المباني الزراعية – المحاضرة (10)

اهداف المحاضرة:

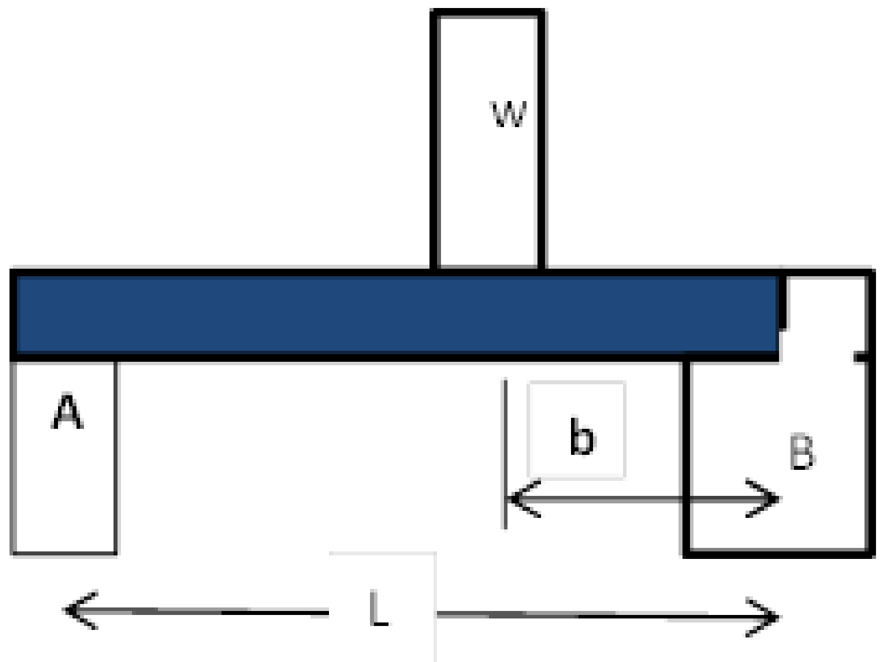
- امثلة توضح التحليل الانشائي
- جدول قوى القص القصوى وعزم الانحناء الاقصى والانفعال الاقصى

التحليل الانشائي لإيجاد القوى الداخلية المستحدثة :

فيما يلي امثلة لتوضيح التصميم الانشائي

مثال (١): كمرة مرتكزة على ركيزتين A نوع منزلقة و B نوع مفصلية والمسافة بينهما L المسمى بحر الكمرة ، والحمل المركز w يوثر على الكمرة على بعد a عن الركيزة A .

جد القوى الداخلية المستحدثة في الياف الكمرة بسبب الحمل ؟



الحل:

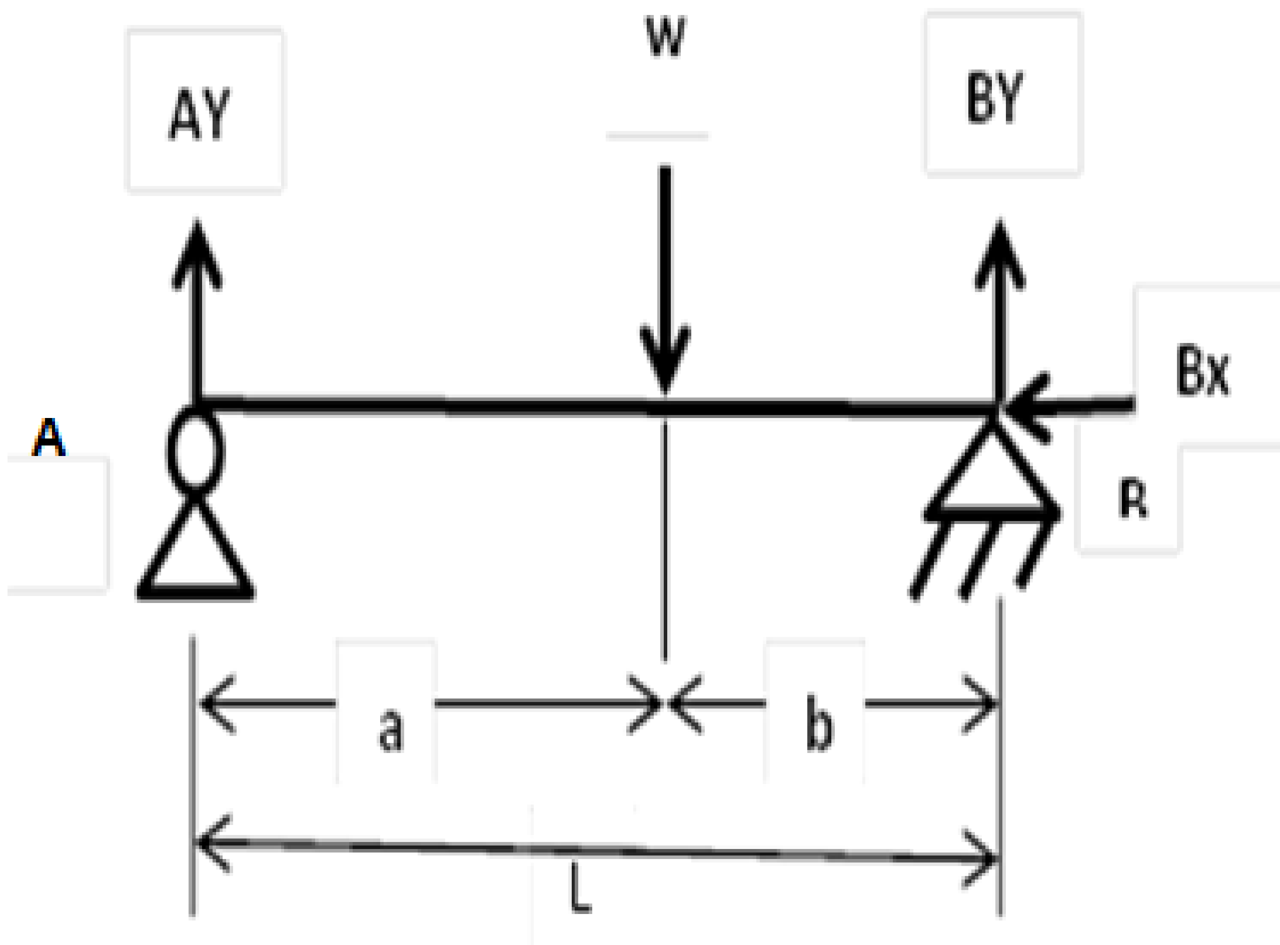
- التأكد من استقراريه او اتزان الكمرة ، ويتم بتحقيق الشرط التالي

عدد معادلات الاتزان = عدد ردود الافعال

ملاحظة: ١-عدد معادلات الاتزان =٣ وهي ٢-مجموع القوى الافقية =٠ ، مجموع القوى العمودية=٠ ، ٣-مجموع العزوم = ٠

اما ردود الافعال فيتغير حسب الركاز التي تم اختيارها لأسناد الكمرة من الشكل نلاحظ ان الكمرة مسنودة على الركيزة Aوهي ركيزة منزلقة ولها رد فعل واحد بالاتجاه الراسي ، والركيزة Bركيزة مفصلية ولها ردين فعل احدهما بالاتجاه الراسي والاخر بالاتجاه الافقي وبتالي فأن مجموع ردود الافعال = ٣ ويساوي عدد معادلات الاتزان وبتالي فأن الكمرة مستقرة

- نمثل الكمرة والحمل وردود الافعال تمثيل هندسي وكما يلي


AY
W
BY
Bx
A
R
a
b
L

ايجاد ردود الافعال على المحور X باستخدام معادلة الاتزان $\sum F_X=0$

$AX = BX$ وبما ان $AX=0$ فان $BX=0$

ايجاد ردود الافعال AY و BY وبما ان كلاهما مجهولان فنستخدم معادلة الاتزان $\sum M_A=0$ او $\sum M_B=0$

