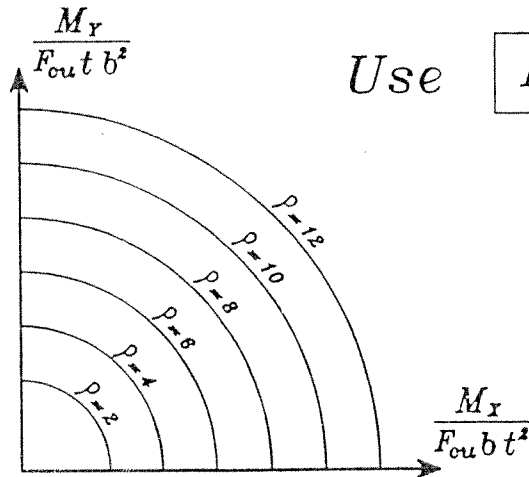


Design of Sec. Subjected to (Bi-Axial Moment). Double moments & Compression Force. (M_x, M_y, N)

There are three methods to design that section :

- 1- Design using (Biaxial Bending Interaction Diagram)
(Symmetrical arrangement of reinforcement)
- 2- Design using (Uniaxial Bending Interaction Diagram)
(Symmetrical arrangement of reinforcement)
- 3- (Unsymmetrical arrangement of reinforcement)

1- Design using (Biaxial Bending Interaction Diagram)
(Symmetrical arrangement of reinforcement)



Use ECCS Page (5-9) → (5-24)

Calculate

$$R_b = \frac{P}{F_{cu} b t}$$

Chart Key
$F_y = \checkmark$
$R_b = \frac{P}{F_{cu} b t}$
$\xi = \checkmark$

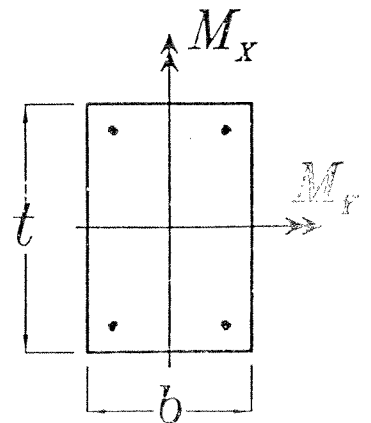
$\xi = \frac{t - 2\text{Cover}}{t} = \frac{\text{المسافة بين الحديد}}{\text{التخانة الكلية}}$ و تقرب للرقم الأصغر

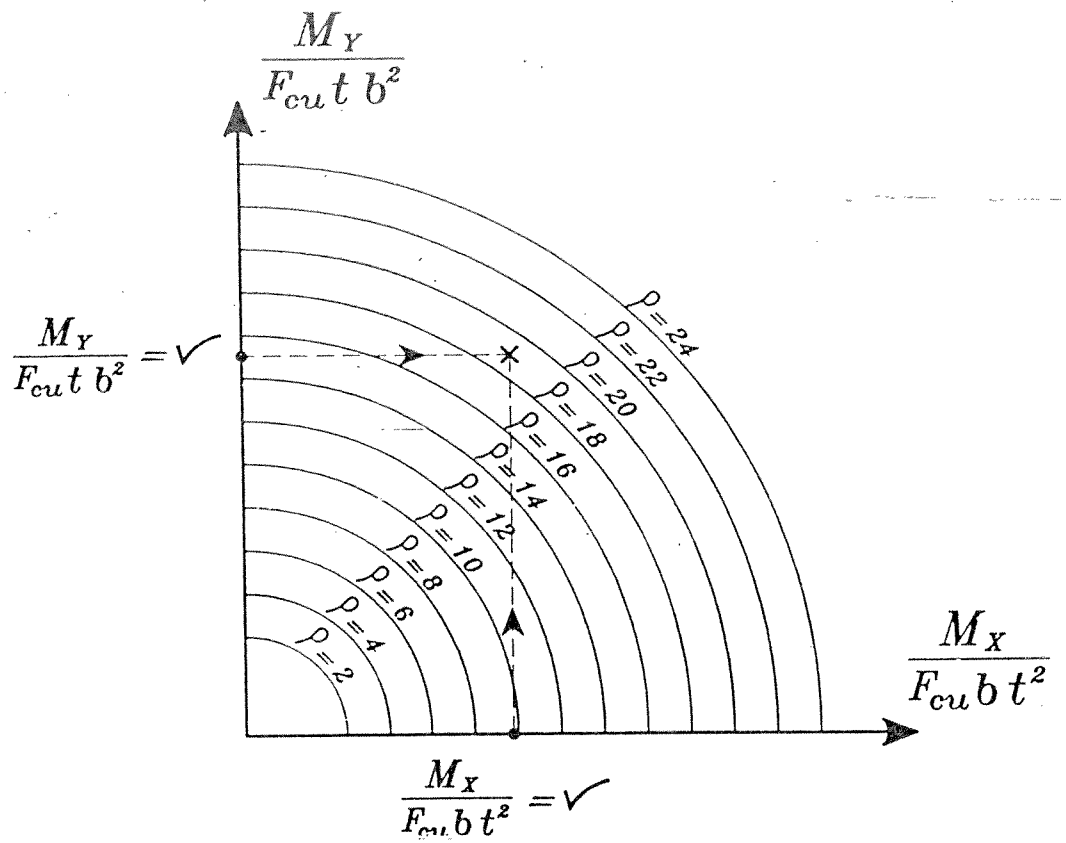
بعد تحديد ال Curve بمعرفة كل من F_y, ξ, R_b

