تصميم العناصر المقاومة
للزلازل
(بيتونياً)

تصميم العناصر البيتونية :

العناصر المقاومة للزلازل تتعرض لقوى :

شاقولية

- أحمال شاقولية حية $V_{L.L}$
- أحمال شاقولية ميتة $V_{D.L}$

أفقية

- ناتجة عن الرياح
- ناتجة عن الزلازل F_x , F_y

نأخذ الأثر الأكبر ولا يجمع أثر الرياح مع الزلازل

V_{LL} =3.7ton
V_{LL} =3.6ton
V_{DL} =26.7ton
V_{DL} =12.0ton

- تراكيب الأحمال في حالة الطريقة الستاتيكية المكافئة:

آ- التراكيب الأساسية :

يجب أن تقاوم المنشآت وكافة الأجزاء المكونة لها أكثر التأثيرات خطورة من التراكيب التالية بعد ضرب الأحمال بالعوامل التالية :

$$1.32DL + 1.1E + 1.1(LL.f_1 + f_2S)$$

$$0.99DL \pm (1.1E \ \ \mathbf{or} \ 1.3W)$$

DL الأحمال الميتة

LL الأحمال الحية

S أحمال الثلج

W أحمال الرياح

$f_1 = 1$ للأسقف في المواقع ذات التجمعات العامة وفي الأماكن التي تتجاوز فيها الأحمال الحية $5kN/m^2$ وفي الأحمال الحية لمرائب السيارات

$f_1 = 0.5$ لباقي الأحمال الحية

$f_2 = 0.7$ للأسقف النهائية ذات الأشكال الخاصة (مثل سقف سن المنشار) والتي لا تسمح بطرح الثلج بعيداً عن المنشأ (التخلص منه)

$f_2 = 0.2$ لباقي الأسقف النهائية

$$E = \rho E_h + 0.5.C_a.I.DL$$

E_h الأحمال الزلزالية الأفقية المحسوبة من قوة القص القاعدي

ρ معامل الوثوقية ودرجة عدم التقرير

$\rho = 1$ في حال حساب الإزاحة أوعند وقوع المنشأ في المناطق الزلزالية (0,1,2)

$$1 \le \rho = 2 - \frac{6.1}{r_{max}\sqrt{A_B}} \le 1.5$$

A_B مساحة الطابق الأرضي للمنشأ بالمتر المربع

r_{max} القيمة العظمى لـ r_i التي تحدث في أي من مناسيب الطوابق ضمن الثلثين السفلين لارتفاع البناء

في حالة جدران القص تؤخذ r_i على أساس القيمة العظمى من حاصل ضرب قيمة قوة القص في الجدار بالعامل (3/Lw) مقسومة على القص الطابقي الكلي

معامل خفض المقاومة : Ω

- حالة المقاطع المعرضة لقوى ضغط لا محورية :

$$0.9 \geq \Omega = 0.9 - 0.5\left(\frac{N_u}{N_c}\right) \geq 0.65$$

$$N_c = 0.85 f_c' A_c$$

مثال : حساب معامل خفض المقاومة إذا كان

$$N_u = 300\text{ton} \quad , f_c' = 180\text{kg/cm}^2 \quad , b = 30\text{cm} \quad , h = 200\text{cm}$$

$$\Omega = 0.9 - 0.5\left(\frac{300 \times 1000}{0.85 \times 180 \times 30 \times 200}\right) = 0.74$$

$$\frac{N_u}{N_c} \geq 0.5$$

$$\Omega = 0.65$$

مثال : مقطع مستطيل أبعاده (h=70, b=25cm) . يتعرض لعزم حدي M_u=40t.m وقوة محورية ضاغطة حدية N_u=60t ، المطلوب حساب التسليح اللازم للمقطع باعتبار أن التسليح متناظر و f_c'=180kg/cm^2 , f_y=2400kg/cm^2 والتغطية d'=5cm

الحل :

