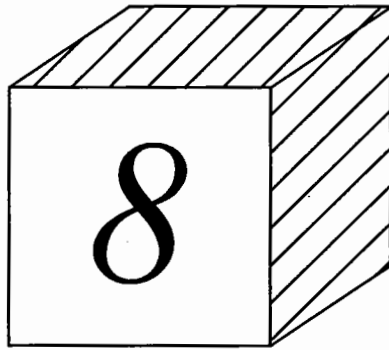


رابعه Steel

الاعمال

۳ / رمزي

۱۶۵



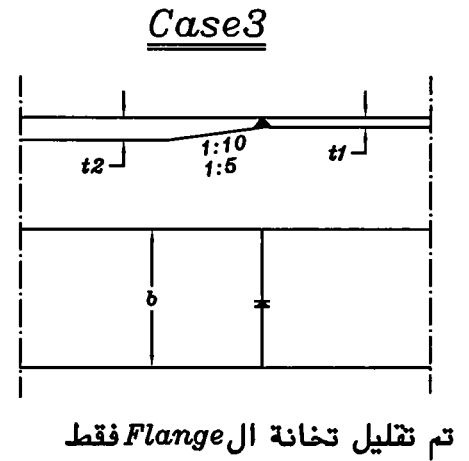
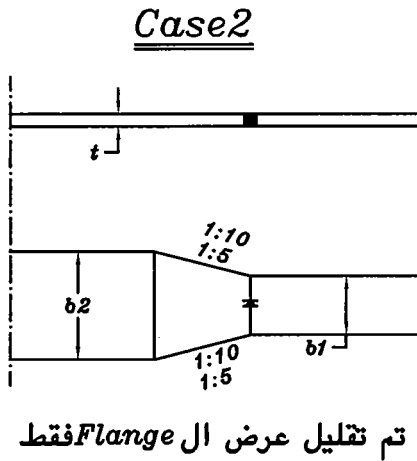
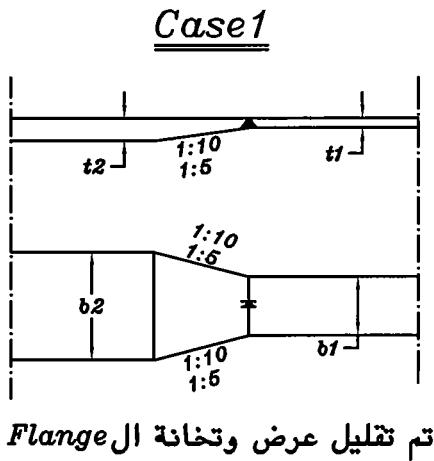
Curtailment & L.T.B

Curtailment Of Flange Plate

مقدمه

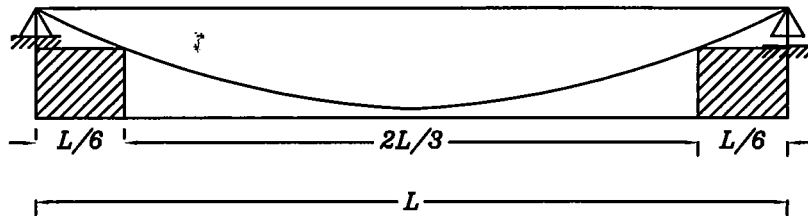
نظرا لطول ال Main Girder فانه يكون من غير الاقتصادي ان يتم تثبيت القطاع على كامل طول الكمره بل يجب تغيير القطاع مع تغير العزوم حيث يتم تغيير ابعاد ال Flange ولا يتم تغيير طول او عرض ال Web

وهناك ثلاث طرق لتغيير ال Flange



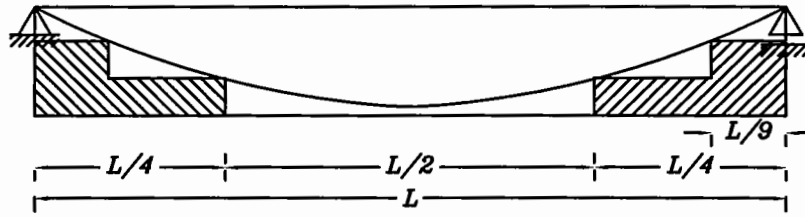
وتكون هناك مواضع معينه في الكمره يتم تقليل فيها ابعاد ال Flange

If $L < 30.00m$



في حالة ان طول الكمره اقل من ٣٠ م فانه يتم تغيير القطاع مره واحده عند $(L/6)$ اي ان قطاع الكمره يظل ثابت في $(2L/3)$ ويتغير عند $(L/6)$ From Support

