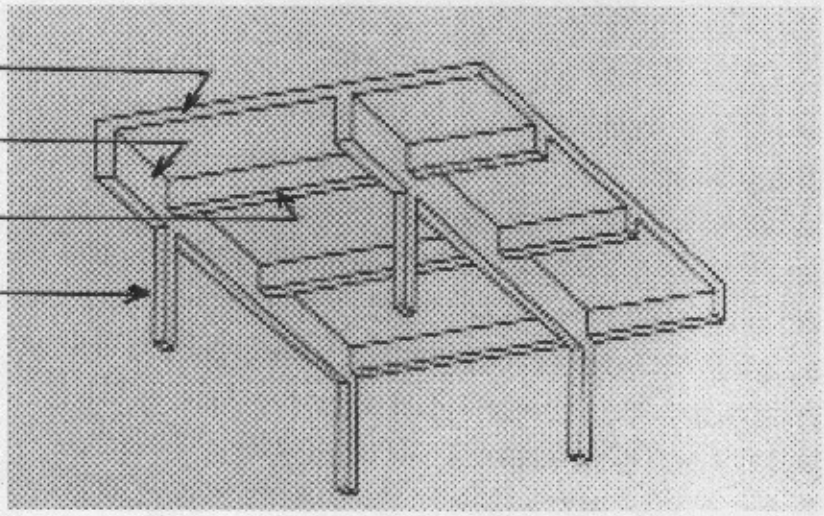
الفصل الثاني : العناصر الانشائيه Structural Elements

تستخدم العناصر الانشائيه الموضحه في الشكل ادناه في اعمال الهندسه.



العناصر الانشائيه الرئيسيه
في اعمال الهندسه الانشائيه

لكل عنصر خواص تجعله قادراً على حمل الاثقال المسلطه عليه ونقلها الى عنصر آخر وصولاً الى الارض.

يتمكن المهندس الجيد من تخمين مقدار الاحمال المسلطه على كل عنصر، ومن خلال معرفة خواص كل عنصر، يستطيع أن يجري التصميم لتحقيق غرضين هما:-

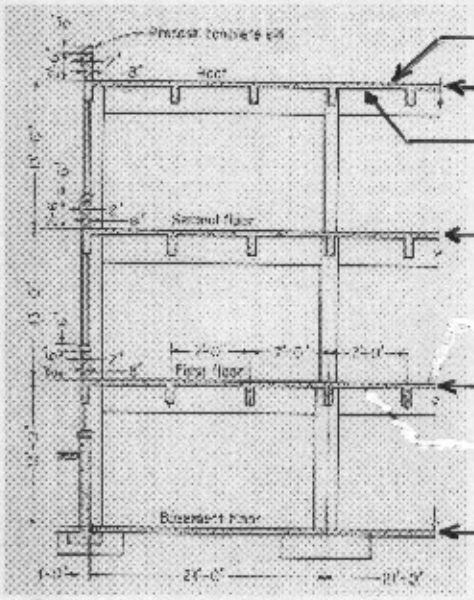
1- أن يكون المنشأ آمين أي غير معرض للانهيار اولاثارة ما يدعو الى القلق عند الاستعمال (كالانحرافات او التشققات او الاهتزازات).

2- أن لا يبالغ في قياسات وحجوم العناصر بشكل يؤدي الى صرف مبالغ لادعي لها وبذلك يبتعد عن كونه مهندس. كما ان عليه أن لا يجعلها معقدة التنفيذ.

اضافة لما ورد اعلاه على المهندس أن يتمتع بالذوق حين اختيار شكل وقياس ومواقع هذه الاجزاء بشكل يجعل منظرها النهائي مقبولاً.

2-1- السقوف Slabs

عنصر انشائي افقي يقسم البنايه الى طوابق . يوضح الشكل التسميات :



سطح
بلاطة سطح
سقف الطابق الثاني
بلاطة طابق
بلاطة الطابق الاول
بلاطه ارضيه

إن الوجه الاعلى للبنايه يسمى السطح وتسمى البلاطه العليا ببلاطة السطح حيث انها تصمم بشكل مختلف عن بقيه البلاطات كونها تتعرض لأحمال طبقات التسطيح مقابل عدم وجود اثاث او حركة اشخاص كثيره عليها . يسمى وجهها الاسفل بالسقف إسوة ببا قي البلاطات في الطوابق الوسطيه باستثناء بلاطة الارضيه التي تصمم بصوره مختلفه كونها تستند من الاسفل على ارضيه صلبه . بينما تكون كافة بلاطات الطوابق مهما تعددت متماثله .

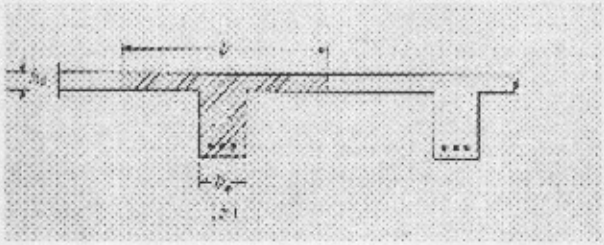
تنفذ السقوف الخرسانيه المسلحه باستخدام قالب خشبي وقتي ينتج بعد ازالته بلاطه وفق الابعاد والمناسيب المصممه مسبقاً . يوضع حديد التسليح داخل القالب بدون ان يستند عليه مباشرة وانما توضع مساند بسُمك 2 سم بين الحديد وسطح القالب الخشبي لكي نحصل على غطاء خرساني لحماية حديد التسليح من التعرض للجو وكذلك لضمان بقاء الحديد داخل الخرسانه المتصلبه . بعد ذلك يجري صب الخرسانه ، غالباً بنسبة 1 سمنت : 2 رمل : 4 حصو ، لكي تغمر التسليح وتأخذ السُمك ، بين 10 الى 20 سم ، داخل القالب .

لضمان نوعيه خرسانه جيده (قليلة الفراغات + محيطه كلياً بالحديد + عفاريت انضغاط باليد) يمكن استخدام المهزازات . بعد يوم واحد او اقل من الصب يجري عمر الخرسانه بالماء لمساعدة الاسمنت على التفاعل الكيميائي والتصلب حول الحديد والتماسك مع الحصو والرمل كمتطلبه صلبه ، وتسمى هذه العمليه بالمعالجه Curing .