1- **نحسب معامل خفض المقاومة**: $0.9 \geq \Omega = 0.9 - 0.5(\frac{N_u}{N_c} - 0.1) \geq 0.7$

$$N_c = 0.85 \times f_c' \times b \times h = 0.85 \times 180 \times 25 \times 70 = 267750kg$$

$$\Omega = 0.9 - 0.5(\frac{60000}{267750} - 0.1) = 0.838 > 0.7$$

2- **الارتفاع الفعال** : $d = h - 5 = 70 - 5 = 65cm$

3- **نفرض أن الفولاذ المشدود والفولاذ المضغوط متلدن** $f_s' = f_y$, $f_s = -f_y$

$$A_s = A_s'$$

$$60000 = 0.838\ (0.85\times 180\times 25y + \underbrace{A_s' f_y + A_s.(-f_y)}_{=0})$$

$$y = \frac{60000}{0.838\times 0.85\times 180\times 25} = 18.72\text{cm}$$

4- **نتحقق من أن الفرض صحيح** :

$$f_s = -6300\frac{0.85d - y}{y} = -6300\frac{0.85\times 65 - 18.72}{18.72} = -12293.75\text{kg/cm}^2$$

$$f_s' = 6300\frac{18.72 - 0.85\times 5}{18.72} = 4869.72\text{kg/cm}^2$$

نلاحظ أن الشرط محقق أي أن فولاذ التسليح المضغوط والمشدود متلدان

5- نحسب التسليح من علا قة العزم

$$M_u = \Omega\left[0.85 f_c'.b.y\left(\frac{h}{2}-\frac{y}{2}\right)+A_s'.f_s'\left(\frac{h}{2}-d'\right)-A_s.f_s\left(\frac{h}{2}-a\right)\right]$$

$$4000000 = 0.838\left[\begin{array}{l}0.85\times180\times25\times18.72\left(35-\frac{18.72}{2}\right)+\\ A_s'.(2400)(35-5)-A_s.(-2400)(35-5)\end{array}\right]$$

$$A_s = A_s' = 20.4\text{cm}^2 \qquad \mu_t = \frac{A_s + A_s'}{b\times h} = \frac{2\times20.4}{25\times70} = 0.012 < 0.004$$

من مخططات الترابط :

$$\frac{d}{h}=\frac{65}{70}=0.93$$

$$m=\frac{f_y}{0.85\times f_c'}=\frac{2400}{0.85\times 180}=15.69$$

$$K=\frac{N_u}{\Omega f_c' b.h}=\frac{60000}{0.838\times 180\times 25\times 70}=0.227$$

