توزع القوة الأفقية والمساوية إلى **10ton** على الجدارين (3) و (4)

$$q_{y3}=\frac{I_{x3}}{\sum_{1}^{n} I_{xi}}F_y=\frac{2.773}{4.856}10=5.710\text{ton}$$

$$F_y=10\text{ton}$$

$$q_{y4}=\frac{I_{x4}}{\sum_{1}^{n} I_{xi}}F_x=\frac{2.083}{4.856}\times 10=4.290\text{ton}$$

$$q_{y1}=0,\quad q_{y2}=0$$

2- من الفتل:

$$M_{ty}=10\times 1.051=10.51\textbf{ton.m}$$

$$q_{(y3)M_{ty}} = \frac{M_{yt}}{J} I_{x3}.\bar{x}_3 = \frac{10.51}{504.736} \times 2.773 \times (-6.349) = -0.367\,\textbf{ton}$$

$$q_{(x4)M_{ty}} = \frac{M_{yt}}{J} I_{x4}.\bar{x}_4 = \frac{10.51}{504.736} \times 2.083 \times 8.451 = 0.367\,\textbf{ton}$$

$$= 0$$

يؤثر عزم الفتل على الاتجاه الأخر أي x:

$$q_{(x1)M_{ty}} = \frac{M_{yt}}{J} I_{y1}.\bar{y}_1 = \frac{10.51}{504.736} \times 7.031 \times (-3.946) = -0.578\,\textbf{ton}$$

$$q_{(x2)M_{ty}} = \frac{M_{yt}}{J} I_{y2}.\bar{y}_2 = \frac{10.51}{504.736} \times 5.717 \times 4.854 = 0.578\,\textbf{ton}$$

$$= 0$$

3- القوى الأفقية النهائية المؤثرة على الجدران نتيجة القوة بالاتجاه y :

$$q_{(x1)} = q_{x1} + q_{(x1)M_{ty}} = 0 - 0.578 = -0.578\text{ton}$$

$$q_{(x2)} = q_{x2} + q_{(x2)M_{ty}} = 0 + 0.578 = 0.578\text{ton}$$

$$q_{(y3)} = q_{y3} + q_{(x3)M_{tx}} = 5.710 - 0.367 = 0.571\text{ton}$$

تهمل

$$q_{(y4)} = q_{y4} + q_{(y4)M_{tx}} = 4.290 + 0.367 = 4.657\text{ton}$$

توزيع القوى الأفقية في حالة الإطارات :

يتم توزيع القوة الأفقية الجانبية على الإطارات حسب نسب قساواتها.
حيث يتم إيجاد قساوة الإطار المدروس بالنمذجة المستوية لهذا الإطار باستخدام أحد برامج التحليل الإنشائي التي تعتمد على طريقة (FEM)

وتكون قساوة هذا الإطار كقيمة عددية هي مقلوب قيمة الانتقال الناتج عن تطبيق واحدة القوى في أعلى هذا الإطار.

