

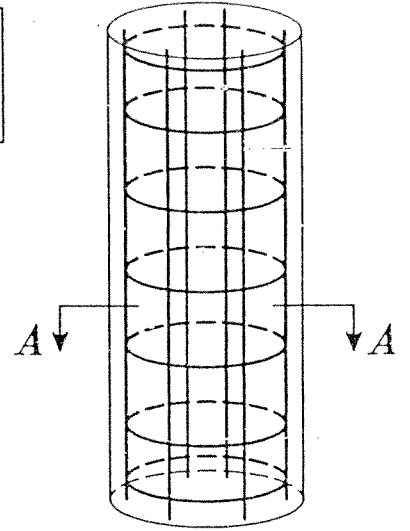
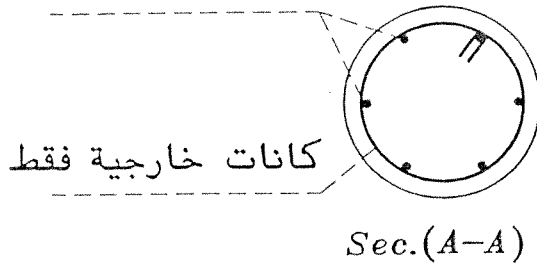
## Axially Loaded Circular Columns.

### ① Circular column with tied stirrups.

عمود دائري ذو كانات دائرية منفصلة

$$P_{U.L.} = 0.35 A_c F_{cu} + 0.67 A_s F_y$$

min. no. of  
bars is 6 bars



### ② Spiral Column. عمود دائري ذو كانات حلزونية

$$P_{U.L.} = 0.35 A_k F_{cu} + 0.67 A_s F_y + 1.38 V_{sp} F_{yp}$$

Cover = 30 mm

$$A_k = \frac{\pi D_k^2}{4}$$

مساحة قلب القطاع الخرساني المحدد  
بدائره الكانة الحلزونية

$$V_{sp} = (\pi A_{sp} D_k) / P$$

نسبة حجم الحديد في الدوره الواحده

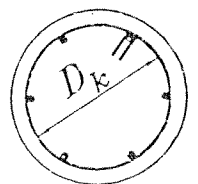
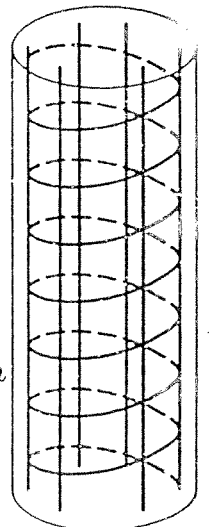
$$A_{sp} =$$

مساحة مقطع الكانة الحلزونية

$$P = \begin{matrix} \text{L} \\ (30-80) \text{ mm} \\ \text{I} \end{matrix}$$

$$F_{yp} = 360 \text{ N/mm}^2$$

لحديد الكانة  $F'_y$

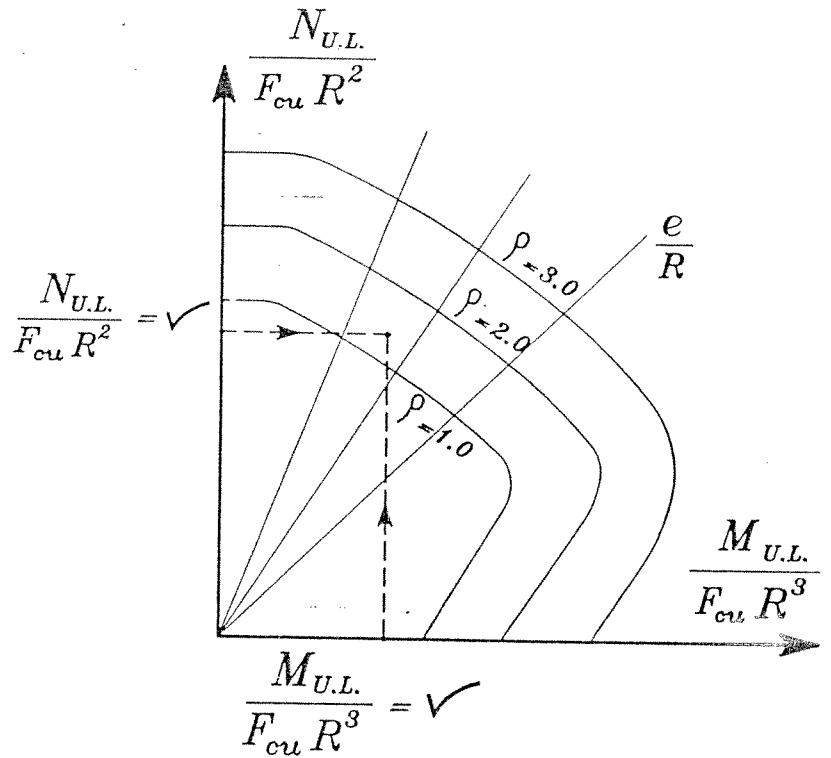


or 
$$P_{U.L.} = 1.14 (0.35 A_c F_{cu} + 0.67 A_s F_y)$$

## Design of Circular Sections subjected to (M,N).

Use I.D. ECCS Page (4-52) → (4-63)

$$\xi = \frac{R - 3.0 \text{ cm}}{R}$$



بعد تحديد ال Curve بمعرفة كل من  $F_y, \xi$

نحدد قيمة كل من  $\frac{M_{U.L.}}{F_{cu} R^3}$  ,  $\frac{N_{U.L.}}{F_{cu} R^2}$

حيث ال  $R$  هو نصف قطر العمود

ثم نحدد قيمة  $\rho$  كما هو موضح

$$IF \rho < 1.0 \xrightarrow{\text{Take}} \rho = 1.0$$

ثم نعوض فى المعادلات الآتية لتحديد قيمة  $A_{S_{Total}}$

$$\mu = \rho * F_{cu} * 10^{-5}$$

$$A_{S_{Total}} = \mu * \pi * R^2$$

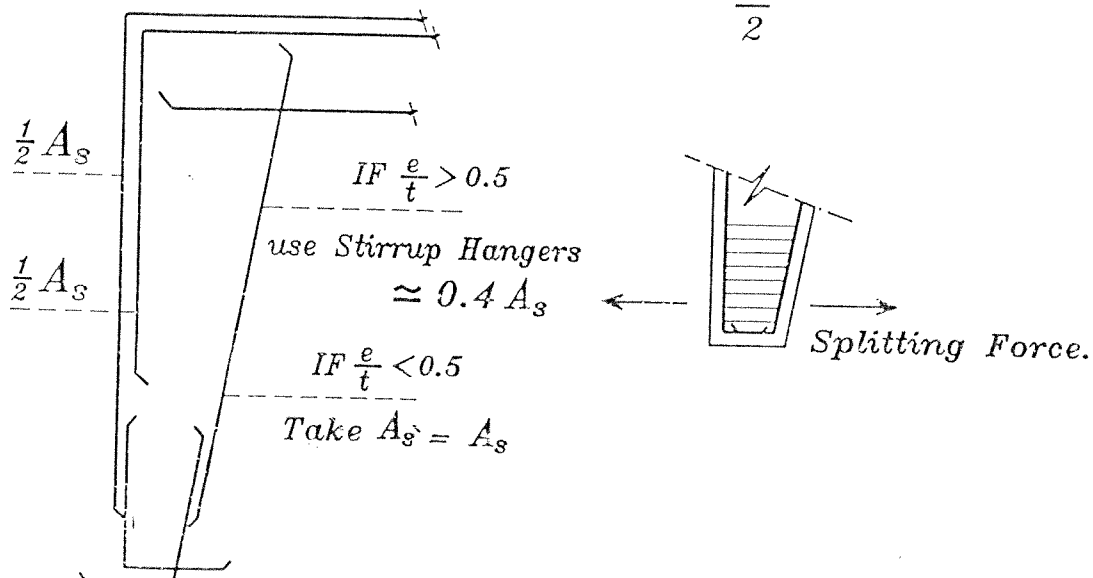
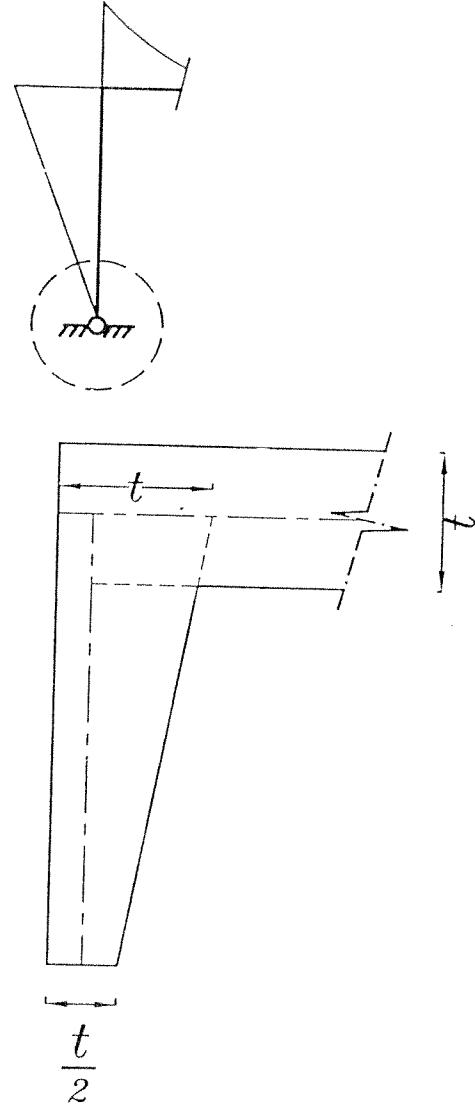
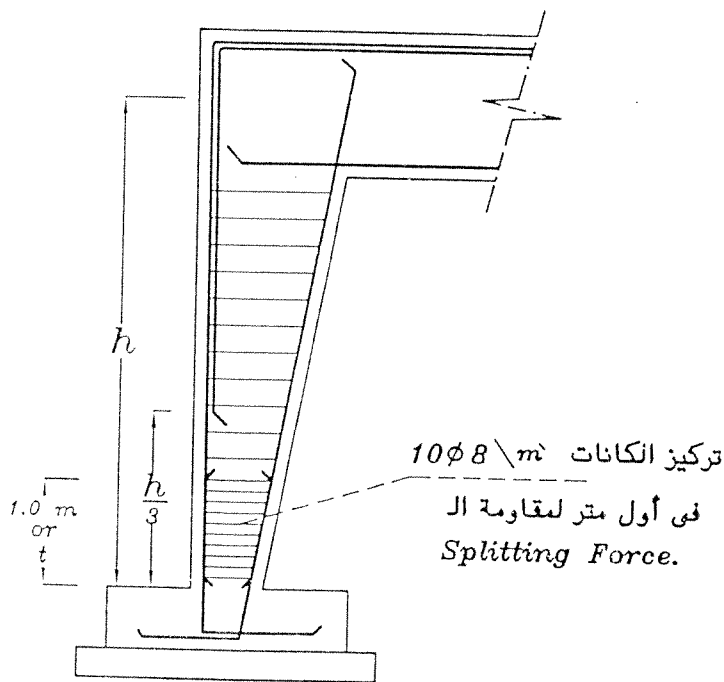
# Details of RFT. of Frames.

## ① Supports.

فصالكم الدعاء

### ② Hinged Support.

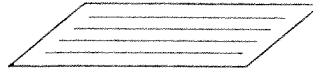
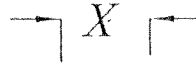
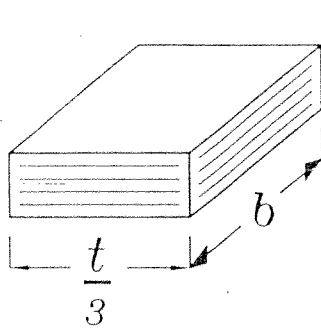
لعمل Hinge عند قاعده العمود  
نأخذ عرض العمود عند القاعده  
يساوى نصف عرضه من أعلى



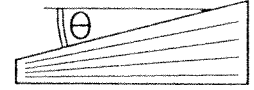
## ① Real Hinged Support.

### Neoprene Plat.

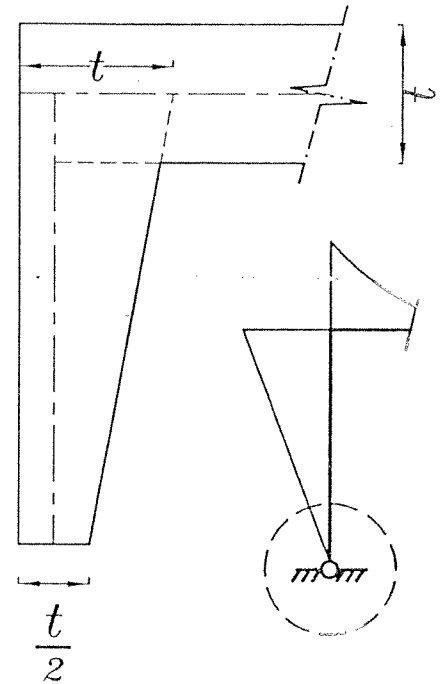
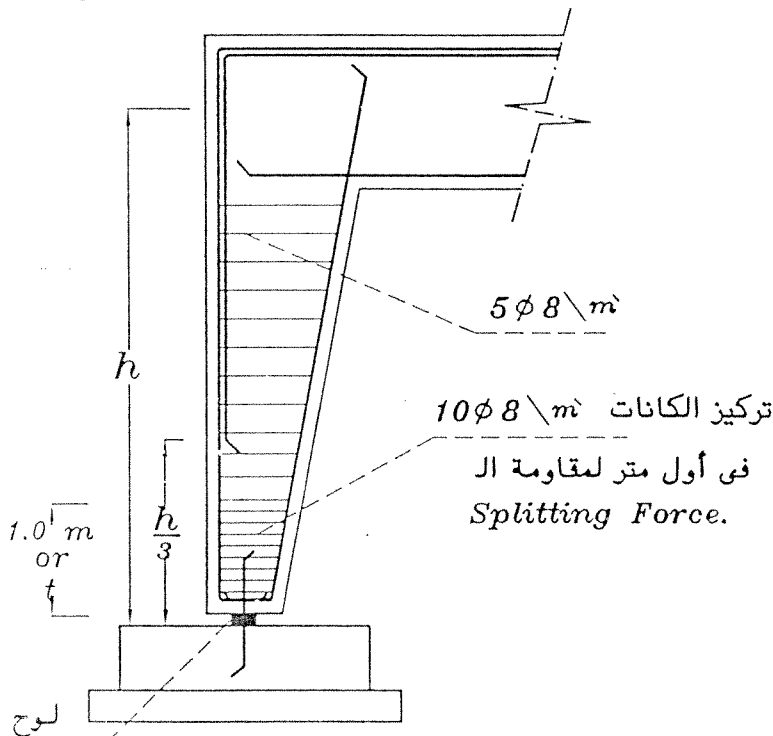
ألواح من الصلب و بينها شرائح من المطاط تسمح بالحركة الأفقية و الدوران .



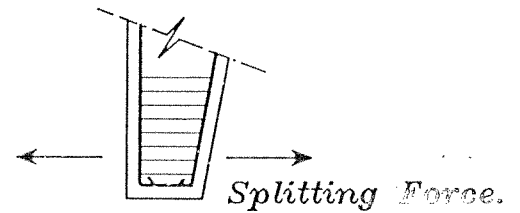
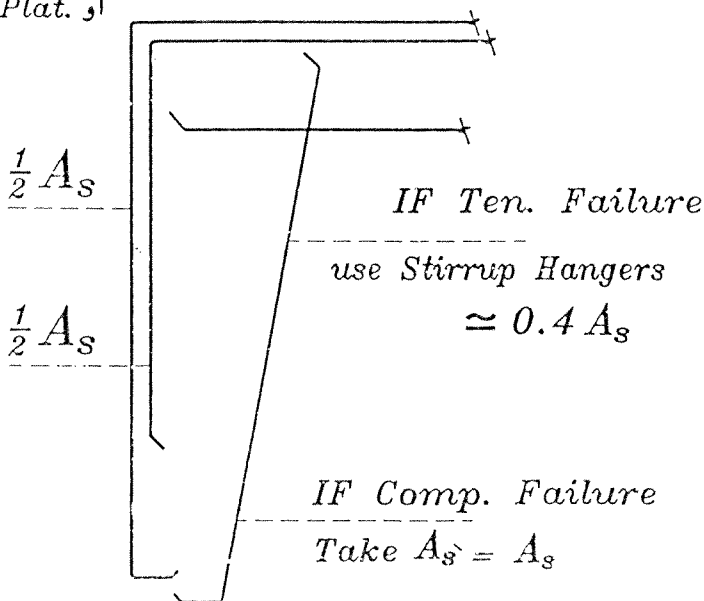
الحركة الأفقية  $X$



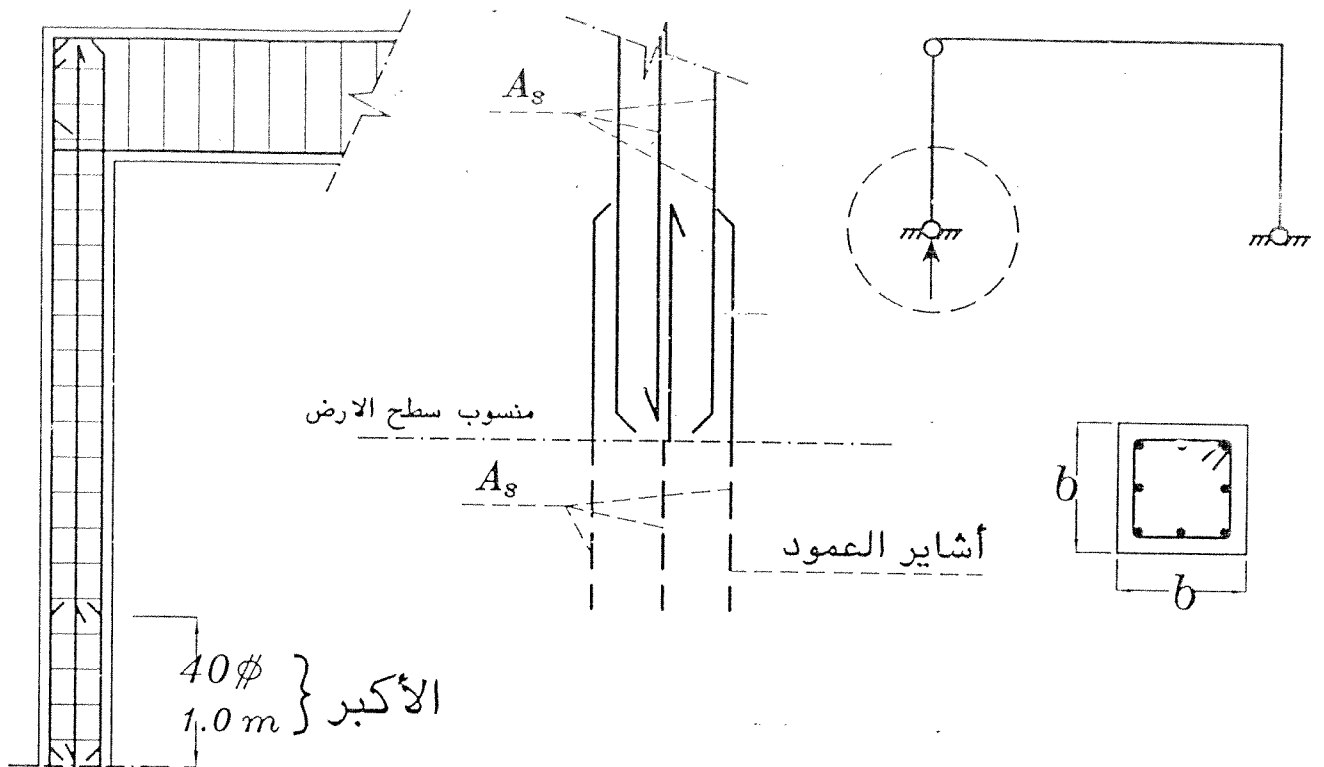
الدوران  $\theta$



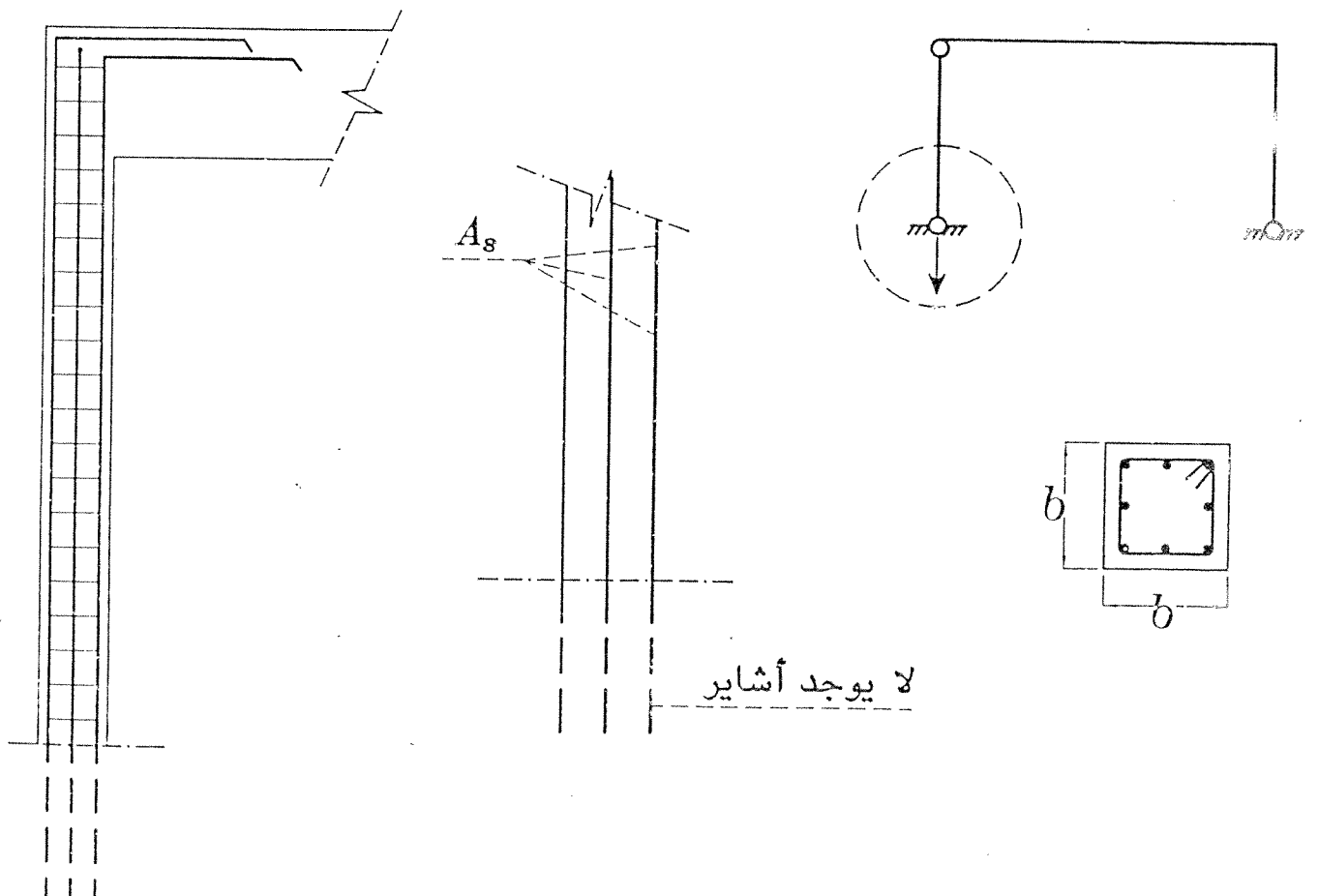
لوح رصاص  
Neoprene Plat. أو



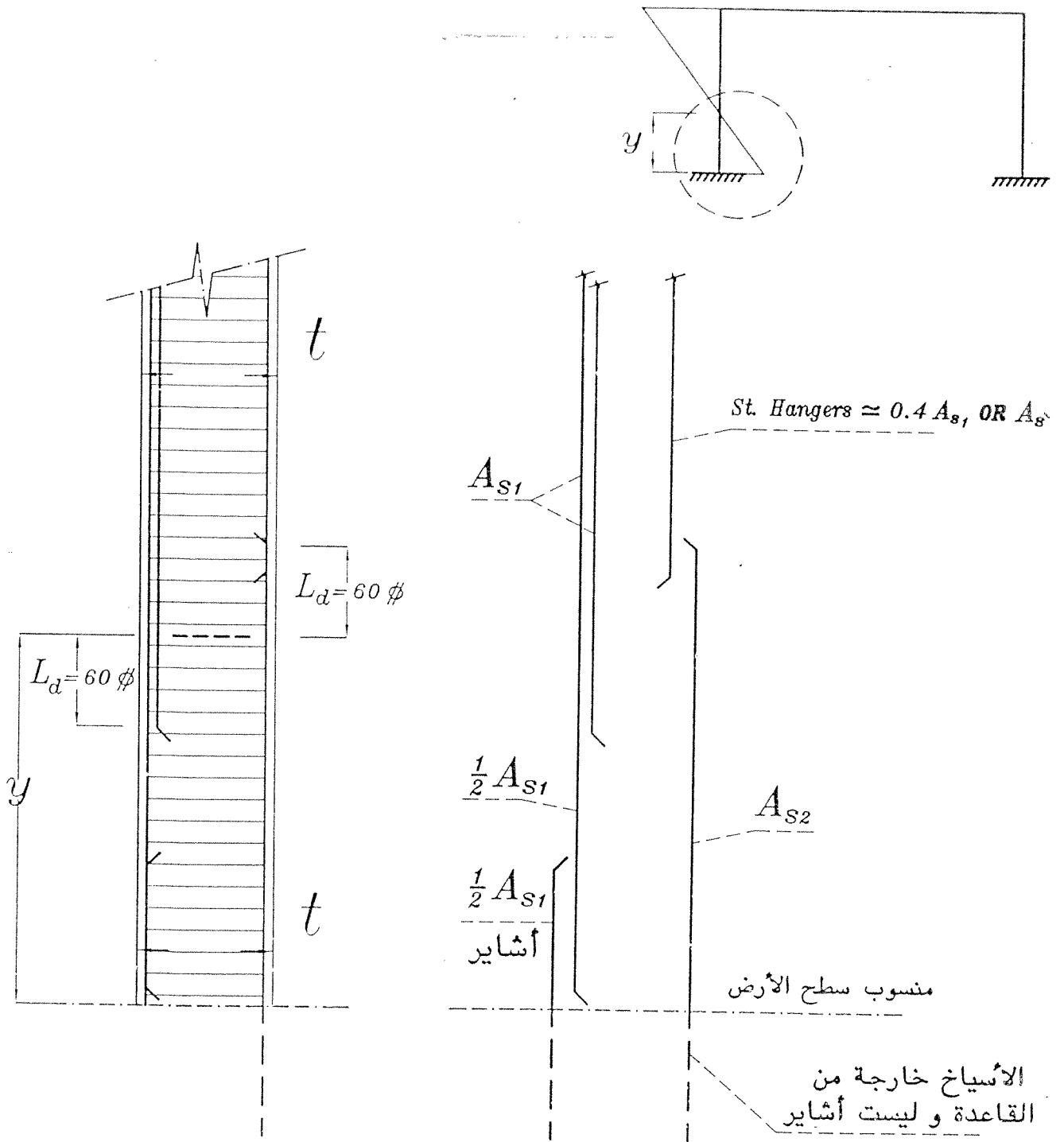
⑥ Hinged Support. (For Compression Link member)