$$K.\frac{e}{h}=0.227\frac{0.66667}{0.7}=0.216$$

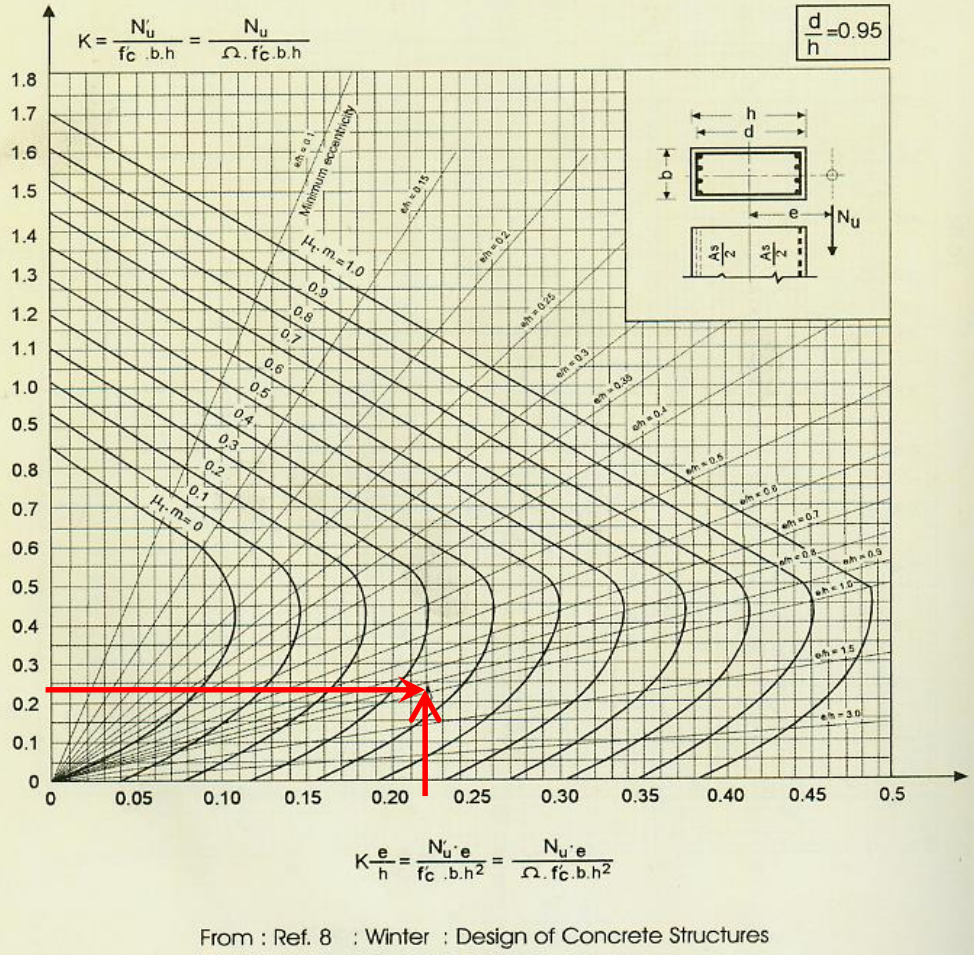
$$\mu_t.m=0.36 \Rightarrow \mu_t=\frac{0.36}{15.69}=0.023 \Rightarrow$$

$$A_s=A_s'=\frac{0.023\times 70\times 25}{2}=20.13\text{cm}^2$$

الأعمدة القصيرة الخاضعة للإنعطاف المركّب

(حمولة منحرفة بلامركزية صغيرة أومتوسطة)

$A_{s\,(total)} = \mu_t . b.h$ $\quad m = \frac{f_y}{0.85 f'_c}$ $\quad M'_u = N'_u \cdot e$ $\quad N'_u = \frac{N_u}{\Omega}$