$$\frac{M_x}{F_{cu} b t^2}$$

$$\frac{M_y}{F_{cu} t b^2}$$

نحدد قيمة كل من





ثم نحدد قيمة ρ كما هو موضح

ثم نعوض فى المعادلات الآتية لتحديد قيمة A_{Stotal}

$$\mu = \rho * F_{cu} * 10^{-4}$$

$$A_{Stotal} = \mu * b * t$$

سوف نعوض بقيمه 10^{-5} بدلا من 10^{-4} حتى تكون الوحدات بال kg & cm

و يجب أن يكون عدد الاسياخ يقبل القسمة على ٤
نضع أربع أسياخ فى الاركان

ثم يقسم باقى الحديد بالتساوى على الاربع جهات

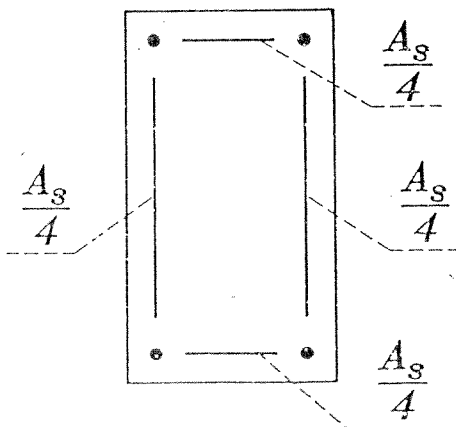
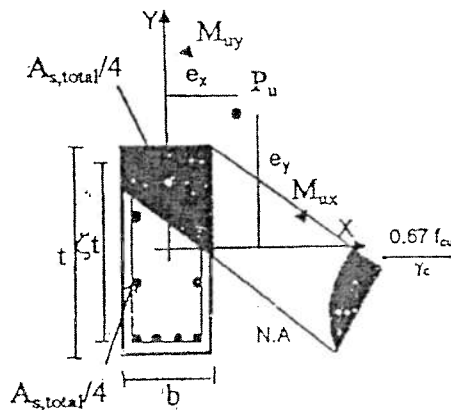
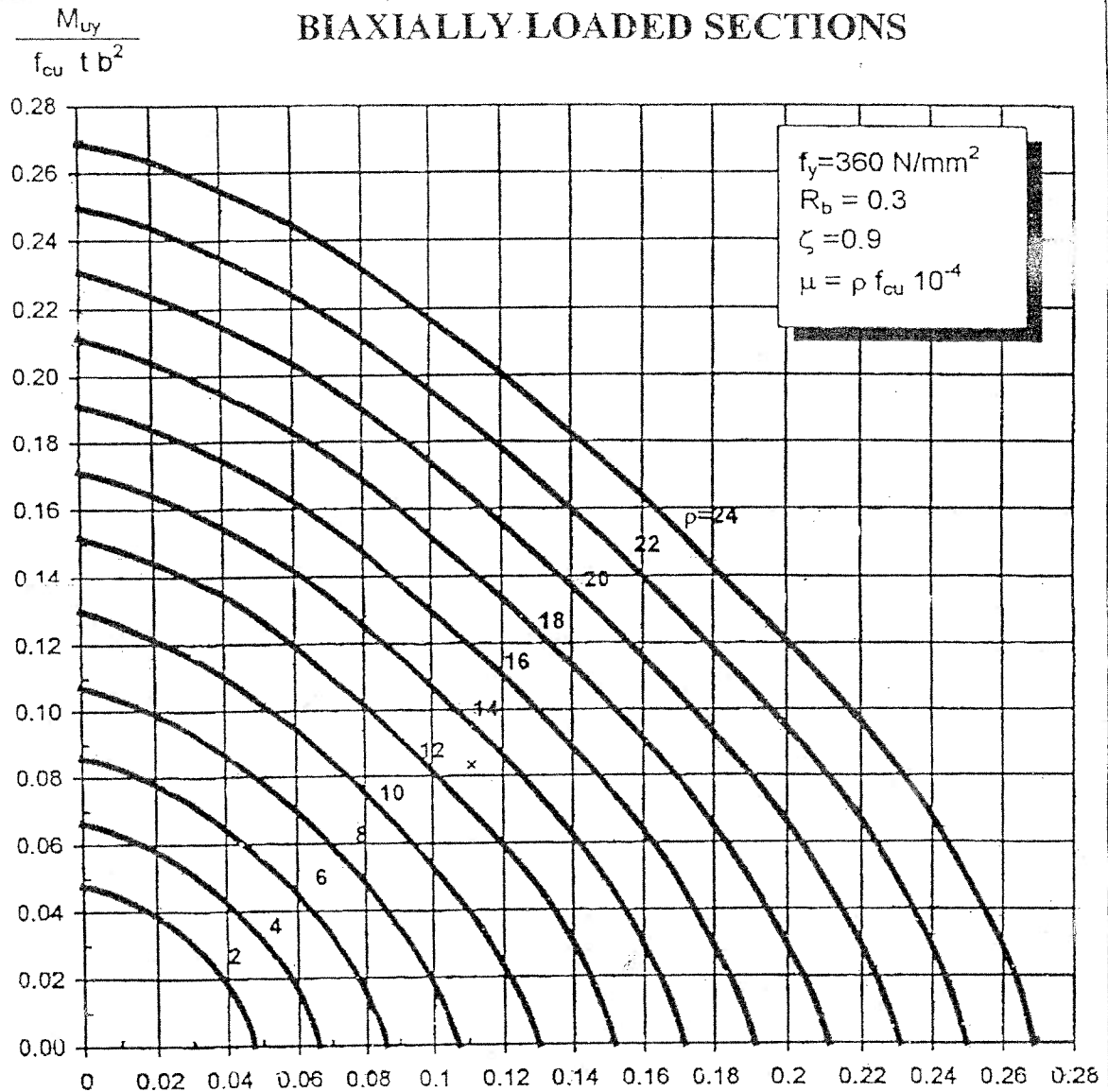