قساوة الإطار بالاتجاه X تساوي

$$R_x = \frac{1}{\delta_x}$$

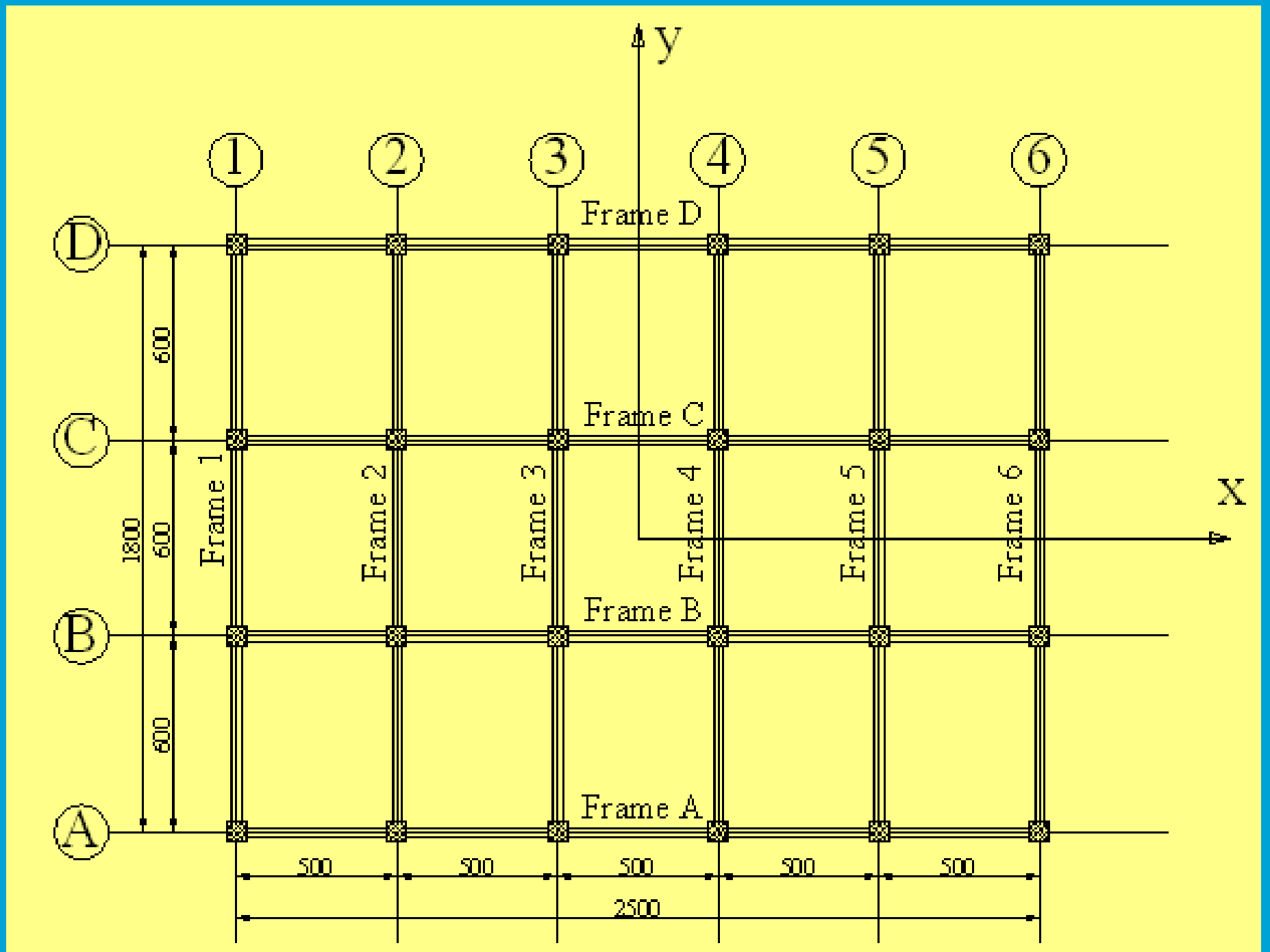
قساوة الإطار بالاتجاه Y تساوي

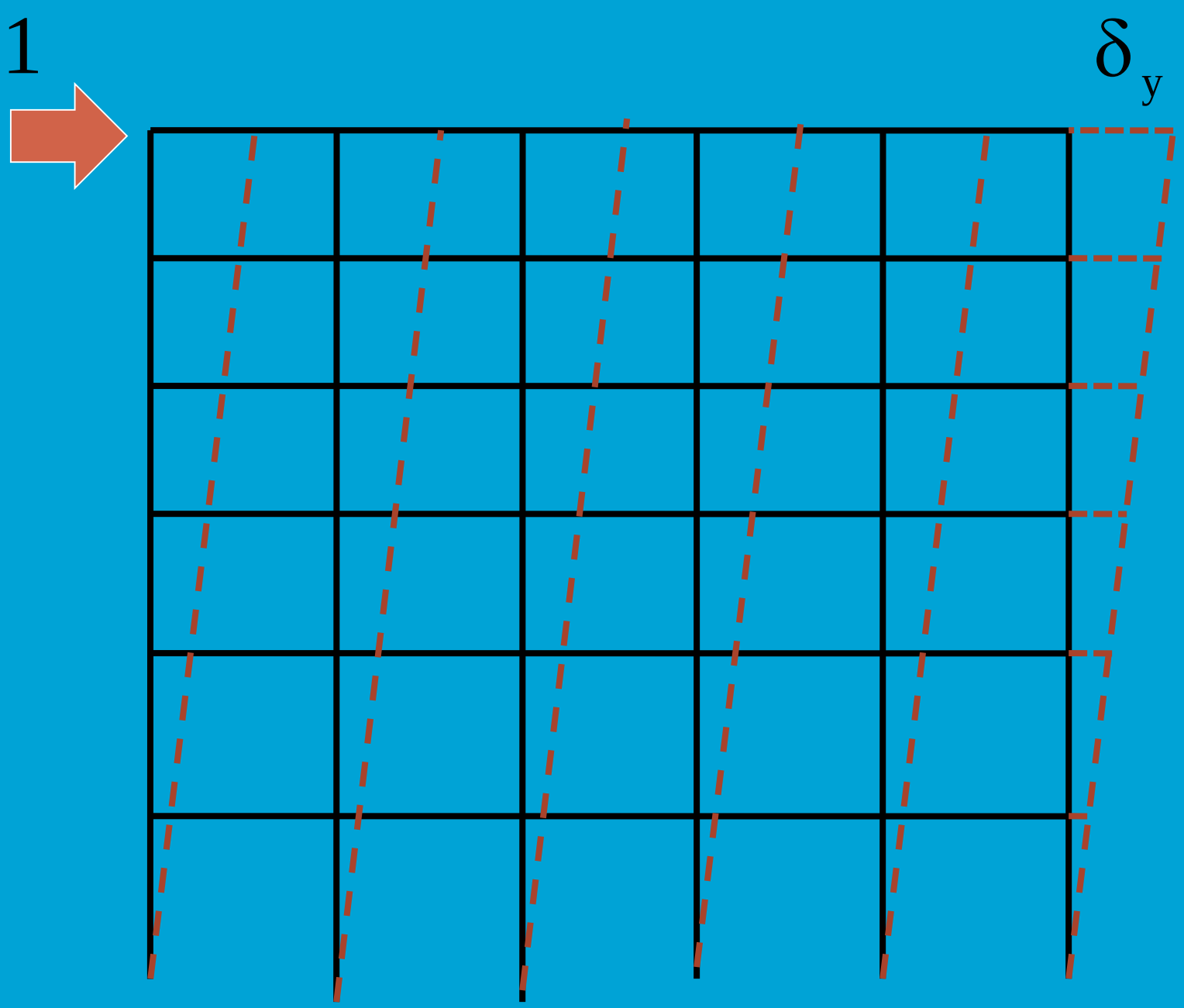
$$R_y = \frac{1}{\delta_y}$$

حيث أن :

δ_x انتقال الإطار بالاتجاه X.

δ_y انتقال الإطار بالاتجاه Y.





$$R_y = \frac{1}{\delta_y}$$

1- في حالة المنشأ المتناظر أي انطباق مركز الصلابة مع مركز ثقل الكتلة :

بالاتجاه X :

لدينا أربعة إطارات (A-B-C-D) تكون حصة الإطار الواحد من القوة الأفقية الطابقية F_x

$$q_{xi}^{Frame} = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^{4} R_i} F_x$$

بالاتجاه Y :

لدينا ستة إطارات (1-2-3-4-5-6) تكون حصة الإطار الواحد من القوة الأفقية الطابقية F_y

$$q_{yi}^{Frame} = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^{6} R_i} F_y$$

2- في حالة المنشأ غيرالمتناظر أي عدم انطباق مركز الصلابة مع مركز ثقل الكتلة :

بالاتجاه X :

$$q_{Txi} = \frac{e_y F_x}{D_i} \times \frac{R_i D_i^2}{\sum_{i=1}^{4} R_i D_i^2}$$

بالاتجاه Y :

$$q_{Tyi} = \frac{e_x F_y}{D_i} \times \frac{R_i D_i^2}{\sum_{i=1}^{6} R_i D_i^2}$$

F_x : القوة الأفقية الطابقية بالاتجاه X.

D_i : البعد العمودي بين محور الإطار ومركز صلابة الطابق.

F_y القوة الأفقية الطابقية بالاتجاه Y.

e_x قيمة اللامركزية بالاتجاه المدروس X