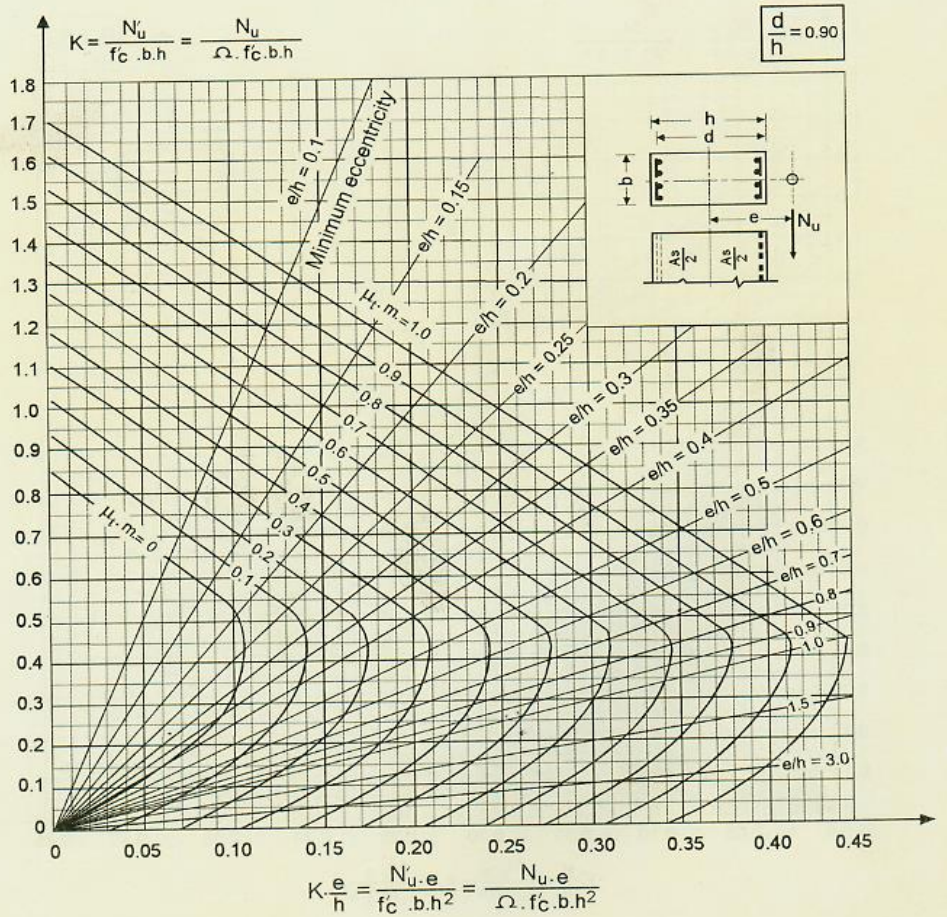


From : Ref. 8 : Winter : Design of Concrete Structures

الأعمدة القصيرة الخاضعة للإنعطاف المركّب

(حمولة منحرفة بلامركزية صغيرة أومتوسطة)

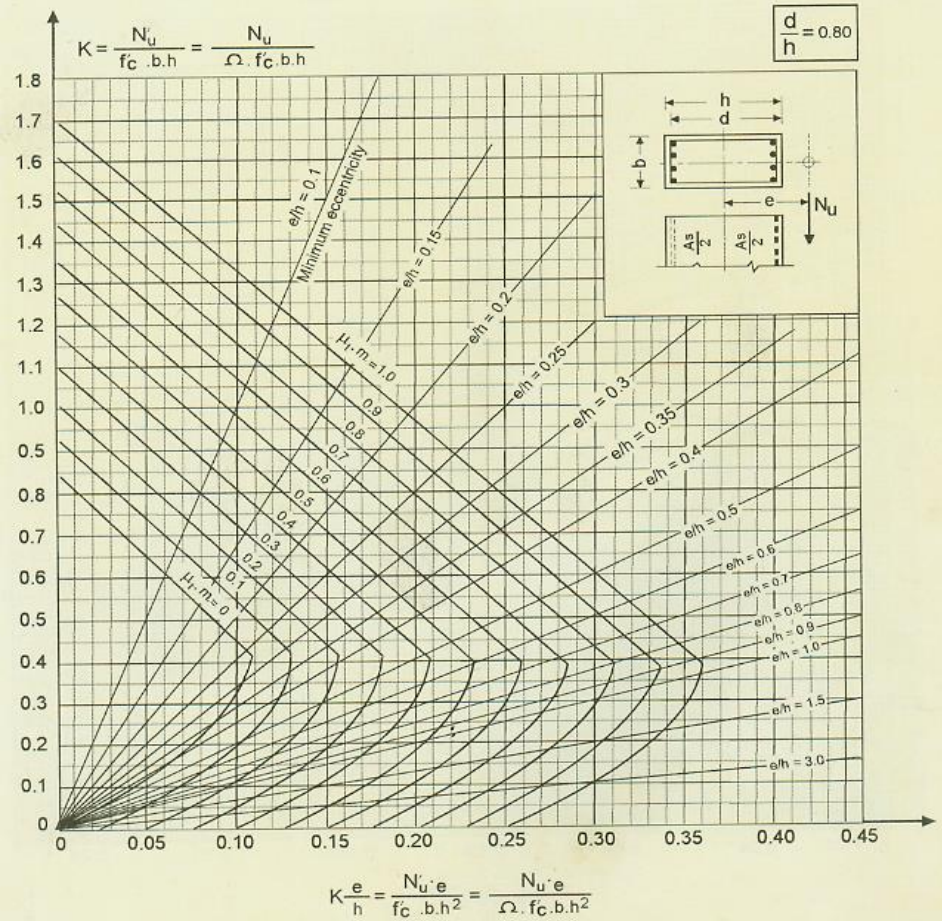
$A_{s\,(total)} = \mu_t . b.h$ $\quad m = \frac{f_y}{0.85 f'_c}$ $\quad M'_u = N'_u \cdot e$ $\quad N'_u = \frac{N_u}{\Omega}$