CHART (5-5): INTERACTION DIAGRAMS FOR
BIAXIALLY LOADED SECTIONS



$$R_b = \frac{P_u}{f_{cu} b t}$$

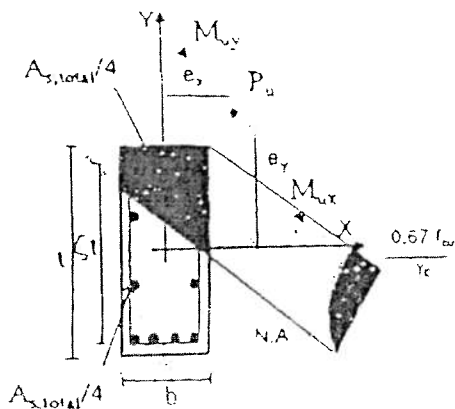
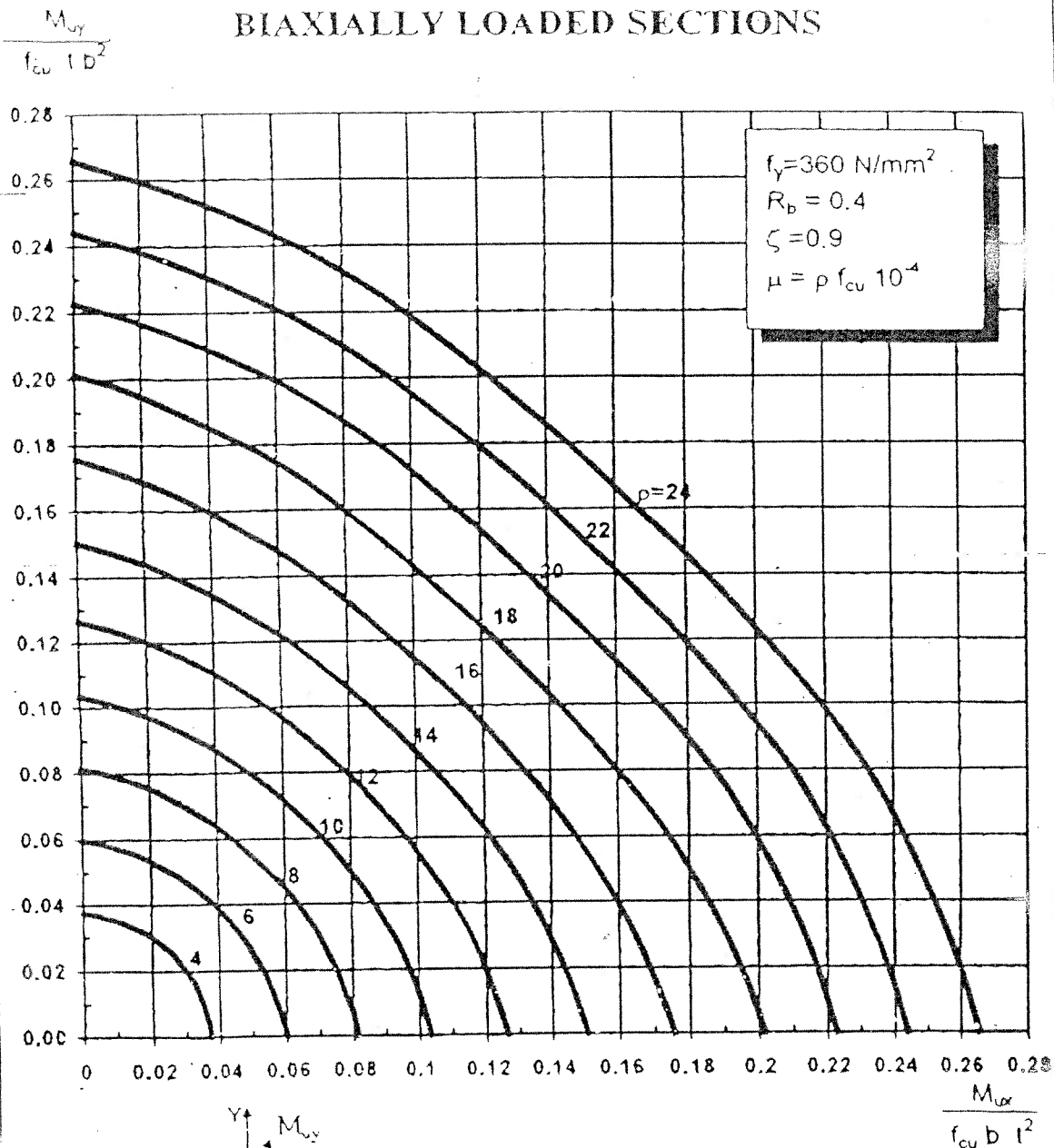
$$\mu = \rho f_{cu} 10^{-4}$$

$$A_{s,\text{total}} = \mu b t$$

ECCS 203-2001 Design Aids

Biaxial Bending

CHART (5-6): INTERACTION DIAGRAMS FOR
BIAXIALLY LOADED SECTIONS



$$R_b = \frac{P_u}{f_{cu} b l}$$

$$\mu = \rho f_{cu} 10^{-4}$$

$$A_{s, \text{total}} = \mu b l$$

Example.

Data:

$$F_{cu} = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$$

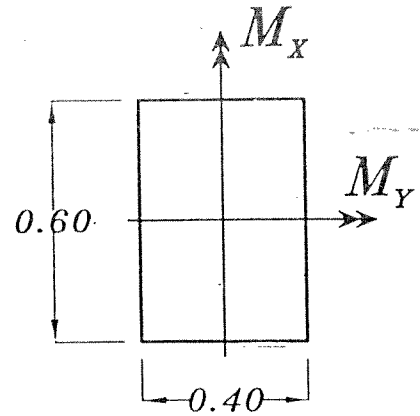
$$P_{U.L.} = 220 \text{ t}$$

$$M_X (U.L.) = 40 \text{ m.t.}$$

$$M_Y (U.L.) = 20 \text{ m.t.}$$

Req:

Design the Section.



assume $\xi = 0.90$

$$R_b = \frac{P}{F_{cu} b t} = \frac{220 * 10^3}{250 * 40 * 60} = 0.366 \longrightarrow \text{Not in ECCS}$$

\therefore Since the biaxial interaction diagrams don't have value of $R_b = 0.366$

Interpolation will be performed between $R_b = 0.30$, $R_b = 0.40$

For $R_b = 0.30 \longrightarrow$ ECCS Page (5-13)

$$\left. \begin{aligned} \frac{M_X}{F_{cu} b t^2} &= \frac{40 * 10^5}{250 * 40 * 60^2} = 0.111 \\ \frac{M_Y}{F_{cu} t b^2} &= \frac{20 * 10^5}{250 * 60 * 40^2} = 0.083 \end{aligned} \right\} \rho = 11.8$$