Hinged Support. (For Tension Link member)

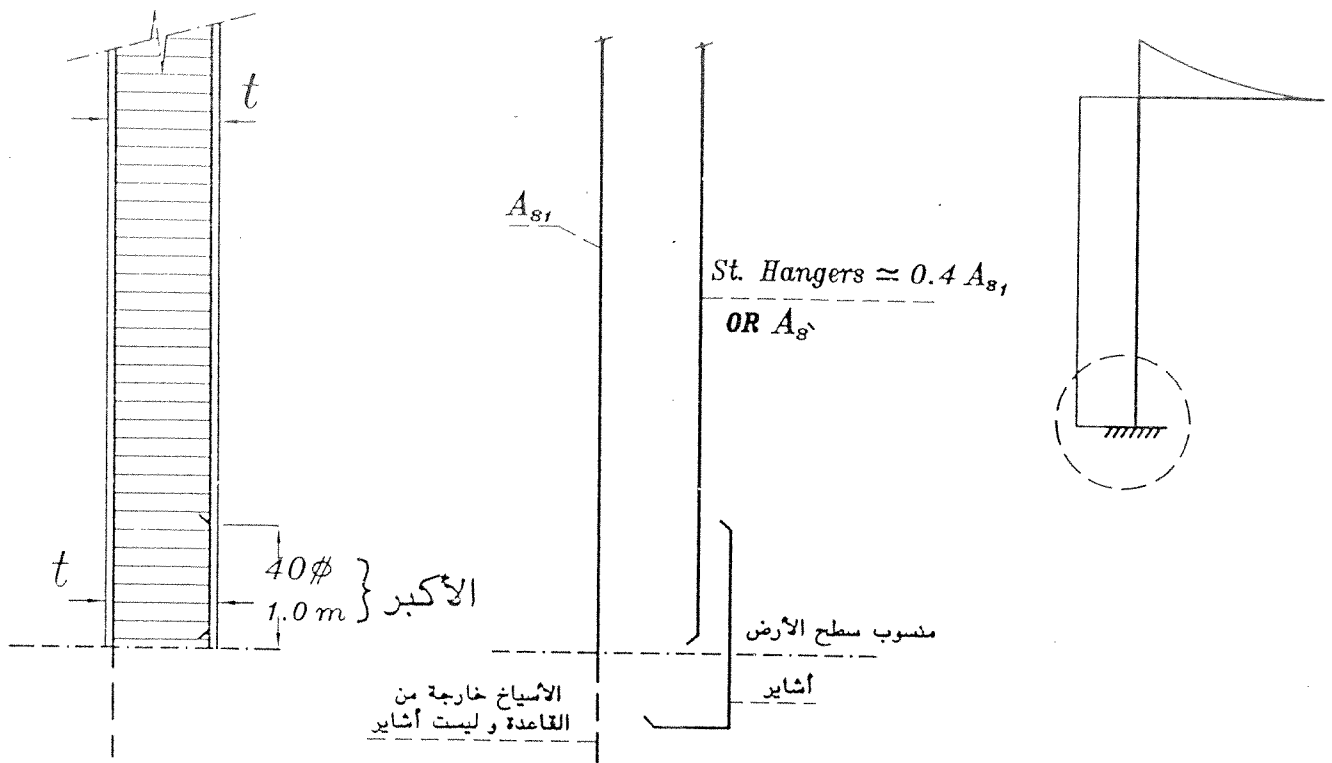


③ Fixed Support. (B.M. From one side only)



ملحوظة

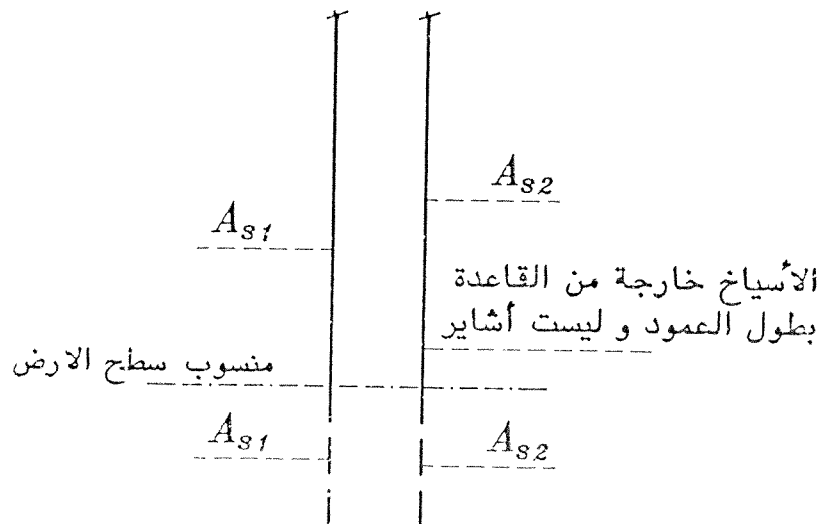
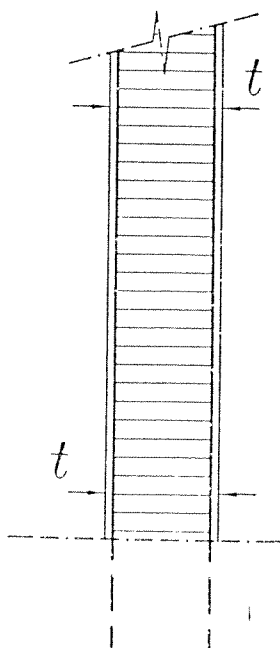
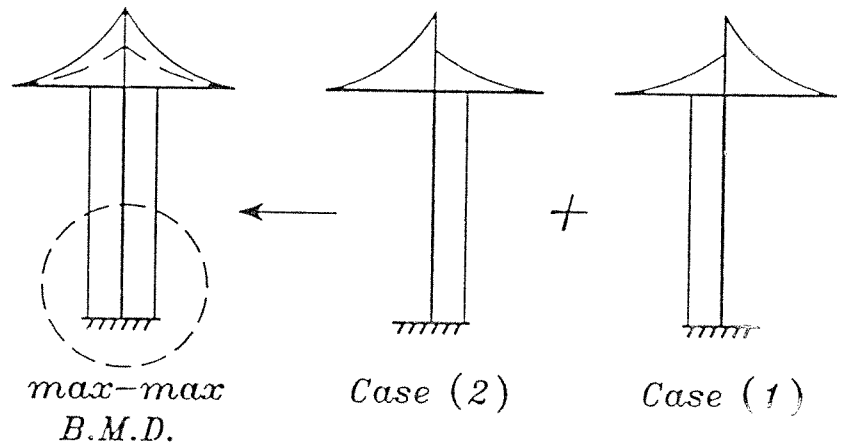
الاشاير تكون جهة ال *Compression* فقط و تكون بنفس قيمة التسليح الرئيسى  
أما جهة ال *Tension* فيجب أن يخرج التسليح الرئيسى من القاعده



④ Fixed Support. (with B.M. From the two sides due to the cases of loading)

Symm. حديد متماثل لأنة

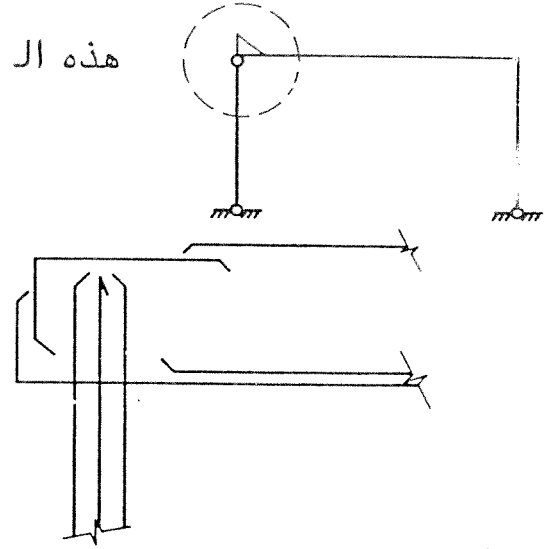
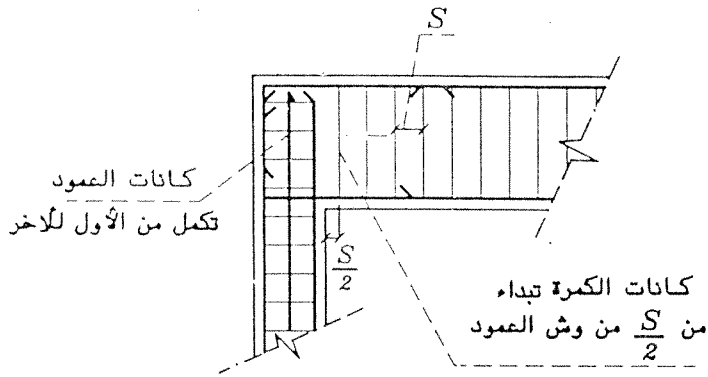
$$A_{s1} = A_{s2}$$



## ② Joints.

### ① Hinged Joints. (Joint between the beam & Link member)

هذه ال joint لا تنقل عزوم

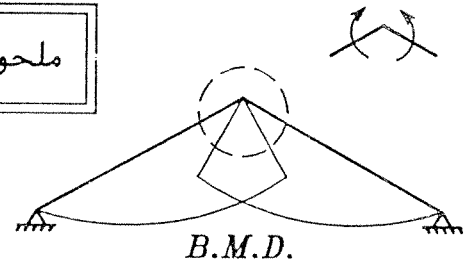
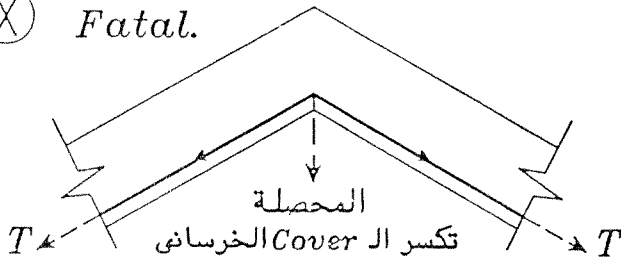


### ② Rigid Joints. joints تنقل عزوم

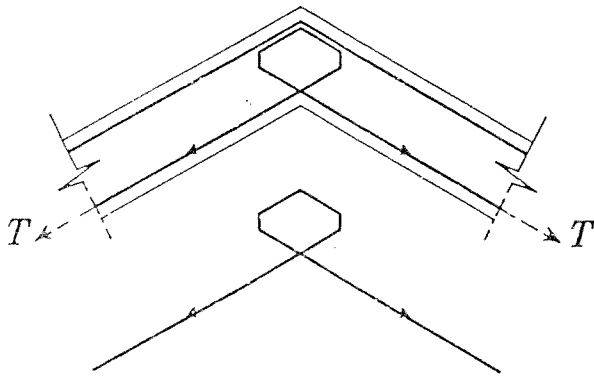
#### ① joints يحدث عندها تداخل في العزوم

ملحوظة : إذا حدث تداخل في العزوم يجب عمل مقص أو فيونكة

⊗ Fatal.

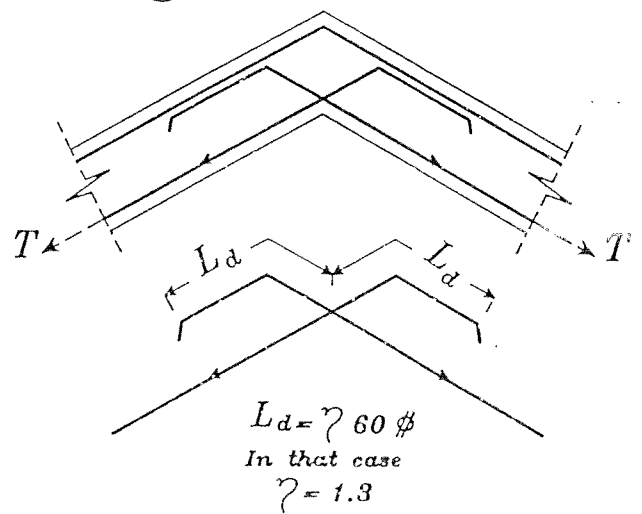


✓ فيونكة (كرفاتة)



✓

مقص

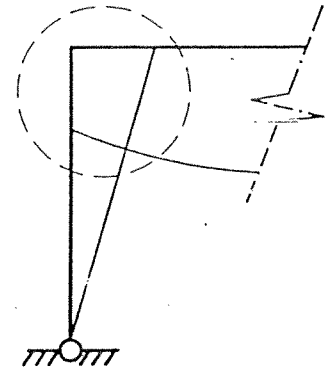
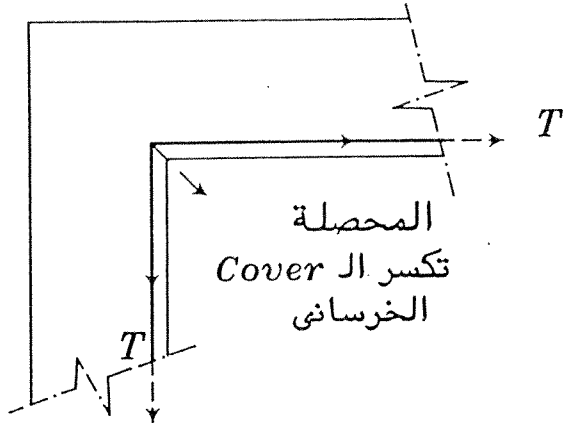


ملحوظة : يفضل عمل المقص عن الفيونكة

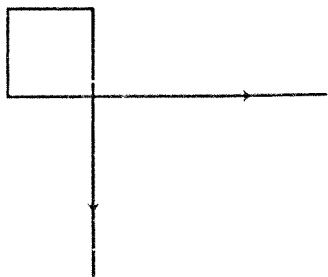
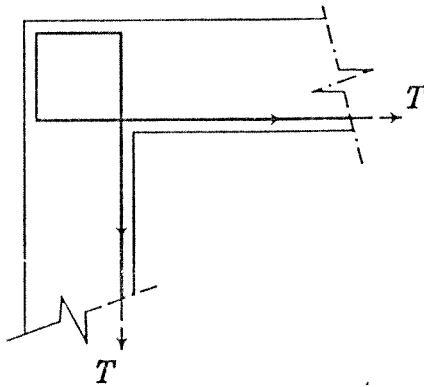


يوجد تداخل في العزوم  
إذاً يجب عمل مقص أو فيونكة

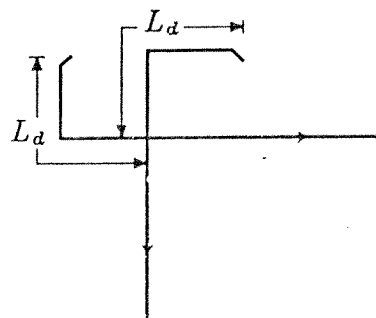
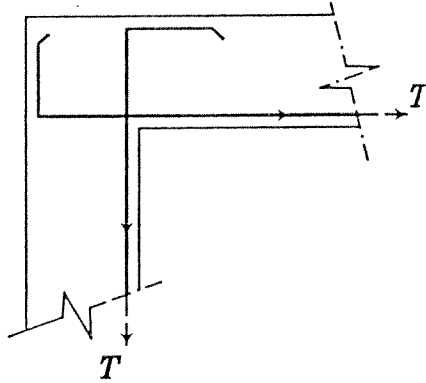
⊗ Fatal.



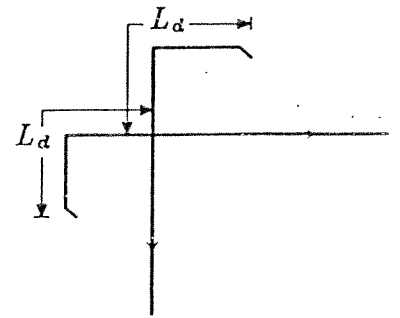
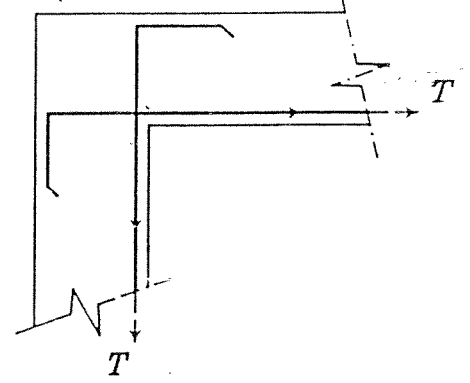
✓ فيونكة (كرفاتة)



✓ مقص

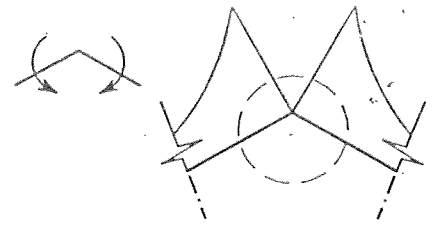


✓ مقص



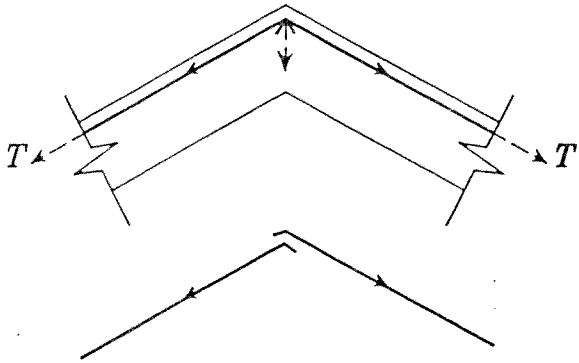
يفضل هذا الحل في التنفيذ

⑥ joints يحدث عندها تباعد فى العزوم

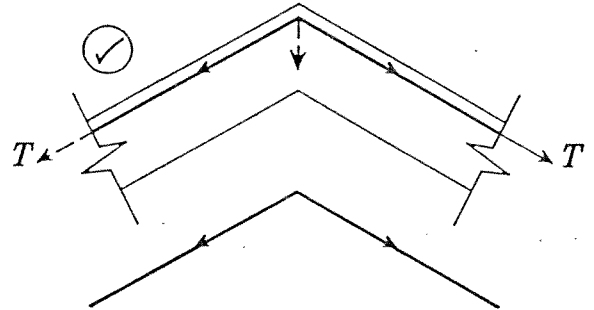


B.M.D.

⊗ Fatal.



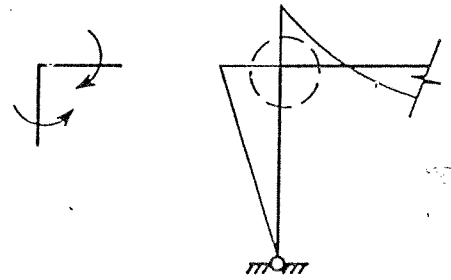
لا يوجد خوف على الخرسانة لأن سمكها كبير.



Fatal.

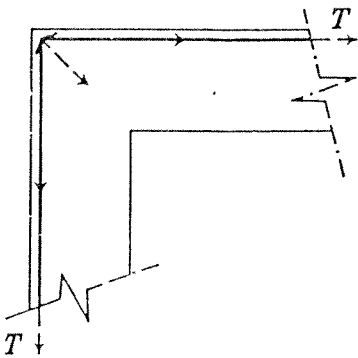
توقيف الحديد عند منطقة ال max. Moment

يجب أن يكمل حديد الشد  
دون أن ينقطع فى منطقة ال max. Moment



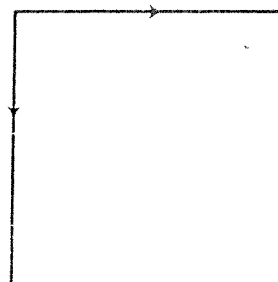
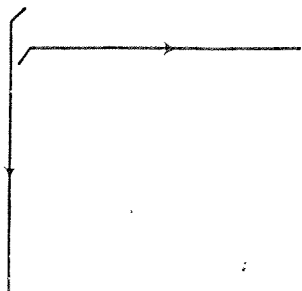
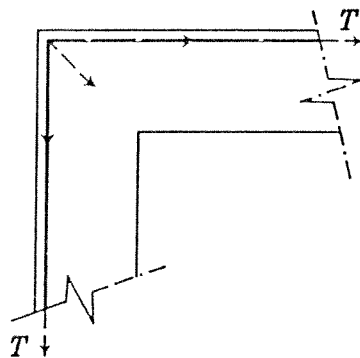
⊗ Fatal.

توقيف الحديد عند منطقة ال max. Moment



✓

يجب أن يكمل حديد الشد  
دون أن ينقطع فى منطقة ال max. Moment



## Joints with 3 members.

إذا كانت أسهم العزوم تدور في نفس الاتجاه ← لا توجد علاقة بين العزوم  
إذا كانت أسهم العزوم تدور في عكس الاتجاه ← توجد علاقة بين العزوم تحدد من شكل ال moment

### تباعد و تداخل

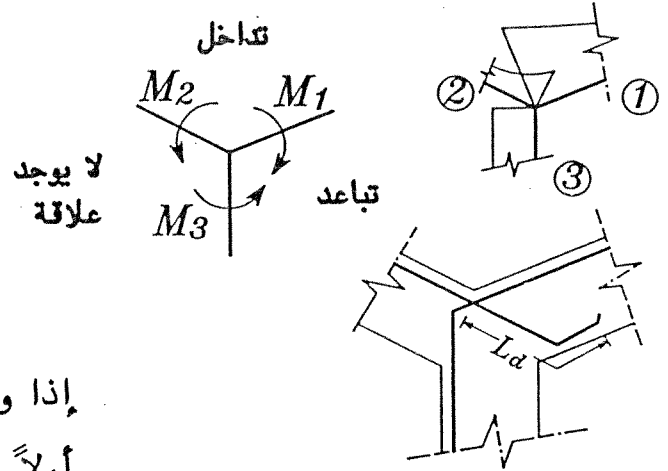
$$M_1 = M_2 + M_3$$

$M_1, M_2 \longrightarrow$  تداخل

$M_1, M_3 \longrightarrow$  تباعد

$M_2, M_3 \longrightarrow$  لا يوجد علاقة

إذا وجد تباعد و تداخل معاً نكمل حديد التباعد أولاً ثم نعمل مقص التداخل .



ملحوظة هامة  
عندما تكون هناك علاقة بين عزمين يجب أن ننظر الى B.M.D.  
لكي نحدد اذا كانت هذه العلاقة تباعد أم تداخل

### تباعد و تداخل

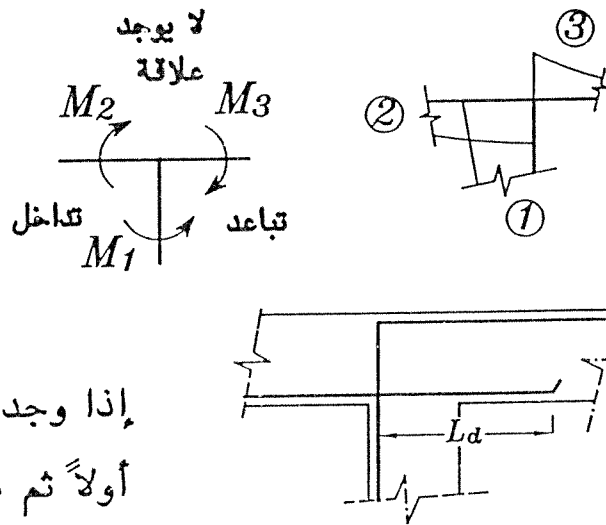
$$M_1 = M_2 + M_3$$

$M_1, M_2 \longrightarrow$  تداخل

$M_1, M_3 \longrightarrow$  تباعد

$M_2, M_3 \longrightarrow$  لا يوجد علاقة

إذا وجد تباعد و تداخل معاً نكمل حديد التباعد أولاً ثم نعمل مقص التداخل .