If $L > 30.00m$



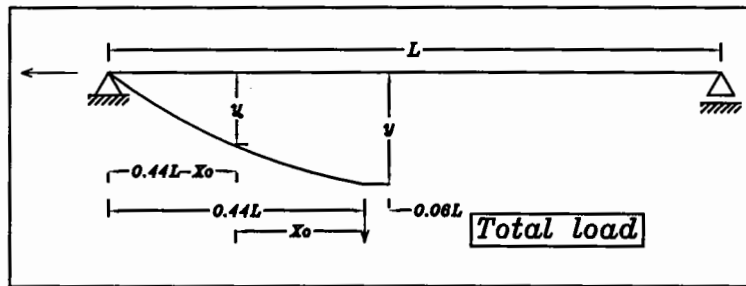
في حالة ان طول الكمره اكبر من ٣٠ م فانه يتم تغيير القطاع مرتان عند $(L/4, L/9)$ ويتم تثبيت القطاع في $L/2$

Curtailment of Flange Plate

If $L < 30.00m$

يتم حساب العزوم عند $(L/6)$ اما بالطريقه التقريبيه او بالطريقه الدقيقه غالبا ما يتم الحساب بالطريقه التقريبيه مالم يذكر خلاف ذلك

For B.M

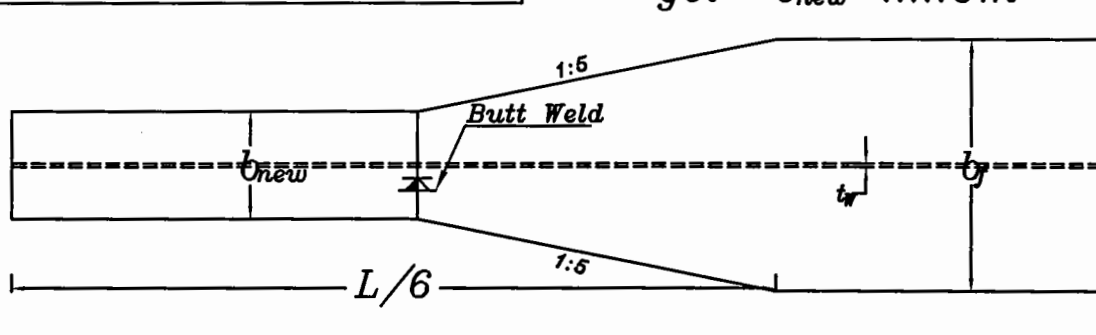


$$M_{@ L/6} = \left\{ 1 - \left[\frac{(0.44 - 1/6)L}{0.44L} \right]^2 \right\} * M_{max}$$

بعد استخدام هذه المعادله والحصول على العزوم عند القطاع المطلوب يتم تصميم قطاع جديد بهذا العزم والحصول على ابعاد ال $Flange$ الجديده يفضل عند الحصول على ال $Flange$ الجديده يفضل تثبيت تخانة ال $Flange$ والحصول على عرض ال $Flange$ الجديده

$$0.58F_y = \frac{M_x * (h_w/2 + t_f)}{I_x}$$

get I_{x-new}
get $b_{new} = \dots \text{Cm}$



If $L > 30.00m$

Two Curtailment @ Two Position ,One @ $L/9$ From Support
and the Other @ $L/4$ From Support

$$M_{\odot L/9} = \left\{ 1 - \left[\frac{(0.44 - 1/9)L}{0.44L} \right]^2 \right\} * M_{max}$$