$W * a = BY * L$ العزم حول A

$BY= W * a / L$

ومن $\sum F_Y=0$ نجد AY

$AY + BY= W$

اذن $AY= W-BY$

وبالتعويض $AY= W-(W * a / L)$

ايجاد N من $\sum F_X=0$ $AX=BX$

$N=BX=AX$

وايهما اكبر فهو القوة المحورية القصوى N_{max}

ايجاد قوة القص Q من $\sum F_Y=0$

$AY+BY=W$

$Q=AY=W-BY$ و $Q=BY=W-AY$

وايهما اكبر فهو قوة القص القصوى Q_{max}

ايجاد العزم M_w من $\sum M_w=0$

$M_w = AY * a$ و $M_W=BY * b$

وايهما اكبر فهو عزم الانحناء الاقصى M_{max}

مثال(2) : من المثال السابق افترض ان $w= 50\ KN$ ، $L= 6\ m$ ، $a= 4\ m$ ، $b=2\ m$

جد القوى الداخلية القصوى ؟

- اولا ايجاد ردود الافعال AY و BY
- القوة المحورية القصوى $N_{max}=0$ لعدم وجود قوى محورية
- ردود الافعال الراسية = Q
- $BY= w * a / L$

$BY=(50\ KN * 4\ m) / 6\ m = 33.3\ KN$

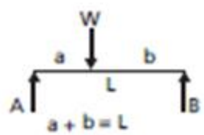
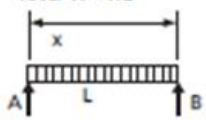
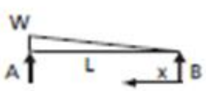
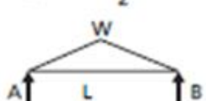
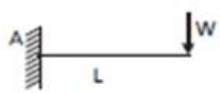
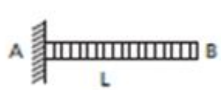
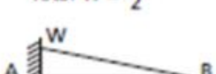
- $AY= 50KN - 33.3\ KN = 16.7\ KN$
-
- $Q_{bmax}= BY = 33.3$

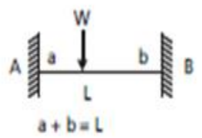
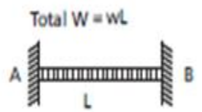
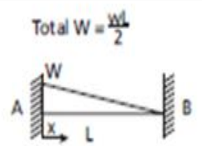
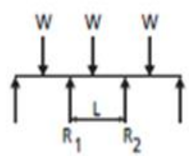
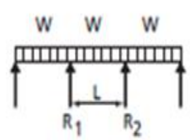
- ايجاد عزم الانحناء الاقصى
- $M_{max} = BY * b$

$M_{max} = 33.3\ KN * 2\ m = 66.6\ N.m$

ويمكن الاستعانة بالجدول ٧,١ لإيجاد قوة القص وعزم الانحناء والتشوه الاقصى لأنواع مختلفة من الكمرات بدون اجراء الحسابات اعلاه .

TABLE 7.1
Beam equations

Loading diagram	Shear force at x: Qx	Bending moment at x: Mx	Deflection at x: δx
	$Q_A = \frac{Wb}{L}$ $Q_B = -\frac{Wa}{L}$	$M_c = \frac{Wab}{L}$ When $a = b$ $M_c = \frac{WL}{4}$	$\delta_c = \frac{Wa^2b^2}{3EIL}$
Total W =wL 	$Q_A = \frac{W}{2}$ $Q_B = -\frac{W}{2}$	$M_{max} = \frac{WL}{8}$ at $x = \frac{L}{2}$	$\delta_{max} = \frac{5WL^3}{384EI}$ at $x = \frac{L}{2}$
Total $W = \frac{wL}{2}$ 	$Q_A = \frac{2W}{3} = \frac{wL}{3}$ $Q_B = -\frac{W}{3} = -\frac{wL}{6}$	$M_{max} = 0.064mL^2$ at $x = 0.577L$	$\delta_{max} = 0.00652\frac{wL^4}{EI}$ at $x = 0.519$
Total $W = \frac{wL}{2}$ 	$Q_A = \frac{W}{2} = \frac{wL}{4}$ $Q_B = -\frac{W}{2} = -\frac{wL}{4}$	$M_{max} = \frac{wL^2}{12}$ at $x = \frac{L}{2}$	$\delta_{max} = \frac{wL^4}{120EI}$ at $x = \frac{L}{2}$
	$Q_A = Q_B = W$	$M_A = -WL$	$\delta_B = \frac{WL^3}{3EI}$
Total W = wL 	$Q_A = W$ $Q_A = 0$	$M_A = -\frac{WL}{2} = -\frac{wL^2}{2}$	$\delta_B = \frac{WL^3}{3EI} = \frac{wL^4}{3EI}$
Total $W = \frac{wL}{2}$ 	$Q_A = W$ $Q_A = 0$	$M_A = -\frac{WL}{3} = -\frac{wL^2}{6}$	$\delta_B = \frac{wL^4}{30EI}$