### تباعد و تباعد

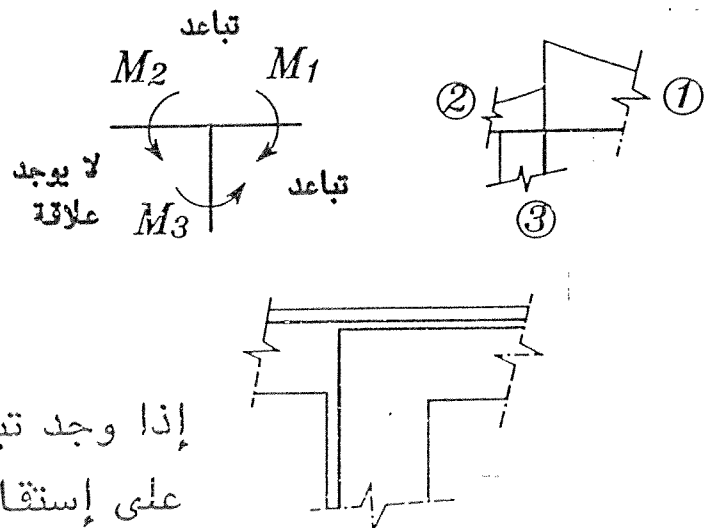
$$M_1 = M_2 + M_3$$

$M_1, M_2 \longrightarrow$  تباعد

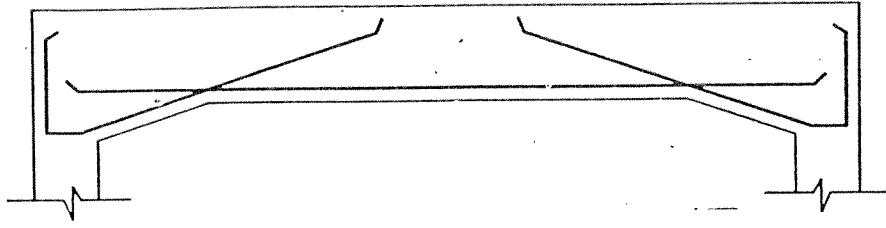
$M_1, M_3 \longrightarrow$  تباعد

$M_2, M_3 \longrightarrow$  لا يوجد علاقة

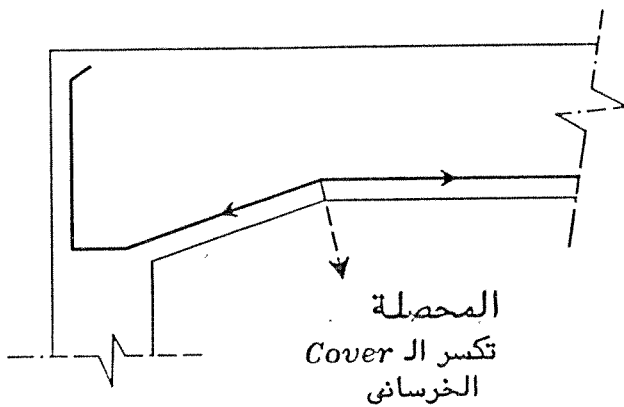
إذا وجد تباعد و تباعد نكمل الحديد الموجود على إستقامة واحده أولاً .



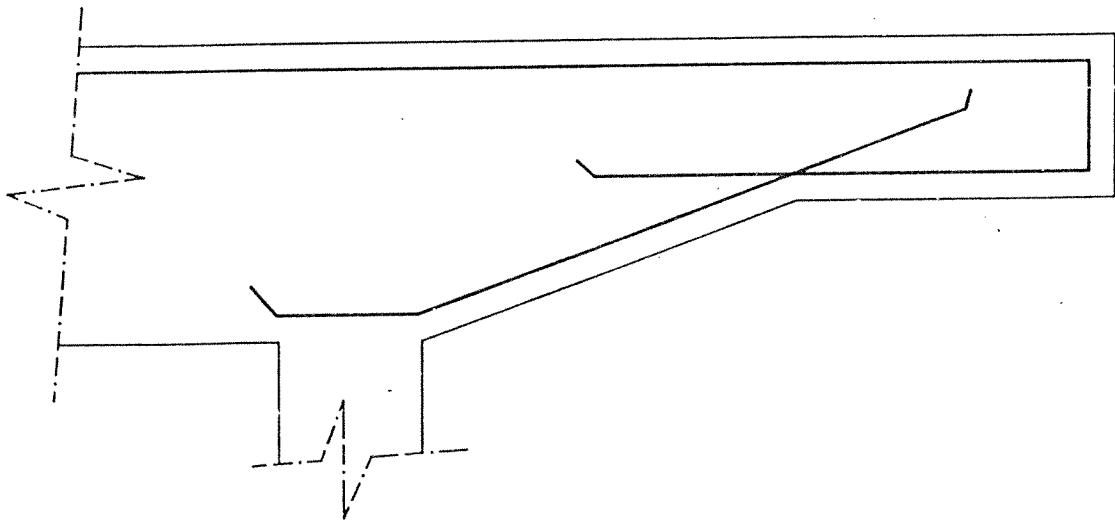
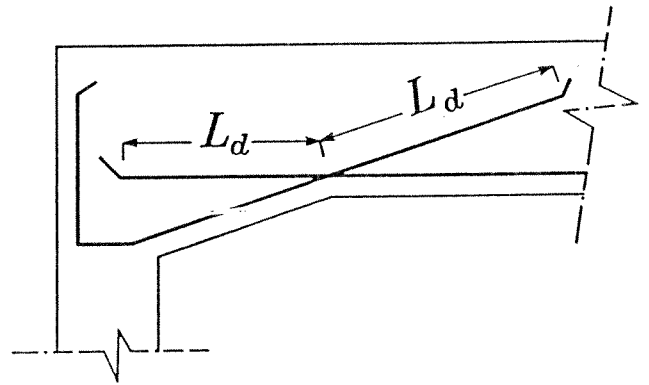
### ③ Variable Depth.



⊗ *Fatal.*

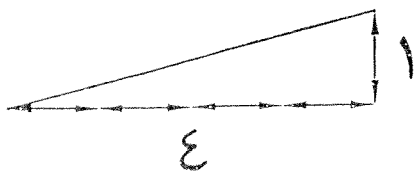


⊙ مقص



إذا كان ميل الخرسانة غير معطى فى المسألة

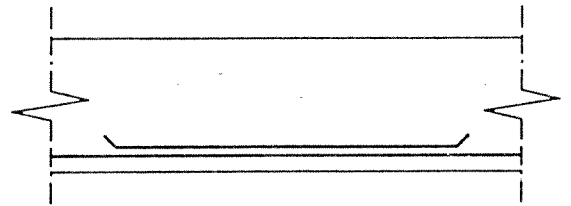
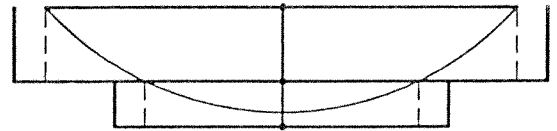
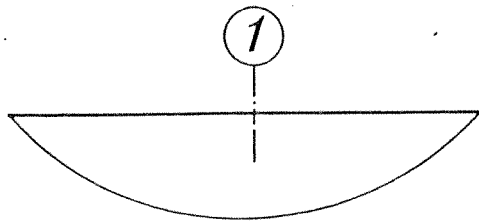
يفضل أن نأخذه بميل ١ : ٤



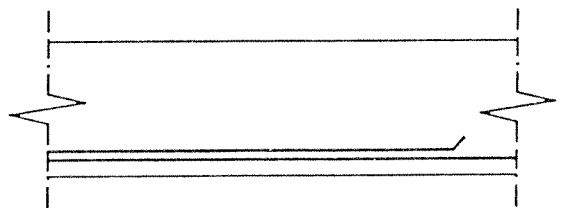
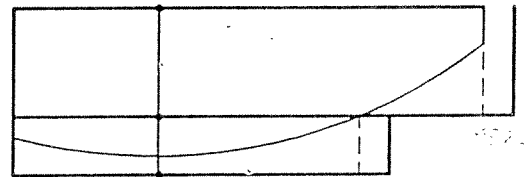
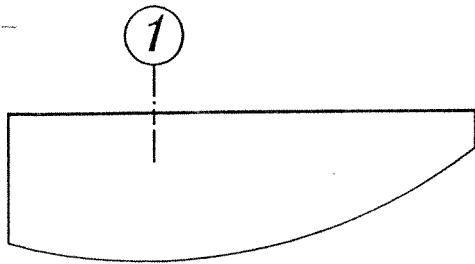
④ *Critical Sections  
& Details of RFT.  
For different members.*

---

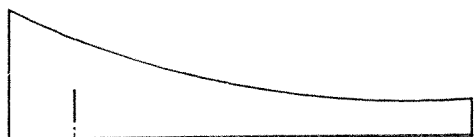
①



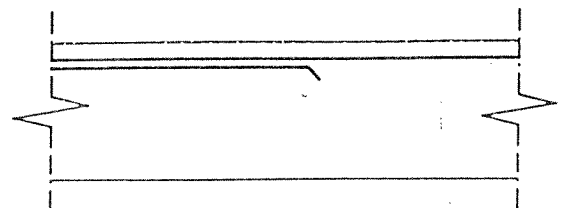
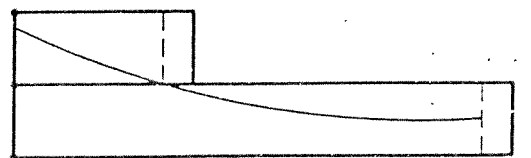
②



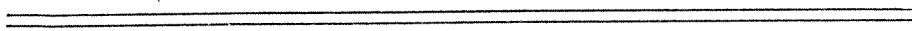
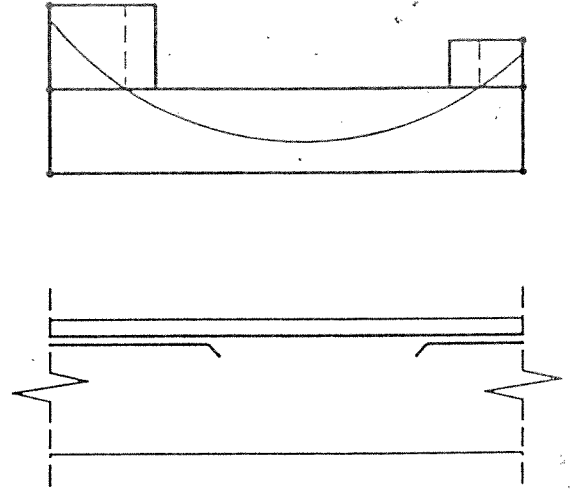
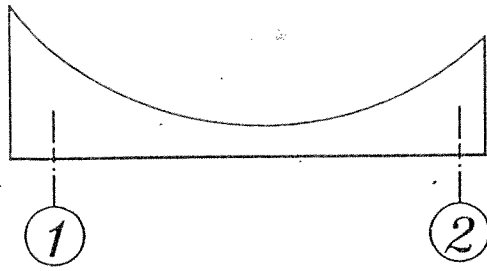
③



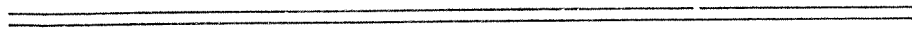
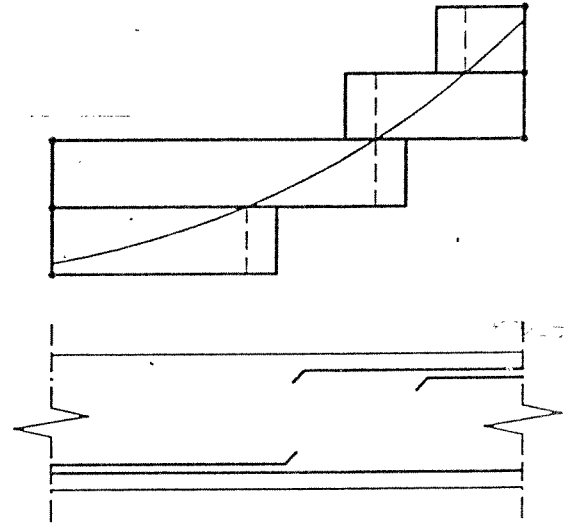
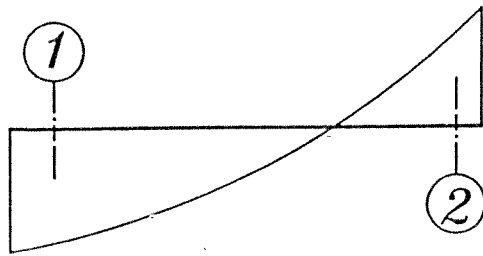
①



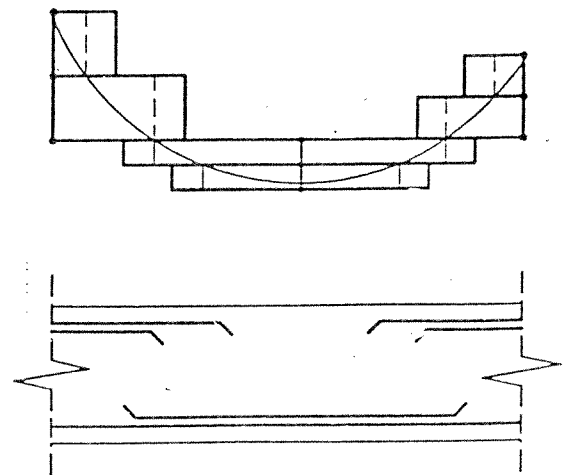
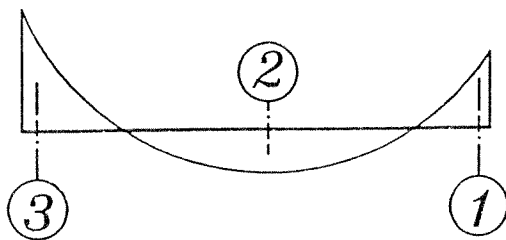
4



5



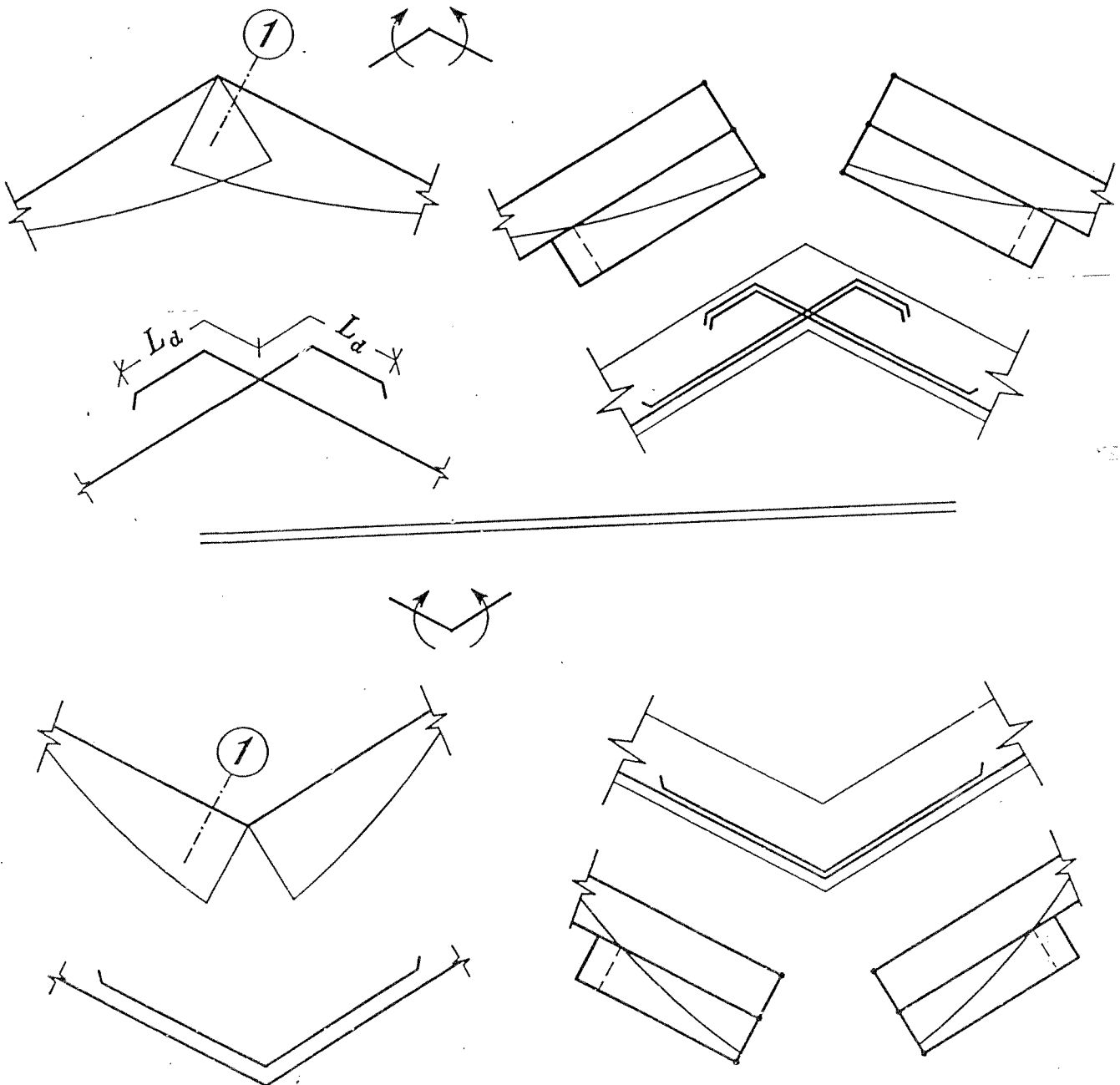
6



⑤ Critical Sections  
& Details of RFT.  
For different Joints.

① Symmetric Joints.

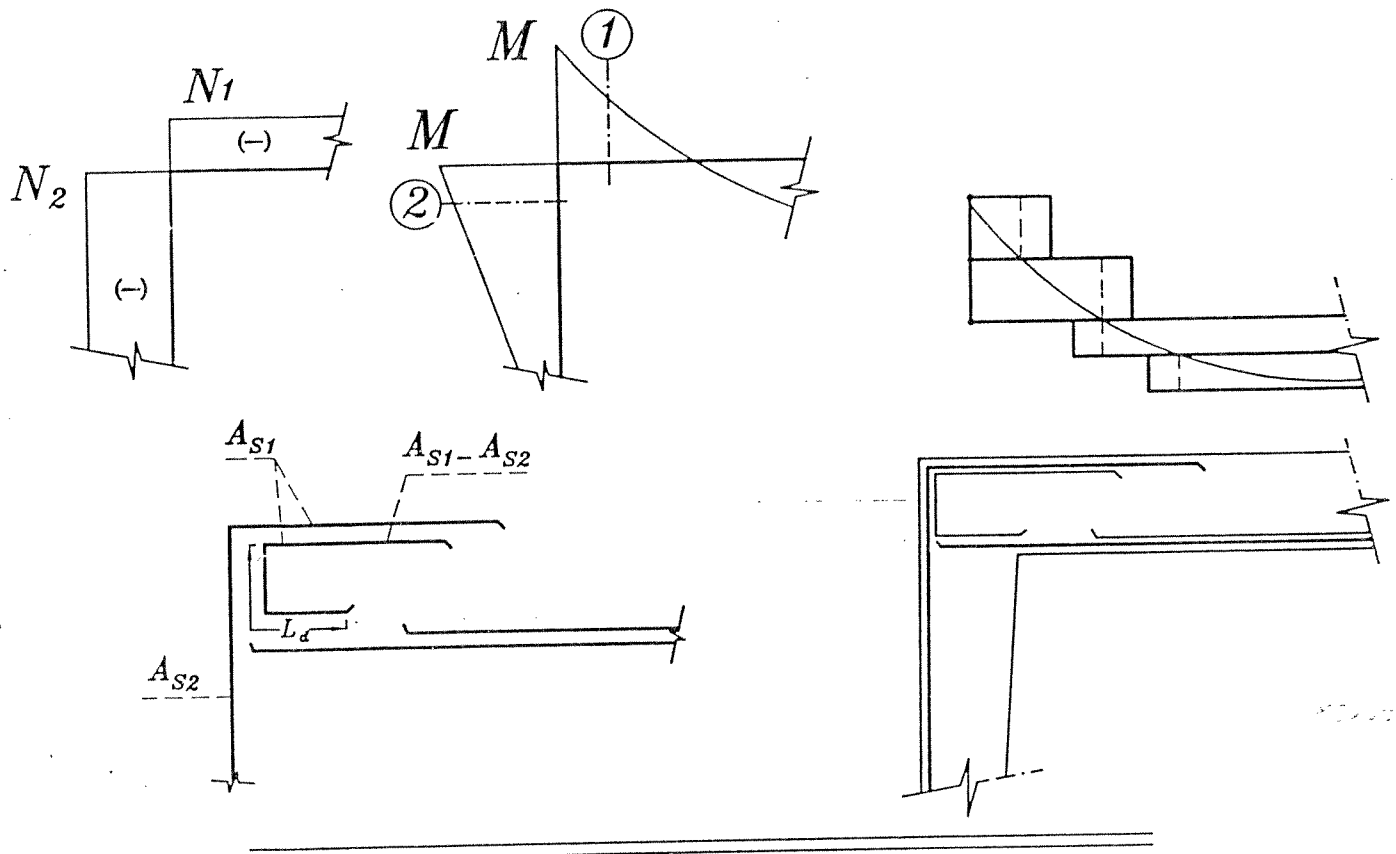
Joint of 2 members.



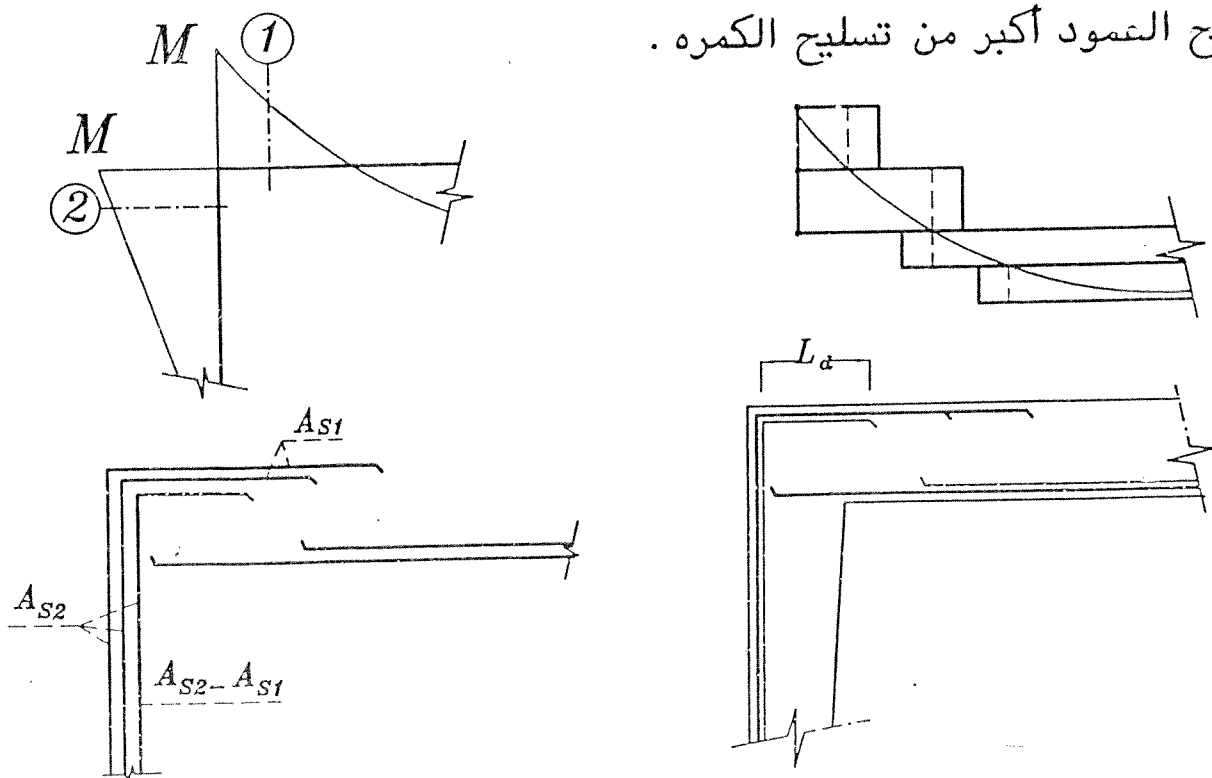
## ② Non Symmetric Joints.

### ① Joint of 2 members.

في حالة اختلاف كمية الحديد في قطاعين في نفس ال Joint  
 ① تسليح الكمره أكبر من تسليح العمود .