For $R_b = 0.40 \longrightarrow$ ECCS Page (5-14)

$$\left. \begin{aligned} \frac{M_X}{F_{cu} b t^2} &= \frac{40 * 10^5}{250 * 40 * 60^2} = 0.111 \\ \frac{M_Y}{F_{cu} t b^2} &= \frac{20 * 10^5}{250 * 60 * 40^2} = 0.083 \end{aligned} \right\} \rho = 15$$

To get value of ρ For $R_b = 0.366$

$$R_b = 0.30 \longrightarrow \rho = 11.8$$

$$R_b = 0.40 \longrightarrow \rho = 15$$

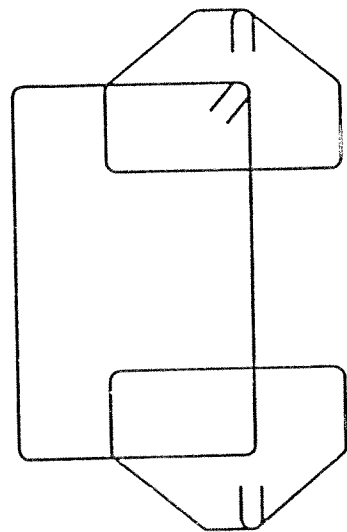
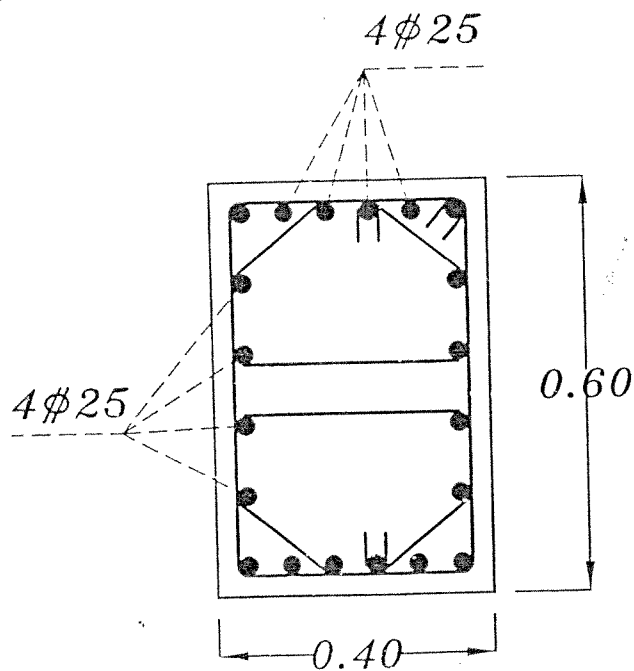
$$R_b = 0.366 \longrightarrow \rho = \left(\frac{0.366 - 0.30}{0.40 - 0.30} \right) (15 - 11.8) + 11.8 = 13.9$$

$$\rho = \rho * F_{cu} * 10^{-5} = 13.9 * 250 * 10^{-5} = 0.0347$$

$$A_{Stotal} = \rho * b * t = 0.0347 * 40 * 60 = 83.28 \text{ cm}^2$$

20 ϕ 25

- Check $A_{s_{min}} = \frac{0.6}{100} * b * t = \frac{0.6}{100} * 40 * 60 = 14.4 \text{ cm}^2$



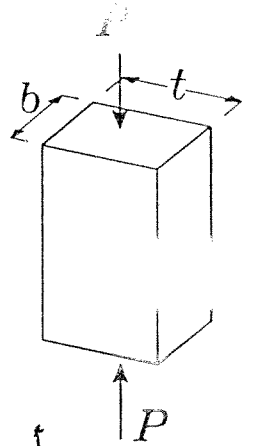
Types of Columns

- * Short col. أعمدة قصيرة
- Long col. أعمدة نحيفة
- * Unbraced col. أعمدة غير مقيدة
- Braced col. أعمدة مقيدة

① Short columns. الأعمدة القصيرة

ال Short columns هي أعمدة قصيرة لا يحدث لها انبعاج

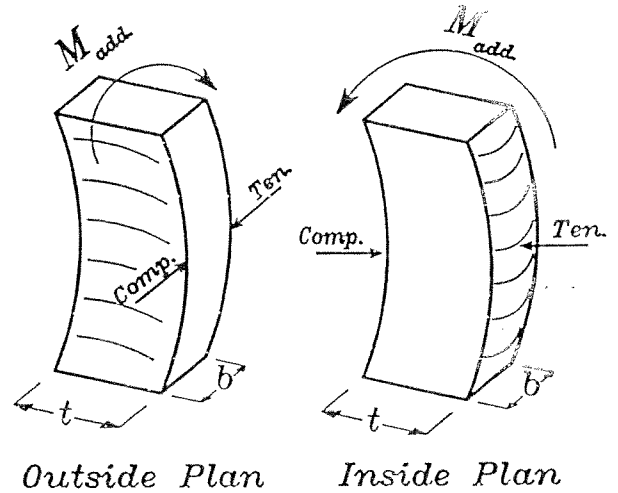
No Buckling → No Additional Moment



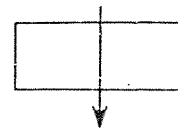
أي عندما تؤثر Axial Force على ال Short column لا يحدث له Buckling أي لا يوجد عليه Additional Moment