e_y قيمة اللامركزية بالاتجاه المدروس Y

R_i : صلابة الإطار المدروس.

حساب القوى الأفقية في جدران القص الخطية غير المتناطرة

q_x	q_y
0	10

N	L	t	O	X	Y	I_x	I_y	$I_x.X$	$I_y.Y$	X'	Y'
1	7.5	0.2	0	-0.25	-4.4	0.000	7.031	0.000	-30.938	0.801	-3.946
2	7	0.2	0	-4	4.4	0.000	5.717	0.000	25.153	-2.949	4.854
3	5.5	0.2	90	-7.4	-1.75	2.773	0.000	-20.520	0.000	-6.349	-1.296
4	5	0.2	90	7.4	2	2.083	0.000	15.417	0.000	8.451	2.454
M_{tx}	M_{ty}	e_x	e_y	X_O	Y_O			-5.103	-5.784		
0.000	10.5	1.051	0.454	-1.051	-0.454						

J	$I_x.X'^2$	$I_y.Y'^2$	q_x	q_y	$q_{x(Mtx)}$	$q_{y(Mtx)}$	$q_{x(Mty)}$	$q_{y(Mty)}$	q_x	q_y
1	0.000	109.498	0	0.000	0.000	0.000	-0.578	0.000		
2	0.000	134.677	0	0.000	0.000	0.000	0.578	0.000		
3	111.783	0.000	0	5.710	0.000	0.000	0.000	-0.367		
4	148.783	0.000	0	4.290	0.000	0.000	0.000	0.367		
5										
6										
7										
8										
9										
10										
J	504.741		0	10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

أوجد قوة القص القاعدي لمبنى هيكلي إطاري مؤلف من اثني عشر طابقاً ونسب توزيع القوة الطابقية الأفقية الناتجة عنها على الإطارات علماً أن الجملة الإنشائية للبناء تتألف من إطارات مقاومة للعزوم بالاتجاهين وذلك وفق الطريقة الستاتيكية الأولى حسب الكود العربي السوري 2005 .