$$0.58F_y = \frac{M_x * (h_w/2 + t_f)}{I_x}$$

get I_{x1-new}

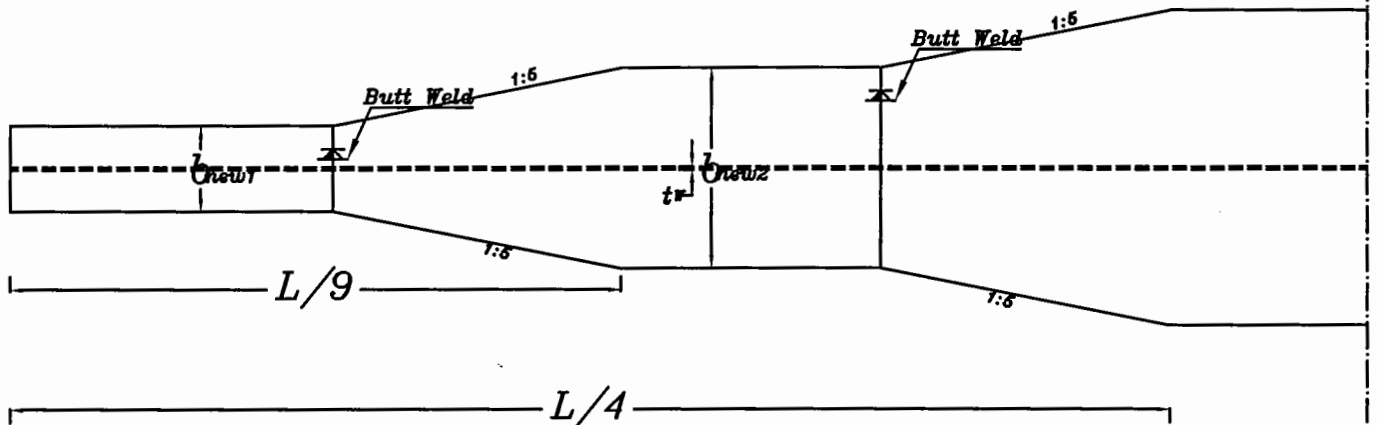
→ Get $b_{new1} = \dots\dots\dots Cm$

$$M_{\odot L/4} = \left\{ 1 - \left[\frac{(0.44 - 1/4)L}{0.44L} \right]^2 \right\} * M_{max}$$

$$0.58F_y = \frac{M_x * (h_w/2 + t_f)}{I_x}$$

get I_{x2-new}

→ Get $b_{new2} = \dots\dots\dots Cm$



Plan Of M.G Flange

المحاضرة

يجب ان لا يقل عرض flange عن ٢٠ سم والتخانة عن ٢٠ مم

Example(1)

using st.52

Main Girder with Span of 28.00m , and Straining action is
 $M_d = 600 \text{ m.t}$ $M_{u+I} = 750 \text{ m.t}$

St. 52 With $F_y = 3.6 \text{ t/Cm}^2$ (Road Way Bridge)

it is required to

Curtailment the Main Girder

$$bf = 60 \text{ Cm}$$

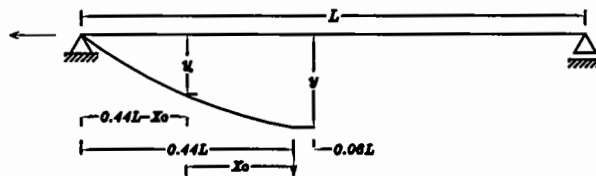
$$tf = 3 \text{ Cm}$$

$$hw = 280 \text{ Cm}$$

$$tw = 1.6 \text{ Cm}$$

°° $L < 28.00 \text{ m}$ °° One Curtailment Only @ $L/6$ From Support

$$°° L/6 = 28.00/6 = 4.67 \text{ m}$$



$$M_{@1/6L} = \left\{ 1 - \left[\frac{(0.44 - 1/6)L}{0.44L} \right]^2 \right\} * 1350$$

$$M_{@1/6L} = 829.0289 \text{ m.t}$$

$$0.58F_y = \frac{M_x * (h_w/2 + t_f)}{I_x} = \frac{(829.0289 * 100) * (280/2 + 3)}{I_x}$$

