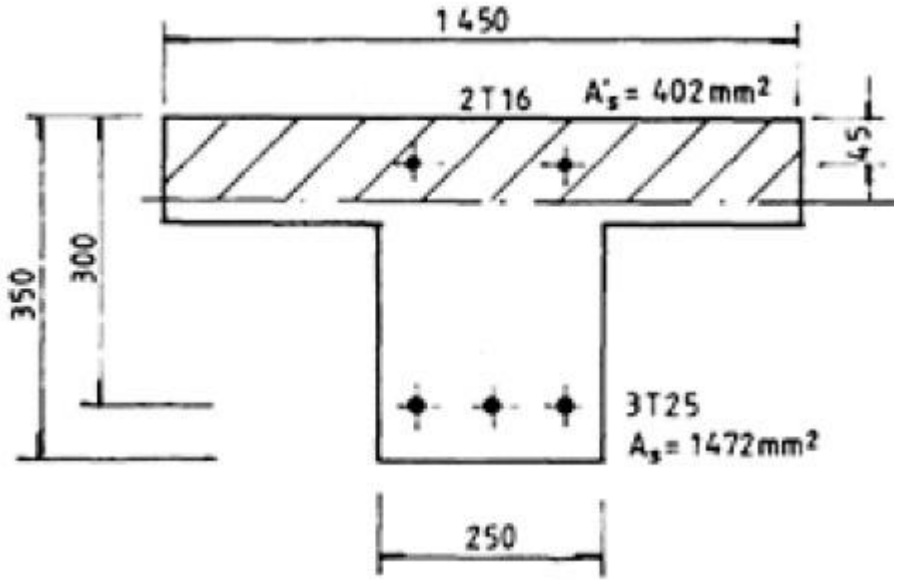
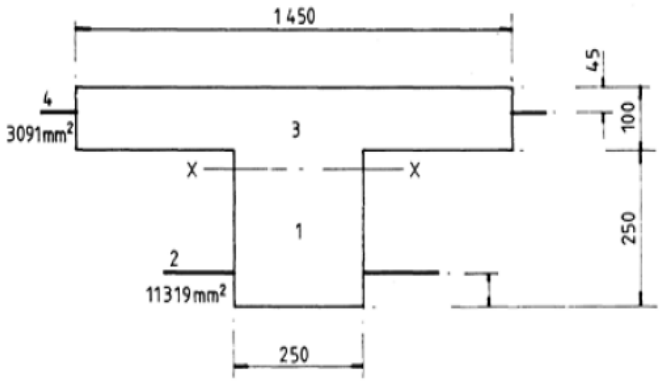
2.1.3 مثال :-

أحسب قيمة الانحراف قصير المدى – طويل المدى للبلاطة ذات الشكل (T - Section) (Slab With Beam) التي لها الخصائص الآتية :