المعطيات:

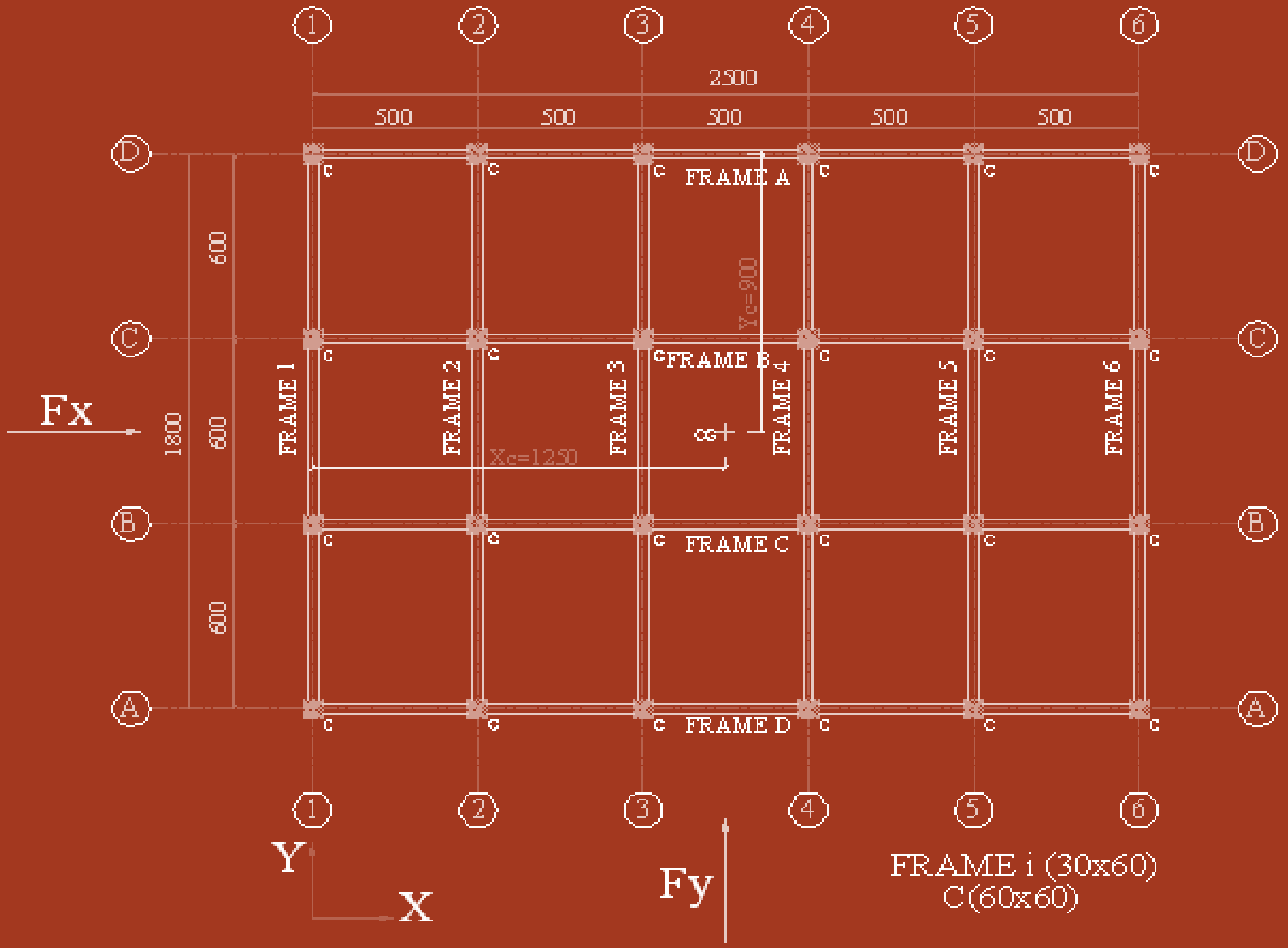
- المنطقة الزلزالية 2C.
- معامل أهمية المنشأ I = 1.25.
- معامل السلوك اللامرن K=0.8 .
- معامل الترابط المشترك مع التربة S = 1.5 .
- أبعاد مسقط البناء 18x25m والارتفاع الطابقي 3 m .
- الأحمال المطبقة:

الأحمال الميتة $500 kg/m^2$

أحمال التغطية $200 kg/m^2$

وزن الجدران $400 kg/m^2$

الأحمال الحية $300 kg/m^2$


1
2
3
4
5
6
2500
500
500
500
500
500
D
C
B
A
FRAME A
FRAME B
FRAME C
FRAME D
FRAME 1
FRAME 2
FRAME 3
FRAME 4
FRAME 5
FRAME 6
Yc=900
Xc=1250
600
600
600
1800
Fx
Fy
Y
X
FRAME i (30x60)
C(60x60)