	$Q_A = \frac{Wb}{L}$ $Q_B = -\frac{Wa}{L}$	$M_A = -\frac{Wab^2}{L^2}$ $M_B = -\frac{Wa^2b}{L^2}$	$\delta_C = \frac{Wa^3b^3}{3EIL}$
	$Q_A = \frac{W}{2}$ $Q_B = -\frac{W}{2}$	$M_A = M_B = -\frac{WL}{12}$	$\delta_C = \frac{WL^3}{384EI}$
	$Q_A = \frac{2W}{3}$ $Q_B = -\frac{W}{3}$	$M_A = -\frac{WL}{10} = -\frac{wL^2}{20}$ $M_B = -\frac{WL}{15} = -\frac{wL^2}{30}$	$\delta_{max} = \frac{wL^4}{764EI}$ at $x = 0.475L$
	$Q_A = \frac{W}{2}$	$M_{max} = \frac{WL}{6}^*$	$\delta_{max} = \frac{wL^3}{192EI}$
	$Q_A = \frac{W}{2}$	$M_{max} = \frac{WL}{12}^*$	$\delta_{max} = \frac{wL^3}{384EI}$

مثال(3): من المثال السابق احسب الاجهادات القصوى على الكمرة اذا كان شكل مقطعها العرضي مربع (طول الضلع = 0.10 m) ثم تحقق من حسن اختيارك لابعاد الكمرة اذا علمت ان الاجهادات المسموح بها هي $\tau_w = 5x10^{-6}$ KN/mm^2 ، $f_w = 0.1$ KN.mm

الحل :