الأعمدة القصيرة الخاضعة للإنعطاف المركّب

(حمولة منحرفة بلامركزية صغيرة أومتوسطة)

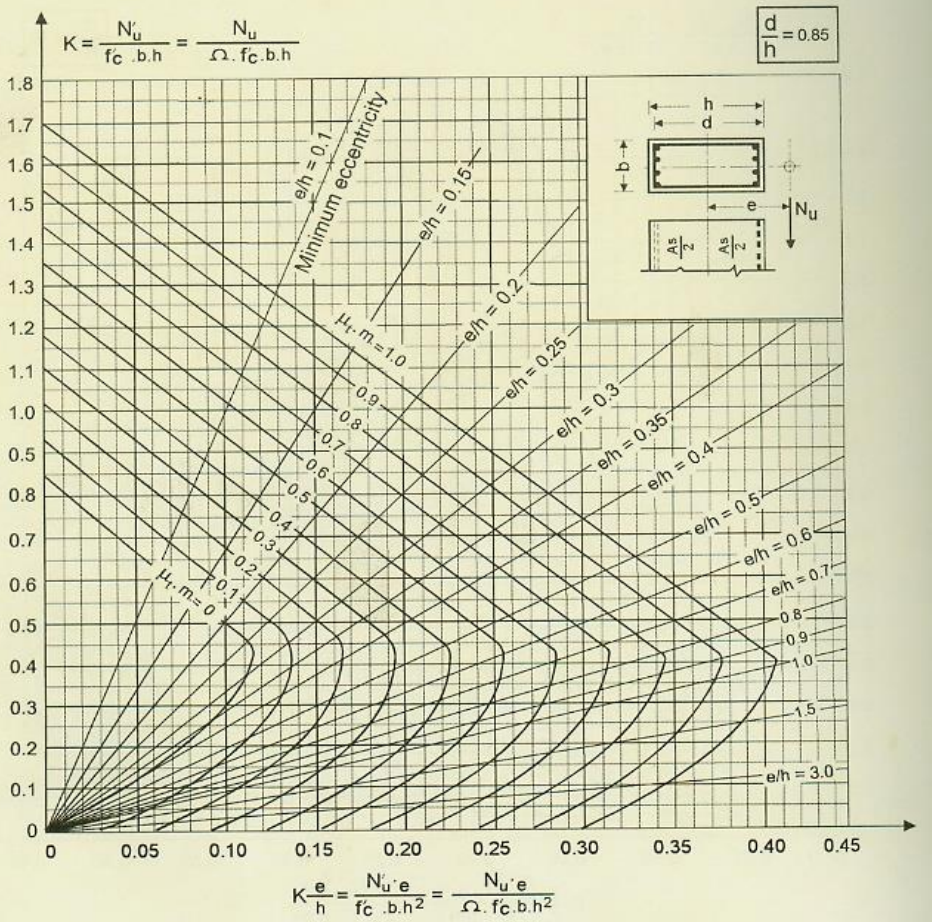
$$A_{s\,(total)} = \mu_t . b.h \qquad m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} \qquad M'_u = N'_u . e \qquad N'_u = \frac{N_u}{\Omega}$$



الأعمدة القصيرة الخاضعة للإنعطاف المركّب

(حمولة منحرفة بلامركزية صغيرة أومتوسطة)

$$A_{s\,(total)} = \mu_t . b.h \qquad m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} \qquad M'_u = N'_u . e \qquad N'_u = \frac{N_u}{\Omega}$$



اشتراطات التسليح الخاصة بجدران القص:

حالة اللامركزية الصغيرة

مساحة التسليح الدنيا

التسليح على طبقتين		أملس عادي	عالي المقاومة
التسليح الأفقي		$0.0025A_c'$	$0.002A_c'$
التسليح الشاقولي	$N_u \le 0.5N_u'$	$0.0025A_c'$	$0.002A_c'$
	$N_u > 0.5N_u'$	$(0.0025+0.0035\frac{N_u}{N_u'})A_c'$	$(0.002+0.004\frac{N_u}{N_u'})A_c'$