يعطى القص القاعدي بالعلاقة التالية:

$$V = ZIKCSW$$

$$Z = 0.25$$
$$I = 1.25$$
$$K = 0.8$$

$$T = 0.1N = 0.1 \times 12 = 1.2$$

$$T = \min \begin{Bmatrix} T = 0.1N = 0.1 \times 12 = 1.2 \sec \\ T = \gamma_t (h_n)^{3/4} = 0.0731 \times (12 \times 3)^{3/4} = 1.074 \ \sec \end{Bmatrix} \Rightarrow T = 1.074 \sec$$

$$C = \frac{1}{10T^{2/3}} = \frac{1}{10(1.074)^{2/3}} = 0.095 < 0.18$$

$$K.C = 0.8 \times 0.095 = 0.076 < 0.09 \Rightarrow K.C = 0.09$$

$$S = 1.5$$

$$w_i = (500 + 200 + 400 + \frac{300}{4}) \times (18 \times 25) \times 10^{-3} = 528.75 ton$$

$$W = 12 \times w_i = 6345 ton$$

$$V = 0.25 \times 1.25 \times 0.09 \times 1.5 \times 6345 = 267.68 ton$$

التوزيع الشاقولي للقص القاعدي بالاتجاه (X) :

$$T = 1.074 > 0.7\,\text{sec} \Rightarrow F_t = 0.07 \times T \times V \le 0.25V$$

$$F_t = 0.07 \times 1.074 \times 267.68 = 20.12\ ton < 0.25 \times 267.68 = 66.92 ton$$

$$V - F_t = 267.68 - 20.12 = 247.56 ton$$

تعتبر F_t مكافئة لتأثير الأطوار بعد الطور الأساسي.

تحسب القوة الأفقية المطبقة على أي من الطوابق عدا الأخير بتطبيق العلاقة التالية:

$$F_x = \frac{W_x h_x}{\sum_{i=1}^{n} W_i h_i}(V - F_t)$$

أما الطابق الأخير فيجب إضافة F_t للقوة الناتجة عن العلاقة السابقة

وتكون القوة الأفقية في كل طابق كما يلي:

التوزيع الشاقولي للقص القاعدي بالاتجاه (X) :

$$T = 1.074 > 0.7\,\text{sec} \Rightarrow F_t = 0.07 \times T \times V \le 0.25V$$

$$F_t = 0.07 \times 1.074 \times 267.68 = 20.12\ ton < 0.25 \times 267.68 = 66.92 ton$$

$$V - F_t = 267.68 - 20.12 = 247.56 ton$$

تعتبر F_t مكافئة لتأثير الأطوار بعد الطور الأساسي.

تحسب القوة الأفقية المطبقة على أي من الطوابق عدا الأخير بتطبيق العلاقة التالية:

$$F_x = \frac{W_x h_x}{\sum_{i=1}^{n} W_i h_i}(V - F_t)$$

أما الطابق الأخير فيجب إضافة F_t للقوة الناتجة عن العلاقة السابقة

وتكون القوة الأفقية في كل طابق كما يلي:

Vertical Distribution in X- Direction

LEVEL	Wi (ton)	hi (m)	Wi.hi (ton.m)	Fx (ton)	TOTAL SHEAR AT LEVEL i (ton)
1	528.75	3	1586.25	3.17	267.68
2	528.75	6	3172.5	6.35	264.51
3	528.75	9	4758.75	9.52	258.16
4	528.75	12	6345	12.70	248.64
5	528.75	15	7931.25	15.87	235.94
6	528.75	18	9517.5	19.04	220.07
7	528.75	21	11103.8	22.22	201.03
8	528.75	24	12690	25.39	178.81
9	528.75	27	14276.3	28.56	153.42
10	528.75	30	15862.5	31.74	124.86
11	528.75	33	17448.8	34.91	93.12
12	528.75	36	19035	58.21	58.21
	Total		**123728**	**267.68**	

Vertical Distribution in Y- Direction

LEVEL	Wi (ton)	hi (m)	Wi.hi (ton.m)	Fy (ton)	TOTAL SHEAR AT LEVEL i (ton)
1	528.75	3	1586.25	3.17	267.68
2	528.75	6	3172.5	6.35	264.51
3	528.75	9	4758.75	9.52	258.16
4	528.75	12	6345	12.70	248.64
5	528.75	15	7931.25	15.87	235.94
6	528.75	18	9517.5	19.04	220.07
7	528.75	21	11103.8	22.22	201.03
8	528.75	24	12690	25.39	178.81
9	528.75	27	14276.3	28.56	153.42
10	528.75	30	15862.5	31.74	124.86
11	528.75	33	17448.8	34.91	93.12
12	528.75	36	19035	58.21	58.21
	Total		**123728**	**267.68**	

توزيع القوة الأفقية في الطابق الواحد :

إن الجملة المقاومة للزلازل هي جملة إطارية بالاتجاهين (X-Y) ويتم توزيع القوة الأفقية الجانبية على هذه الإطارات حسب نسب صلابتها .

يتم إيجاد صلابة الإطار المدروس بالنمذجة المستوية لهذا الإطار باستخدام أحد برامج التحليل الإنشائي التي تعتمد على طريقة (FEM)
وتكون صلابة هذا الإطار كقيمة عددية هي مقلوب قيمة الانتقال الناتج عن تطبيق واحدة القوى في أعلى هذا الإطار.

صلابة الإطار بالاتجاه X تساوي $$R_x = \frac{1}{\delta_x} = \frac{1}{0.000625}$$

صلابة الإطار بالاتجاه Y تساوي $$R_y = \frac{1}{\delta_y} = \frac{1}{0.001207}$$

حيث أن :

δ_x انتقال الإطار بالاتجاه X.