② Long columns. الأعمدة النحيفة

الأعمدة النحيفة هي أعمدة عندما يؤثر عليها Axial Force يحدث لها انبعاج Buckling أي يوجد عليها Additional Moment و يكون ال (M_{add}) في إتجاه من إتجاهين إما Inside Plan أو Outside Plan ولا يكون في الإتجاهين معاً.



Buckling → Additional Moment



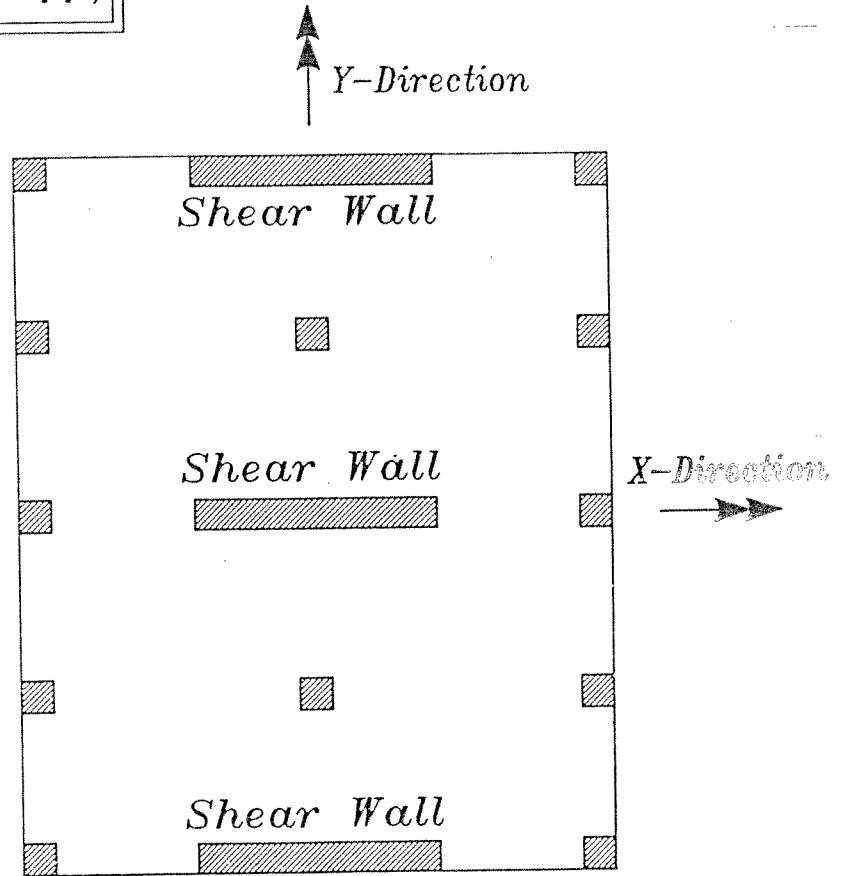
How to know if the column is braced or unbraced.

إذا وجد إتجاه لا يوجد فيه Shear Wall تكون الأعمدة في هذا الإتجاه unbraced.
إذا وجد إتجاه يوجد فيه Shear Wall تكون الأعمدة إما braced أو unbraced حسب قيمه α .

Egyptian Code Page (6-47)

Example.

إذا وضعت ال Shear Walls
في إتجاه ال X-Direction فقط
تصبح الأعمدة في إتجاه Y غير مقيدة
و الأعمدة في إتجاه X إما مقيدة أو
غير مقيدة حسب قيمه α .



Y-Direction.

The columns are unbraced.

because No shear walls at Y-Direction.

X-Direction.

IF (n) number of Floors ≥ 4.0

1- IF $\alpha < 0.60$

the columns are braced.

2- IF $\alpha \geq 0.60$

the columns are unbraced.

IF (n) number of Floors < 4.0

1- IF $\alpha < 0.20 + 0.1(n)$

the columns are braced.

2- IF $\alpha \geq 0.20 + 0.1(n)$

the columns are unbraced.