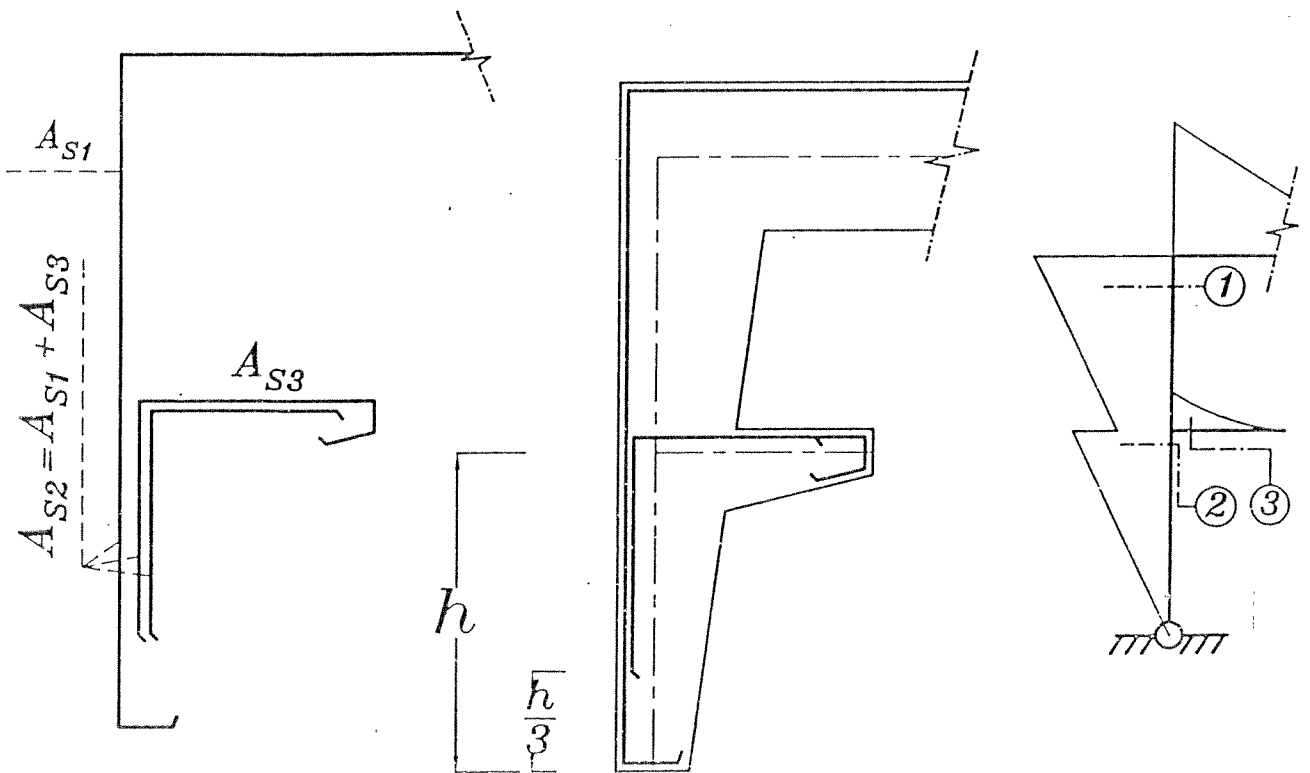
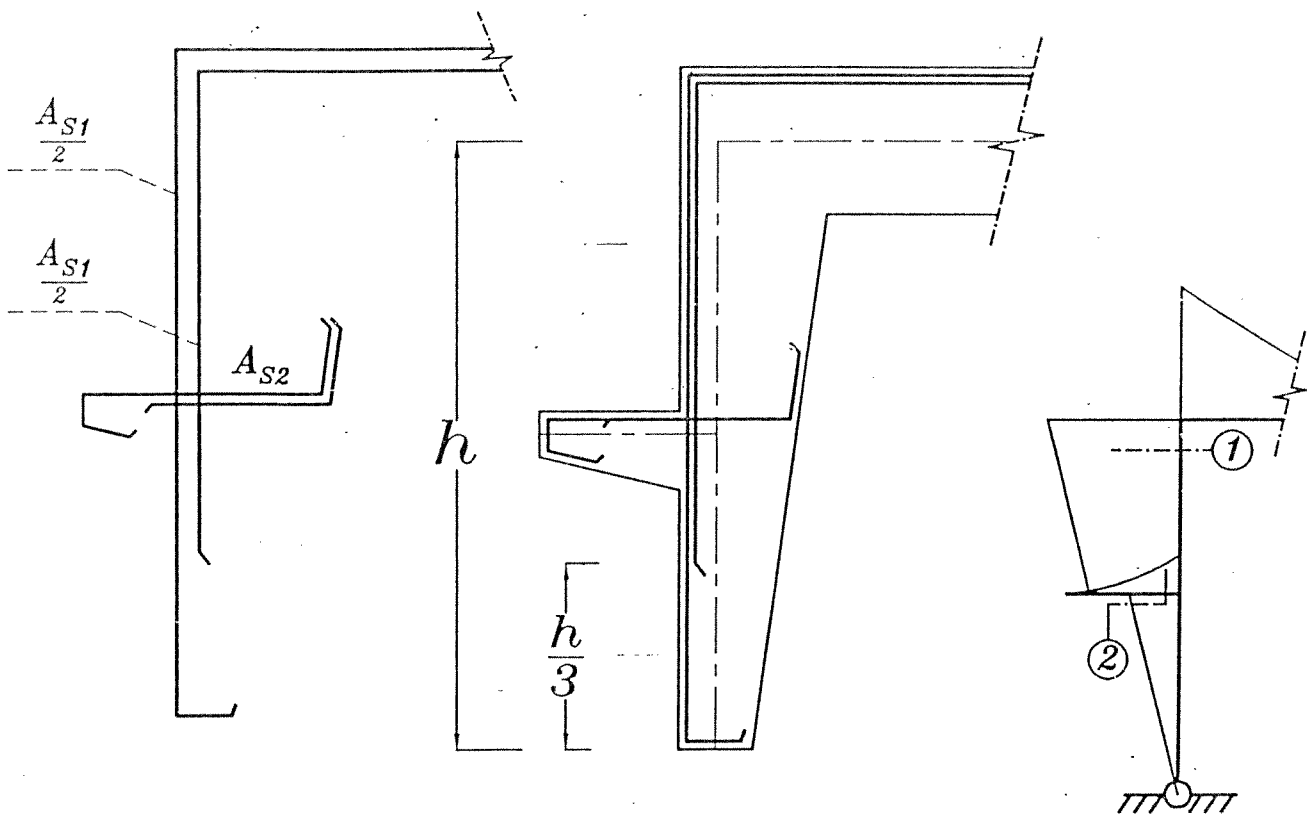


② تسليح العمود أكبر من تسليح الكمره .

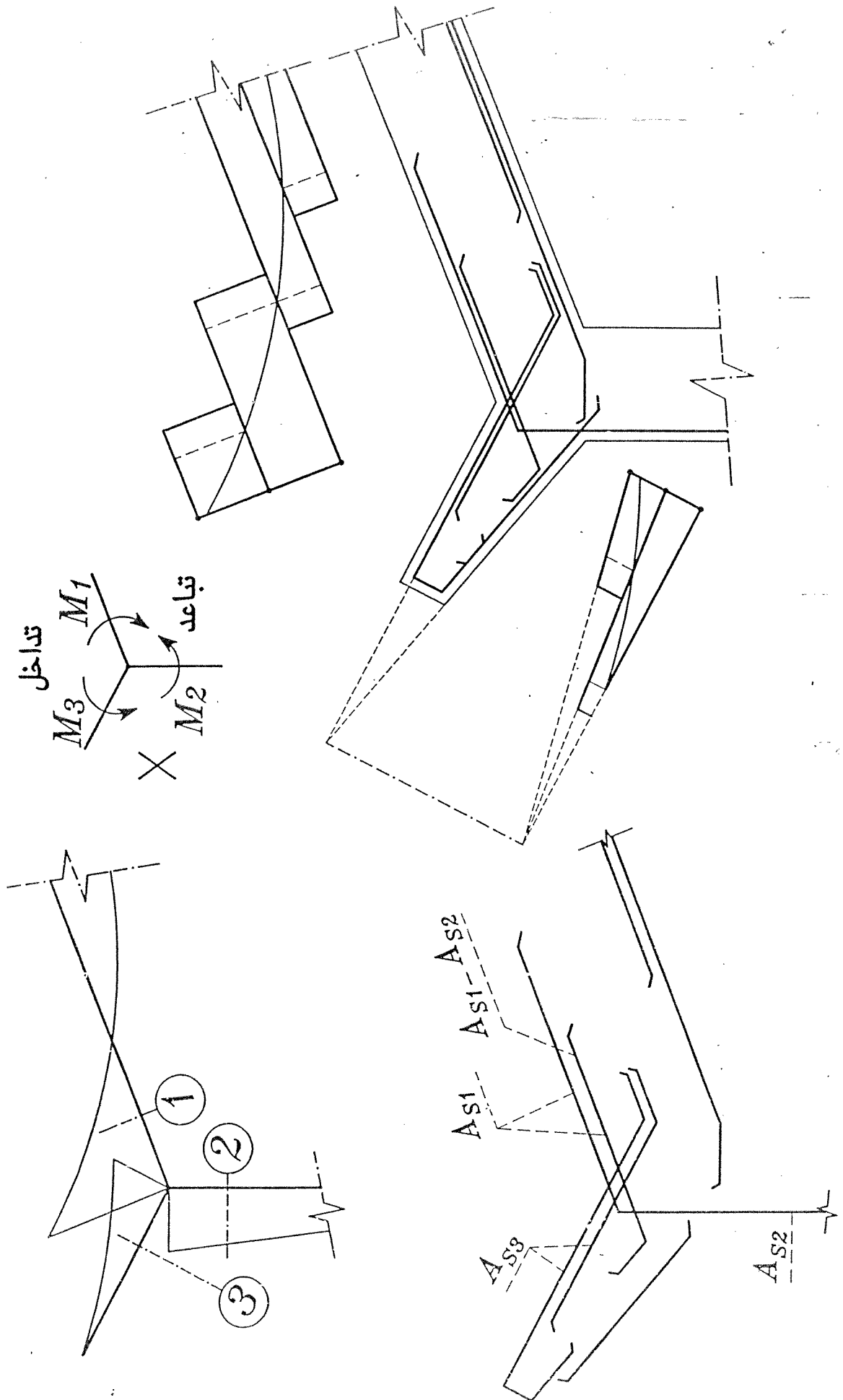


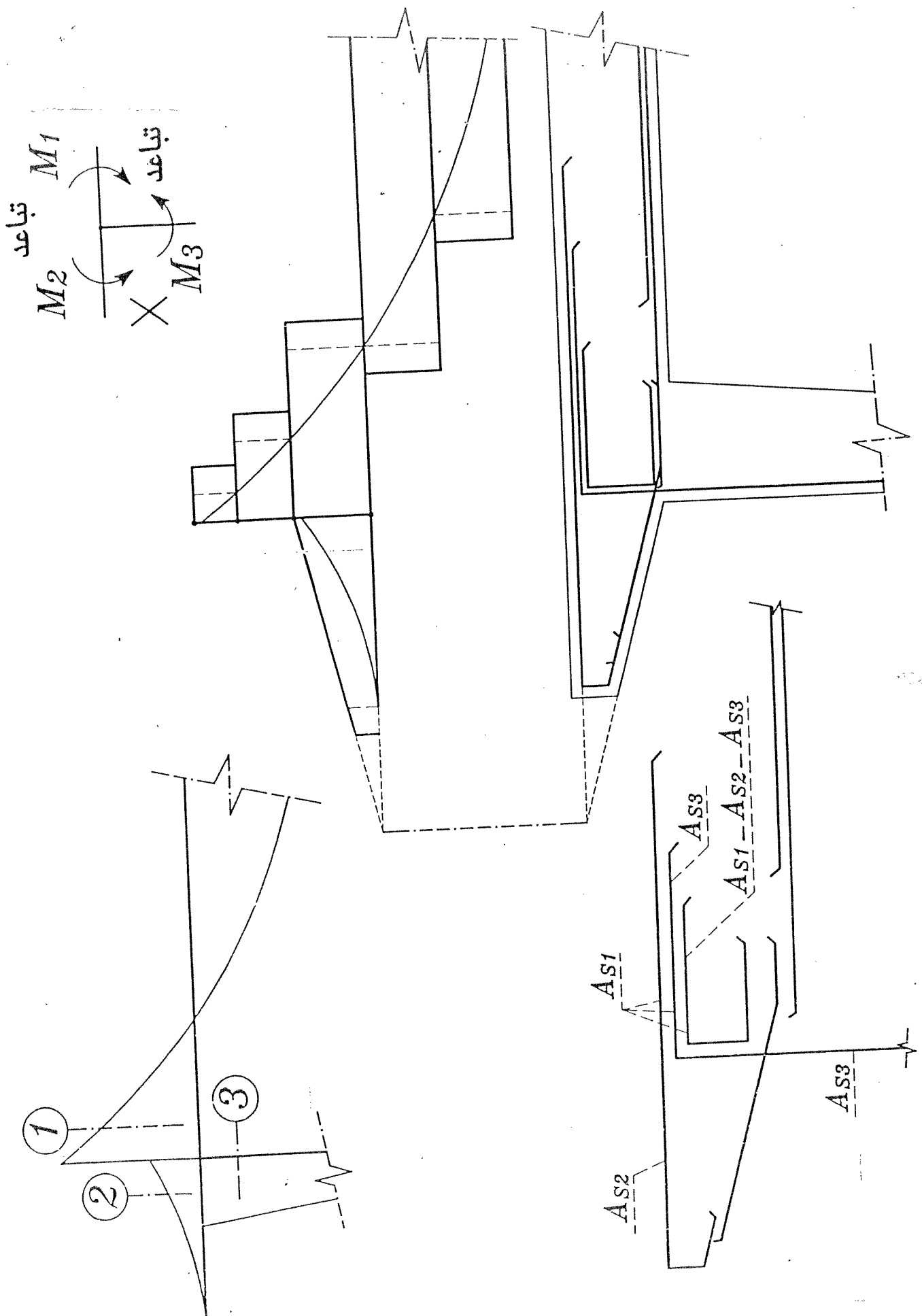


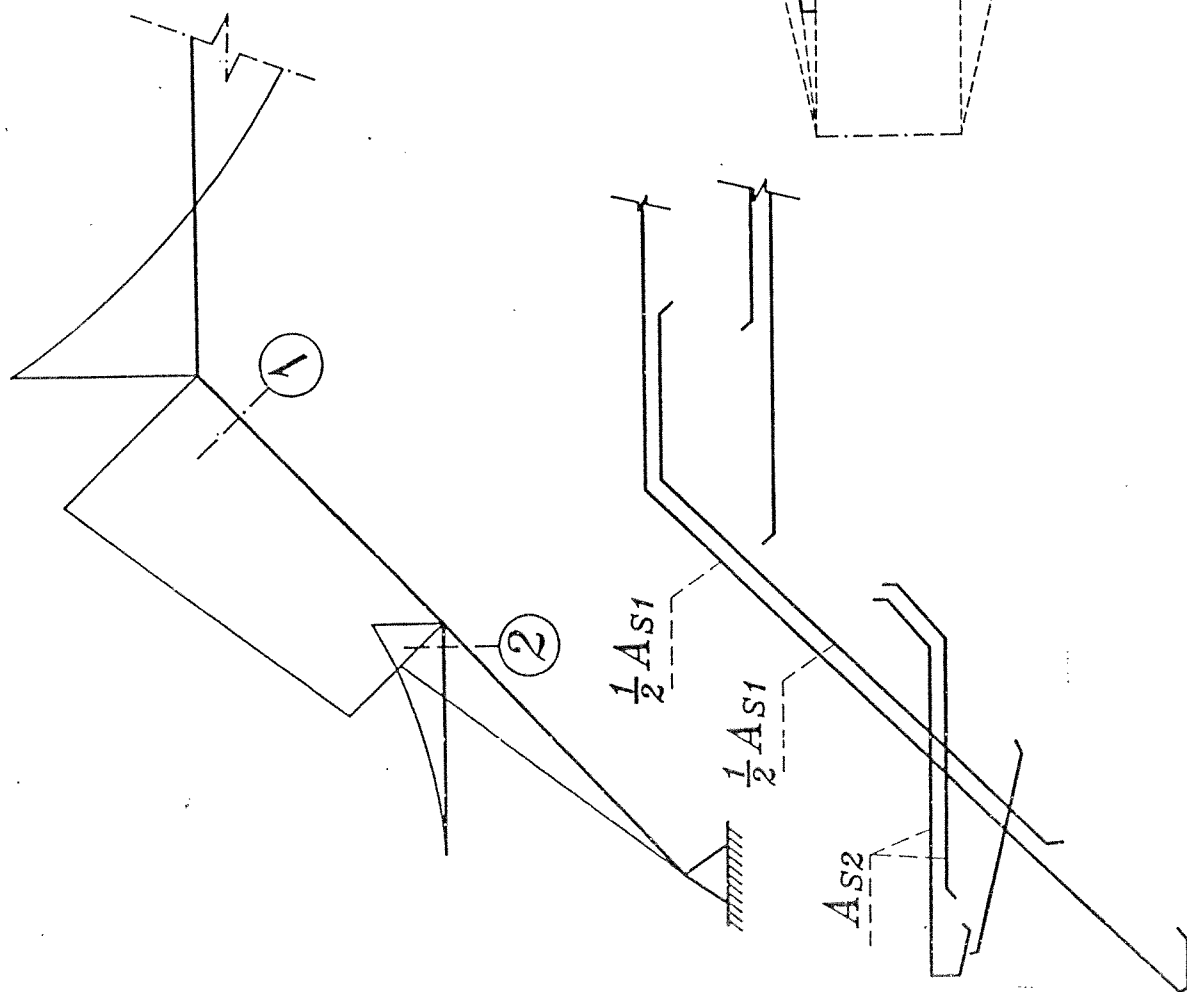
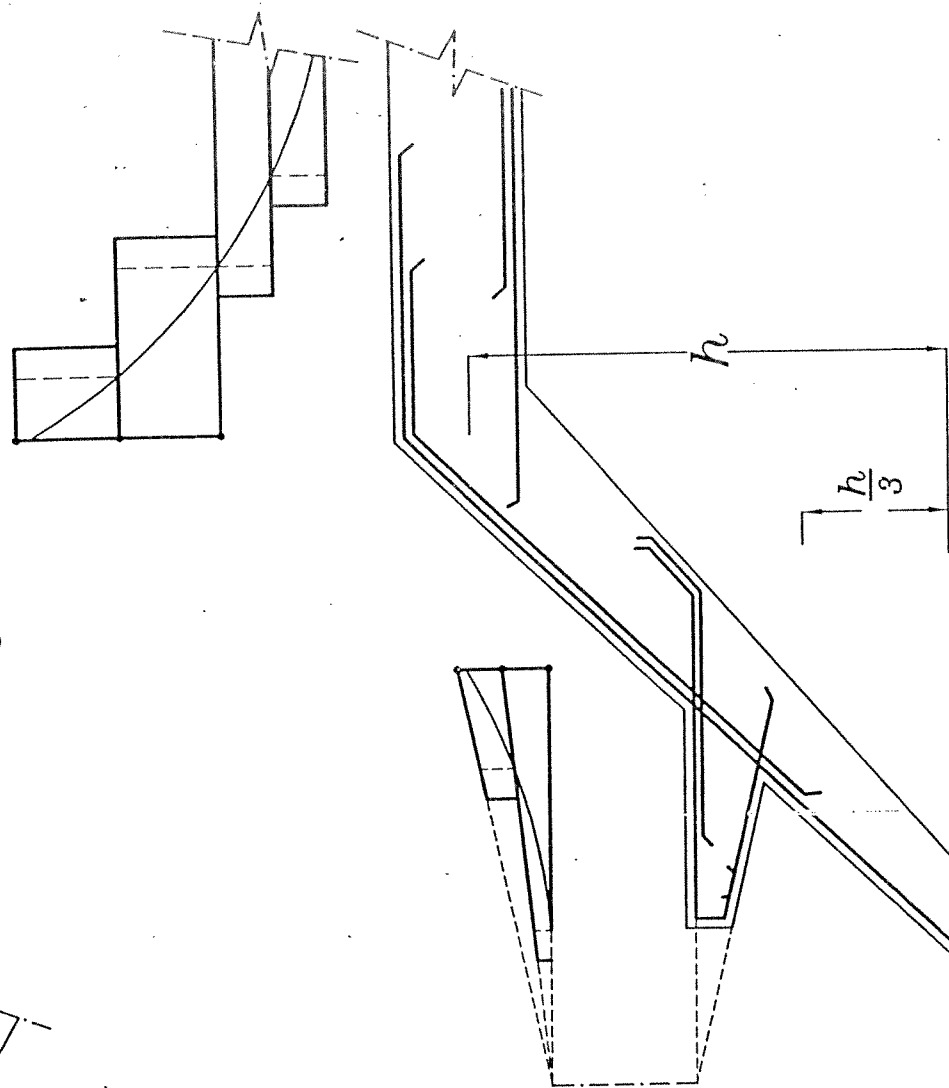
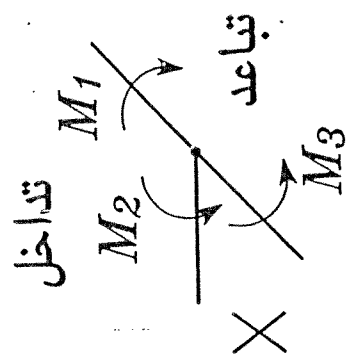
# Hinged Column with Cantilever.

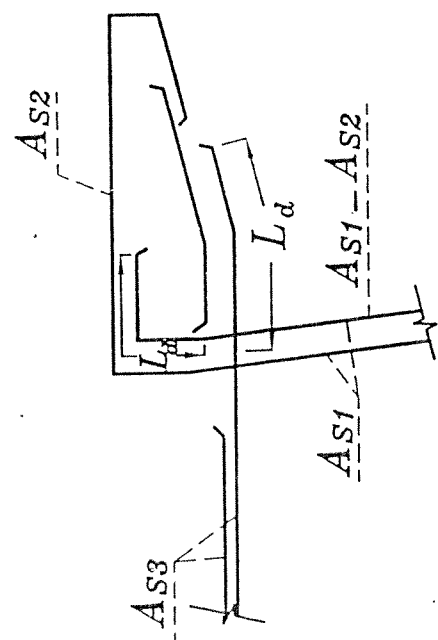
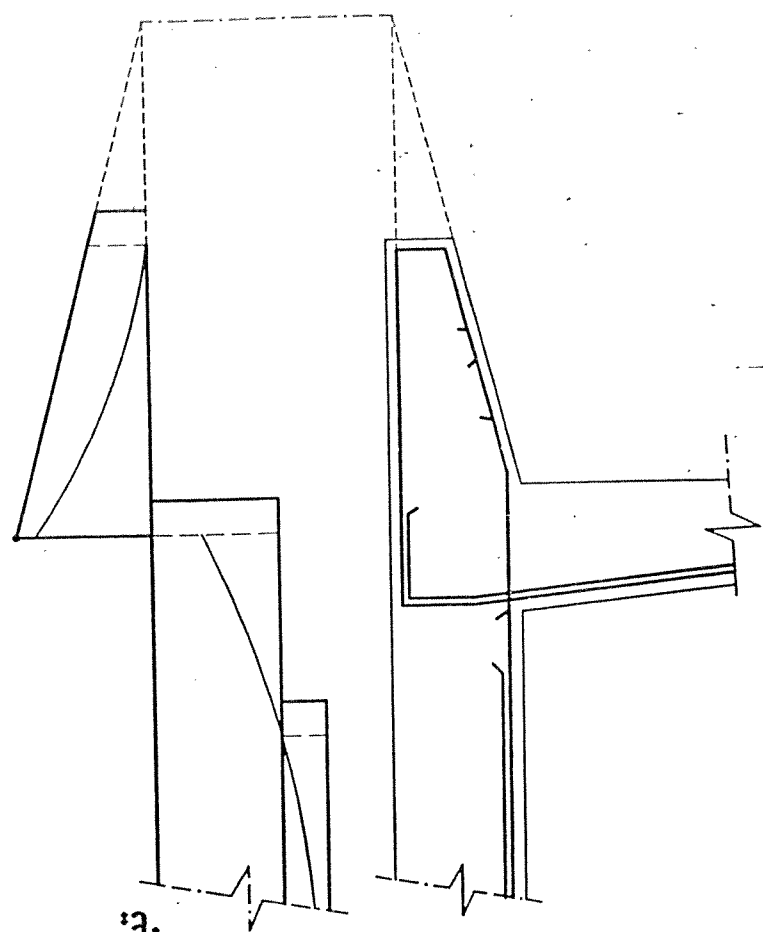
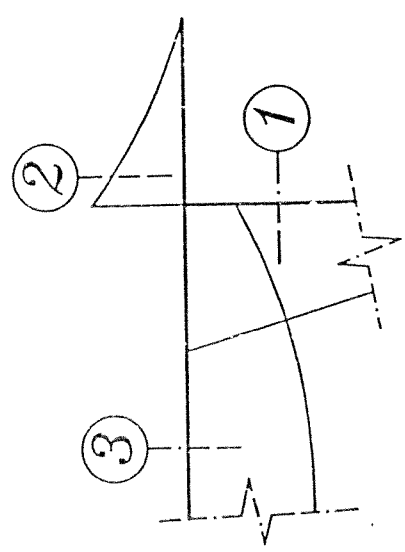
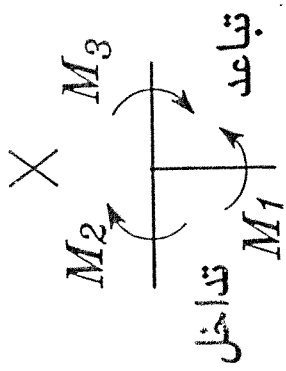


b) Joint of 3 members.

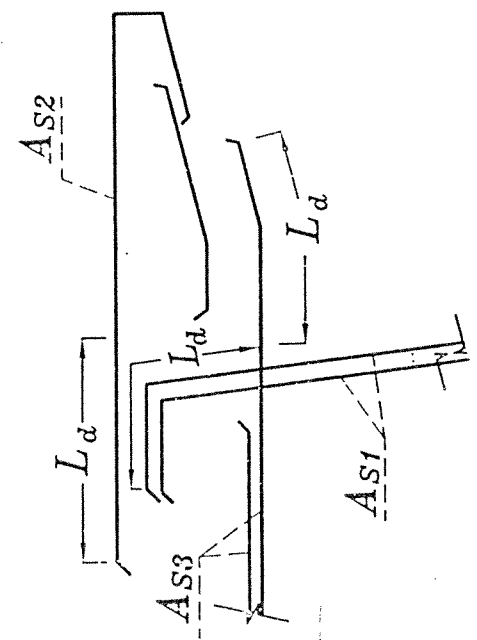








Another solution.

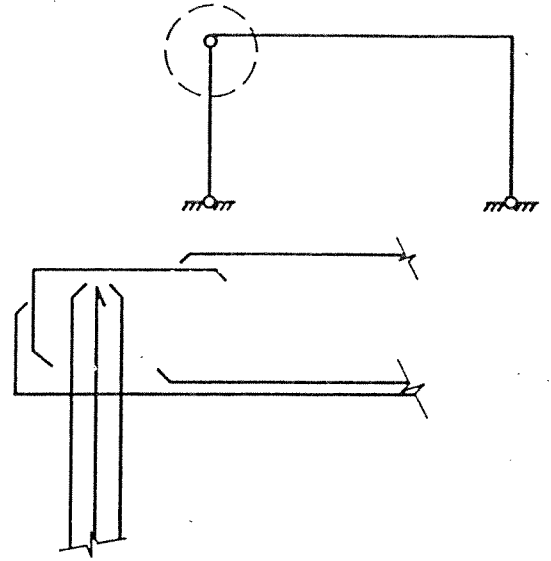
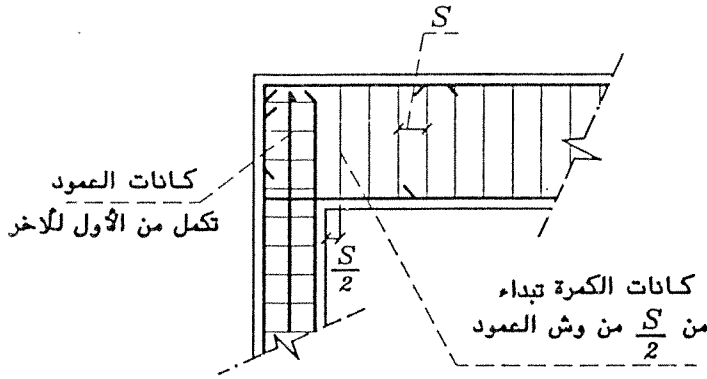


## ⑥ الكانات Stirrups.

ترسم الكانات دائما عمودية على ال C.L.