اخيراً تزال القوالب بعد 10 - 14 يوم صيفاً أو 14 - 18 يوم شتاءاً وعلينا أن لا ننسى طلاء السطوح الداخليه للقالب بمواد دهنيه لمنع التصاق القالب بالخرسانه المتصلبه .

2-2 العتبات Beams

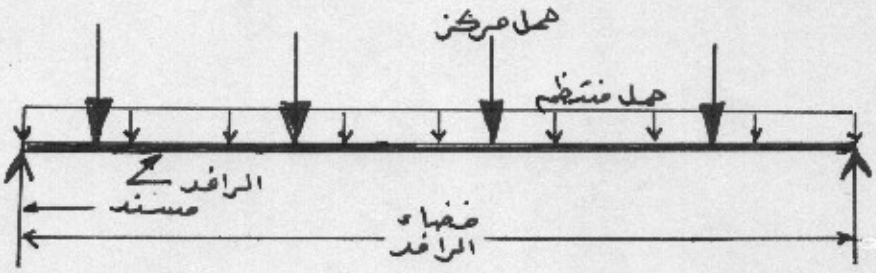
عند زيادة مساحة السقوف ولغرض تقليل سُمكها ، يمكن اسنادها على عناصر انشائيه ذات مقاطع عرضيه مستطيله او على شكل حرف I او T تدعى بالعتبات . هذه العتبات



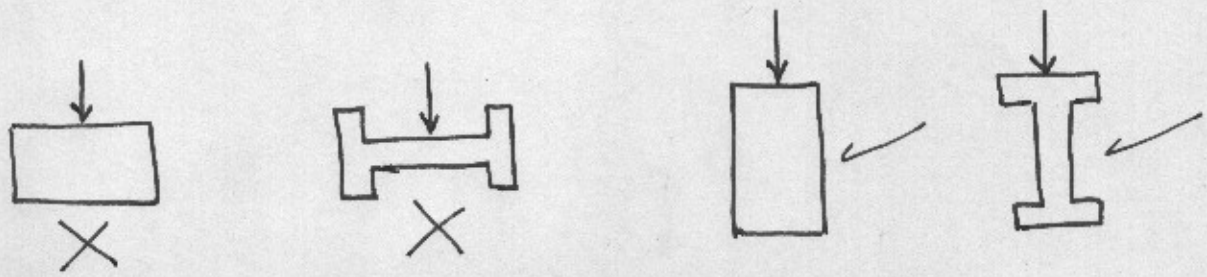
تحمل وزنها ووزن جزء السقف الواقع فوقها (المظلل بالرسم) وما عليه من احمال . تكون الاحمال غالباً منتظمة التوزيع (Uniformly Distributed Load) . واجب العتبه نقل هذه الاحمال الى الروافد او الجدران الساندة بصورة امينه .

2-3 الروافد Girders

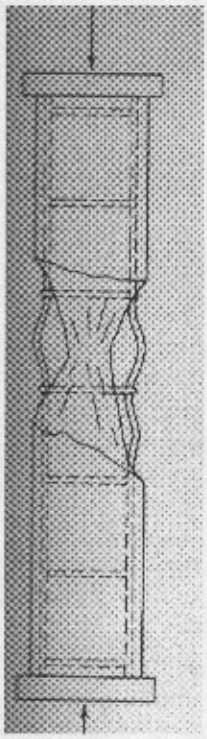
الرافد عنصر انشائي ينقل وزنه مضافاً له الثقل المسلط عليه من عدة عتبات او اعمده او جدران الى الاعمده او الجدران التي يستند عليها . يُرمز له هندسياً وفق الشكل ادناه وذلك لتسهيل عملية تحليله .



تكون مقاطع الروافد بشكل مستطيل او I-section وتكون نسبة العرض واحد الى 1.5 - 2 عمق لكي نحصل على أفضل عزم مقصور ذاتي مع توفير باوزان المواد المستعمله . ان زياده عزم العقصور الذاتي تجعل الرافد قادراً على تحمل الاحمال والاجهادات التي تنشئه عنها بصوره كفوءه وبدون ان تنهار جانبياً ويجري التحميل بالشكل التالي :-

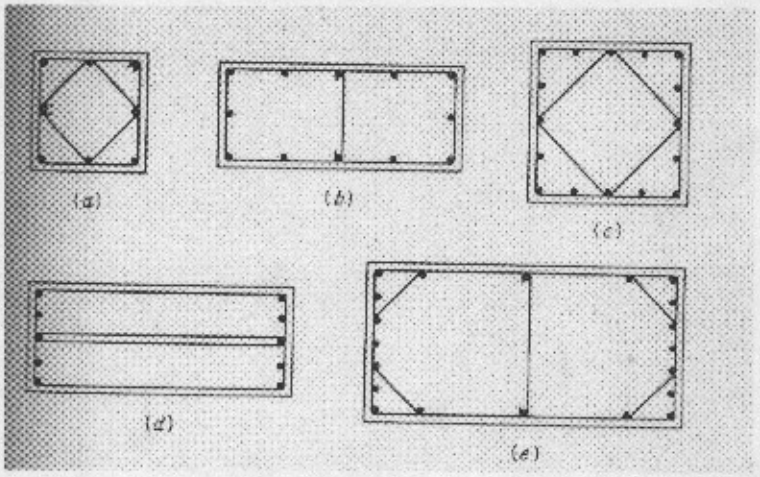


العمود عنصر انشائي ينقل الاحمال المسلطه عليه عبر محوره الشاقولي ، ويكون مقطعه مربع او مستطيل او دائري او مضلع.



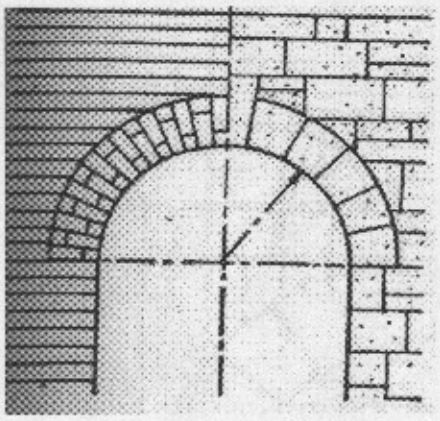
يُصنع العمود من الخرسانه المسلحه بحديد تسليح لا يقل عن اربعة قضبان في الاعمده ذات المقطع المربع و المستطيل ولا تقل عن ستة قضبان في المقاطع الدائريه او المضلعه ، ويجب ان لا يقل قطر اي قضيب عن $\frac{5}{8}$ أنج .