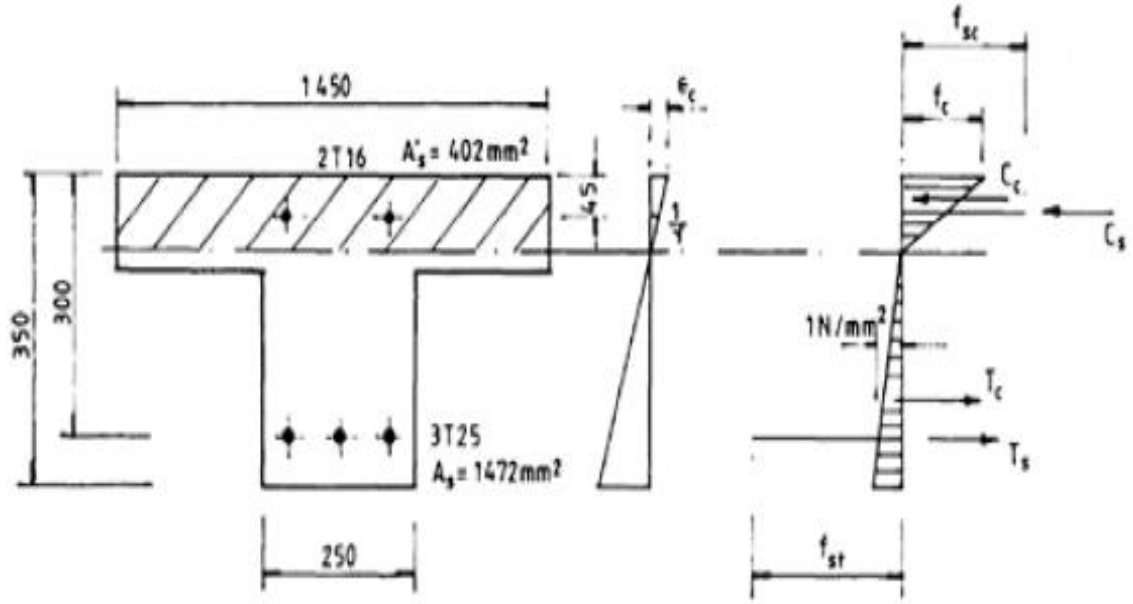
- المقاومة المميزة للخرسانة f_{cu} 30 N/mm^2
- معاير المرونة [$E_c = 26\ KN/mm^2$]
- إجهاد الخضوع لحديد التسليح [$f_y = 460\ N/mm^2$]
- الحمل الميت (متضمن الوزن الذاتي) [$DL = 14.8\ K_N/m$]
- الحمل الحي [$LL = 10\ K_N/m$]
- الابعاد $6\ m * 4\ m$
- الطول $= 6\ m$
- سمك الشفة $= 100\ mm$



النتيجة (Output)	الحسابات (Calculations)	المرجعية (Ref.)
	(1) حساب العزم التصميمي عند منتصف الطول :	
	γ_m = 1.0 → For sevicebility limit state	BS 8110-1 (T 2.2
	γ_f = 1.0 → For sevicebility limit state	BS 8110-1 (T 2.1)
	العزم التصميمي – الحمل الكلي =	
$\underline{111.6\ Kn.m}$	$\frac{(14.8+10)*6^2}{8}$ = $\frac{w.l^2}{8}$	
	العزم التصميمي – الحمل الدائم =	
$\underline{77.85\ Kn.m}$	$\frac{(14.8+0.25*10)*6^2}{8}$ = $\frac{DL.l^2}{8}$	
	العزم التصميمي – الحمل الحي =	
$\underline{45\ Kn.m}$	$\frac{10*6^2}{8}$ = $\frac{LL.l^2}{8}$	
	(2) حساب التقوس قصير المدى (مقطع غير متشقق) - الحمل الكلي :	
		

المرجعية (Ref.)	الحسابات (Calculations)	النتيجة (Output)
	$Y = \frac{\sum AY}{\sum A} = \frac{52.82*10^6}{221.98*10^3} = 237.9\ mm$ $I_x = (14.34 + 0.45) * 10^9 - 221.98 * 10^3 * 237.9^2$ $= 2.22 * 10^9\ mm^4$ $= \frac{1}{r_b} = \frac{M}{E_c I} = \frac{111.6*10^6}{26*10^3*2.22*10^9}$ **(3) حساب التقوس قصير المدى (مقطع متشقق)- الحمل الكلي :** $\propto = \frac{E_s}{E_C} = \frac{200}{26} = 7.69$ الاجهاد والقوي الداخلية في المقطع اعلاه . اجهاد الشد في في حديد التسليح $N\backslash mm^2$ الخرسانة في مستوي الشد (1.0) وعليه فان المحور المحايد يفرض في الشفه من المقطع .ويتم التحقق من ذلك في التحليل $f_{sc} = 7.96(x - 45)\backslash x$ $f_{st} = 7.96(300 - x)\backslash x$	$\mathbf{1.93 * 10^{-6}}$ **\mm**

	Force	Lever arm	Moment
C_c	$725xf_c$	$2x\backslash 3$	$483x^2 f_c$
C_s	$3091f_c(x-45)/x$	$(x-45)$	$309f_c(x-45)^2/x$
T_s	$1131f_c(300-x)/x$	$(300-x)$	$11319f_c(300-x)^2/x$
T_c	$125(350-x)^2/(300-x)$ $600(350-x)^2/(300-x)$	$2(350-x)/3$ $2(100-x)/3$	$83.3(350-x)^3(300-x)$ $400(100-x)^3(300-x)$
$\sum$	0		111.6 K_N.M