$$I_x = 5645292.033 \text{ Cm}^4$$

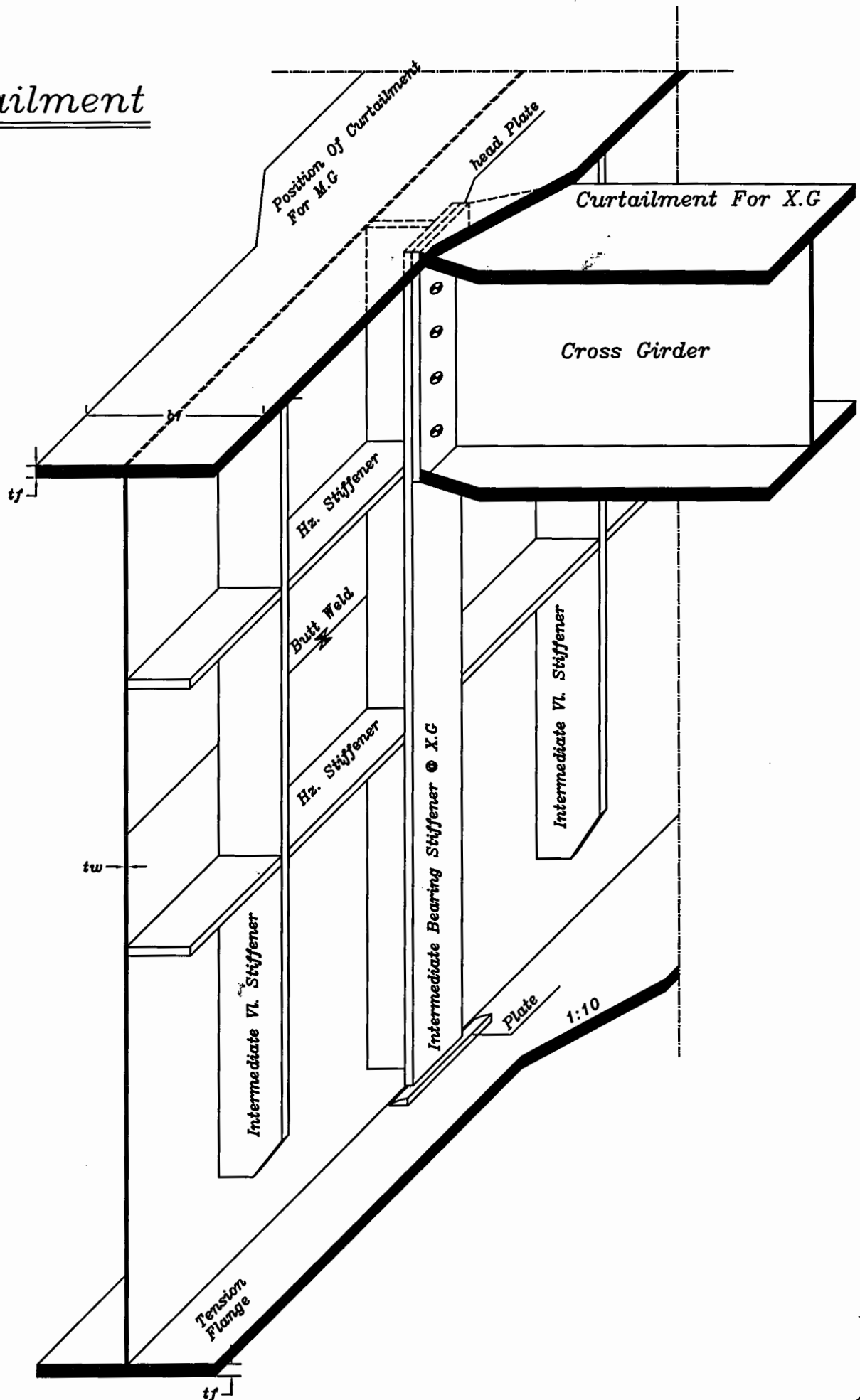
$$I_x = \frac{1.6 * 280^3}{12} + 2 * b_f * 3 * (280/2 + 3/2)^2 = 5645292.033 \text{ Cm}^4 \quad b_{new} = 22.6 \text{ Cm}$$

$$b_{new} = 24 \text{ Cm}$$

$$t_f = 3 \text{ Cm}$$

°° Use One Curtailment only @ $L/6$ From support $b = 24 \text{ Cm}$

Curtailment

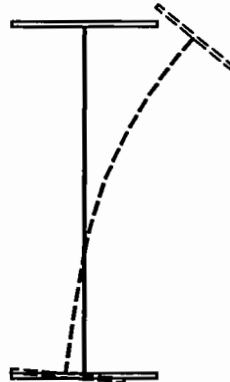
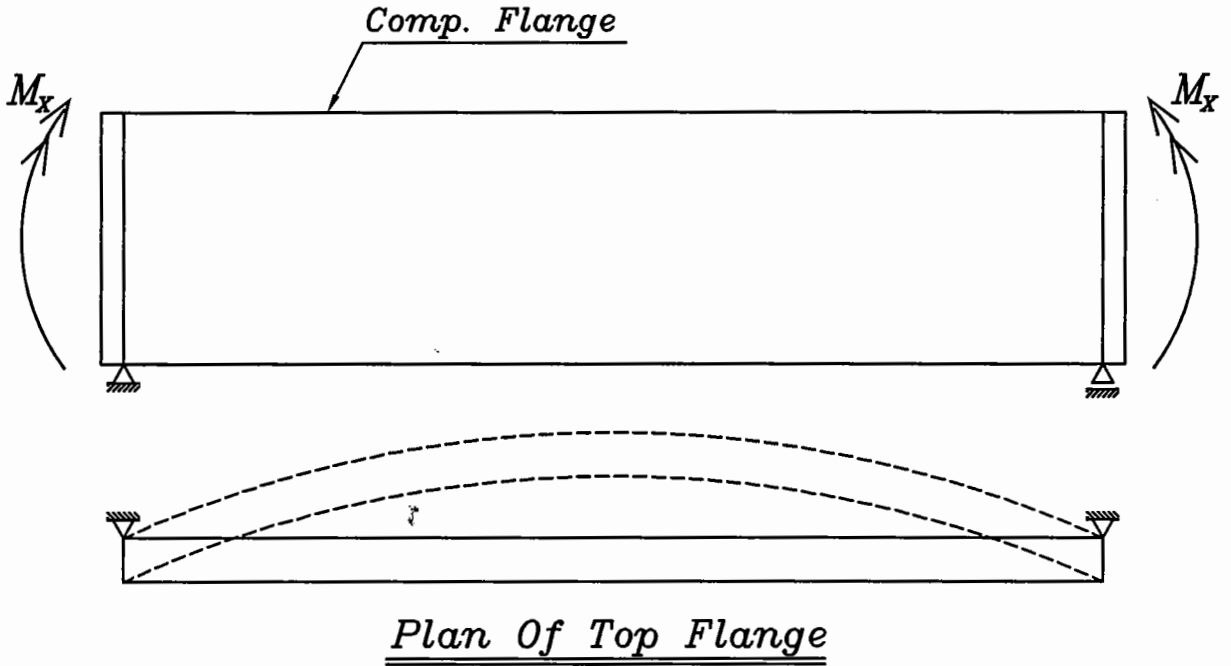