لزيادة ترابط العمود ومنع انهياره مبكراً كما موضح في الشكل المجاور يجري تسليحه بحلقات من قضبان حديد التسليح تسمى (Ties) تتكون من حديد ذو قطر $\frac{1}{2}$ أنج مما دون وتأخذ شكل مقطع العمود ، فتكون مربعه في العمود المربع المقطع وكما موضح في الشكل ادناه . على ان تكون المسافه بين حلقه وأخرى لا تزيد عن طول اصغر ضلع او اضلاع المقطع العرضي للعمود ولا تزيد عن 12 مره بقدر قطر قضيب حديد التسليح الرئيسي . ويجب ملاحظة



ظهرة تغطية هذه الحلقات بطبقه من الخرسانه لا يقل سمكها عن إنج واحد.

يمكن تنفيذ الاعمده بمقاطع حديديه على شكل I ، H ، O ومن الممكن ان تكون حديديه مركبه Built-up Sec. وتتكون من ربط عدة مقاطع حديديه مع بعضها بواسطة براغي او براشيم .

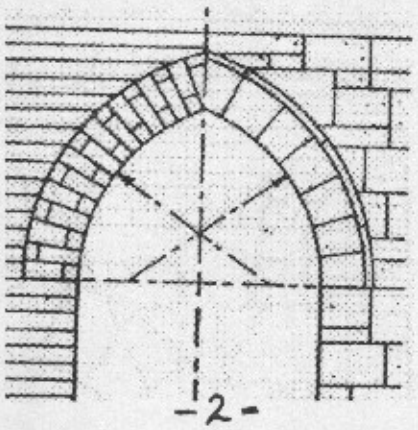


-1-

القوس عنصر انشائي منحني نحو الاعلى ، يتحمل اجهادات الانضغاط بكفاءه ، ويستند عند طرفيه على مساند ثابته غير قابله للحركه.

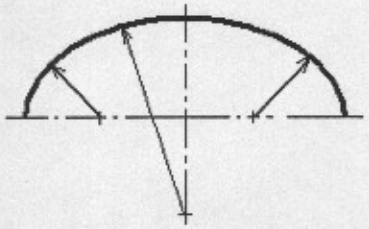
مسار القوس المنحني قد يكون له نصف قطر واحد كما في الشكل-1 فيكون جزء من دائره.

او يكون ذو نصفي قطر كما في الشكل-2 فيكون وسط القوس مرتفعاً.



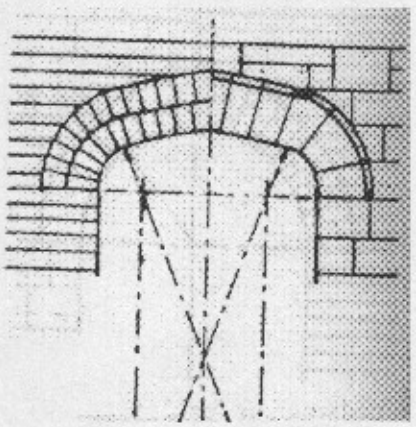
-2-

او يكون ذو ثلاثة انصاف قطر كما في الشكل-3 فيتألف من نصف شكل بيضوي.



-3-

او يكون ذو اربعة انصاف قطر كما في الشكل - 4 فيكون وسطه منخفضاً.



-4-

يمتاز القوس بقابليته لحمل الاحمال الكبيره لفضاءات طويله دون وجود مساند وسطيه ولكن يشترط ان تكون مساندة الطرفيه ثابته لأن اي حركه فيها تؤدي الى انهيار القوس.

يمكن للقوس ان يغطي الفتحه العليا لشباك او باب وكذلك يمكن تجسير نهر كما يمكن تمديده ليكون سقيفه لنصف اسطوانيه تستعمل كمخزن او ورشه صناعيه او مظله زراعيه.

الفصل الثالث: الاحمال الخارجيه External Loads

يمكن تقسيم الاحمال التي تؤثر على منشا ما ضمن ثلاثة اصناف هي:

١- الاحمال الميته Dead Loads

وهي الاحمال الثابته المقدار والموقع خلال عمر المنشأ. وتتمثل في الغالب وزن المنشأ نفسه. ويمكن حسابها بدقه من خلال معرفة ابعاد المنشأ ووزن وحدة الحجوم للمواد التي يتألف منها.

فعلى سبيل المثال وزن قطعة كاشي بابعاد (40 x 40 x 4.2) سم يساوي:

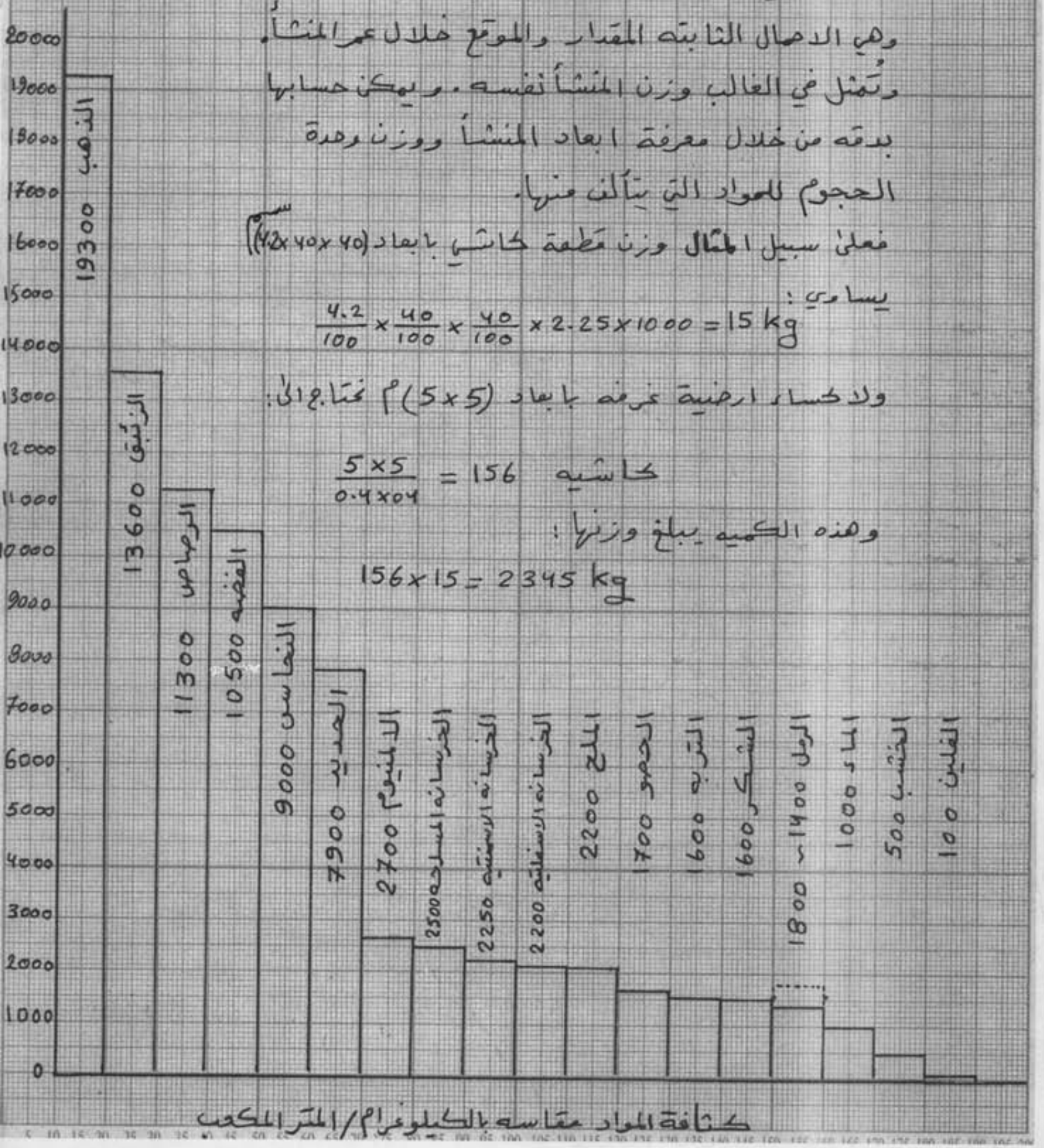
$$\frac{4.2}{100} \times \frac{40}{100} \times \frac{40}{100} \times 2.25 \times 1000 = 15\ kg$$

ولاكساء ارضية غرفه بابعاد (5 x 5) م نحتاج الى:

$$\text{كاشيه} \quad \frac{5 \times 5}{0.4 \times 0.4} = 156$$

وهذه الكميه يبلغ وزنها:

$$156 \times 15 = 2345\ kg$$



2- الاحمال الحيه Live Loads

تتألف من اوزان الاشخاص والاثاث في بنايه او من اوزان المرور للشاحنات والاشخاص على جسر ما . هذه الاوزان قد تكون مسلطه كلها او جزئيا او لا توجد اطلاقاً ، كما ان موقعها يتغير باستمرار لذا يكون حسابها بدقه صعب ، ويجري تخمينها وفقاً للاحصائيات والخبره وبالاستعانه بالمواصفات كما في الجدول المجاور المأخوذ من ANSI A58.1

طبيعة الاستخدام	الحمل الحي		
	psf	kN/m^2	kg/m^2
المساكن	40	1.9	190
صفوف المدارس	40	1.9	190
المستشفيات	60	2.9	290
غرف المطالعة في مكتبه	60	2.9	290
الدوائر الحكوميه	80	3.8	380
المطاعم	100	4.8	480
مواقف السيارات	100	4.8	480
ممرات المدارس	100	4.8	480
السلالم	100	4.8	480
المصانع	125	6.0	600
مخازن البضائع الخفيفه	125	6.0	600
مخزن الكتب في مكتبه	150	7.2	720
طريق سيارات فرعي	250	12.0	1200
مخازن البضائع الثقيله	250	12.0	1200

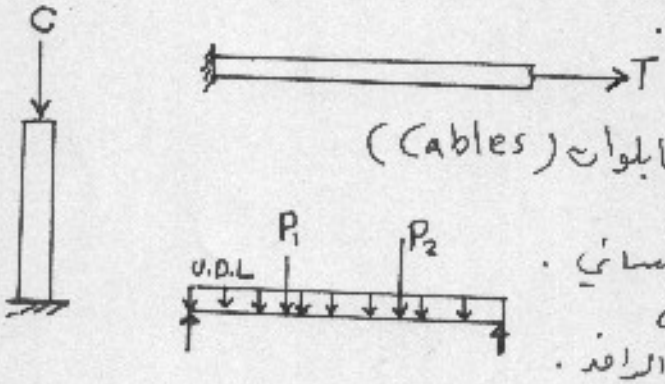
3- الاحمال البيئيه (Environmental Loads)

تتضمن تأثيرات الرياح والزلازل وكذلك دفع التربه على الجدران الساند وتجمع المياه او الثلوج فوق سطوح المباني والقوى الناشئه عن تغير درجات الحراره .

الاحمال البيئيه تشبه الاحمال الحيه من ناحية شدتها وموقعها وزمن تأثيرها على منشأ ما ، فكلها متغيرات . لذا فأن تخمين الاحمال البيئيه يعتمد على الخبره والمشاهده والاحصائيات المتوفره للمنطقه المزمع انشاء المشروع فيها . وفي بعض الاحيان يُصنع نموذج مصغر للمنشأ ويجري فحصه مختبرياً .

الاسلوب الهندسي لتمثيل الاحمال الخارجيه:

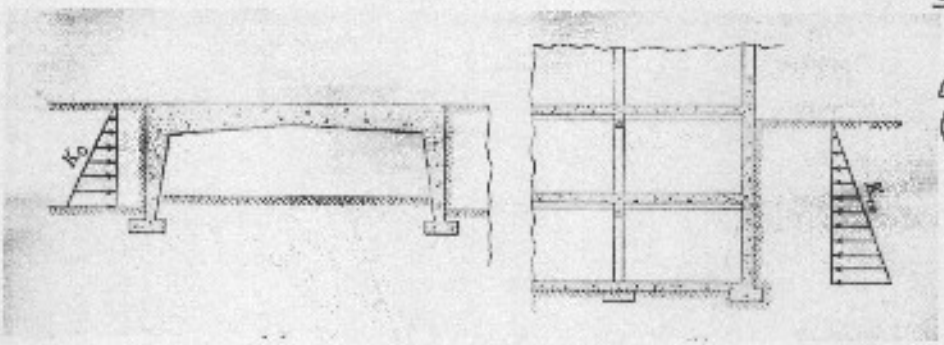
هندسياً يجري تمثيل القوى والاحمال الخارجيه التي يمكن ان تؤثر على عنصر انشائي بالاشكال الموضحه ادناه وذلك لتبسيط عملية التداول معها عند تحليل المنشأ.