النتيجة (Output)	الحسابات (Calculations)	المرجعية (.Ref)
	القوي الداخلية في المقطع وذراع العزم للقوي حول المحور المحايد والعزوم الناتجة من القوي حول المحور المحايد تم توضيحها في الجدول اعلاه . ومن المعادلتين التي نتحصل عليهما من الجدول السابق : $\sum F = c_c + c_s - T_s - T_c = \text{zero} \quad \rightarrow (1)$ $\sum \text{M} = 111.6 * 10^6 K_N.mm \quad \rightarrow (2)$ $x = 63.9\ mm$ $f_c = 8.7\ N\backslash mm^2$	
$\underline{5.24* 10^{-6}}$ /mm	$= \frac{1}{r_b} = \frac{f_c}{xE_c} = \frac{8.7}{63.9*26*10^3}$	
	(4) حساب الانحراف قصير المدى (الحمل الكلي) : $\delta = \beta l^2 \frac{1}{r_b}$ $\frac{1}{r_b} = 5.24 * 10^{-6}/mm$, L = 6 m , $\beta = \frac{5}{48} = 0.104$	
$\underline{19.62}$ mm	$= \delta = 0.104 * 6^2 * 5.24 * 10^{-6} * 10^6$ $(approximately)$	
	(5) حساب التقوس قصير المدى (الحمل الدائم) : العزم التصميمي (الحمل الدائم) = $\underline{77.85}\ k_N.m$	

النتيجة (Output)	الحسابات (Calculations)	المرجعية (Ref.)
	أ- إذا كان المقطع غير متشقق :	
$\underline{\mathbf{1.34* 10^{-6}}}$ **/mm**	$= \frac{1}{r_b} = \frac{M}{E_c I} = \frac{77.85*10^6}{26*10^3*2.22*10^9}$	
	ب- إذا كان المقطع متشقق :	
	يكون مجموع العزوم في الجدول = العزم التصميمي (الحمل الدائم)	
	$\underline{77.85}\ k_N.m$ =	
	ونتحصل على الحل من المعادلتين :	
	$\sum F = c_c + c_s - T_s + T_c = \text{zero} \quad \rightarrow (1)$	
	$\sum \text{M} = 111.6 * 10^6 kn.mm \quad \rightarrow (2)$	
	$x = 65.3\ mm$	
	$f_c = 6.05\ N\backslash mm^2$	
$\underline{\mathbf{3.56 * 10^{-6}}}$ **/mm**	$= \frac{1}{r_b} = \frac{f_c}{xE_c} = \frac{6.05}{65.3*26*10^3}$	

النتيجة (Output)	الحسابات (Calculations)	المرجعية (Ref.)
	(6) حساب التقوس طويل المدى (مقطع متشقق) – الحمل الدائم :	