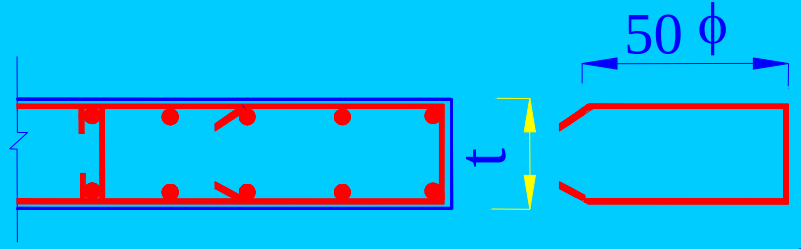
A_c' مساحة المقطع في الاتجاه المدروس

$$N_u' = 0.85 \times 0.85 \times 0.7 \times f_c' bh$$

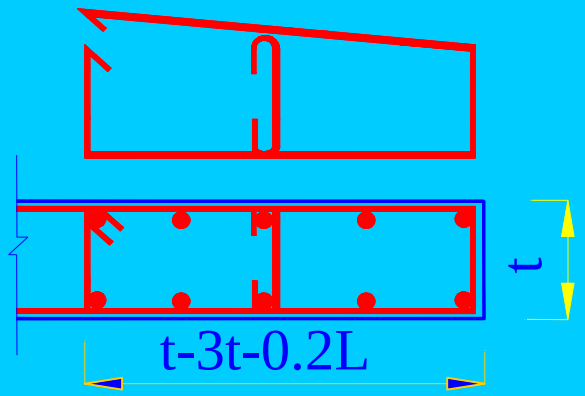
ترتيب التسليح في حالة اللامركزية الصغيرة

$$N_u \le 0.5N_u'$$

لا حاجة لوضع أعمدة مخفية يكتفي توزيع التسليح ووضع كانات مفتوحة بقطر لا يقل 8مم وبطول 50 مرة قطر الكانة