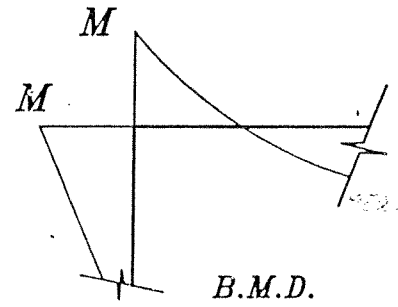
### ① Hinged Joints. (joint between the beam & Link member).

joint لا تنقل عزوم

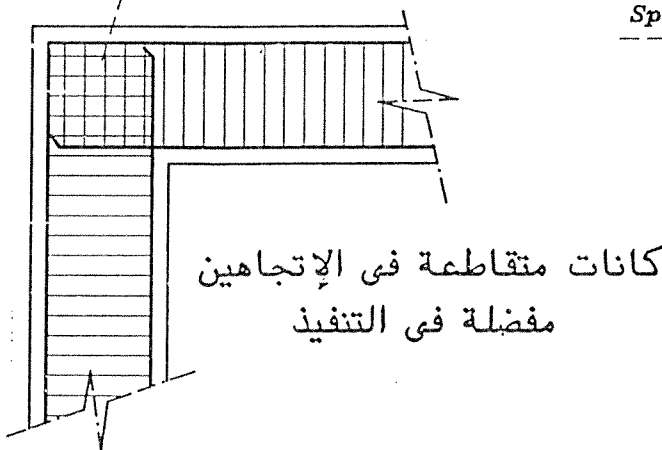


### ② Rigid Joints. joints تنقل عزوم تقاطع أو تداخل

يجب أن تكمل الكانات في الاتجاهين  
أى يحدث تداخل في الكانات.

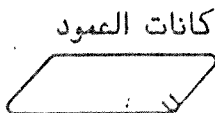
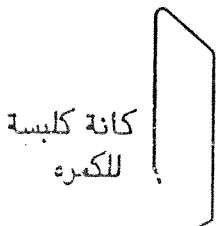
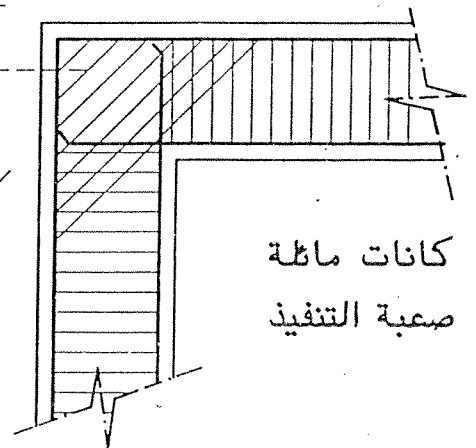


تداخل في الكانات



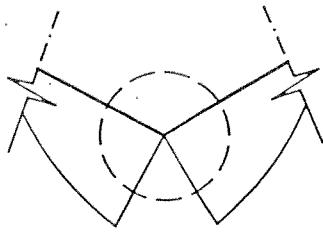
كانات ماطة  
لمقاومة ال  
Splitting Force

Splitting  
Force

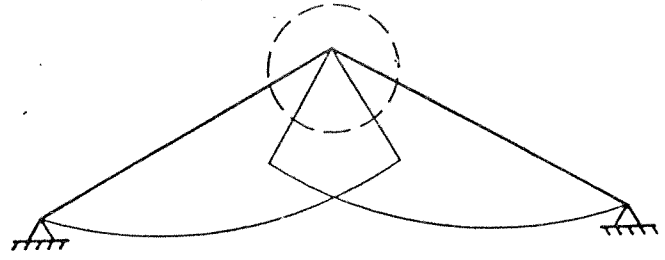


ملحوظة في تنفيذ منطقة تداخل الكانات  
تكمل كانات العمود كما بالشكل  
و تكون كانات الكمره كافة مفتوحة (كافة كلبسة)

# Joints تنقل عزوم سواء تداخل أو تقاطع

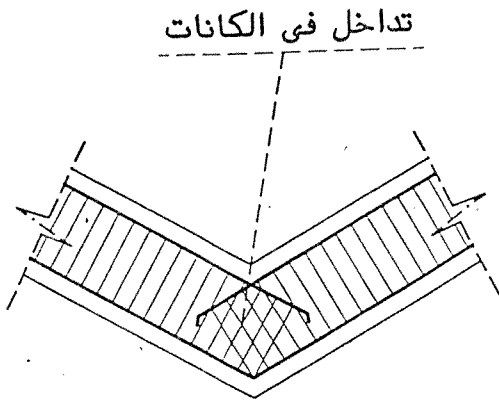


تقاطع فى ال B.M.

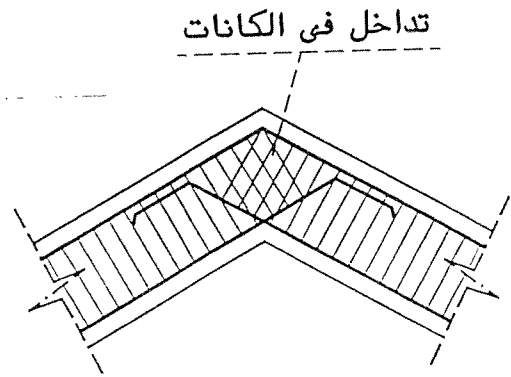


تداخل فى ال B.M.

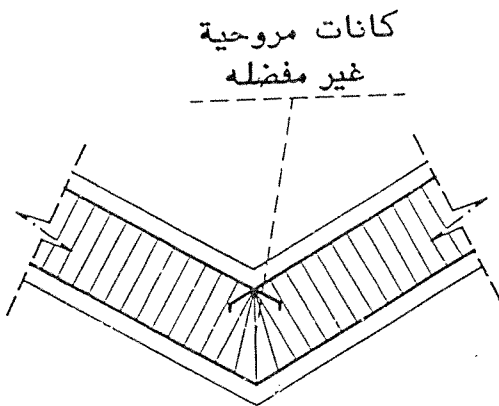
ترسم الكانات دائما عمودية على ال C.L.



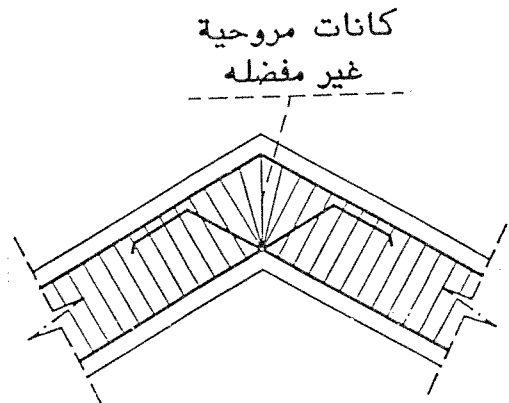
✓✓ كانات متقاطعة فى الإتجاهين  
مفضلة فى التنفيذ



✓✓ كانات متقاطعة فى الإتجاهين  
مفضلة فى التنفيذ



كانات مروحية  
صعبة التنفيذ

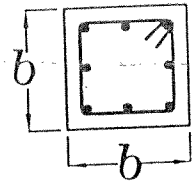


كانات مروحية  
صعبة التنفيذ

## ⑦ Cross Sections.

### α Axially Loaded Member.

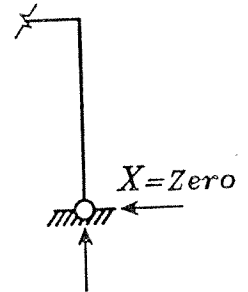
① Link Member. (Compression OR Tension) ( $b * b$ )



② فى بعض الاحيان يكون العمود معطى كما بالشكل  
و لكن لا يكون عليه B.M.  
فى هذه الحالة تؤخذ تخانة بنفس تخانة الكمره المحمولة عليه

$$A_{s_{min}} = \frac{0.6}{100} * b * t \quad A_s = A_{s'} = \frac{A_{s_{min}}}{2}$$

$2 \phi 13$  at 250 mm      $2 \phi 13$  at 250 mm



### β Horizontal & Inclined members.

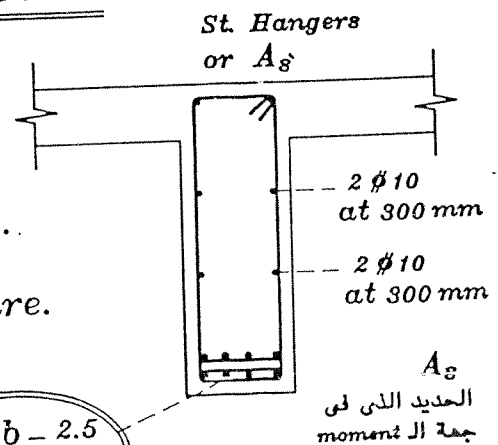
(مثل الكمرات) لا توجد كانات داخلية

الحديد الذى فى الجعة المقابلة لل moment

Stirrups Hangers

IF Ten. Failure.

Compression Steel ( $A_{s'}$ ) IF Comp. Failure.



$$n = \frac{b - 2.5}{\phi + 2.5}$$

$$n = \frac{b - 2.5}{\phi + 2.5}$$

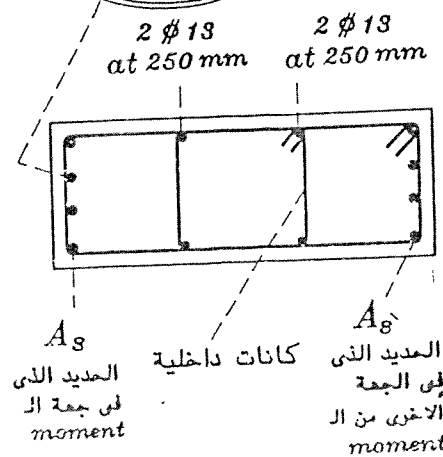
### γ Vertical members. مثل الأعمدة

أكبر مسافة بين سيخين متتاليين = ٢٥ سم  
أكبر مسافة بين فرع كانة و الآخر = ٣٠ سم

الحديد الذى فى الجعة الأخرى من ال moment

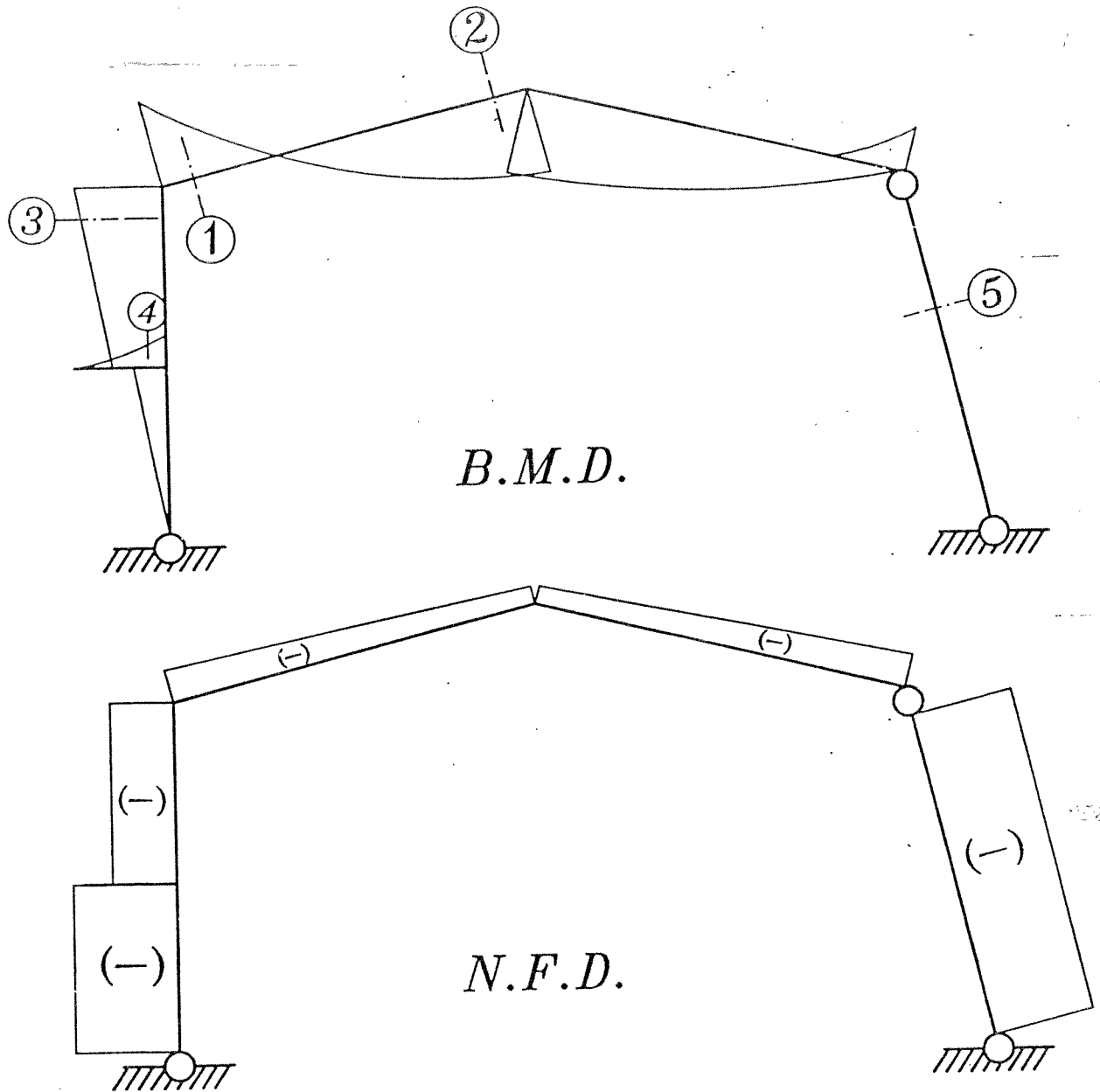
Take  $A_{s'} = \text{Stirrups Hangers} \approx 0.4 A_s$  IF Ten. Failure.

Take  $A_{s'} = A_s$  IF Comp. Failure.





## Steps to design a Frame.



بعد رسم ال  $B.M.D.$  &  $N.F.D.$  نحدد ال  $Critical\ Sections$  كما سبق .  
ثم نصمم القطاعات بالترتيب كالاتى .

① نبدأ بتصميم القطاع الموجود على الكمره المؤثر عليه أكبر moment  
وذلك لتحديد عمق القطاع «t»

take  $C_1 = 3.5$ ,  $J = 0.78$  The sec. as R-Sec.

$$\text{Get } d_o = C_1 \sqrt{\frac{M_{u.L.}}{F_{cu} b}} \rightarrow d_o \rightarrow t_o = d_o + \text{cover}$$

$$\text{take } t_1 = (1.1 \rightarrow 1.3) t_o$$

$$\therefore \text{Check } \frac{N}{F_{cu} b t}$$

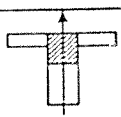
$$\textcircled{a} \text{ IF } \frac{N_{u.L.}}{F_{cu} b t} \leq 0.04 \rightarrow \text{neglect } N_{u.L.}$$

and Design the Sec. on B.M. only as Beams.

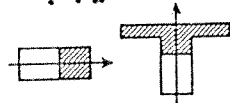
$$\therefore d = d_1 = C_1 \sqrt{\frac{M_{u.L.}}{F_{cu} b}} \quad \text{take } C_1 = 3.5, J = 0.78 \text{ (R-Sec.)}$$

$$\text{take } C_1 = 6.0, J = 0.826 \text{ (T-Sec., L-Sec.)}$$

ملحوظة هامة :



R-sec. على  $M, N$  على أن القطاع  
و لكن اذا أهملنا ال  $N$  فنعمل تصميم على  $M$  فقط فيجب مراعاة



R-sec. or T-sec.

$$\textcircled{b} \text{ IF } \frac{N}{F_{cu} b t} > 0.04 \rightarrow \text{Don't neglect } N$$

and the sec. designed as R-sec.

Get  $A_s$  From  $e_s$  IF Ten. Failure  $\rightarrow A_s' = \text{Stirrup Hangers}$

Get  $A_s$  From I.D. IF Comp. Failure  $\rightarrow A_s' = A_s$

② نصمم باقى قطاعات الكمره على نفس ال depth ل Sec. ①

٣) ثم نصمم القطاع الموجود على العمود حيث يؤثر  $M \& N$  كبيره  
 take  $C_1 = 3.5$  ,  $J = 0.78$

$$\text{Get } d_o = C_1 \sqrt{\frac{M_{u.l.}}{F_{cu} b}} \rightarrow d_c \rightarrow t_o = d_o + \text{cover}$$

$$\text{take } t_2 = (1.1 \rightarrow 1.3) t_o$$

Get  $A_s$  From  $e_s$  IF Ten. Faliure  $\rightarrow A_s' = \text{Stirrup Hangers} \cong 0.4 A_s$

Get  $A_s$  From I.D. IF Comp. Faliure  $\rightarrow A_s' = A_s$

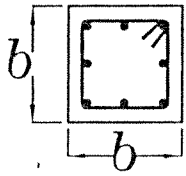
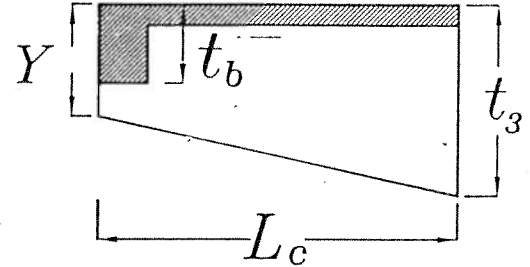
#### ملحوظة هامة

لكى نضمن نقل العزم من الكمره الى العمود فى ال Joint الموجوده  
 فى ال Frame يجب أن تكون ال Stiffness للعمود قريبا للكمرة  
 لذا يفضل فى ال Frame أن لا يقل  $t_{(Column)} < 0.9 t_{(Beam)}$   
 IF  $t_{(Column)} < 0.9 t_{(Beam)}$  Take  $t_{(Column)} = t_{(Beam)}$

④ ثم نصمم قطاع ال Cantilever (Sec.④) و يكون لة عمق مختلف عن باقى ال Frame

$$d_3 = C_1 \sqrt{\frac{M_{u.L.}}{F_{cu} b}} \quad C_1 = 3.5, J = 0.78, \quad t_3 = d_3 + \text{Cover}$$

$$Y = \left\{ \begin{array}{l} \frac{t_3}{2} \\ t_b = \frac{\text{Spacing}}{12} \\ \text{الميل لا يزيد عن ٣:١} \\ t_3 - \frac{L_c}{3} \end{array} \right\} \text{الأكبر}$$



⑤ ثم نصمم قطاع ال Link member (Sec.⑤)

و عادة تؤخذ أبعاد هذا القطاع (b\*b)

و يصمم كأنة عمود  $P_{u.L.} = 0.35 A_c F_{cu} + 0.67 A_s F_y$

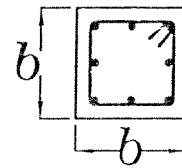
ملحوظة

إذا كان ال Link member على Tension و ليس Compression

تؤخذ أبعاد هذا القطاع (b\*b)

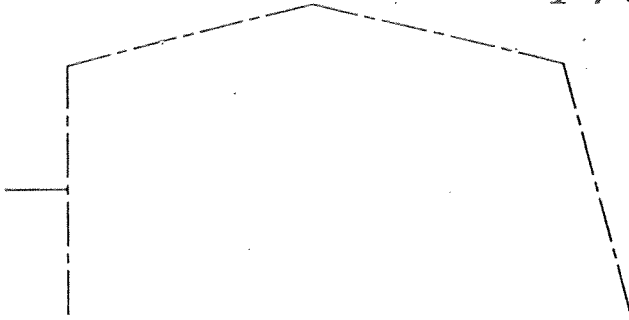
$$A_s = \frac{T_{u.L.}}{F_y / \phi_s}$$

و يصمم كأنة Tie



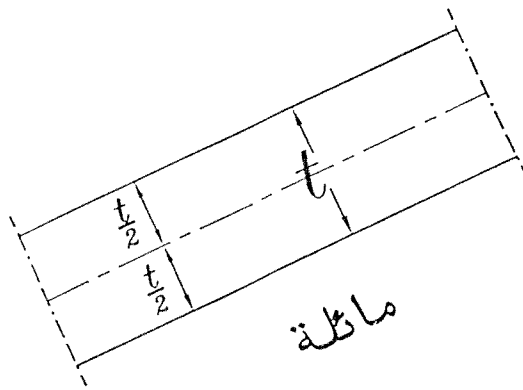
# Steps to Draw a Frame.

① نبدأ برسم ال C.L. لل Frame  
بمقياس الرسم المطلوب

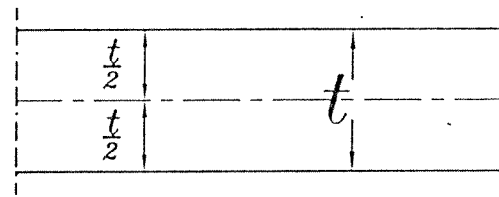


② نرسم عمق ال members المختلفة بنفس مقياس الرسم  
و ذلك حسب شكل كل member مثل :

أ كمره لها عمق ثابت « $t$ »

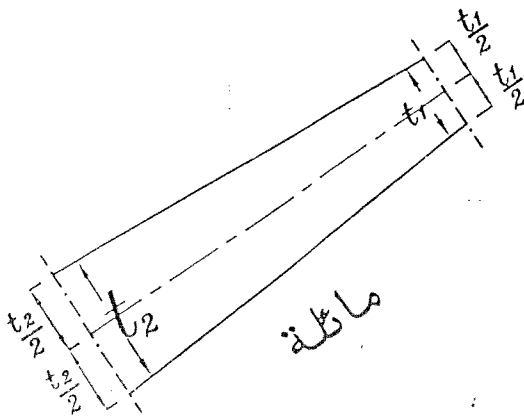


ماثلة



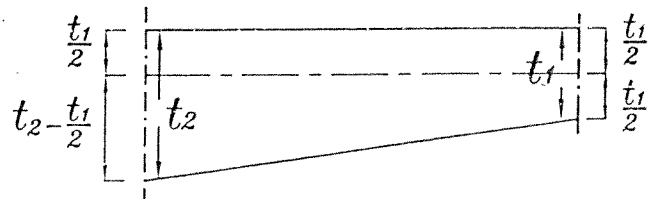
أفقية

ب كمره لها عمقان مختلفان « $t_1$ » & « $t_2$ »



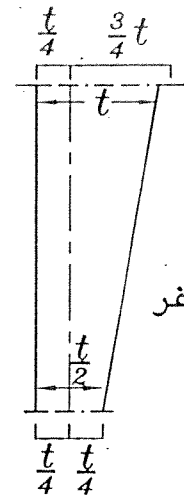
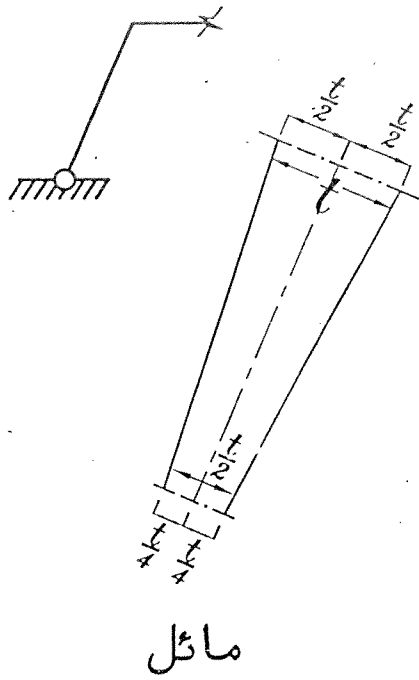
ماثلة

يكون ال C.L. في منتصف العمق الأصغر



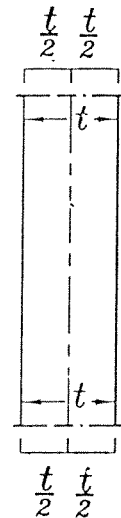
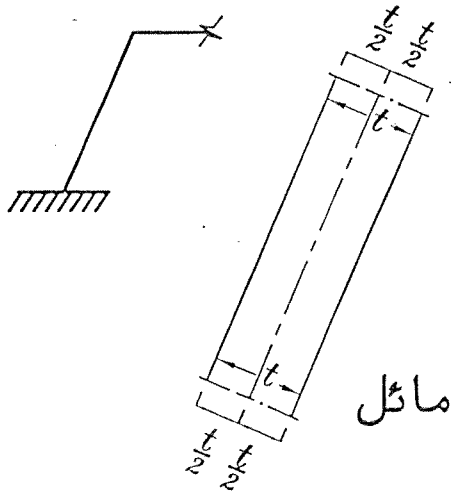
أفقية