Check Lateral Torssional Buckling Of Compression Flange Of M.G.

معنى $lateral\ torssional\ buckling (L.T.B)$ هو حدوث انبعاج فى ال $Flange$ المضغوطة وذلك نتيجة لتعرضها ل $Compression$ ادى الى انبعاجها وسبب انبعاج ال $Flange$ المضغوطة هو انها غير ممسوكه (بمعنى لا يوجد لها $Support$ يمنعها من الانبعاج فى حالة حدوث ضغط) ويتم عمل $Check (L.T.B)$ نظرا لانه يعمل على تقليل ال $allowable\ stresses$ داخل القطاع عن الاجهادات المصمم عليها

خلى بالك

من الممكن ان ينهار القطاع قبل وصوله للاجهادات المصمم عليها
 $allowable\ stresses = 0.58 F_y$ وذلك نتيجة حدوث $(L.T.B)$ وعلى هذا نحسب الاجهادات الجديده ونصمم عليها القطاع



UnSupported Length L_U Of the Plate Girder Comp. Flange

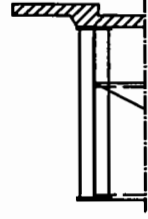
حساب الطول الغير ممسوك من ال *Flange* المعرضه لضغط

خلي بالك

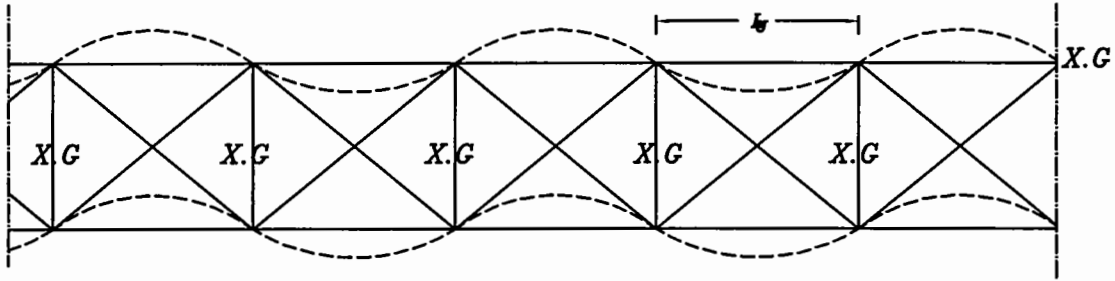
اكيد طبعا الطول الغير ممسوك يؤثر في ال (L.T.B) وعلى هذا يتم حسابه لانه كلما زادت L_U كلما زادت احتمالية حدوث (L.T.B)

1-For Deck Bridges Having R.C. Slab and the Compression Flange is Connected to the R.C. Slab

°°Compression Flange need not be Checked



2-For Deck Bridges Where the Compression Flanges are not Connected to R.C Slab



لاحظ ان الطول الغير ممسوك في هذه الحالة هي المسافات بين ال *Cross Girder*

3-For Pony Bridges Where the Compression Flanges is lateraly restrained by U-Frames