$$E_{eff} = \frac{26}{1 + \emptyset}$$

$$effctive\ area\ \ A_e = 2(250 * 350) + (1200 * 100)$$

$$= 2.95 * \ 10^5\ mm^2$$

$$exposed\ perimeter$$

$$= 1450 + 1200 + (2 * 250) + 250$$

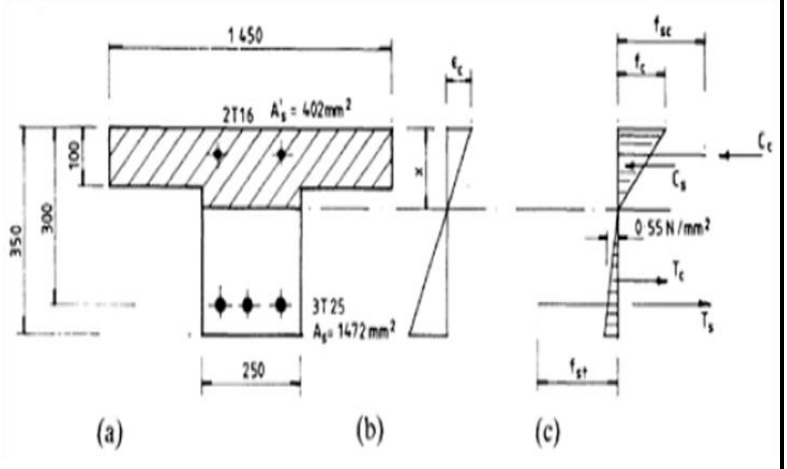
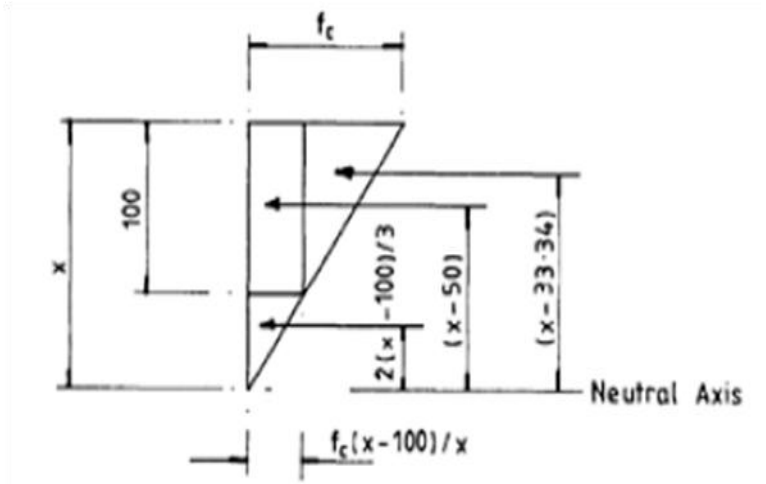
$$= 3400$$

$$effective\ section\ thickness = \frac{2.95 * 10^5}{3400}$$

$$= 86.76\ mm$$

- قيمة معامل الزحف $\emptyset$ من جدول (2- 6) لفترة (7 – 60) يوم = 3.5

$$E_{eff} = \frac{26}{1 + 3.50} = 5.78\ K_N/mm^2$$

المرجعية (Ref.)	الحسابات (Calculations)	النتيجة (Output)
	  الاجهاد والقوي الداخلية في المقطع اعلاه . اجهاد الشد في الخرسانة في حديد التسليح في مستوي الشد 0.55 $N\backslash mm^2$ وعليه فان المحور المحايد يفرض في الوترة في هذه الحالة من المقطع .	

المرجعية (Ref.)	الحسابات (Calculations)	النتيجة (Output)

	Force	Lever Arm	Moment
	$1450f_c(x-100)/x$	$(x-50)$	$1450f_c(x-100)(x-50)/x$
C_c	$7.25\times10^6 f_c/x$	$(x-33.34)$	$7.25\times10^6 f_c(x-33.34)/x$
	$125f_c(x-100)^2/x$	$2(x-100)/3$	$83.3f_c(x-100)^3/x$
C_s	$13909f_c(x-45)/x$	$(x-45)$	$13909f_c(x-45)^2/x$
T_s	$50931f_c(300-x)/x$	$(300-x)$	$50931f_c(300-x)^2/x$
T_c	$68.75(350-x)^2/(300-x)$	$2(350-x)/3$	$45.83(350-x)^3/(300-x)$
$\sum$	0		77.86×10^6 N mm
	x=110 mm		
	f_c=4.66 N/mm^2		