δ_y انتقال الإطار بالاتجاه Y.

ولتسهيل الحل تم إيجاد نسبة صلابة الإطار بالاتجاه Y إلى صلابة الإطار بالاتجاه X وتساوي

$$\frac{R_y}{R_x} = \frac{0.000625}{0.001207} = 0.52$$

بما أن المنشأ متناظر تماماً بالاتجاهين فعليه ينطبق مركز الصلابة مع مركز ثقل الكتلة وبالتالي لا يوجد لامركزية حقيقية في الجملة .
وحسب اشتراطات الطريقة الستاتيكية الأولى يجب أخذ لامركزية طارئة دنيا مقدارها **0.05** من البعد العمودي على الاتجاه المدروس

بالاتجاه X :

لدينا أربعة إطارات (A-B-C-D) متماثلة وعليه تكون حصة الإطار الواحد من القوة الأفقية الطابقية F_x :

$$Q_x^{Frame} = \frac{F_x}{4} = 0.25F_x$$

وتحدد القوة الأفقية التي يأخذها الإطار الواحد نتيجة عزم الفتل الطارئ الناتج عن اللامركزية الطارئة بالاتجاه X بالعلاقة التالية :

$$Q_{Fi} = \frac{e_y F_x}{D_i} \times \frac{R_i D_i^2}{\sum_{i=1}^{m} R_i D_i^2}$$

F_x : القوة الأفقية الطابقية بالاتجاه X.

$e_y = 0.05 \times L_y = 0.05 \times 18 = 0.9\,m$: قيمة اللامركزة الطارئة بالاتجاه المدروس X

D_i : البعد العمودي بين محور الإطار ومركزصلابة الطابق.

R_i : صلابة الإطار المدروس.

حصة الإطار A:

$$Q_{Fki}^{FrameA}=\frac{0.05\times18}{+9}F_x\times\frac{1\times9^2}{1\times\left(9^2+3^2\right)\times2+0.52\times\left(12.5^2+7.5^2+2.5^2\right)\times2}=\left(+1.97\%\right)F_x$$

حصة الإطار B:

$$Q_{Fki}^{FrameB}=\frac{0.05\times18}{+3}F_x\times\frac{1\times3^2}{1\times\left(9^2+3^2\right)\times2+0.52\times\left(12.5^2+7.5^2+2.5^2\right)\times2}=\left(+0.66\%\right)F_x$$

حصة الإطار C:

$$Q_{Fki}^{FrameC}=\frac{0.05\times18}{-3}F_x\times\frac{1\times3^2}{1\times\left(9^2+3^2\right)\times2+0.52\times\left(12.5^2+7.5^2+2.5^2\right)\times2}=\left(-0.66\%\right)F_x$$

حصة الإطار D:

$$Q_{Fki}^{FrameD}=\frac{0.05\times18}{-9}F_x\times\frac{1\times9^2}{1\times\left(9^2+3^2\right)\times2+0.52\times\left(12.5^2+7.5^2+2.5^2\right)\times2}=\left(-1.97\%\right)F_x$$

حصة الإطار 1:

$$Q_{Fxi}^{Frame1}=\frac{0.05\times18}{+12.5}F_x\times\frac{0.52\times12.5^2}{1\times(9^2+3^2)\times2+0.52\times(12.5^2+7.5^2+2.5^2)\times2}=(+1.44\%)F_x$$

حصة الإطار 2:

$$Q_{Fxi}^{Frame2}=\frac{0.05\times18}{+7.5}F_x\times\frac{0.52\times7.5^2}{1\times(9^2+3^2)\times2+0.52\times(12.5^2+7.5^2+2.5^2)\times2}=(+0.86\%)F_x$$

حصة الإطار 3:

$$Q_{Fxi}^{Frame3}=\frac{0.05\times18}{+2.5}F_x\times\frac{0.52\times2.5^2}{1\times(9^2+3^2)\times2+0.52\times(12.5^2+7.5^2+2.5^2)\times2}=(+0.29\%)F_x$$

حصة الإطار 4:

$$Q_{Fxi}^{Frame4}=\frac{0.05\times18}{-2.5}F_x\times\frac{0.52\times2.5^2}{1\times(9^2+3^2)\times2+0.52\times(12.5^2+7.5^2+2.5^2)\times2}=(-0.29\%)F_x$$

حصة الإطار 5:

$$Q_{Fxi}^{Frame5}=\frac{0.05\times18}{-7.5}F_x\times\frac{0.52\times7.5^2}{1\times(9^2+3^2)\times2+0.52\times(12.5^2+7.5^2+2.5^2)\times2}=(-0.86\%)F_x$$

حصة الإطار 6:

$$Q_{Fxi}^{Frame6}=\frac{0.05\times18}{+12.5}F_x\times\frac{0.52\times12.5^2}{1\times(9^2+3^2)\times2+0.52\times(12.5^2+7.5^2+2.5^2)\times2}=(-1.44\%)F_x$$