$$\tau_{max} = 3 \times 33.3/2(0.10)^2$$

$$=4.1 \text{ KN/m}^2 = 4.1 \times 10^{-6} \text{ kN/mm}^2$$

من جدول 10.3 نجد z $z=a^2/12$ للشكل المربع

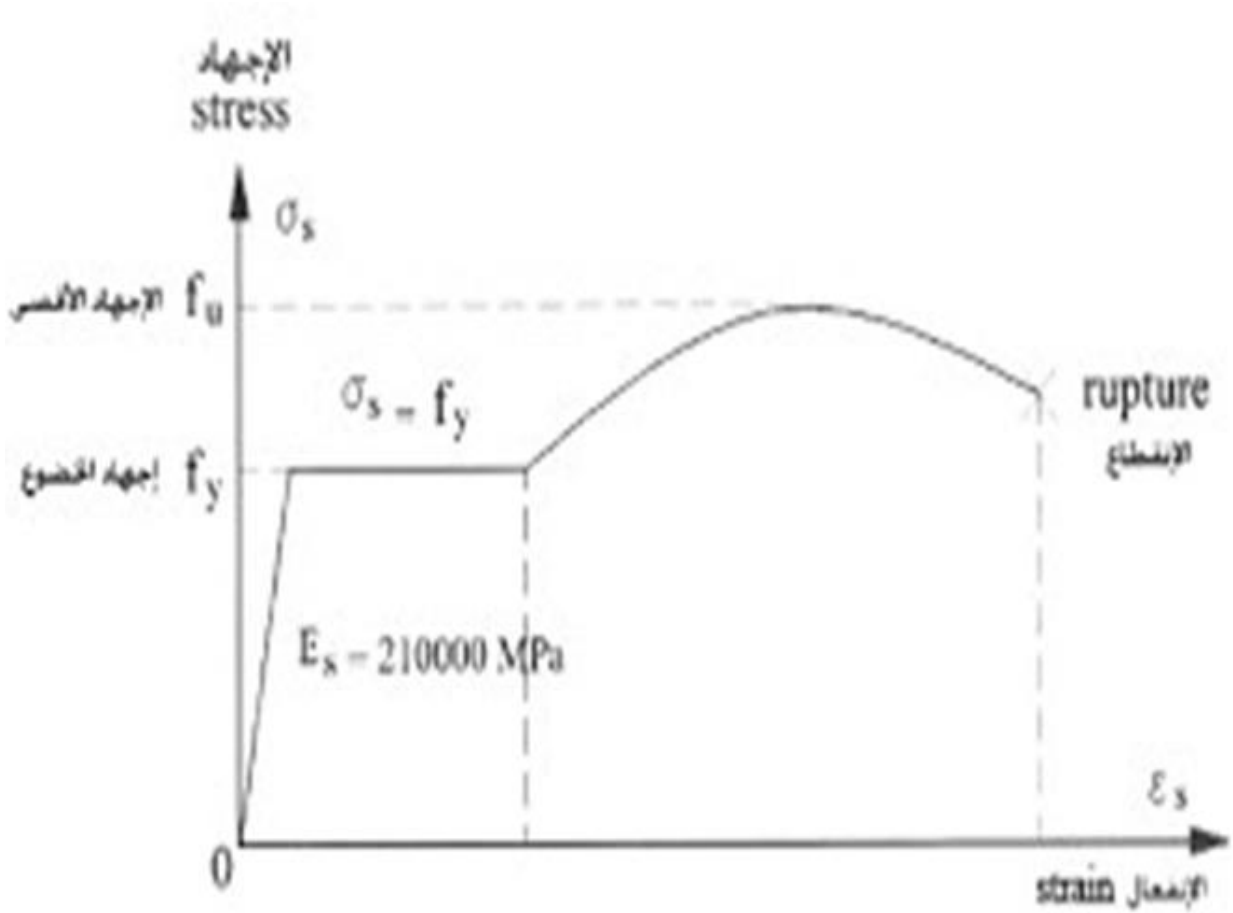
$$Z= 0.10^2/12 =(0.10x1000)^2 \text{mm}/12=833.3 \text{ mm}^4$$

$$f_{max} = M_{max}/z \quad , \; 66.6/833.3 = 0.080 \text{ KN.mm}$$

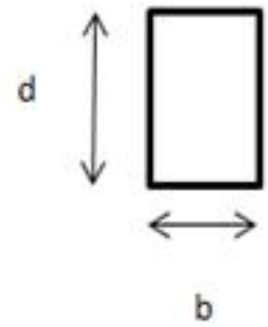
وعادتا" ما يكون اجهاد الانحناء في الكمرات اكبر اجهاد مقارنة مع اجهاد القص والمحوري لذلك ممكن الاكتفاء به فقط

الشرط [$f_{max} \geq f_w$] وبما ان الانحناء الاقصى اقل من المسموح ، فالكمرة امنة

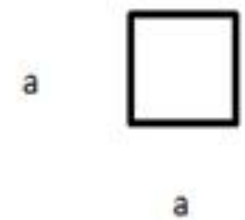
الاجهاد المسموح = اجهاد الخضوع ÷ معامل الامان



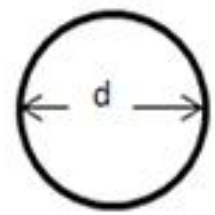
$\tau_{max} = 3Q_{max}/2bd$ الشكل المستطيل