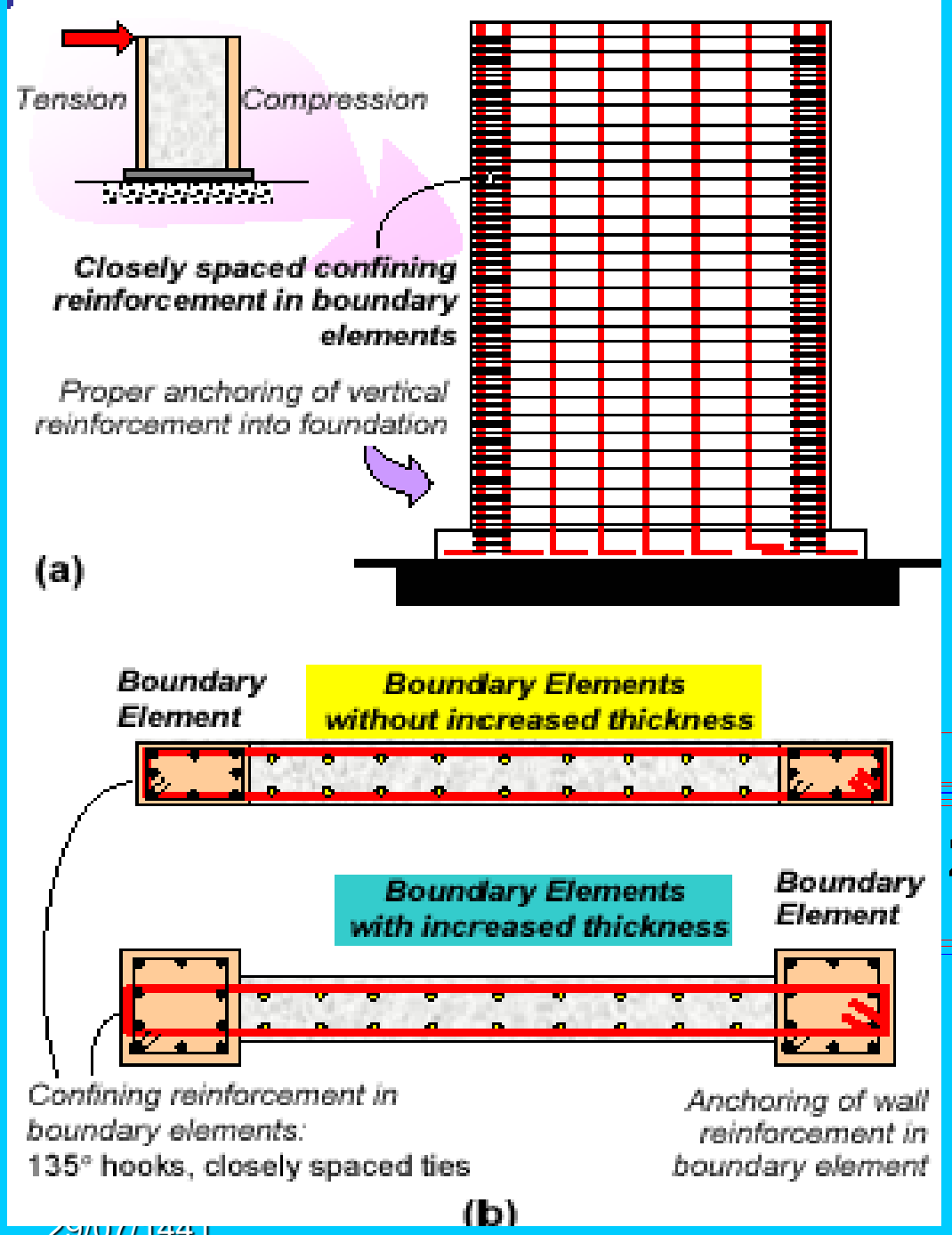
$$N_u > 0.5N_u'$$



توضع أعمدة مخفية في نهايات الجدار بطول ضعف سمك الجدار كحد أدنى وبطول أعظمي لا يتجاوز 0.2 من طول الجدار وتسلح بتسليح لا يقل عن 1% من مقطع العمود المخفي ولا يتجاوز 2.5%

حالة اللامركزية الكبيرة

ترتيب التسليح في حالة اللامركزية كبيرة



تطبق القواعد الخاصة بالجوائز

توضع أعمدة مخفية في نهايات الجدار بطول ضعف سمك الجدار ويسلح بالتسليح اللازم للشد ولا يتجاوز 2.5%

تصميم الأساسات

- قدرة تحمل التربة في تقارير ميكانيك التربة هي أكبر إجهاد مسموح يمكن تطبيقه على التربة من أحمال الاستثمار (أحمال غير مصعدة).

1- يسمح بزيادة قدرة تحمل التربة بمقدار 25٪ عند تصميم الأساسات وباستخدام الأحمال غير المصعدة وذلك عند دراسة أثر الرياح أو الزلازل

2- يسمح بزيادة قدرة تحمل التربة بمقدار 60٪ عند تصميم الأساسات وباستخدام الأحمال المصعدة وذلك عند دراسة أثر الرياح أو الزلازل في حال تحقق :

$$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_{min}} < 2$$

3- يسمح بزيادة قدرة تحمل التربة بمقدار 100٪ عند تصميم الأساسات وباستخدام الأحمال المصعدة وذلك عند دراسة أثر الرياح أو الزلازل في حال تحقق :

$$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_{min}} \geq 2$$

مثال : لنفرض لدينا جدار قص أبعاد مقطعه العرضي 25x200cm ويتعرض لحمولة استثمار شاقولية تساوي 200ton ومقدار تحمل التربة يساوي $3kg/cm^2$ إذا علمت أن الجدار يتعرض لأحمال مصعدة ناتجة عن الزلزال $N_u=310ton$ و عزم انعطاف $M_u=73ton.m$ والمطلوب حساب أبعاد الأساس.