To calculate the value of α

$$\alpha = H_b \sqrt{\frac{N}{\sum EI}}$$

where:

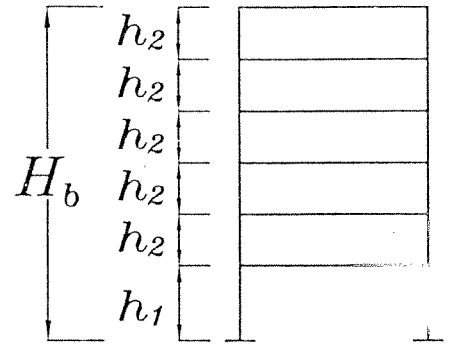
H_b هو الإرتفاع الكلى للمبنى بما فيه الدور الأرضى.

$$H_b = h_1 + (n-1) h_2$$

h_1 هو إرتفاع الدور الأرضى.

h_2 هو إرتفاع الدور المتكرر.

n عدد الأدوار كلها.



$$N = w_{av.} \times A \times n \quad (t) \quad \text{الوزن الكلى للمبنى.}$$

$w_{av.}$ هو وزن المتر المربع المتوسط للمبنى بما فيه الكمرات و الأعمدة.

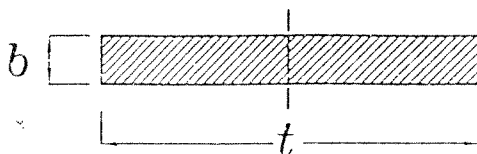
Take $w_{av.} \approx 1.20 \text{ (t/m}^2\text{)}$

A هو المساحة الكلية للدور.

n عدد الأدوار كلها.

$$E = 14000 \sqrt{F_{cu}} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad \text{معايير المرونة للخرسانه.}$$

$$I = \frac{b t^3}{12} \quad (m) \quad \text{Shear Wall } \perp \text{ moment of Inertia هو } I$$



٦-٤-٢ المباني المقيدة جانبيا وغير المقيدة جانبيا

أ- يُعتبر المبنى مقيدا إذا كان مزودا بعناصر تدعيم عبارة عن حوائط خرسانية مستمرة بكامل ارتفاع المبنى بحيث تكون موزعة توزيعا متماثلا في المسقط الأفقى للمبنى وتستوفى ما يلى:

- فى حالة مبنى مكون من ٤ طوابق أو أكثر :

$$\alpha = H_b \sqrt{\frac{N}{\sum EI}} < 0.6 \quad (6-30-a)$$

- فى حالة مبنى مكون من أقل من ٤ طوابق

$$\alpha = H_b \sqrt{\frac{N}{\sum EI}} < 0.2 + 0.1n \quad (6-30-b)$$

حيث:

H_b = الارتفاع الكلى للمبنى فوق السطح العلوى للأساسات

N = مجموع أحمال التشغيل للمبنى المؤثرة على جميع العناصر الرأسية

$\sum EI$ = مجموع جساءة الانحناء (Flexural rigidity) للحوائط الخرسانية الرأسية

المشتركة في تدعيم المبنى فى الاتجاه تحت الاعتبار

n = عدد الطوابق للمبنى

يجب أن تكون الحوائط الخرسانية المستخدمة فى التحقق من المعادلة (٦-٣٠) متصلة بالأساسات اتصالا يسمح بنقل جميع القوى الأفقية والعزوم الناتجة عنها بالكامل إلى الأساسات.

Buckling in Rectangular Columns.

ed col.

Braced col.

Long Col.

$$10 < \lambda_b \leq 23$$

Buckling يوجد

→ Increase b or t

Short Col.

$$\lambda_b \leq 15$$

Buckling لا يوجد

IF $\lambda_b > 30$ $\xrightarrow{\text{Unsafe Buckling}}$

Long Col.

$$15 < \lambda_b \leq 30$$

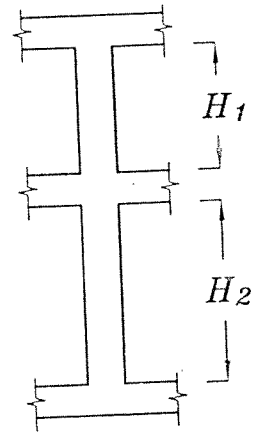
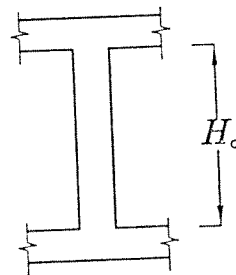
Buckling يوجد

Increase b or t

erness ratio

$$\lambda_b = \frac{K * H_o}{b \text{ or } t}$$

ight of the column.



$H_o = \text{bigger From } H_1, H_2$

It depends on the upper & Lower ends of the Column.