١- قوة الشد Tension Force :
كالقوى المؤثره على الحبال والكابلوات (Cables)

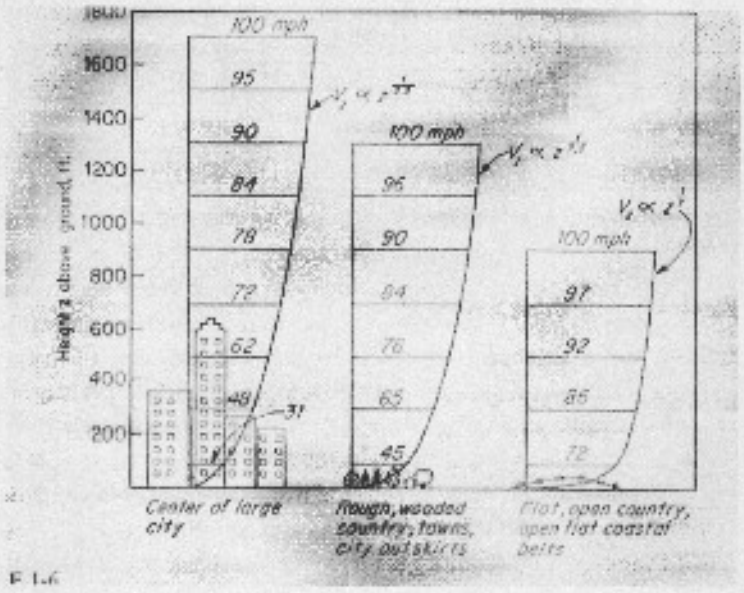
٢- قوة الضغط Compression Force
كالقوه المؤثره على عمود خرساني.

٣- حمل مركز Consitrated Force
كالحمل الذي تنقله العتبه الى الرافد.



٤- حمل منتظم التوزيع (U.D.L)
كالحمل الذي ينقله السقف الى العتبات الساند.

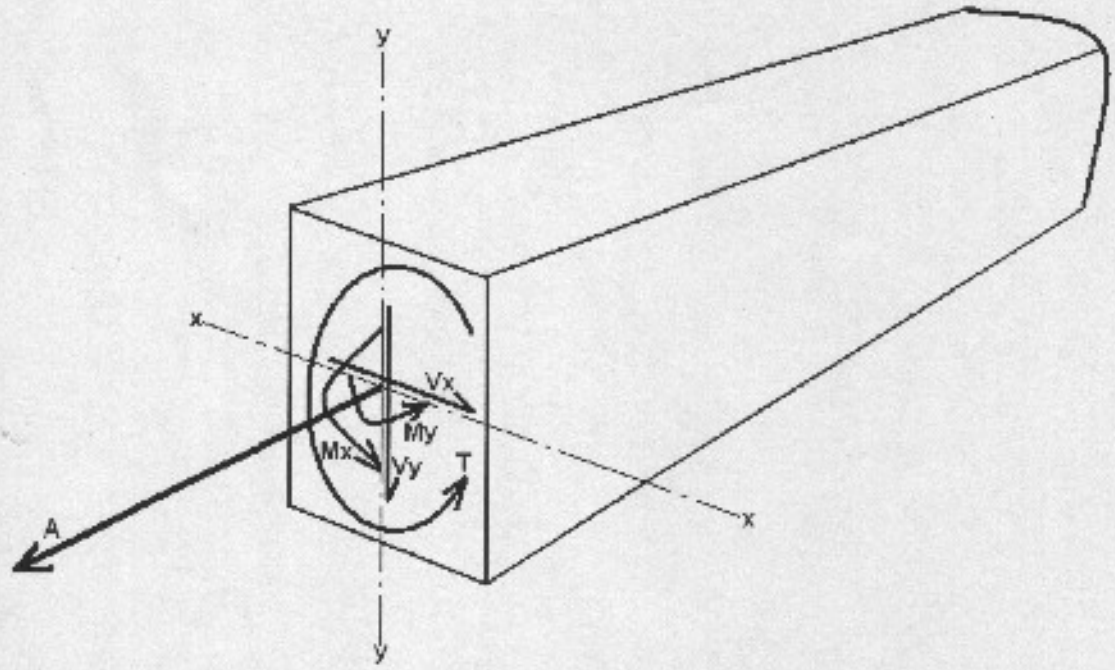
٥- حمل مثلثي التوزيع Triangular Load
كالحمل الذي تسلطه المياه على جدران الخزان او دفع التربه على جدار ساند.



٦- حمل ذو مسار منحني
كالحمل الذي تسلطه الرياح على بنايه متعدده الطوابق

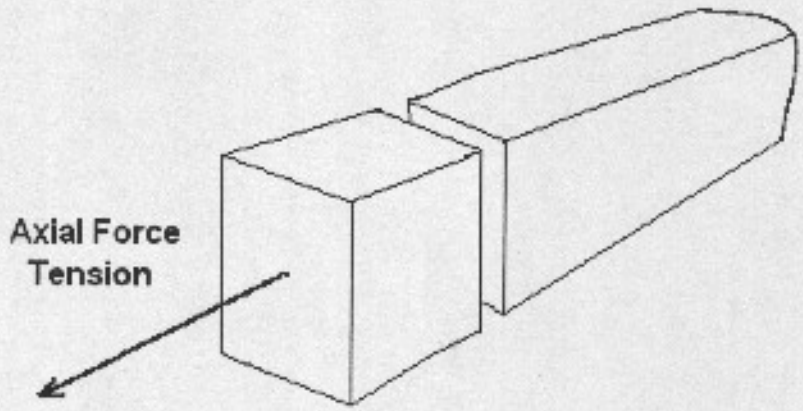
٧- عزم اللوي Torsion
كالحمل الذي يتعرض له محور (shaft) مروحه.