ال *U-Frames* هو عبارته عن ال *Bracket* الموجود عند كل *X.G*

لا يعتبر ال *Bracket* الموجود عند كل *X.G* عبارته عن

Rigid Support بل يعتبر *Flexible Support*

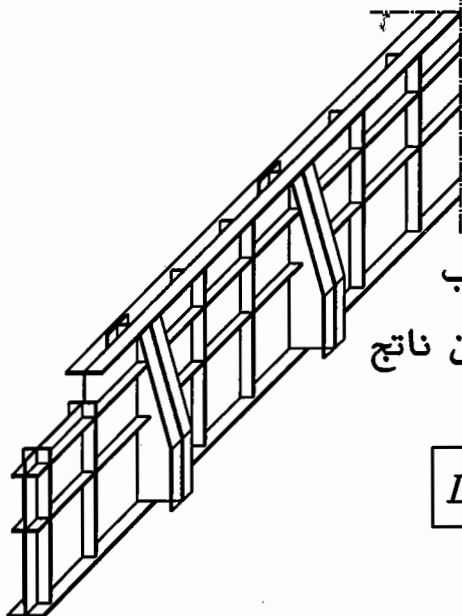
اي لانستطيع القول ان الطول الغير ممسوك هو المسافات

بين ال *Bracket (X.G Spacing)* وعلى هذا يتم حساب

الطول الغير ممسوك للكوبرى ال *Pony* من معادله ويكون ناتج

هذه المعادله هو الطول الغير ممسوك

$$L_U = 2.5 \sqrt[4]{E * I_y * a * \delta}$$



Where

I_y : moment of inertia of compression flange and part of web

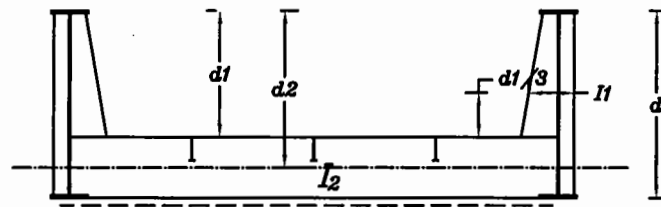
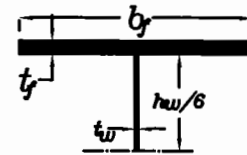
$$I_y \cong \frac{t * b^3}{12}$$

a : distance between u-frames (brackets)

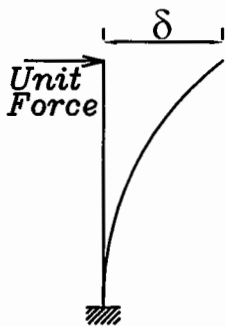
E : Young's modulus - 2100t/Cm²

δ : flexibility of u-frames

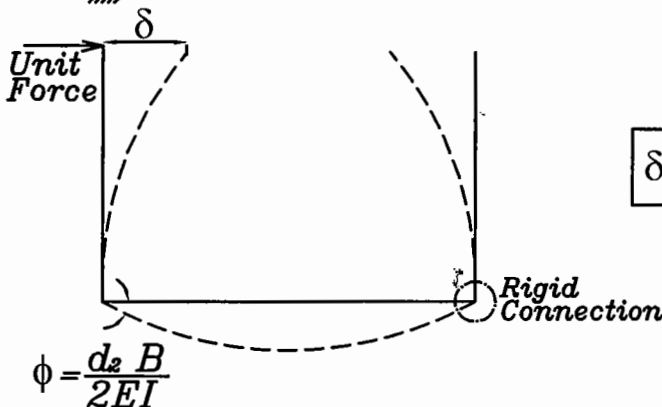
How to calculate flexibility of u - frames (δ)



δ : lateral deflection near mid. span due to unit load



$$\delta = \frac{d^3}{3 * E * I_1} \text{ in case of fixed members}$$



$$\delta = \frac{d_1^3}{3 * E * I_1} + \frac{d_2^2 B}{2 * E * I_2} = \dots \text{Cm/t}$$

d_1 : depth from upper flange of M.G to upper flange of X.G

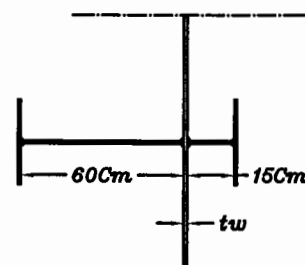
d_2 : depth from upper flange of M.G to Center line of X.G

B : Bridge Width

E : Young's modulus - 2100t/Cm²

I_2 : moment of inertia for X.G

I_1 : moment of inertia for Bracket



Cross Section of Bracket

بعد حساب الطول الغير ممسوك L_U يتم تعيين F_{LTB} وهناك طريقتان لحساب F_{LTB} طريقه تقريبيه (approximate method)