Distribution Of Story Shear To Longitudinal and Transverse Frames, Seismic Zone 2C due to Fx			
COLUMN LINE FRAME	٪OF DIRECT SEISMIC STORY SHEAR	٪OF TORSIONAL STORY SHEAR	REVISED ٪OF STORY SHEAR , ACCOUNTING FOR TORION
A	25٪	+ 1.97٪	26.97%
B	25٪	+ .66٪	+ 25.66٪
C	25٪	- 0.66٪	+ 24.34٪
D	25٪	- 1.97٪	+ 23.03٪
	∑ = 100٪	∑ = 0٪	∑ = 100٪
1	0٪	+ 1.44٪	+ 1.44٪
2	0٪	+ 0.86٪	+ 0.86٪
3	0٪	+ 0.29٪	+ 0.29٪
4	0٪	- 0.29٪	- 0.29٪
5	0٪	- 0.86٪	- 0.86٪
6	0٪	- 1.44٪	- 1.44٪
	∑ = 0٪	∑ = 0٪	∑ = 0٪

وعليه تكون قيمة القوى الناشئة في الاطارات حسب النسب السابقة والناتجة عن توزيع القوى الافقية F_{xi} معطاة حسب الجدول التالي:

Values of Shear Force due to Fx in Longitudinal and Transverse Frames										
LEVEL	Q IN FRAME m									
	Longitudinal Frames				Transverse Frames					
	A	B	C	D	1	2	3	4	5	6
1	0.86	0.81	0.77	0.73	0.05	0.03	0.01	-0.01	-0.03	-0.05
2	1.71	1.63	1.55	1.46	0.09	0.05	0.02	-0.02	-0.05	-0.09
3	2.57	2.44	2.32	2.19	0.14	0.08	0.03	-0.03	-0.08	-0.14
4	3.42	3.26	3.09	2.92	0.18	0.11	0.04	-0.04	-0.11	-0.18
5	4.28	4.07	3.86	3.65	0.23	0.14	0.05	-0.05	-0.14	-0.23
6	5.14	4.89	4.64	4.39	0.27	0.16	0.06	-0.06	-0.16	-0.27
7	5.99	5.70	5.41	5.12	0.32	0.19	0.06	-0.06	-0.19	-0.32
8	6.85	6.52	6.18	5.85	0.37	0.22	0.07	-0.07	-0.22	-0.37
9	7.70	7.33	6.95	6.58	0.41	0.25	0.08	-0.08	-0.25	-0.41
10	8.56	8.14	7.73	7.31	0.46	0.27	0.09	-0.09	-0.27	-0.46
11	9.42	8.96	8.50	8.04	0.50	0.30	0.10	-0.10	-0.30	-0.50
12	15.70	14.94	14.17	13.41	0.84	0.50	0.17	-0.17	-0.50	-0.84

بالاتجاه Y :

لدينا ستة إطارات (1-2-3-4-5-6) متماثلة وعليه تكون حصة الإطار الواحد من القوة الأفقية الطابقية F_y :

$$Q_y^{Frame} = \frac{F_y}{6} = 0.1667F_y$$

تعطى القوة الأفقية التي يأخذها الإطار الواحد نتيجة عزم الفتل الطارئ الناتج عن اللامركزية الطارئة بالاتجاه Y بالعلاقة التالية :

$$Q_{Fyi} = \frac{e_x F_y}{D_i} \times \frac{R_i D_i^2}{\sum_{i=1}^{m} R_i D_i^2}$$

F_y القوة الأفقية الطابقية بالاتجاه Y.

$e_x = 0.05 \times L_x = 0.05 \times 25 = 1.25m$: قيمة اللامركزية الطارئة بالاتجاه المدروس Y

D_i البعد العمودي بين محور الإطار ومركز صلابة الطابق .

R_i صلابة الإطار المدروس

حصة الإطار A:

$$Q_{Fyi}^{FrameA}=\frac{0.05\times 25}{+9}F_y\times\frac{1\times 9^2}{1\times\left(9^2+3^2\right)\times 2+0.52\times\left(12.5^2+7.5^2+2.5^2\right)\times 2}=(+2.76\%)F_y$$

حصة الإطار B:

$$Q_{Fyi}^{FrameB}=\frac{0.05\times 25}{+3}F_y\times\frac{1\times 3^2}{1\times\left(9^2+3^2\right)\times 2+0.52\times\left(12.5^2+7.5^2+2.5^2\right)\times 2}=(+0.92\%)F_y$$

حصة الإطار C:

$$Q_{Fyi}^{FrameC}=\frac{0.05\times 25}{-3}F_y\times\frac{1\times 3^2}{1\times\left(9^2+3^2\right)\times 2+0.52\times\left(12.5^2+7.5^2+2.5^2\right)\times 2}=(-0.92\%)F_y$$