تحت تأثير الأحمال الخارجيه قد يتعرض أي عنصر إنشائي إلى واحد او اكثر من القوى وألإجهادات ألداخليه الموضحة في الشكل أدناه:

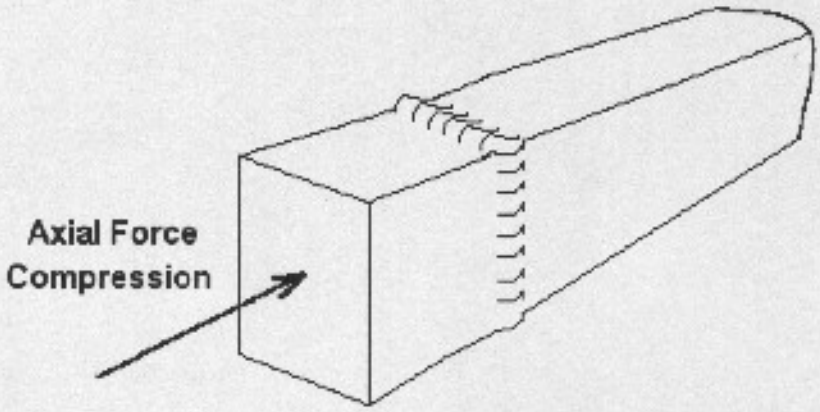


A = قوه محوريه Axial Force

وهي قوة شد أو ضغط باتجاه المحور الطولي للعنصر ألإنشائي. وتحاول هذه القوه قطع العنصر إذا كانت شد كما في الشكل أدناه:

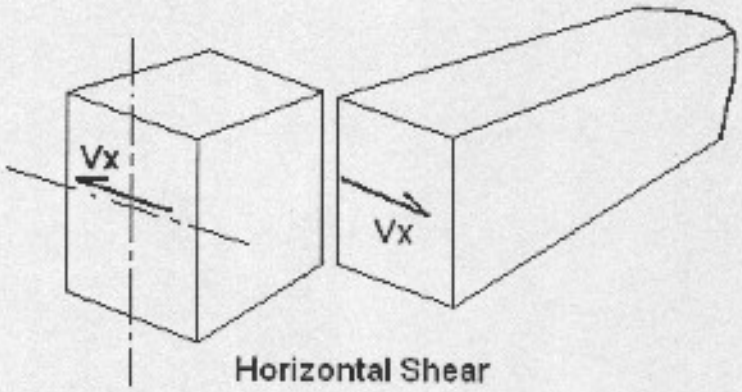


بينما تحاول ضغطه وتشويهه إذا كانت قوة ضغط وكما في الشكل أدناه:



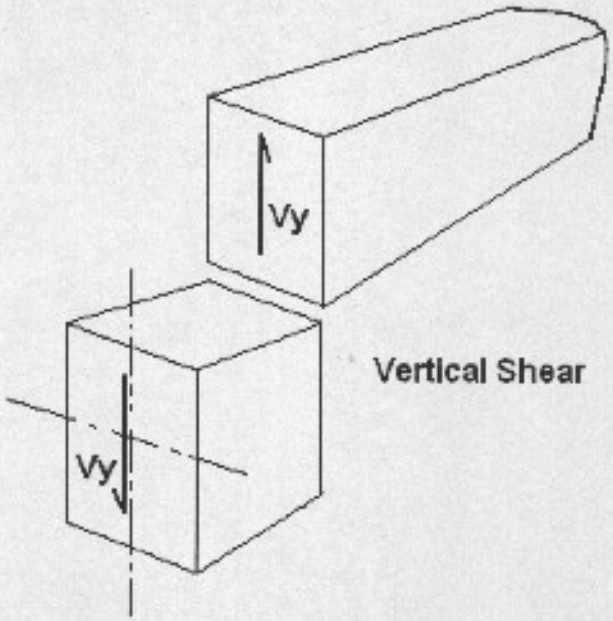
Vx = القص ألافقي Horizontal Shear

وهي قوة قص افقيه تؤدي إلى إجهاد قص يسبب قطع العنصر افقياً وكما في الشكل أدناه:



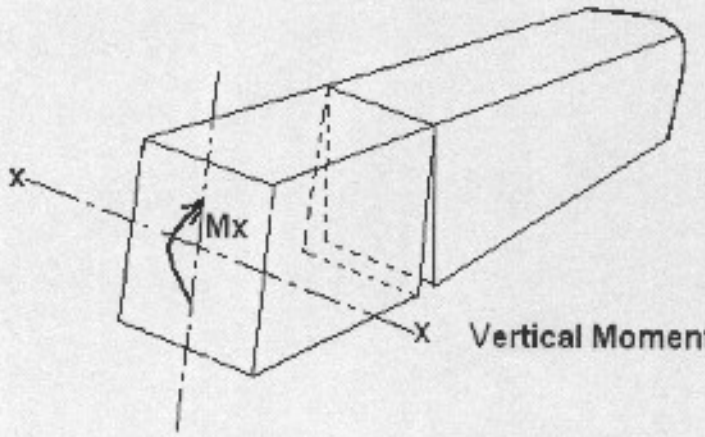
Vy = القص ألعمودي Vertical Shear

وهي قوة قص عموديه على المحور الطولي للعنصر ألإنشائي تؤدي إلى إجهاد قص يسبب قطع العنصر عموديا وكما في الشكل أدناه:



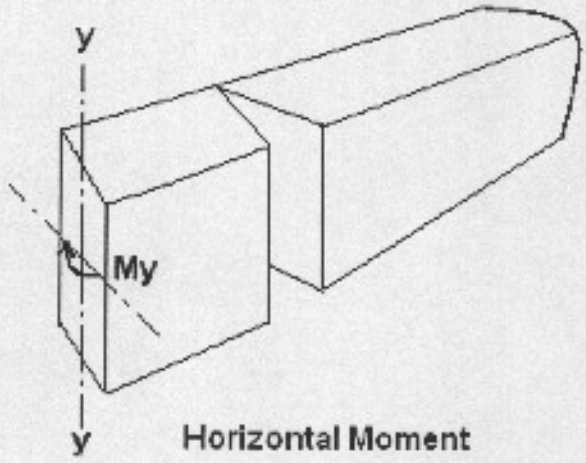
Mx : عزم عمودي حول محور x-x Moment about x axis