طريقه دقيقه (Exact method)

approximate method

فى هذه الطريقه يتم اعتبار ال

Comp. member كانها Comp. Flange

$$L_U \text{ act.} = L_U \text{ buckling}$$

وبالتالى يتم اعتبار

خطوات الحساب

$$1 - \lambda = \frac{L_U \text{ buckling}}{r_t}$$

$$r_t = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$I_y \cong \frac{t}{12} * b^3, A = b_f * t_f + (d_w / 6) * t_w$$

$$r_t \cong 0.25 b_f$$

2- Calculate

$$F_c = 1.6 - 8.5 * 10^{-5} * \lambda^2 \text{ [For St. 44]}$$

$$F_c = 2.1 - 13.5 * 10^{-5} * \lambda^2 \text{ [For St. 52]}$$

$$\text{IF } F_c > 0.58 F_y$$

$$\circ \circ \text{Use } F_c = 0.58 F_y$$

Exact method

يتم حساب F_{LTB} بالطريقه العاديه من الكود وهى

تعتبر ان ال Flange المضغوطة وجزء من ال Web

معرض للانبعاج الجانبى

خطوات الحساب

1- Calculate $L_U \text{ act.}$

2- Calculate $L_U \text{ Max.}$

بالطرق السابق ذكرها

$$L_U = \frac{20 b_f}{\sqrt{F_y}}$$

$$L_U = \frac{1380 A_f * C_b}{d \sqrt{F_y}}$$

ايهما اصغر

$$L_U \text{ act.} < L_U \text{ Max.}$$

°° No need to Check L.T.B

$$F_{L.T.B} = 0.58 F_y$$

$L_U \text{ act.} > L_U \text{ Max.}$ °° Calculate $F_{L.T.B}$

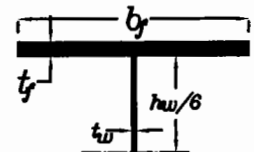
$$3 - \text{Where } F_{L.T.B1} = \frac{800}{L_U * d} * C_b \leq 0.58 F_y$$

4- Calculate r_t

$$r_t = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$I_y \cong \frac{t}{12} * b^3, A = b_f * t_f + (d_w / 6) * t_w$$

$$r_t \cong 0.25 b_f$$



5- يتم حساب L_U / r_t ومقارنتها بالارقام الموجوده

بالكود صفحه ١٨ ومنها يتم حساب $F_{L.T.B2}$

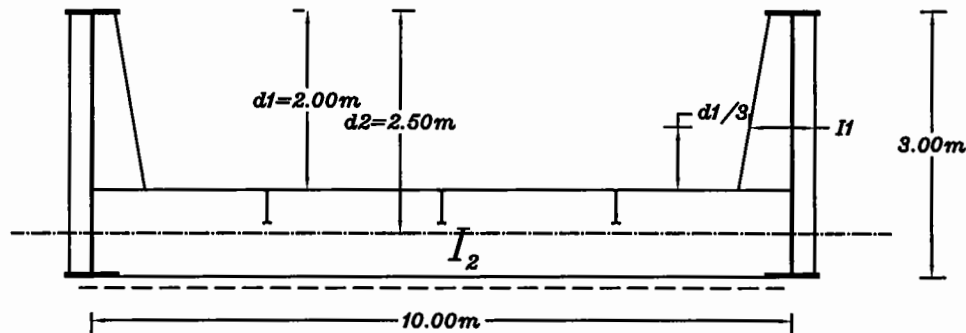
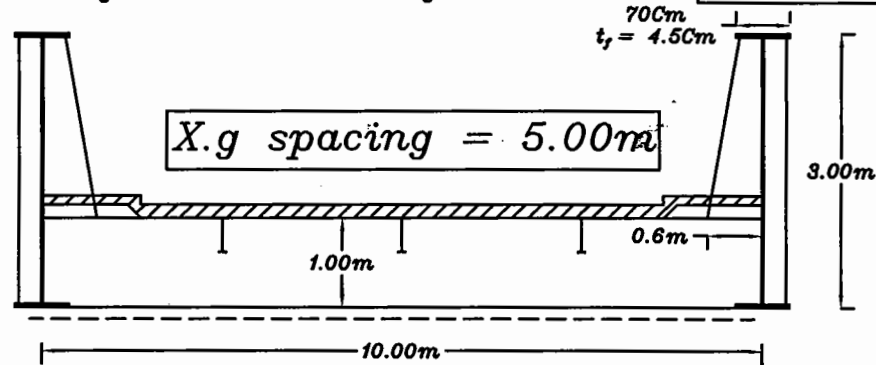
$$\circ \circ F_{L.T.B} = \sqrt{F_{L.T.B1} + F_{L.T.B2}} < 0.58 F_y$$

Example(2)

using st.44

For the shown Pony Road Way bridge it is required to Calculate the fleiblity of U-frame and then find the bending stress if, Dimensions for X.G is as follow : use two method