ج. الأعمدة التي آخرها Hinged support

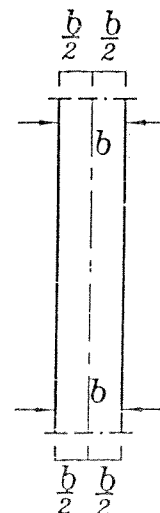
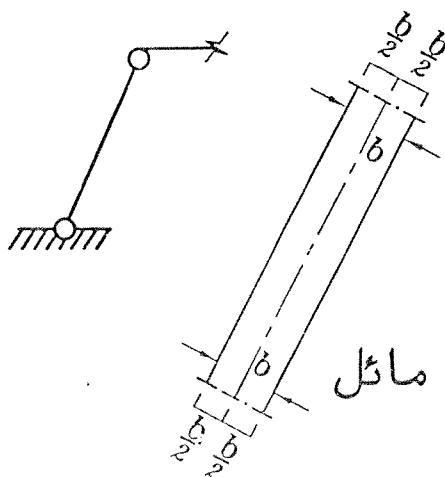


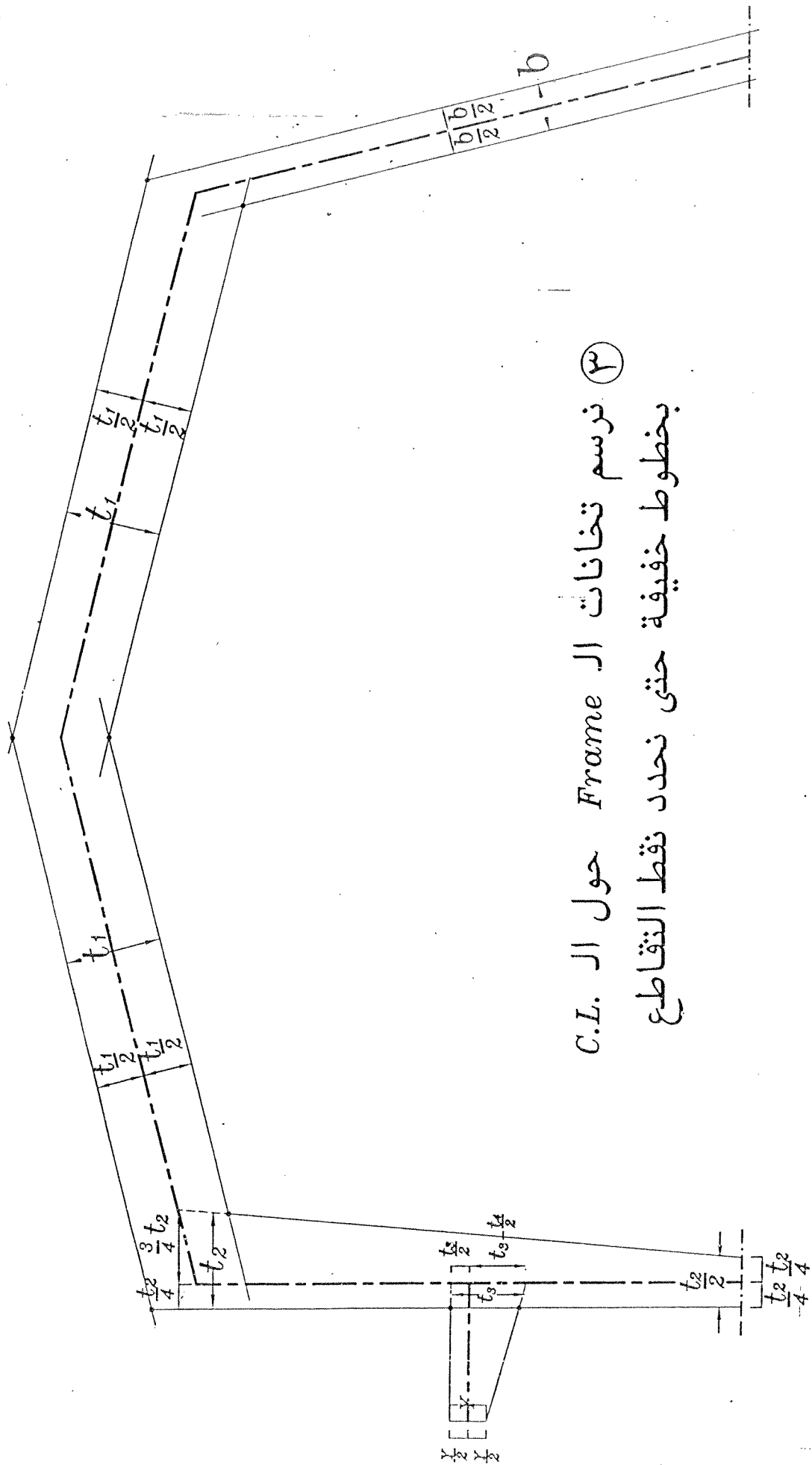
يكون ال C.L. في منتصف العمق الأصغر

د. الأعمدة التي آخرها Fixed support

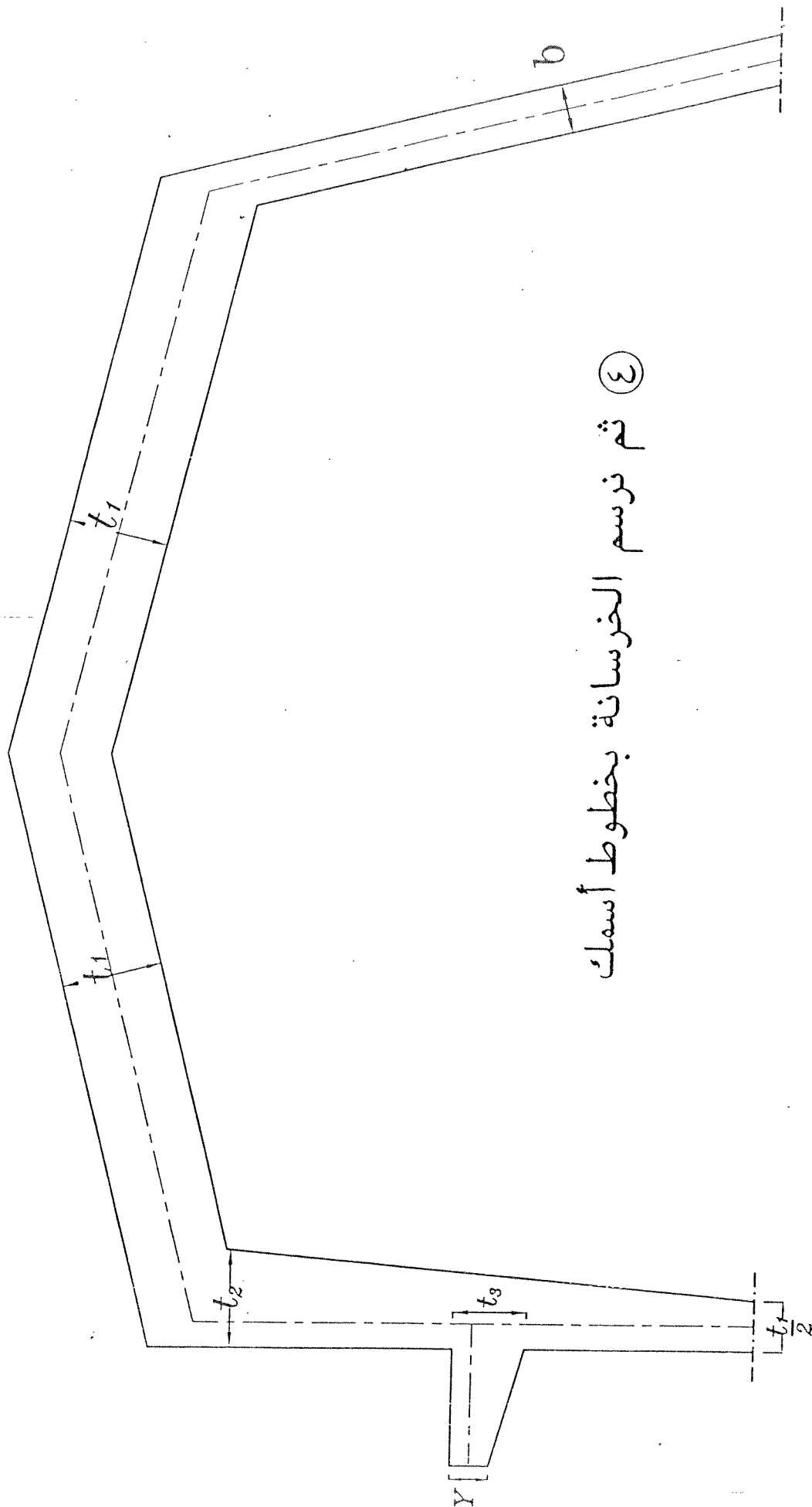


ه. الأعمدة ال Link member.



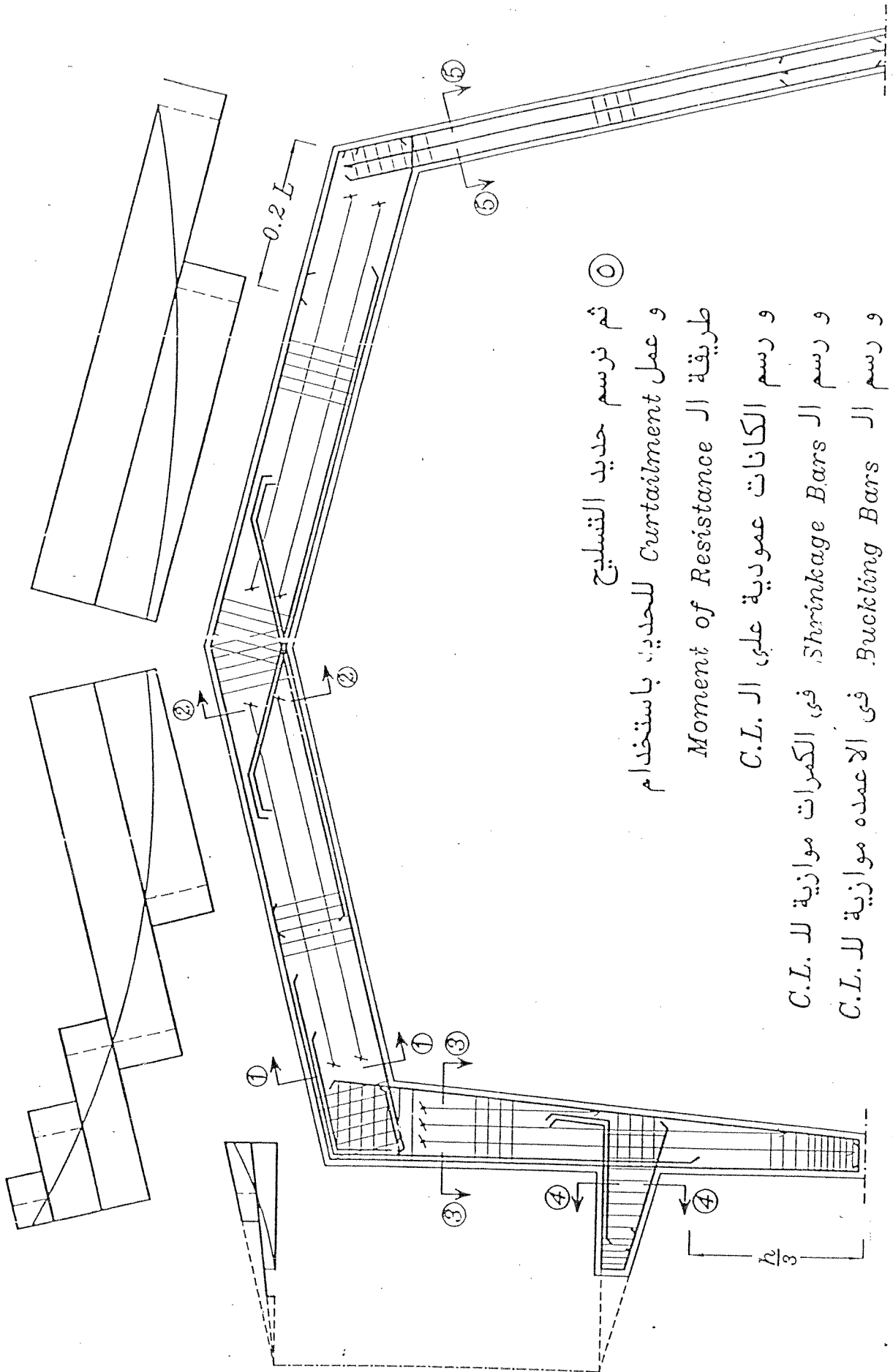


٣) نرسم تخانات ال Frame حول ال C.L.  
بخطوط خفيفة حتى نحدد نقط التقاطع



٤ ثم نرسم الخرسانة بخطوط أسك





⑤ ثم نرسم حديد التسليح

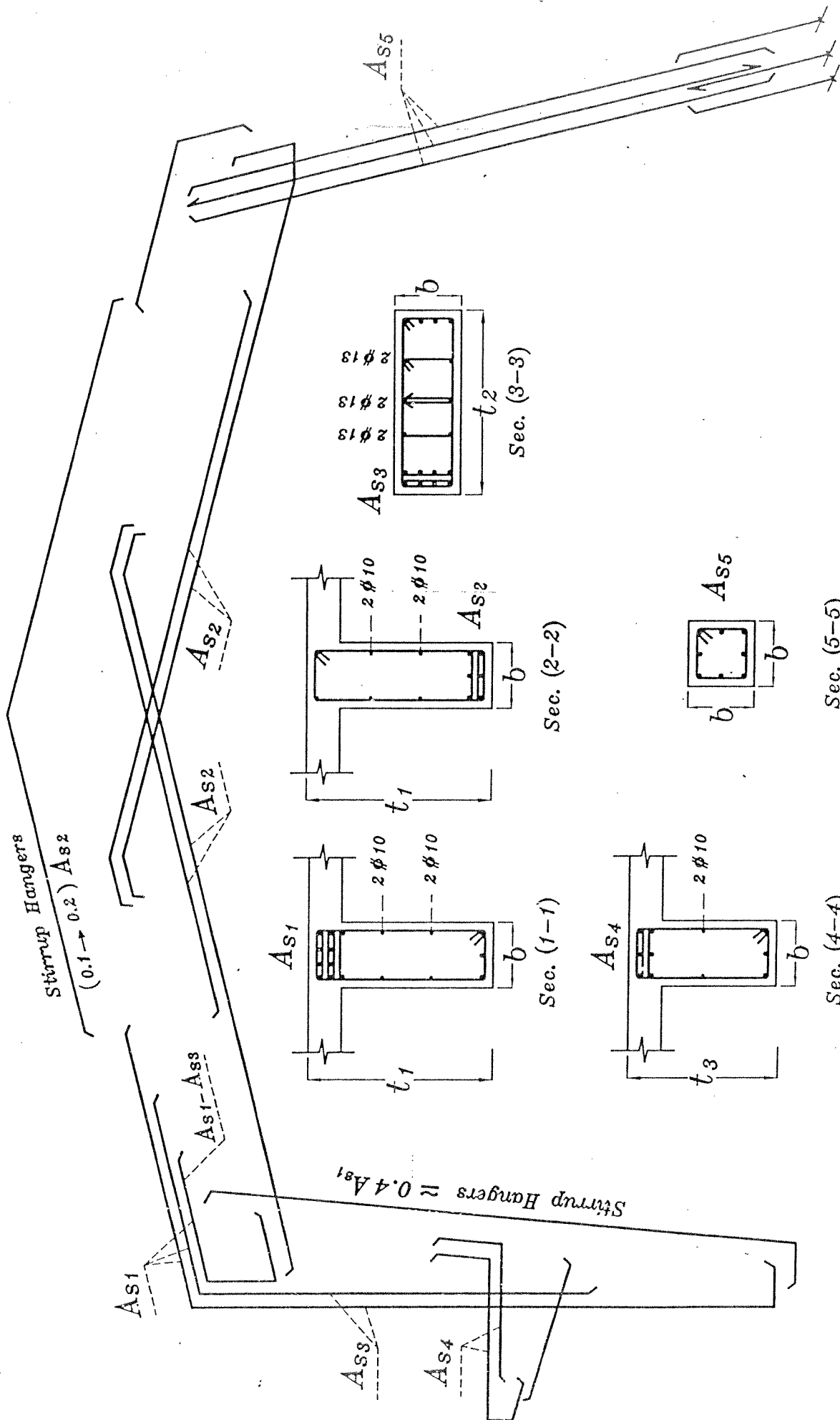
و عمل Curtailment للحديد باستخدام

طريقة ال Moment of Resistance

و رسم الكانات عمودية على ال C.L.

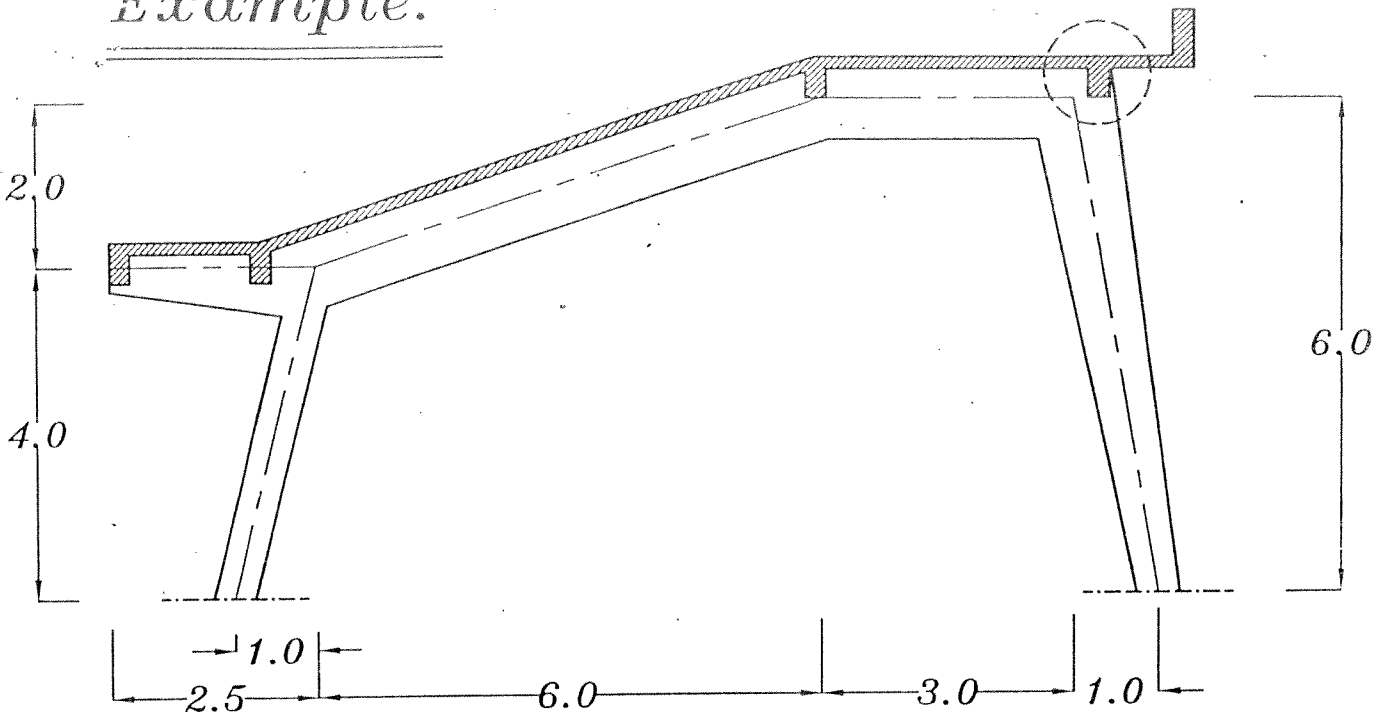
و رسم ال Shrinkage Bars في الكمرات موازية لل C.L.

و رسم ال Buckling Bars في الاعمده موازية لل C.L.



٦ ثم نرسم تفريد حديد التسليح بنفس مقياس الرسم  
و نرسم ال Cross Sections بمقياس الرسم المطلوب

*Example.*



*Data.*

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

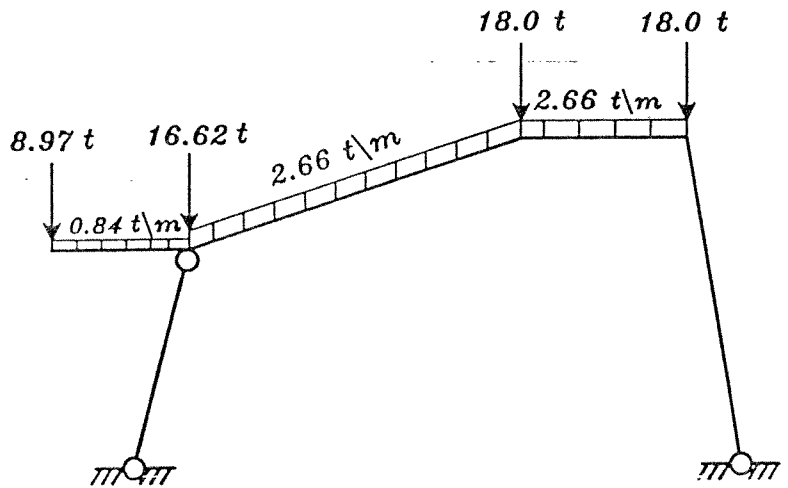
$$F_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$$


$$b_{(Beams)} = 25 \text{ cm}$$

$$b_{(Frame)} = 35 \text{ cm}$$

$$t_s = 14 \text{ cm.}$$

$$\text{Spacing} = 6.0 \text{ m}$$

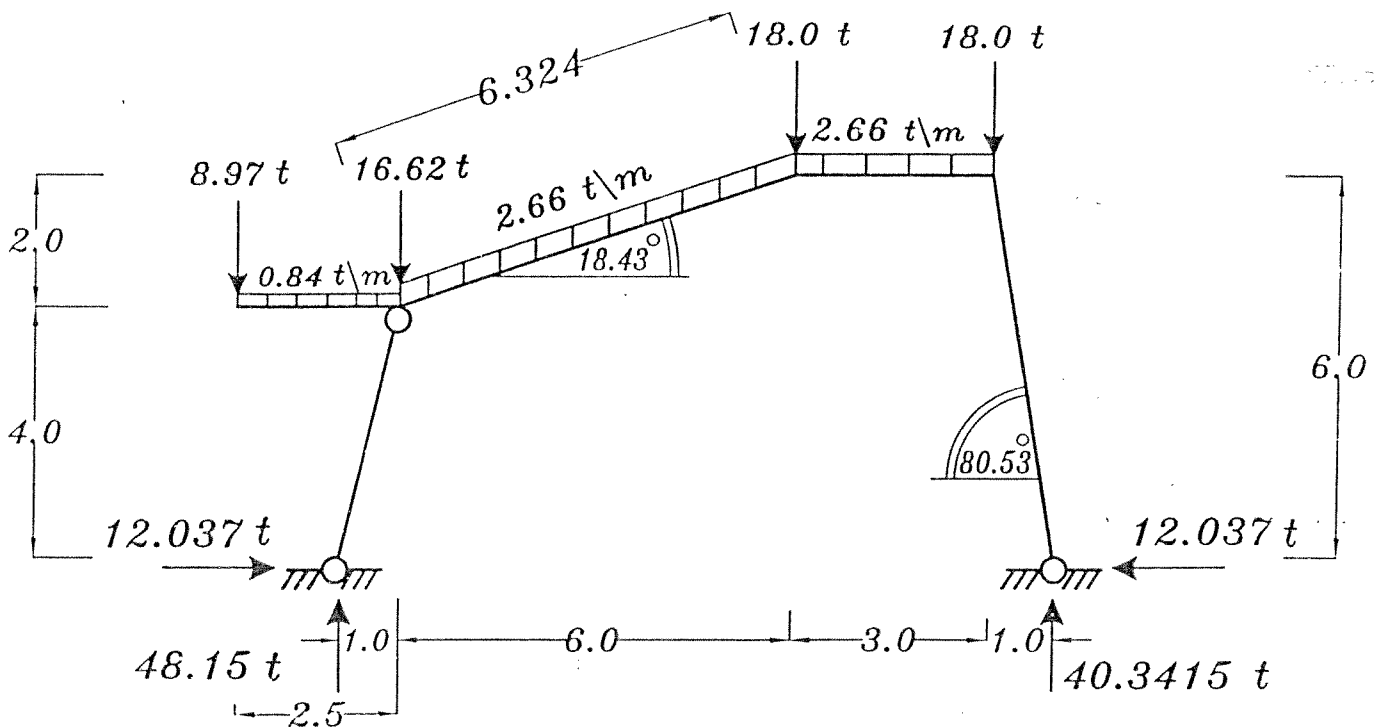
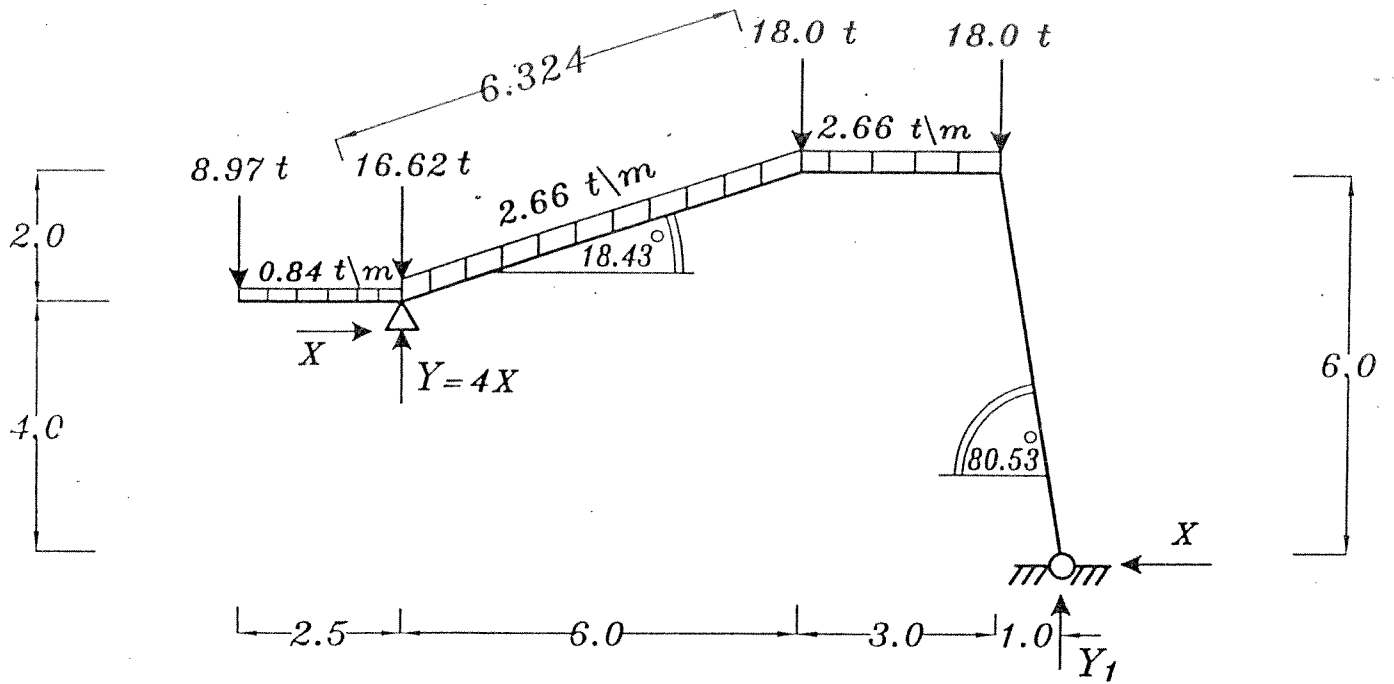


marked Beam. 