عزم يحاول أن يثني العنصر بتسليط إجهاد عزم حول محور x - x وقد يسبب كسر ربالشكل أدناه:



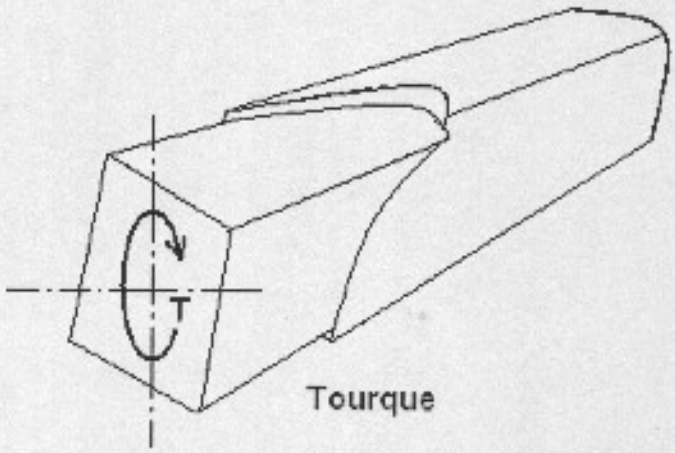
My : عزم عمودي حول محور y-y Moment about y axis

عزم يحاول أن يثني العنصر بتسليط إجهاد عزم حول محور y- y وقد يسبب كسر بالشكل أدناه:



Torque T

عزم يسلط إجهاد لوي يمكن أن يكسر العنصر الإنشائي بالشكل أدناه:



تطبيقات:

1- قوة الشد

احسب قوة الشد اللازمة لقطع قضيب حديد ذو قطر 1 أنج، علماً بان اقصى اجهاد شد يتحمله يساوي $f_y = 414\ N/mm^2$.

Diameter $D = 1\ in = 25.4\ mm$

Radius $r = D/2 = 12.7\ mm$

Area $A = \pi r^2 = \frac{22}{7}(12.7)^2 = 507\ mm^2$

Tension Force $T = f_y \cdot A = 414 \times 507 = 210000\ N$

$= 210\ kN$

$= 21\ Ton$

$= 21000\ kg$

2- قوة الضغط

احسب قوة الضغط اللازمة لتحطيم مكعب خرساني قياسي بابعاد $(20 \times 20 \times 20)$ سم، علماً بان الاجهاد الاقصى الذي تتحمله الخرسانة $f'_c = 25\ N/mm^2$.

Area $= 200 \times 200 = 40000\ mm^2$

Compression Force $C = f'_c \cdot A$

$= 25 \times 40000 = 1000000\ N$

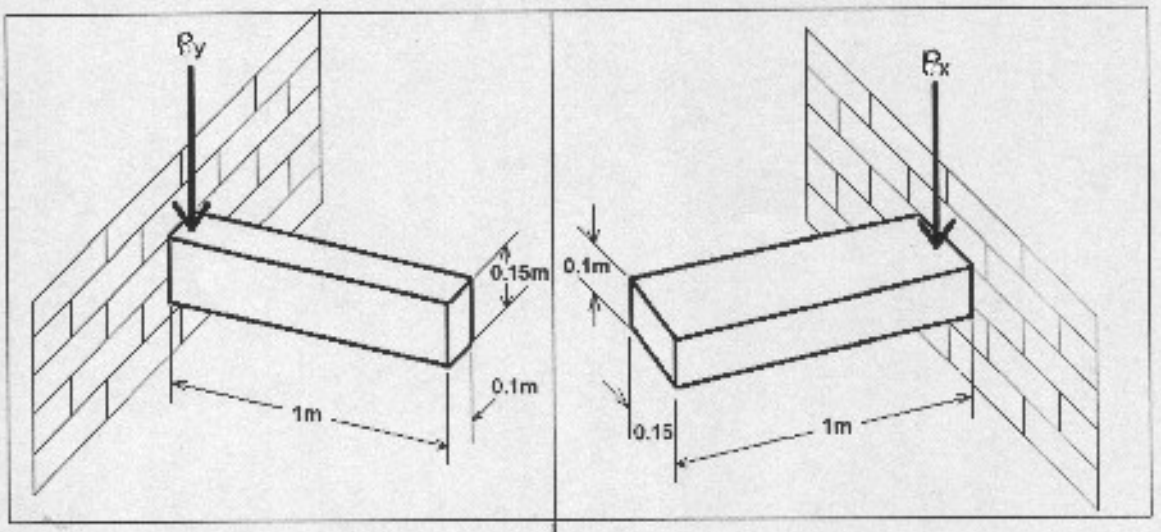
$= 10^6\ N$

$= 100\ Ton$

3- قوة القص

الخشب

احسب قوة القص اللازمة لقطع الكانتليفر الموضح بالشكلين ادناه.
P_y تؤثر باتجاه محور y ، بينما P_x تؤثر باتجاه المحور x. لاحظ ان المقطع العرضي في الحالتين هو (15×10) سم وان الاجهاد الاقصى للقص هو $2N/mm^2$