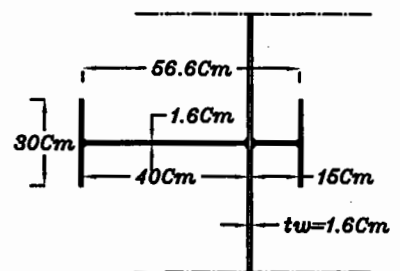
$$\begin{aligned} t_f &= 2\text{Cm} \\ b_f &= 30\text{Cm} \\ h_w &= 100\text{Cm} \\ t_w &= 1.2\text{Cm} \end{aligned}$$



يتم فرض ابعاد ال Stiffener اذا لم تكن معطاه وذلك لل

Vl.&Hz. Stiffener

ويتم حساب ال Inertia للجزء المرسوم



Cross Section of Bracket
@d/3

$$I_1 = \frac{1.6 \cdot 56.6^3}{12} + 2 \cdot 30 \cdot 1.6 \cdot \left(\frac{56.6}{2} + \frac{1.6}{2} \right)^2 = 105469.96 \text{Cm}^4$$

$$I_2 = \text{inertia For X.G}$$

$$I_2 = \frac{1.2 \cdot 100^3}{12} + 2 \cdot 30 \cdot 1.2 \cdot \left(\frac{100}{2} + \frac{1.2}{2} \right)^2 = 412120 \text{Cm}^4$$

$$\delta = \frac{d_1^3}{3 \cdot E \cdot I_1} + \frac{d_2^3}{2 \cdot E \cdot I_2} = \dots \text{Cm/t}$$

$$\delta = \frac{200^3}{3 \cdot 2100 \cdot 105469.96} + \frac{250^3}{2 \cdot 2100 \cdot 412120} = 0.048 \text{Cm/t}$$

1-using Exact Method

For Pony Bridge Unsupported length equal

$$L_U = 2.5 \sqrt[4]{E \cdot I_y \cdot \alpha \cdot \delta}$$

$$L_U = 2.5 \sqrt[4]{2100 \cdot (4.5 \cdot 70^3 / 12) \cdot 500 \cdot 0.048}$$

$$L_U = 709.38 \text{ Cm} > 500 \text{ Cm}$$

$$\therefore L_U = 709.38 \text{ Cm}$$

Using Exact method

$$L_{U \text{ Max.}} = \begin{cases} \rightarrow = \frac{20b_f}{\sqrt{F_y}} = \frac{20 \cdot 70}{\sqrt{2.8}} = 669.32 \text{ Cm} \\ \rightarrow = \frac{1380 A_f \cdot C_b}{d F_y} = \frac{1380 \cdot (70 \cdot 4.5)}{400 \cdot 2.8} \cdot 1.13 = 481 \text{ Cm} \end{cases}$$

$$L_U > L_{U \text{ Max.}}$$

$$\text{Where } F_{L.T.B1} = \frac{800}{L_U \cdot d} \cdot C_b \leq 0.58 F_y$$

$$F_{L.T.B1} = \frac{800}{709.3 \cdot 300} \cdot 1.13 = 1.33 \text{ t/Cm}^2$$

$$r_t = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{(4.5 \cdot 70^3 / 12)}{(70 \cdot 4.5 + 1/6 \cdot 300 \cdot 1.4)}}$$

$$r_t = 18.27 \text{ Cm}$$

$$L_U / r_t = 709.3 / 18.27 = 38.82$$

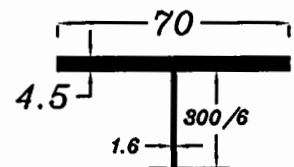
$$84 \sqrt{\frac{C_b}{F_y}} = 84 \sqrt{\frac{1.13}{2.8}} = 53.36$$

$$L_U / r_t < 84 \sqrt{\frac{C_b}{F_y}}$$

$$\therefore F_{L.T.B2} = 0.58 F_y \text{ t/Cm}^2$$

$$\therefore F_{L.T.B} = \sqrt{F_{L.T.B1}^2 + F_{L.T.B2}^2} < 0.58 F_y = \sqrt{1.33^2 + 1.624^2} = 2.099 \text{ t/Cm}^2$$

$$\therefore \text{Use } f_{L.T.B} = 0.58 F_y = 1.624 \text{ t/Cm}^2$$



2-using approximate Method

$$1-\lambda = \frac{L_U \text{ buckling}}{r_t}$$

$$L_U / r_t = 709.3 / 18.27 = 38.82$$

2-Calculate

$$F_c = 1.6 - 8.5 \times 10^{-5} \cdot \lambda^2 \text{ For St. 44}$$

$$F_c = 1.6 - 8.5 \times 10^{-5} \cdot 38.8^2 = 1.47 \text{ t/Cm}^2$$

$$\therefore \text{Use } f_{L.T.B} = 0.58 F_y = 1.472 \text{ t/Cm}^2$$