القوي الداخلية في المقطع وذراع العزم للقوي حول المحور المحايد والعزوم الناتجة من القوي حول المحور المحايد تم توضيحها في الجدول اعلاه . ومن المعادلتين التي نتحصل عليهما من الجدول :

$$\sum F = c_c + c_s - T_s + T_c = \text{zero} \quad \rightarrow (1)$$

$$\sum \text{M} = 111.6 * 10^6 kn.mm \quad \rightarrow (2)$$

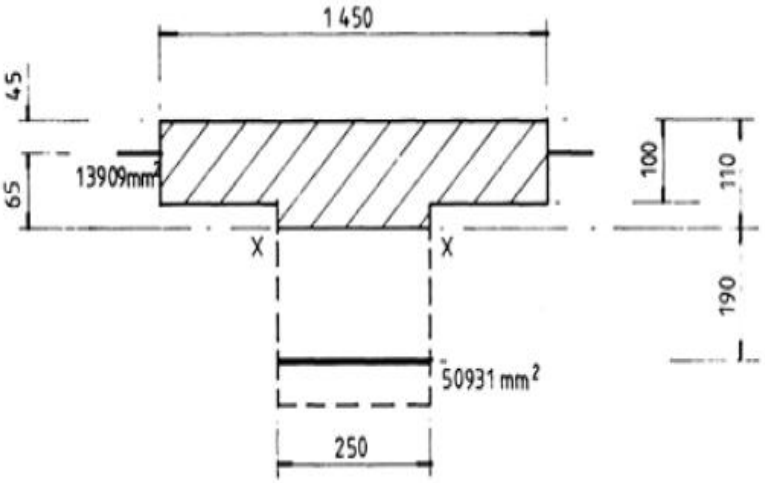
$$= \frac{1}{r_b} = \frac{f_c}{xE_{eff}} = \frac{4.66}{110*5.78*10^3}$$

$\underline{7.33 * 10^{-6}}$ /mm

(7) حساب التقوس من الانكماش :

$$\frac{1}{r_{cs}} = \frac{\varepsilon_{cs}\alpha_e S_s}{\text{I}}$$

$$\alpha_e = \frac{\text{E}_s}{\text{E}_{eff}} = \frac{200}{5.78} = \underline{34.6}$$

المرجعية (Ref.)	الحسابات (Calculations)	النتيجة (Output)
	$\varepsilon_{cs} \rightarrow$ من الشكل(2 - 24) يتم حساب قيمة انكماش الزحف لمدة 6 شهور $\varepsilon_{cs} = \underline{420 * 10^{-6}}$ في المقطع المتشقق المعدل يتم حساب الاتي :  $I_x = 1450 * 100 * 60^2 + 1450 * \frac{100^3}{12} + 250 * \frac{10^3}{3} + 13909 * 65^2 + 50931 * 190^2 = \mathbf{2.541 * 10^9}\ \text{mm}^4$ عزم المساحة الاول حول مركز المقطع المتشقق : $S_s = (402 * 65) + (1472 * 190) = \mathbf{3.058 * 10^5} mm^3$	

النتيجة (Output)	الحسابات (Calculations)	المرجعية (Ref.)
$\underline{\mathbf{1.75 * 10^{-6}}}$ **/mm**	$= \frac{1}{r_{cs}} = \frac{\varepsilon_{cs}\alpha_e S_s}{I}$ $= \frac{420*10^{-6} * 34.6 *3.058*10^5}{2.541*10^9}$	
	(8) حساب الانحراف طويل المدى : التقوس طويل المدى **=** التقوس قصير المدى **(** الحمل غير الدائم**)** **+** التقوس طويل المدى **(**الحمل الدائم **)** **+** التقوس نتيجة للانكماش	
	$(\mathbf{5.24 * 10^{-6}} - \mathbf{3.56 * 10^{-6}}) + (\mathbf{7.33 * 10^{-6}}) + (\mathbf{1.75 * 10^{-6}}) =$	
$\underline{\mathbf{10.76 * 10^{-6}}}$ **/mm**	$= \frac{1}{rb}$ الإنحراف طويل المدى الكلي : $\delta = \beta l^2 \frac{1}{r_b}$ $\frac{1}{r_b} = \mathbf{10.76} * 10^{-6}/mm$, L = 6 m , $\beta = \frac{5}{48} = 0.104$	
$\underline{\mathbf{40.29\ mm}}$		

المرجعية (Ref.)	الحسابات (Calculations)	النتيجة (Output)
	• **الانحراف المسموح به :-** $\underline{\boldsymbol{24\ mm}} = \frac{6000}{250} = \frac{\text{الطول}}{250}$	