الحل :

نصمم الأساس بدون أثر الزلزال :

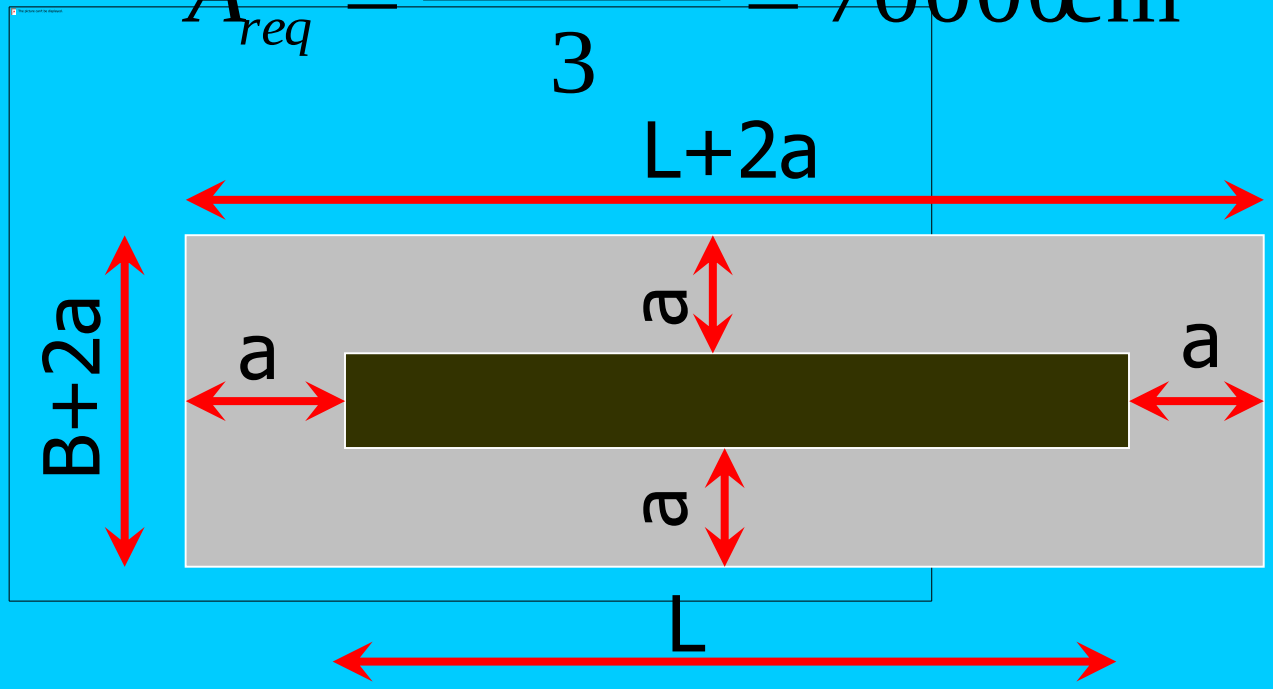
- الحمولة الاستثمارية الشاقولية +وزن الأساس

$$N_u = 200 + 0.05 \times 200 = 210 \text{ton}$$

- المساحة المطلوبة للأساس:

$$A_{req} = \frac{210000}{3} = 70000 \text{cm}^2$$

- أبعاد الأساس المطلوب :



$$70000 = (200 + 2a)(25 + 2a) \quad \Rightarrow a = 85 \text{cm}$$

$$L_1 = 85\times 2 + 200 = 370\text{cm} \qquad B_1 = 85\times 2 + 25 = 195\text{cm}$$

- الاجهاد الصافي على التربة :

$$\sigma_{net} = \frac{200000}{370\times 195} = 2.77\text{kg/cm}^2$$

نتحقق من أبعاد الأساس مع أثر الزلزال :

- الاجهاد ات:

$$e = \frac{73}{310} = 0.235\text{m}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{310000}{370\times 195}\left(1 + \frac{6\times 23.5}{370}\right) = 5.93\text{kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\min} = \frac{310000}{370\times 195}\left(1 - \frac{6\times 23.5}{370}\right) = 2.66\text{kg/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_{min}} = \frac{5.93}{2.66} = 2.23 > 2 \quad \Rightarrow \sigma_{soil} = 2 \times 3 = 6 \text{kg/cm}^2$$