Egyptian Code Pages (6-50, 51)

Braced Columns			Unbraced Columns		
Lower End Conditions			Lower End Conditions		
1)	Case (2)	Case (3)	Case (1)	Case (2)	Case (3)
	0.80	0.90	1.20	1.30	1.60
	0.85	0.95	1.30	1.50	1.80
	0.95	1.0	1.60	1.80	—
	—	—	2.20	—	—

End Conditions of Columns.

Case (1) Fixed Joint

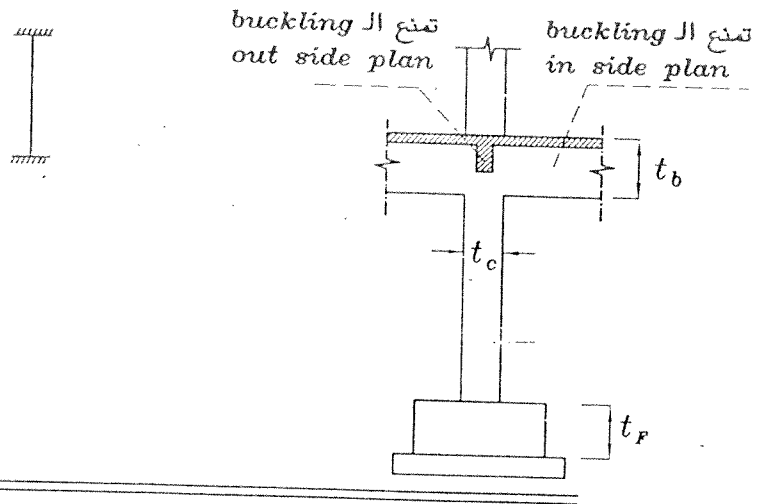
happened when

- * Column with Big beam.

$$t_b \geq t_c$$

- * Column with Foundation.

$$t_F \geq t_c$$



Case (2)

Partially Fixed Joint

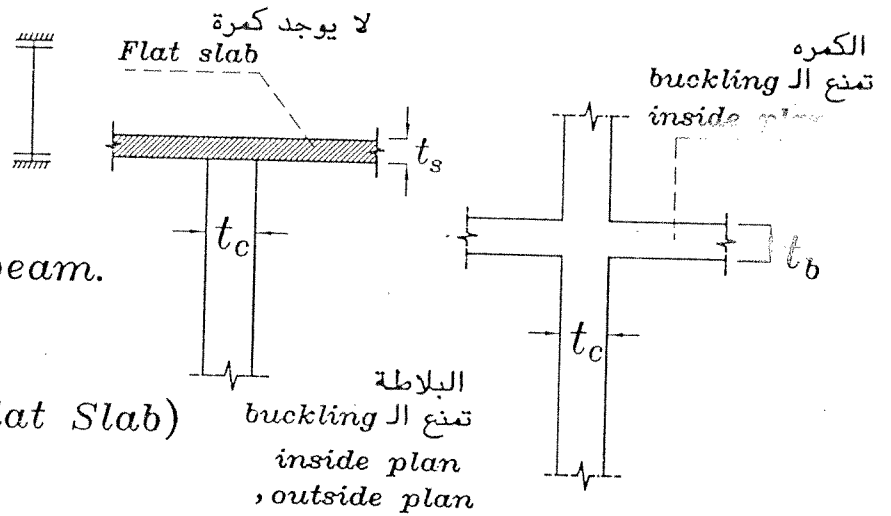
happened when

- * Column with Small beam.

$$t_b < t_c$$

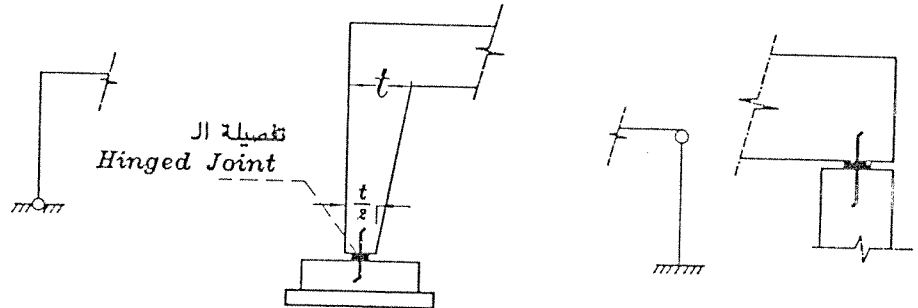
- * Column with Slab. (Flat Slab)

$$t_s < t_c$$



Case (3)

Hinged Joint



Case (4)

Free

As Cantilever.