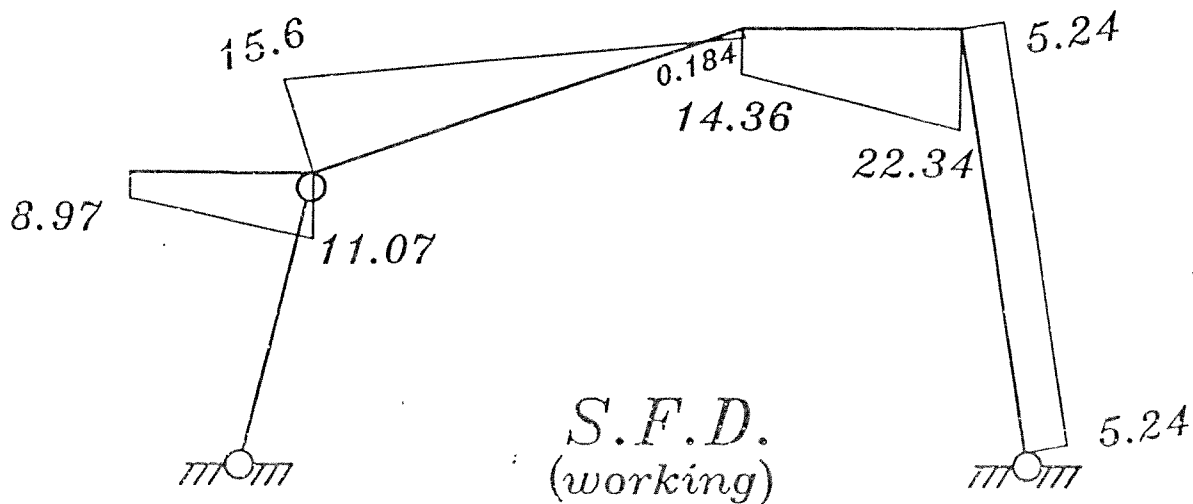
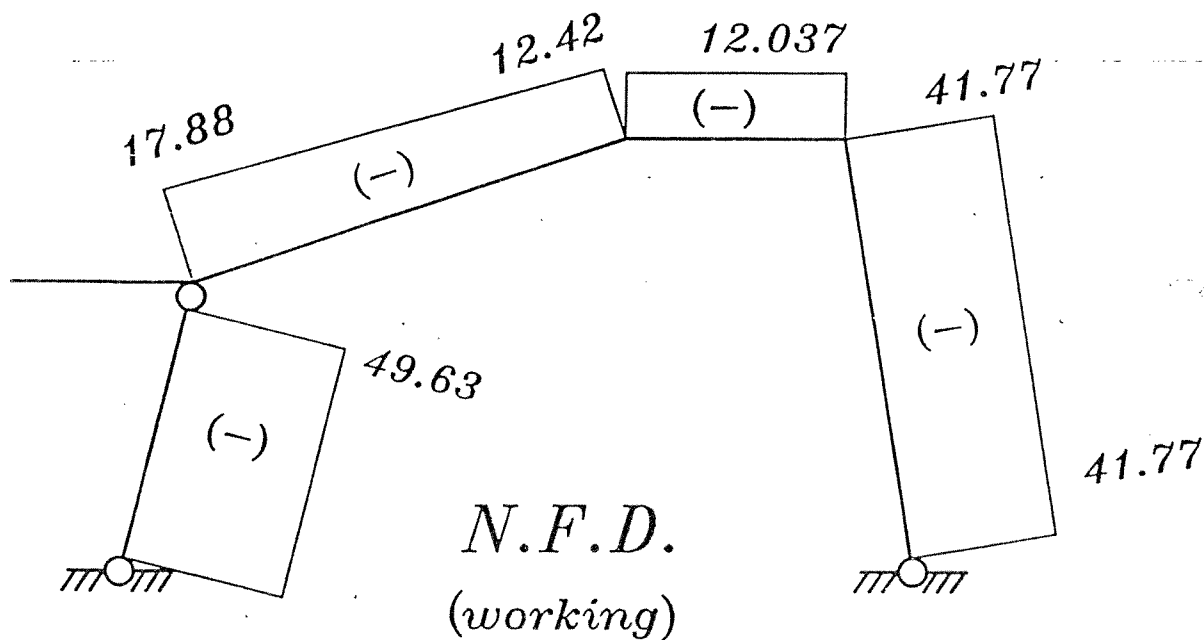
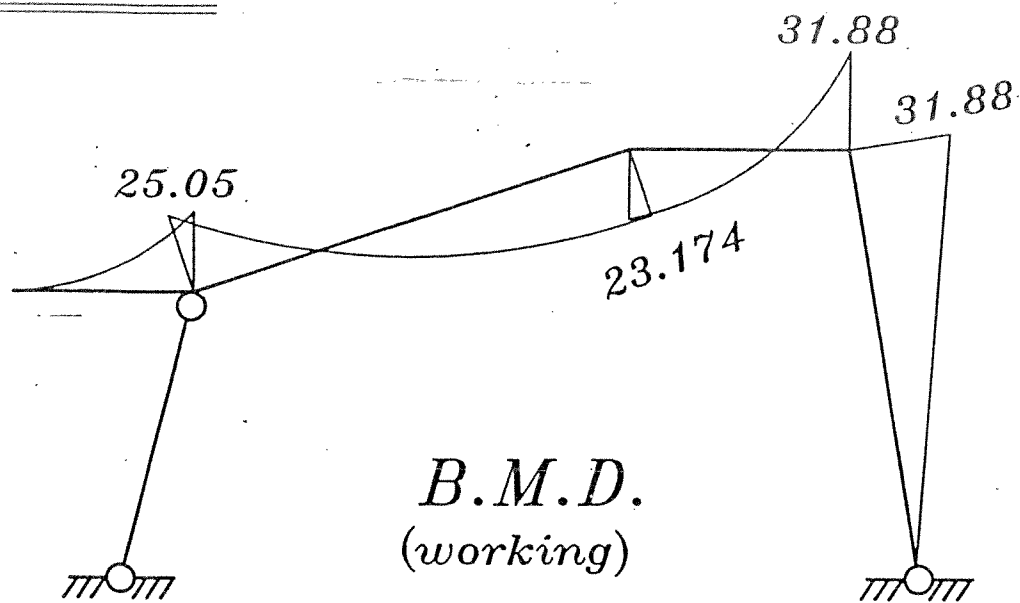
*Req.*

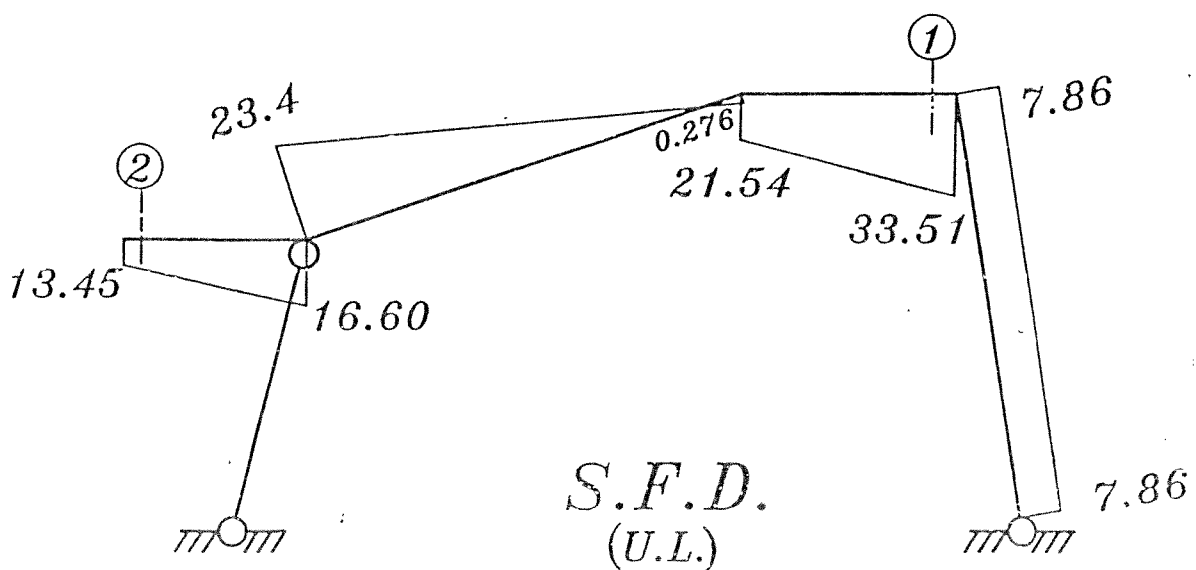
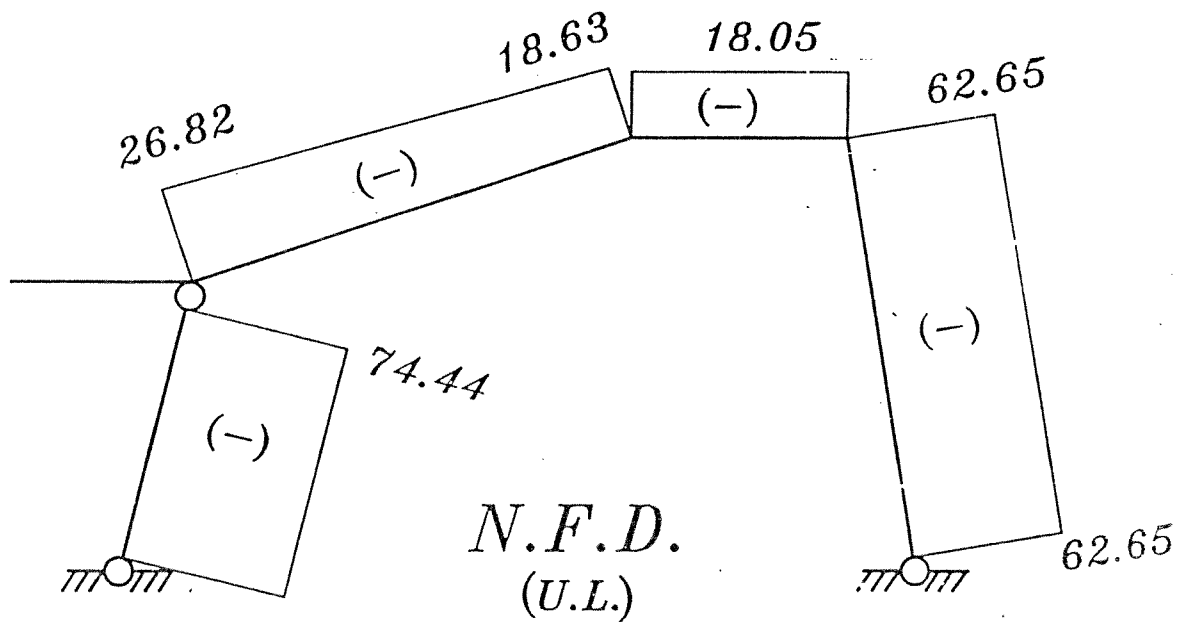
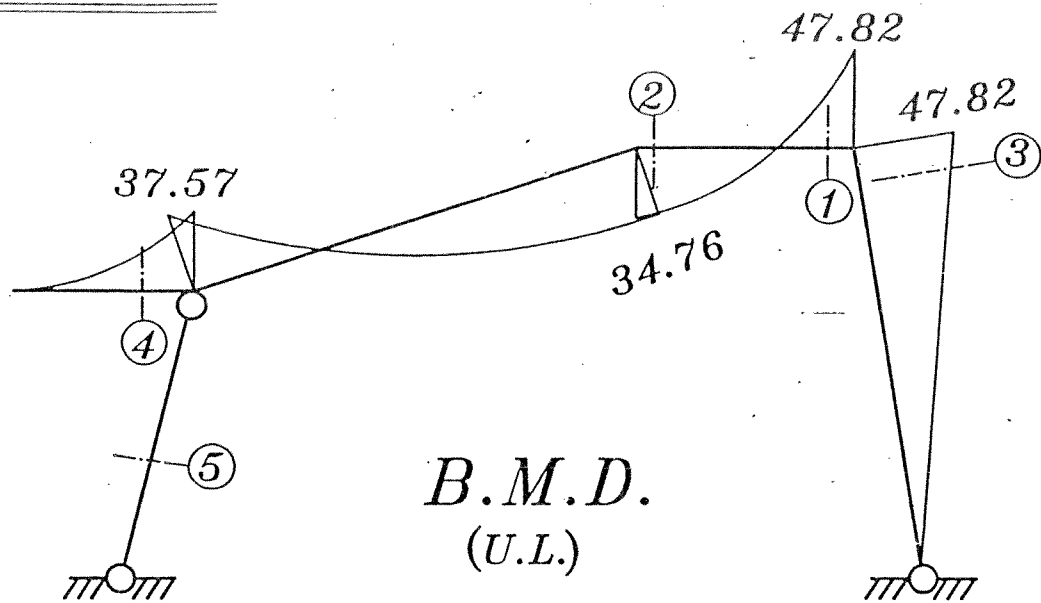
- ① Draw the Internal Forces Diagrams For the Frame due to the given working Loads. (Case of total Load is only required)
- ② Design the critical sections of the Frame. using U.L. design method in bending and shear.
- ③ Draw Details of RFT. For Frame. in elevation to scale 1:50 and cross-section to scale 1:10 making curtailment of steel using Moment of Resistance Method.
- ④ Design the marked Beam. and Draw Details of RFT. in elevation to scale 1:50 and cross-section to scale 1:10 making curtailment of steel using Imperial Method.

# Loads on the Frame.



ملحوظة هامة  
عند تصميم ال Frames يجب عمل حالات تحميل مختلفة  
و ليس Total Load فقط مثل هذا المثال





# Design of Sections.

## Sec. ①

$$M = 47.82 \text{ m.t.}, N = 18.05 \text{ t}, b = 35 \text{ cm}$$

$$d_o = 3.5 \sqrt{\frac{47.82 * 10^5}{250 * 35}} = 81.82 \text{ cm} \quad (\text{as R-Sec.})$$

$$d = (1.1 \rightarrow 1.3) d_o = (1.1 \rightarrow 1.3) (81.82) = (90.0 \rightarrow 106.3) \text{ cm}$$

$$\text{Take } d = 95.0 \text{ cm}, t = 95 + 5 = 100 \text{ cm}$$

$$\text{Check } \frac{N}{F_{cu} b t} = \frac{18.05 * 10^3}{250 * 35 * 100} = 0.020 < 0.04 \therefore (\text{neglect } N)$$

$$\therefore \text{Take } d = d_o = 81.82 \text{ cm} \therefore \text{Take } \boxed{d = 85.0 \text{ cm}}, \boxed{t = 90.0 \text{ cm}}$$

$$\therefore \text{The sec. still R-sec. } C_1 = 3.50 \rightarrow J = 0.78$$

$$\therefore A_s = \frac{M_{U.L.}}{J F_y d} = \frac{47.82 * 10^5}{0.780 * 3600 * 81.82} = 20.81 \text{ cm}^2 \quad (11 \phi 16)$$

$$\text{Check } A_{s_{min}} = \frac{11}{F_y} b d = \frac{11}{3600} (35) (85) = 9.09 \text{ cm}^2$$

$$\therefore A_s > A_{s_{min}} \therefore \text{o.k.}$$

$$\therefore n = \frac{b - 2.5}{\phi + 2.5} = \frac{35 - 2.5}{1.6 + 2.5} = 7.92 = 7.0$$

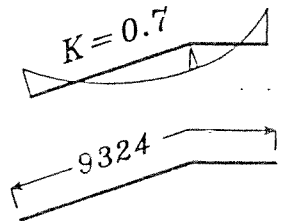
## Sec. ② $M = 34.76 \text{ m.t.}, N = 18.63 \text{ t}, b = 35 \text{ cm}$

$$d = 850 \text{ mm} \quad (\text{the same depth of sec. ①})$$

$$\text{Check } \frac{N}{F_{cu} b t} = \frac{18.63 * 10^3}{250 * 35 * 85} = 0.025 < 0.04 \therefore (\text{neglect } N)$$

$$\therefore \text{The sec. will be T-sec.} \therefore \text{use } B$$

$$B = \left\{ \begin{array}{l} \text{C.L.-C.L.} = \text{Spacing} = 6.0 \text{ m} = 600 \text{ cm} \\ 16 t_s + b = 16 * 14 + 35 = 259 \text{ cm} \\ K \frac{L}{5} + b = 0.7 * \frac{932.4}{5} + 35 = 165.53 \text{ cm} \end{array} \right\} \quad \boxed{B = 165.53 \text{ cm}}$$



$$\therefore d = C_1 \sqrt{\frac{M_{U.L.}}{F_{cu} B}} \therefore 85 = C_1 \sqrt{\frac{34.76 * 10^5}{25 * 165.53}} \rightarrow C_1 = 9.27 \rightarrow J = 0.826$$

$$\therefore A_s = \frac{M_{U.L.}}{J F_y d} = \frac{34.76 * 10^5}{0.826 * 3600 * 85} = 13.75 \text{ cm}^2 \quad (7 \phi 16)$$

$$\text{Stirrup Hangers} = (0.1 \rightarrow 0.2) A_s = (0.1 \rightarrow 0.2) 13.75 \quad (2 \phi 13)$$

Sec. ③ R-Sec.  $M = 47.82 \text{ m.t.}$ ,  $N = 62.65 \text{ t}$

$$d_o = 3.5 \sqrt{\frac{47.82 \cdot 10^5}{250 \cdot 35}} = 81.82 \text{ cm} \quad (\text{as R-Sec.})$$

$$d = (1.1 \rightarrow 1.3) d_o = (1.1 \rightarrow 1.3) (81.82) = (90.0 \rightarrow 106.3) \text{ cm}$$

$$\text{Take } d = 95.0 \text{ cm}, \quad \boxed{t = 95 + 5 = 100 \text{ cm}}$$

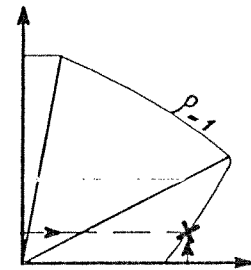
$$\text{Check } \frac{N}{F_{cu} b t} = \frac{62.65 \cdot 10^3}{250 \cdot 35 \cdot 100} = 0.071 > 0.04 \quad (\text{Don't neglect } N)$$

$\therefore$  Design the Sec. on both N.F., B.M.

$\therefore$  Use Interaction Diagram

$$\xi = \frac{100 - 10}{100} = 0.90 \xrightarrow{\text{use}} \text{ECCS Design Aids Page 4-23}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{N_u}{F_{cu} b t} &= \frac{62.65 \cdot 10^3}{250 \cdot 35 \cdot 100} = 0.071 \\ \frac{M_u}{F_{cu} b t^2} &= \frac{47.82 \cdot 10^5}{250 \cdot 35 \cdot 100^2} = 0.055 \end{aligned} \right\} \rho = 1.0$$



Tension Zone  $\therefore$  Use  $e_s$

$$e = \frac{M}{N} = \frac{47.82}{62.65} = 0.763 \text{ m}$$

$$e_s = e + \frac{t}{2} - c = 0.763 + \frac{1.0}{2} - 0.05 = 1.213 \text{ m}$$

$$M_s = N \cdot e_s = 62.65 \cdot 1.213 = 76.0 \text{ m.t.}$$

$$\therefore 95 = C_1 \sqrt{\frac{76.0 \cdot 10^5}{250 \cdot 35}} \rightarrow C_1 = 3.22 \rightarrow J = 0.764$$

$$\therefore A_s = \frac{M_s}{J F_y d} - \frac{N_{U.L.}}{(F_y \delta_s)} = \frac{76.0 \cdot 10^5}{0.764 \cdot 3600 \cdot 95} - \frac{62.65 \cdot 10^3}{(3600 \cdot 1.15)} = 9.07 \text{ cm}^2$$

$$\text{Check } A_{s_{min}} = \frac{11}{F_y} b d = \frac{11}{3600} (35)(95) = 10.16 \text{ cm}^2$$

$$\therefore A_s < A_{s_{min}} \therefore \text{Take } A_s = A_{s_{min}}$$

$$A_{s_{min}} = \frac{11}{F_y} b d = \frac{11}{3600} (35)(95) = 10.16$$

$$1.3 A_{s_{req.}} = (1.3)(9.07) = 11.79$$

$$\text{st. } 360/520 \quad \frac{0.15}{100} b d = \frac{0.15}{100} (35)(95) = 4.98$$

$\boxed{6 \phi 16}$

$$\text{Stirrup Hangers} \approx 0.4 A_s \approx 0.4 (10.16) = 4.06 \text{ cm}^2$$

$\boxed{2 \phi 16}$

$$\therefore n = \frac{b - 2.5}{\phi + 2.5} = \frac{35 - 2.5}{1.6 + 2.5} = 7.92 \approx 7.0$$



Sec. ④  $M = 37.57 \text{ m.t.}$  ,  $b = 35 \text{ cm}$

$\therefore$  The sec. is R-sec.  $C_1 = 3.50 \rightarrow J = 0.78$

$$d = 3.5 \sqrt{\frac{37.57 * 10^5}{250 * 35}} = 72.52 \text{ cm.} \quad (\text{as R-Sec.})$$

$\therefore$  Take  $d = 75 \text{ cm}$  ,  $t = 80 \text{ cm}$

$$\therefore A_s = \frac{M_{U.L.}}{J F_y d} = \frac{37.57 * 10^5}{0.780 * 3600 * 72.52} = 18.45 \text{ cm}^2 \quad (10 \phi 16)$$

$$Y = \left\{ \begin{array}{l} \frac{t}{2} = \frac{80}{2} = 40 \text{ cm} \\ t_b = \frac{\text{spacing}}{12} = \frac{600}{12} = 50 \text{ cm} \\ t - \frac{L_c}{3} = 80 - \frac{250}{3} = -3.33 \text{ cm} \end{array} \right\} Y = 50 \text{ cm}$$

Sec. ⑤

(35 \* 35) Axially Loaded Column.  $N = 74.44 \text{ t}$

$$\therefore P_{U.L.} = 0.35 A_c F_{cu} + 0.67 A_s F_y$$

$$\therefore 74.44 * 10^3 = 0.35 (35 * 35) (250) + 0.67 A_s (3600)$$

$$\therefore A_s = -13.57 \text{ cm}^2 = - (\text{Ve}) \text{ Value}$$

$$\therefore A_s = A_{s_{min.}} = \frac{0.6}{100} * 35 * 35 = 7.35 \text{ cm}^2$$

$$(8 \phi 13)$$

## Check Shear.

– Allowable shear stress.

$$- q_{cu} = 0.75 \sqrt{\frac{F_{cu}}{\delta_c}} = 0.75 \sqrt{\frac{250}{1.5}} = 9.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$- q_{max.} = 2.2 \sqrt{\frac{F_{cu}}{\delta_c}} = 2.2 \sqrt{\frac{250}{1.5}} = 28.40 \text{ kg/cm}^2$$

Sec. ①  $Q = 33.51 \text{ t}$

$$\therefore \text{Actual shear stress.} = q_U = \frac{Q}{b d} = \frac{33.51 * 10^3}{35 * 90} = 10.63 \text{ kg/cm}^2$$

$\therefore q_{cu} < q_U < q_{max.} \therefore$  We need Stirrups more Than  $5 \phi 8 \text{ m}$

$$\therefore \text{Use } q_s = q_u - \frac{q_{cu}}{2} = \frac{n A_s (F_y \delta_s)}{b S}$$

\* Take  $n = 2$ ,  $\phi 8 \rightarrow A_s = 0.503 \text{ cm}^2$

$$10.63 - \frac{9.68}{2} = \frac{2 * 0.503 (2400 \delta_s)}{35 * S} \rightarrow S = 10.63 \text{ cm.} > 10 \text{ cm.} \therefore \text{o.k.}$$

$$\therefore \text{No. of stirrups m} = \frac{100}{S} = \frac{100}{10.63} = 9.40 = 10$$