حصة الإطار D:

$$Q_{Fyi}^{FrameD}=\frac{0.05\times 25}{-9}F_y\times\frac{1\times 9^2}{1\times\left(9^2+3^2\right)\times 2+0.52\times\left(12.5^2+7.5^2+2.5^2\right)\times 2}=(-2.76\%)F_y$$

حصة الإطار 1:

$$Q_{Fyi}^{Frame1} = \frac{0.05\times 25}{+12.5} F_y \times \frac{0.52\times 12.5^2}{1\times(9^2+3^2)\times 2+0.52\times(12.5^2+7.5^2+2.5^2)\times 2} = (+1.99\%)F_y$$

حصة الإطار 2:

$$Q_{Fyi}^{Frame2} = \frac{0.05\times 25}{+7.5} F_y \times \frac{0.52\times 7.5^2}{1\times(9^2+3^2)\times 2+0.52\times(12.5^2+7.5^2+2.5^2)\times 2} = (+1.20\%)F_y$$

حصة الإطار 3:

$$Q_{Fyi}^{Frame3} = \frac{0.05\times 25}{+2.5} F_y \times \frac{0.52\times 2.5^2}{1\times(9^2+3^2)\times 2+0.52\times(12.5^2+7.5^2+2.5^2)\times 2} = (+0.40\%)F_y$$

حصة الإطار 4:

$$Q_{Fyi}^{Frame4} = \frac{0.05\times 25}{-2.5} F_y \times \frac{0.52\times 2.5^2}{1\times(9^2+3^2)\times 2+0.52\times(12.5^2+7.5^2+2.5^2)\times 2} = (-0.40\%)F_y$$

حصة الإطار 5:

$$Q_{Fyi}^{Frame5} = \frac{0.05\times 25}{-7.5} F_y \times \frac{0.52\times 7.5^2}{1\times(9^2+3^2)\times 2+0.52\times(12.5^2+7.5^2+2.5^2)\times 2} = (-1.20\%)F_y$$

حصة الإطار 6:

$$Q_{Fyi}^{Frame6} = \frac{0.05\times 25}{+12.5} F_y \times \frac{0.52\times 12.5^2}{1\times(9^2+3^2)\times 2+0.52\times(12.5^2+7.5^2+2.5^2)\times 2} = (-1.99\%)F_y$$

Distribution Of Story Shear To Transverse Frames, Seismic Zone 2C due to Fy			
COLUMN LINE FRAME	٪OF DIRECT SEISMIC STORY SHEAR	٪OF TORSIONAL STORY SHEAR	REVISED ٪OF STORY SHEAR , ACCOUNTING FOR TORION
1	16.67٪	+1.99٪	+ 18.66٪
2	16.67٪	+ 1.2٪	+17.87٪
3	16.67٪	+ 0.4٪	+ 17.07٪
4	16.67٪	- 0.4٪	+ 16.27٪
5	16.67٪	- 1.2٪	+ 15.47٪
6	16.67٪	- 1.99٪	+ 14.68٪
	∑ = 100٪	∑ = 0٪	∑ = 100٪
A	0٪	+ 2.76٪	+ 2.76٪
B	0٪	+ 0.92٪	+0.92٪
C	0٪	- 0.92٪	- 0.92٪
D	0٪	- 2.76٪	- 2.76٪
	∑ = 0٪	∑ = 0٪	∑ = 0٪

وعليه تكون قيمة القوى الناشئة في الاطارات حسب النسب السابقة والناتجة عن توزيع القوى الافقية F_{xi} معطاة حسب الجدول التالي:

Values of Shear Force due to Fy in Longitudinal and Transverse Frames										
LEVEL	Q IN FRAME m									
	Longitudinal Frames				Transverse Frames					
	A	B	C	D	1	2	3	4	5	6
1	0.09	0.03	-0.03	-0.09	0.59	0.57	0.54	0.52	0.49	0.47
2	0.18	0.06	-0.06	-0.18	1.18	1.13	1.08	1.03	0.98	0.93
3	0.26	0.09	-0.09	-0.26	1.78	1.70	1.63	1.55	1.47	1.40
4	0.35	0.12	-0.12	-0.35	2.37	2.27	2.17	2.07	1.96	1.86
5	0.44	0.15	-0.15	-0.44	2.96	2.84	2.71	2.58	2.45	2.33
6	0.53	0.18	-0.18	-0.53	3.55	3.40	3.25	3.10	2.95	2.80
7	0.61	0.20	-0.20	-0.61	4.15	3.97	3.79	3.61	3.44	3.26
8	0.70	0.23	-0.23	-0.70	4.74	4.54	4.33	4.13	3.93	3.73
9	0.79	0.26	-0.26	-0.79	5.33	5.10	4.88	4.65	4.42	4.19
10	0.88	0.29	-0.29	-0.88	5.92	5.67	5.42	5.16	4.91	4.66
11	0.96	0.32	-0.32	-0.96	6.51	6.24	5.96	5.68	5.40	5.13
12	1.61	0.54	-0.54	-1.61	10.86	10.40	9.94	9.47	9.01	8.55