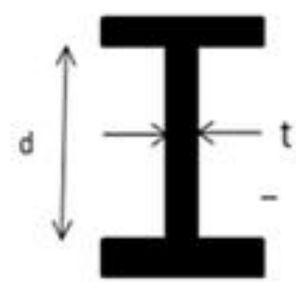
$\tau_{max} = 3Q_{max}/2a^2$ الشكل المربع



$\tau_{max} = 16Q_{max}/\ 3\Pi d^2$ الشكل الدائري

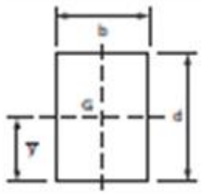
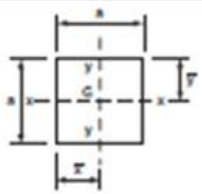
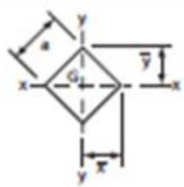
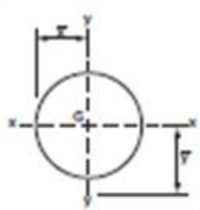
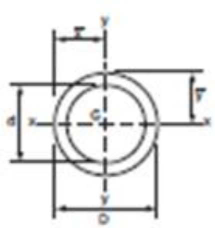


$\tau_{max} = Q_{max}\ /\ d\ .t$ الشكل



- اجهاد الانحناء f_{max}: في الكمرات والاعمدة ويحسب كما يلي

$f_{max} = M_{max} /Z$ حيث Z تعتمد على شكل مساحة المقطع العرضي ويمكن استخراجها من الجدول التالي

		(mm²) or (m²)	of inertia (mm⁴) or (m⁴)		modulus (mm³) or (m³)		of gyration (mm) or (m)		extreme fibre to centroid (mm) or (m)
		A	I_{xx}	I_{yy}	Z_{xx}	Z_{yy}	r_{xx}	r_{yy}	$\bar{y}$ $\bar{x}$
	Rectangle	bd	$\frac{bd^3}{12}$	$\frac{db^3}{12}$	$\frac{bd^2}{6}$	$\frac{db^2}{6}$	$\frac{d}{12}$ $\frac{d}{\sqrt{12}}$	$\frac{b}{12}$ $\frac{b}{\sqrt{12}}$	$\bar{y} = \frac{d}{2}$ $\bar{y} = \frac{d}{2}$
	Square	a^2	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{a^3}{6}$	$\frac{a^3}{6}$	$\frac{a}{\sqrt{12}}$	$\frac{a}{\sqrt{12}}$	$\bar{y} = \bar{x} = \frac{a}{2}$
	Square with diagonal axes	a^2	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{a^3}{6\sqrt{2}}$	$\frac{a^3}{6\sqrt{2}}$	$\frac{a}{\sqrt{12}}$	$\frac{a}{\sqrt{12}}$	$\bar{y} = \bar{x} = \frac{a}{2}$
	Circle	$\frac{\pi D^2}{4}$	$\frac{\pi D^4}{64}$	$\frac{\pi D^4}{64}$	$\frac{\pi D^3}{32}$	$\frac{\pi D^3}{32}$	$\frac{D}{4}$	$\frac{D}{4}$	$\bar{y} = \frac{D}{2}$ $\bar{x} = \frac{D}{2}$
	Annulus	$\frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$	$\frac{\pi(D^4 - d^4)}{32}$	$\frac{\pi(D^3 - d^3)}{32}$	$\frac{\pi(D^3 - d^3)}{32}$	$4\sqrt{(D^2 + d^2)}$	$4\sqrt{(D^2 + d^2)}$	$\bar{y} = \frac{D}{2}$ $\bar{x} = \frac{D}{2}$

Radius of gyration

Radius of gyration (r) is the property of a cross-section that measures the distribution of the area of the cross-section in relation to the axis. In structural design, it is used in relation to the length of compression

Therefore, $r_{xx} = \sqrt{\frac{I_{xx}}{A}}$ and $r_{yy} = \sqrt{\frac{I_{yy}}{A}}$

(general relationship $I = Ar^2$)