$\therefore$  Use Stirrups  $10 \phi 8 \text{ m}$  2 branches

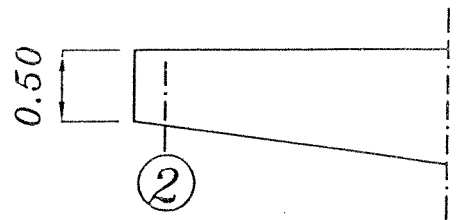
Sec. ②  $Q = 13.45 \text{ t}$

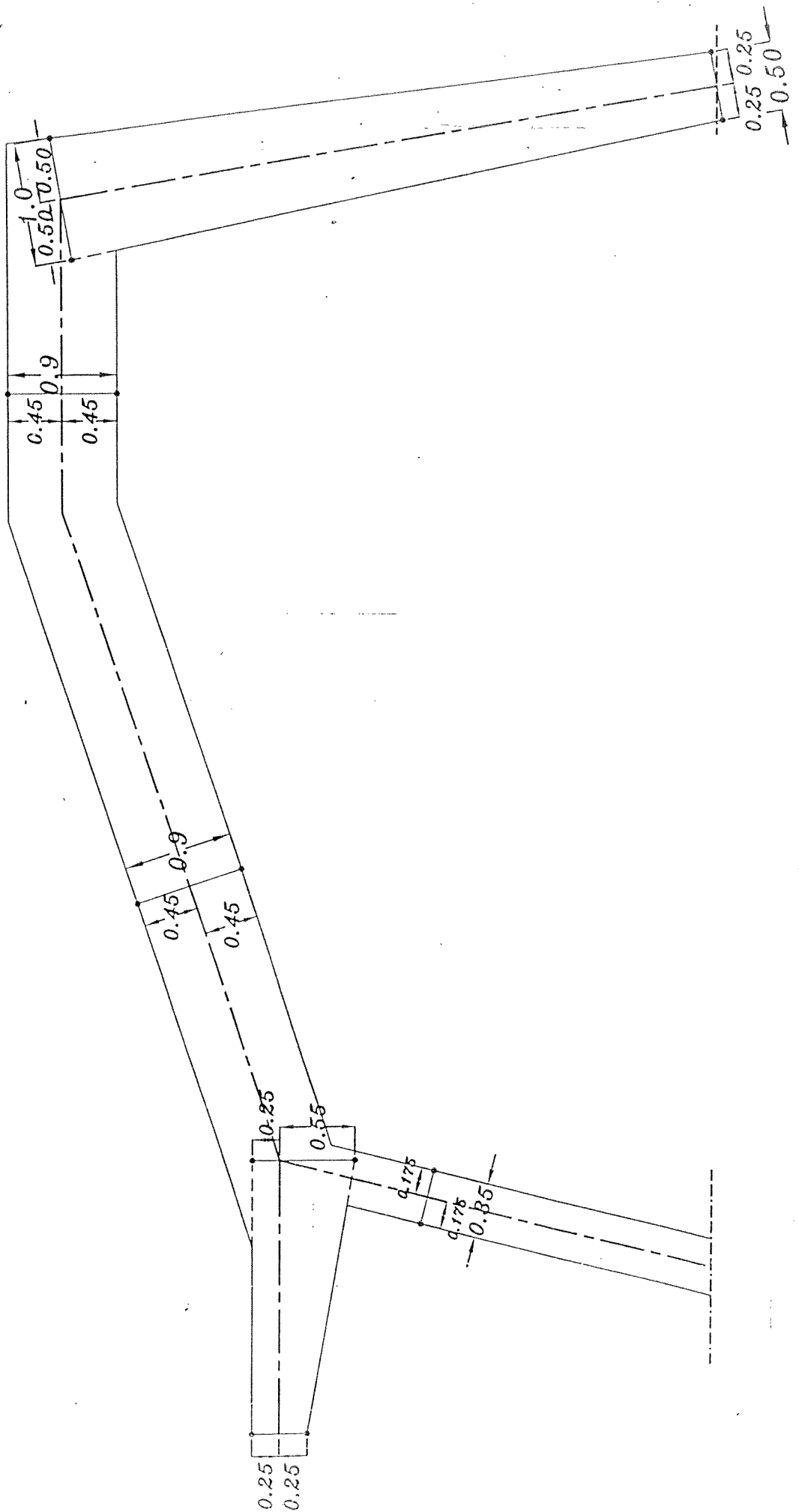
$\therefore$  Actual shear stress. =

$$q_U = \frac{Q}{b d} - \frac{M \tan \beta}{b d^2}$$

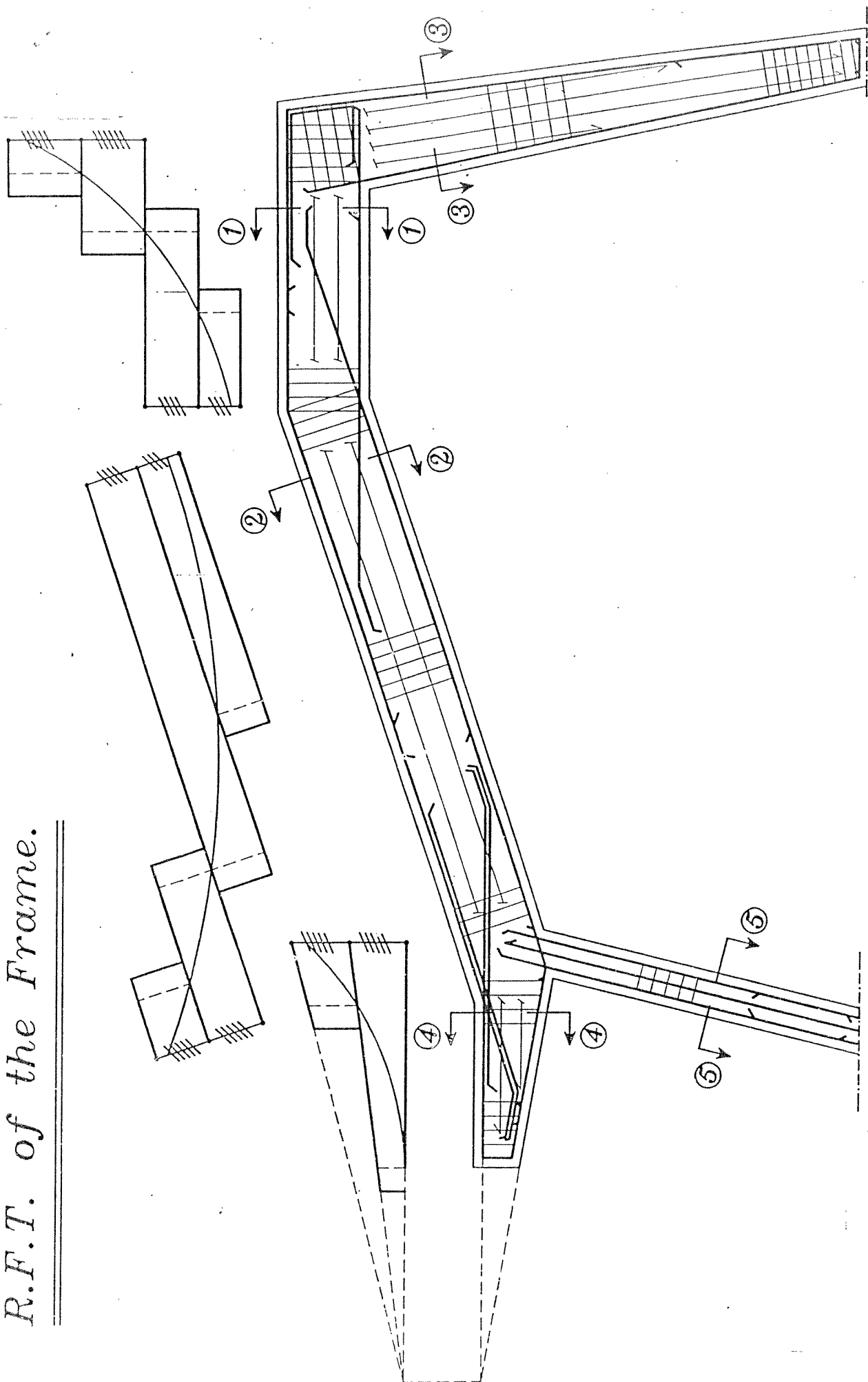
$$= \frac{13.45 * 10^3}{35 * 45} - \text{ZERO} = 8.53 \text{ kg/cm}^2$$

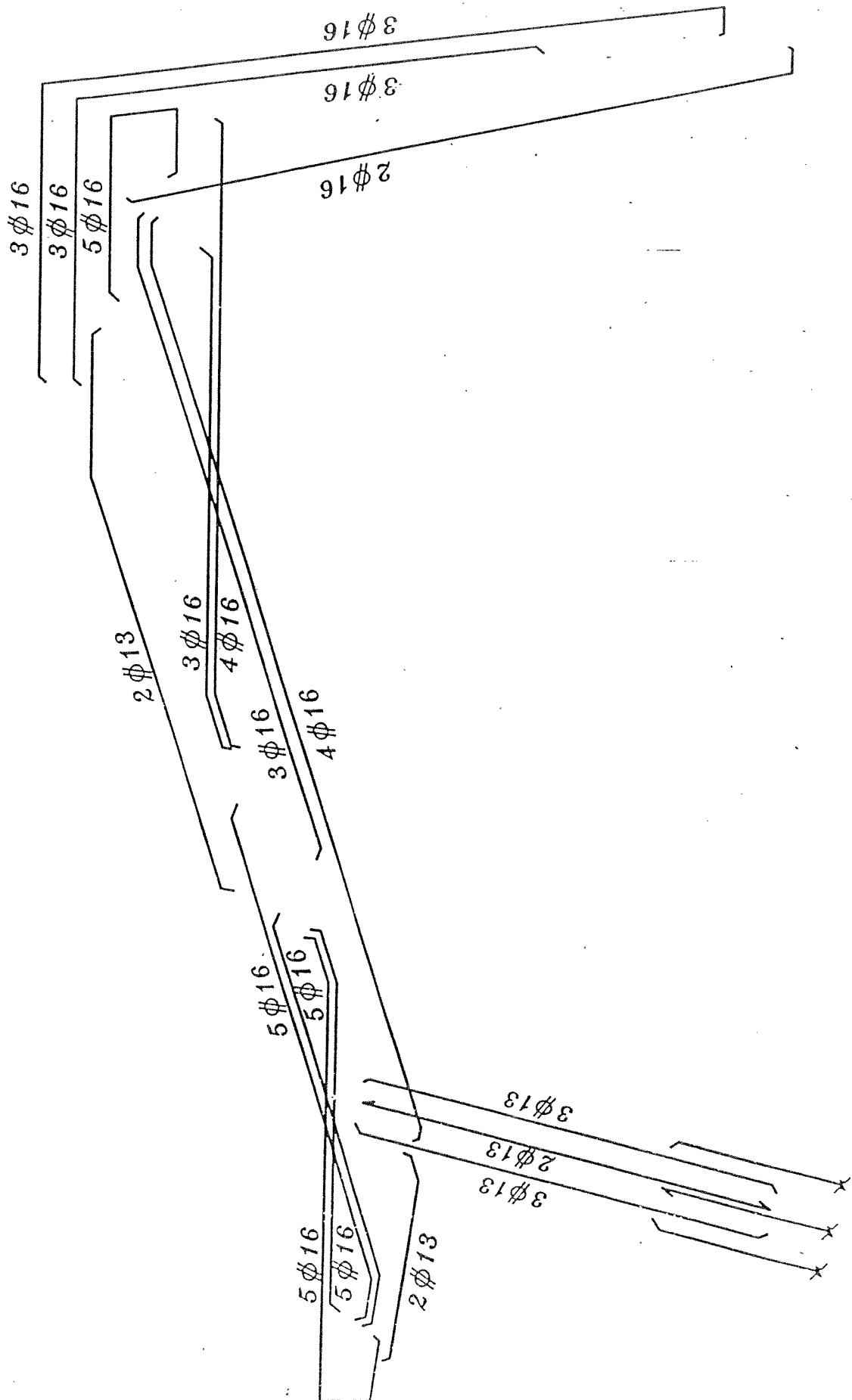
$\therefore q_U < q_{cu} \rightarrow$  Use min. stirrups  $5 \phi 8 \text{ m}$

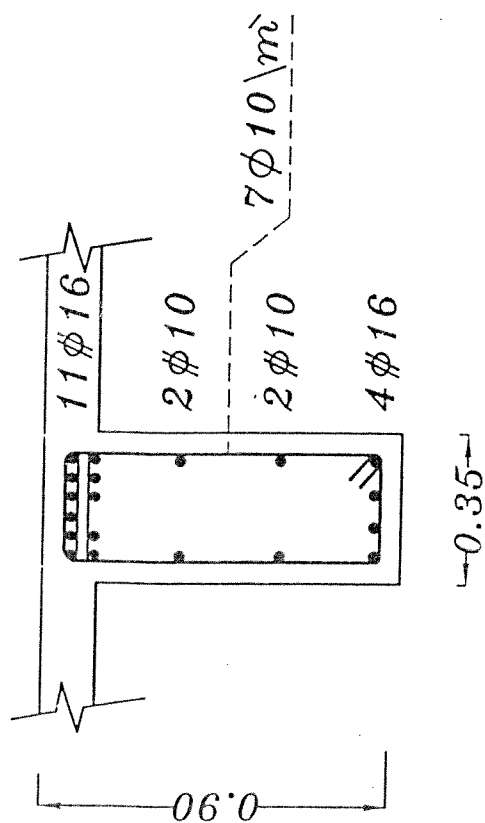




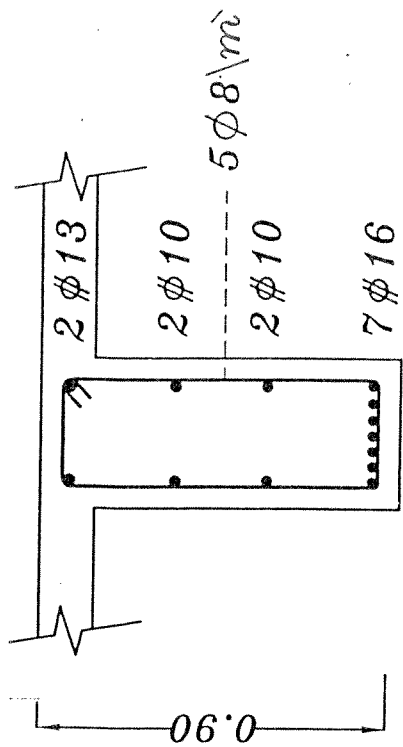
R.F.T. of the Frame.



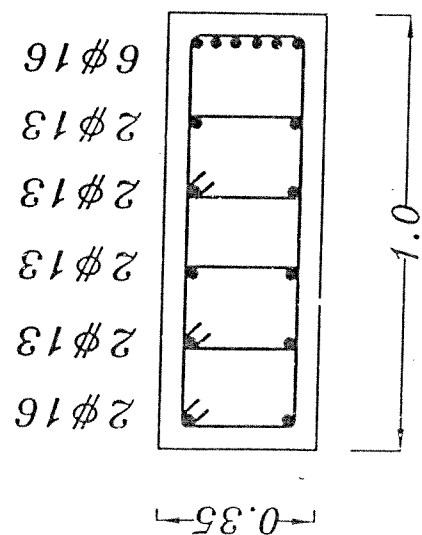




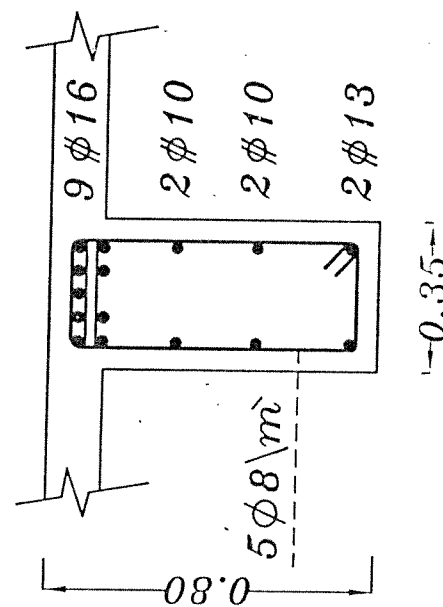
Sec. (1-1)



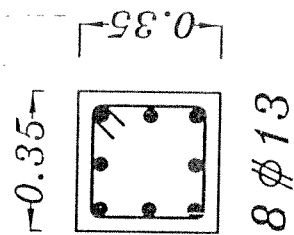
Sec. (2-2)



Sec. (3-3)

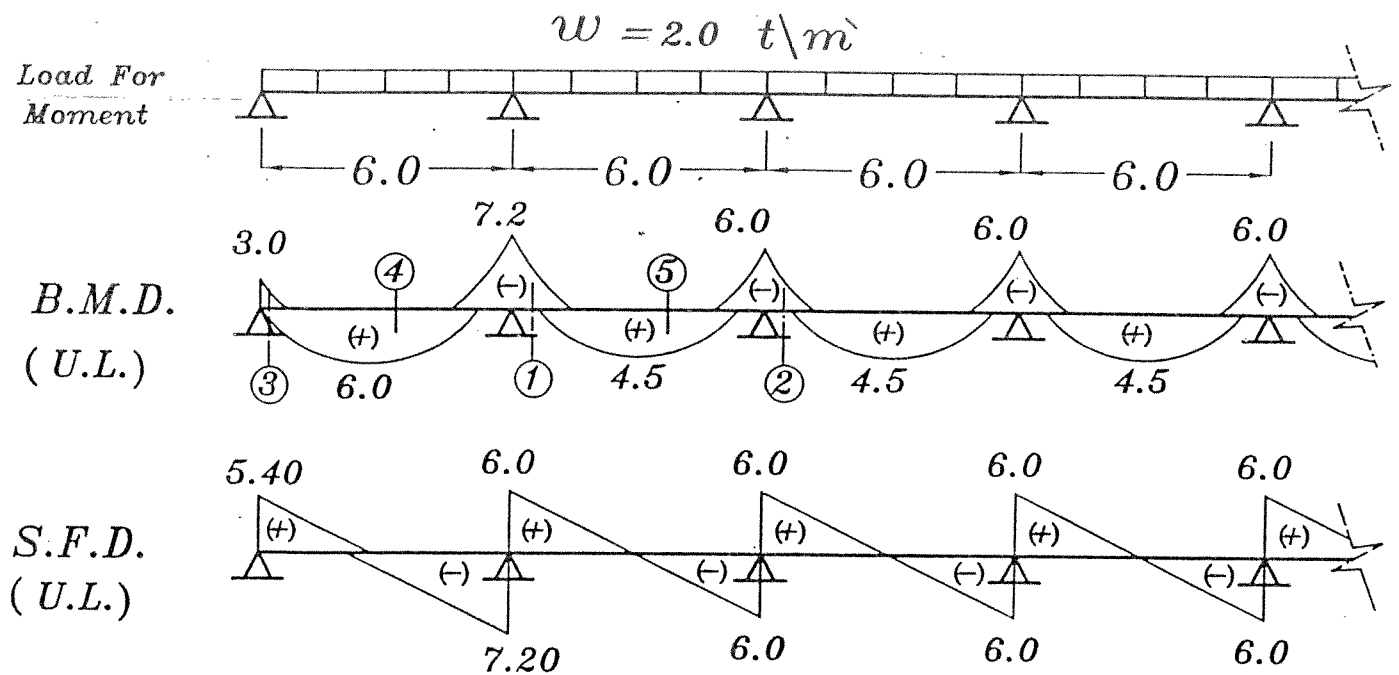


Sec. (4-4)



Sec. (5-5)

# Design the Beam $B_1$



Sec. ①  $M_{U.L.} = 7.20 \text{ m.t.}$  R-Sec.

- Get  $d = C_1 \sqrt{\frac{M_{U.L.}}{F_{cu} b}} = 3.50 \sqrt{\frac{7.20 * 10^5}{225 * 25}} = 39.59 \text{ cm.}$

- Take  $d = 40 \text{ cm.}$  ,  $t = 45 \text{ cm.}$

- Get  $A_s = \frac{M_{U.L.}}{J F_y d} = \frac{7.20 * 10^5}{0.78 * 3600 * 39.59} = 6.47 \text{ cm}^2$  5  $\phi$  13

- Check  $A_{s_{min}} = \frac{11}{F_y} b d = \frac{11}{3600} (25) (40) = 3.05 \text{ cm}^2$

$\therefore A_s > A_{s_{min}} \therefore \text{o.k.}$

$\therefore n = \frac{b - 2.5}{\phi + 2.5} = \frac{25 - 2.5}{1.3 + 2.5} = 5.92 = 5.0 \text{ bars}$

Sec. ②  $M_{U.L.} = 6.0 \text{ m.t.}$  R-Sec.

Take  $d = 0.40 \text{ m}$  (The same  $d$  of Sec. ①)

$\therefore d = C_1 \sqrt{\frac{M_{U.L.}}{F_{cu} b}} \therefore 40 = C_1 \sqrt{\frac{6.0 * 10^5}{225 * 25}} \rightarrow C_1 = 3.87 \rightarrow J = 0.799$

$\therefore A_s = \frac{M_{U.L.}}{J F_y d} = \frac{6.0 * 10^5}{0.799 * 3600 * 40} = 5.21 \text{ cm}^2$  4  $\phi$  13

- Check  $A_{s_{min}} = \frac{11}{F_y} b d = \frac{11}{3600} (25) (40) = 3.05 \text{ cm}^2$

$\therefore A_s > A_{s_{min}} \therefore \text{o.k.}$

Sec. ③

$M_{U.L.} = 3.0 \text{ m.t.}$  R-Sec.

Take  $d = 0.40 \text{ m}$  (The same  $d$  of Sec. ①)

$$\therefore d = C_1 \sqrt{\frac{M_{U.L.}}{F_{cu} b}} \therefore 40 = C_1 \sqrt{\frac{3.0 * 10^5}{225 * 25}} \rightarrow C_1 = 5.47 \rightarrow J = 0.826$$

$$\therefore A_s = \frac{M_{U.L.}}{0.826 F_y d} = \frac{3.0 * 10^5}{0.826 * 3600 * 40} = 2.52 \text{ cm}^2$$

$$\text{— Check } A_{s_{min}} = \frac{11}{F_y} b d = \frac{11}{3600} (25) (40) = 3.05 \text{ cm}^2$$

$$\therefore A_s < A_{s_{min}} \therefore \text{Take } A_s = A_{s_{min}}$$

$$\left. \begin{array}{l} A_{s_{min}} = \frac{11}{F_y} b d = \frac{11}{3600} (25) (40) = 3.05 \\ 1.3 A_{s_{req.}} = (1.3) (2.52) = 3.27 \end{array} \right\} 3.05$$
$$\text{st. 36/52 } \frac{0.15}{100} b d = \frac{0.15}{100} (25) (40) = 1.50 \left. \right\} 3.05 \text{ cm}^2$$

3  $\phi$  13

Sec. ④

$M_{U.L.} = 6.0 \text{ m.t.}$  T-Sec.

Take  $d = 0.40 \text{ m}$  (The same  $d$  of Sec. ①)

$$B = \left\{ \begin{array}{l} \text{C.L.} - \text{C.L.} = 150 + 100 = 250 \text{ cm} \\ 16 t_s + b = 16 * 14 + 25 = 249 \text{ cm} \\ K \frac{L}{5} + b = 0.8 * \frac{600}{5} + 25 = 121 \text{ cm} \end{array} \right\} \boxed{B = 121 \text{ cm}}$$

$$\therefore d = C_1 \sqrt{\frac{M_{U.L.}}{F_{cu} B}} \therefore 40 = C_1 \sqrt{\frac{6.0 * 10^5}{225 * 121}} \rightarrow C_1 = 8.52 \rightarrow J = 0.826$$

$$\therefore A_s = \frac{M_{U.L.}}{0.826 F_y d} = \frac{6.0 * 10^5}{0.826 * 3600 * 40} = 5.04 \text{ cm}^2 \quad \underline{\underline{4 \phi 13}}$$

$$\text{— Check } A_{s_{min}} = \frac{11}{F_y} b d = \frac{11}{3600} (25) (40) = 3.05 \text{ cm}^2$$

$$\therefore n = \frac{b - 2.5}{\phi + 2.5} = \frac{25 - 2.5}{1.3 + 2.5} = 5.92 = 5.0 \quad \therefore A_s > A_{s_{min}} \therefore \text{o.k.}$$

$$\text{Stirrup Hangers} = (0.1 \rightarrow 0.2) A_s = (0.1 \rightarrow 0.2) 5.04$$

2  $\phi$  10



Sec. ⑤

$$M_{U.L.} = 4.5 \text{ m.t. } T\text{-Sec.}$$

Take  $d = 0.40 \text{ m}$  (The same  $d$  of Sec. ①)

$$B = \left\{ \begin{array}{l} C.L.-C.L. = 150 + 100 = 250 \text{ cm} \\ 16 t_s + b = 16 * 14 + 25 = 249 \text{ cm} \\ K \frac{L}{5} + b = 0.7 * \frac{600}{5} + 25 = 109 \text{ cm} \end{array} \right\} \quad \boxed{B = 109 \text{ cm}}$$

$$\therefore d = C_1 \sqrt{\frac{M_{U.L.}}{F_{cu} B}} \quad \therefore 40 = C_1 \sqrt{\frac{4.50 * 10^5}{225 * 109}} \rightarrow C_1 = 9.33 \rightarrow J = 0.826$$

$$\therefore A_s = \frac{M_{U.L.}}{0.826 F_y d} = \frac{4.50 * 10^5}{0.826 * 3600 * 40} = 3.78 \text{ cm}^2 \quad (3 \phi 13)$$

$$\text{Stirrup Hangers} = (0.1 \rightarrow 0.2) A_s = (0.1 \rightarrow 0.2) 3.78 \quad (2 \phi 10)$$

### Check Shear.

- Allowable shear stress.

$$- q_{cu} = 0.75 \sqrt{\frac{F_{cu}}{\delta_c}} = 0.75 \sqrt{\frac{225}{1.5}} = 9.185 \text{ kg/cm}^2$$

$$- q_{max.} = 2.2 \sqrt{\frac{F_{cu}}{\delta_c}} = 2.2 \sqrt{\frac{225}{1.5}} = 26.94 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Sec. ①} \quad Q = 7.20 \text{ t}$$

$$\therefore \text{Actual shear stress.} = q_U = \frac{Q}{b d} = \frac{7.20 * 10^3}{25 * 40} = 7.20 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore q_U < q_{cu} \rightarrow \text{Use min. stirrups} \quad \boxed{5 \phi 8 \setminus m}$$

# REF. of B1