$A = 100 \times 150 = 15000\ mm^2$

Maximum shear stress v

$v = 2\ N/mm^2$

$v = \frac{Force}{A} = \frac{P_y}{A}$

$2 = \frac{P_y}{15000}$

$P_y = 30000\ N$

$= 30\ kN$

$= 3\ Ton$

$A = 15000\ mm^2$

$v = 2\ N/mm^2$

$v = \frac{P_x}{A}$

$2 = \frac{P_x}{A}$

$P_x = 30000\ N$

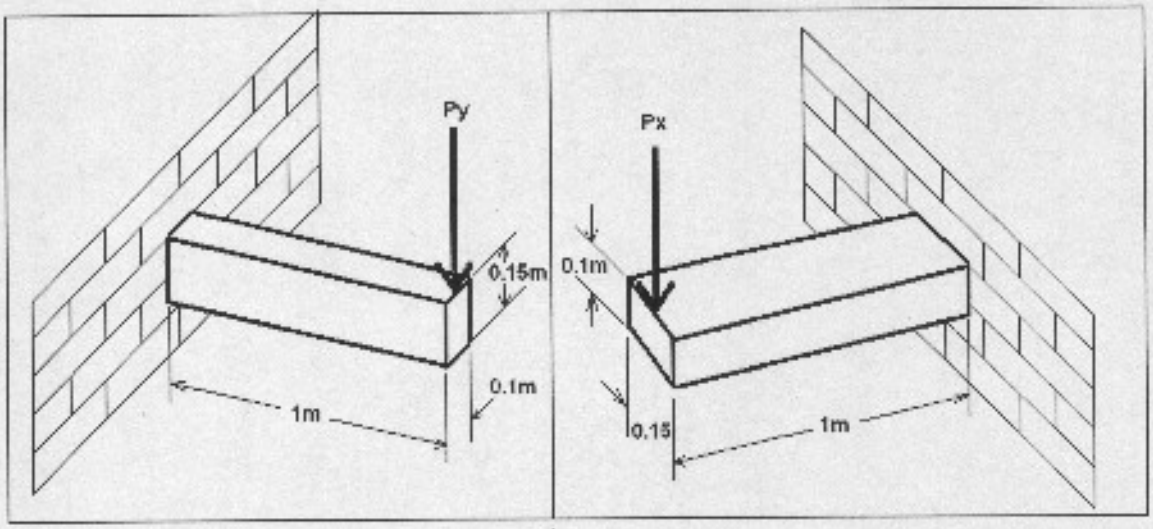
$= 30\ kN$

$= 3\ Ton$

نلاحظ ان قوة القص البالغة 3Ton متساوية في الحالتين مما يشير الى ان تحمل القص يتأثر بمساحة المقطع ولا علاقة له باتجاه هذه المساحة.

4- عزم الانحناء

احسب القوه اللازمه لكسر الكانتليفر الخشبي الموضح في الشكلين ادناه.
علماً بأن اقصى اجهاد عزم يتحمله الخشب يبلغ $\sigma = 6\ N/mm^2$.

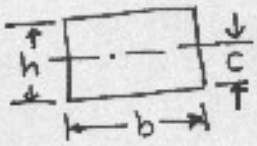


عزم القصور الذاتي

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$= \frac{150 \times (100)^3}{12}$$

$$= 12\,500\,000\ mm^4$$



العزم المسلط $M_y = P_x \times l = 1000\ P_x$

c = المسافه من محور التعادل الى الالياف الخارجيه للعنصر

$$6 = \frac{1000\ P_x \times \left(\frac{100}{2}\right)}{12\,500\,000}$$

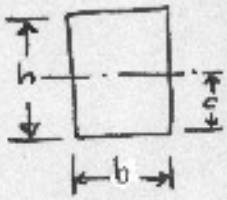
$$P_x = 1500\ N$$
$$= 1.5\ kN$$
$$= 150\ kg$$

Moment of Inertia I

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$= \frac{100 \times (150)^3}{12}$$

$$= 28\,125\,000\ mm^4$$



$M_x = P_y \times l = 1000\ P_y$

$$\text{stress } \sigma = \frac{Mc}{I}$$

$$6 = \frac{1000\ P_y \times \left(\frac{150}{2}\right)}{28\,125\,000}$$

$$P_y = 2250\ N$$
$$= 2.250\ kN$$
$$= 225\ kg$$

نلاحظ ان القوه اللازمه لكسر الكانتليفر P_y البالغه 225 kg اكبر من القوه اللازمه لكسره P_x البالغه 150kg رغم انه نفس المقطع الخشبي. فما هو السبب ؟؟ واين يقع الكسر ؟؟

Table B.1 Conversion factors, U.S. customary units to SI metric units

Overall geometry	
Spans	1 ft = 0.3048 m
Displacements	1 in = 25.4 mm
Surface area	1 ft^2 = 0.0929 m^2
Volume	1 ft^3 = 0.0283 m^3
	1 yd^3 = 0.765 m^3
Structural properties	
Cross-sectional dimensions	1 in = 25.4 mm
Area	1 in^2 = 645.2 mm^2
Section modulus	1 in^3 = 16.39 × 10^3 mm^3
Moment of inertia	1 in^4 = 0.4162 × 10^6 mm^4
Material properties	
Density	1 lb/ft^3 = 16.03 kg/m^3
Modulus and stress	1 lb/in^2 = 0.006895 MPa
	1 kip/in^2 = 6.895 MPa
Loadings	
Concentrated loads	1 lb = 4.448 N
	1 kip = 4.448 kN
Density	1 lb/ft^3 = 0.1571 kN/m^3
Linear loads	1 kip/ft = 14.59 kN/m
Surface loads	1 lb/ft^2 = 0.0479 kN/m^2
	1 kip/ft^2 = 47.9 kN/m^2
Stress and moments	
Stress	1 lb/in^2 = 0.006895 MPa
	1 kip/in^2 = 6.895 MPa
Moment or torque	1 ft·lb = 1.356 N·m
	1 ft·kip = 1.356 kN·m

الفصل الخامس - المقاطع الاقتصاديه للعناصر الانشائيه

المقدمه :

ان هدف المهندس هو استثمار المواد بافضل ما يمكن لذا علية معرفة خواصها وكيفية تصرفها تحت تأثير الاحمال. وامامه خياران الاول أن يستخدم مقاطع انشائيه ضخمه كما كان الانسان القديم يفعل ويكون متأكد من أن المنشأ لن ينهار ، لكن هذا الحل يؤدي الى صرف مواد انشائيه كثيره ومن ثم تبذير مبالغ لاداميٍ لها .

بدأ الانسان يقلل من مياسات المقاطع الانشائيه لدرجه حدثت لديه بعض الانهيارات لجسور ومباني مما شكّل خطراً على سلامة الاشخاص وخساره في الاموال والوقت وهذا شيء غير مقبول .

المهندسه هي الموازنه بين العاملين المذكورين اعلاه وهما الاقتصاد والامان للمنشأ ، وعلى المهندس الجيد مراعاة مايلي :-

١- تخمين الاحمال الخارجيه المؤثره على منشأ ما من ناحية المقدار والاتجاه وموقع التأثير .

٢- تحليل كيفية انتقال الاحمال الخارجيه الى اجهادات داخل العناصر الانشائيه . وهنا يجب دراسة اسوأ حاله .

٣- اختيار المواد الانشائيه والالمام بخواصها .

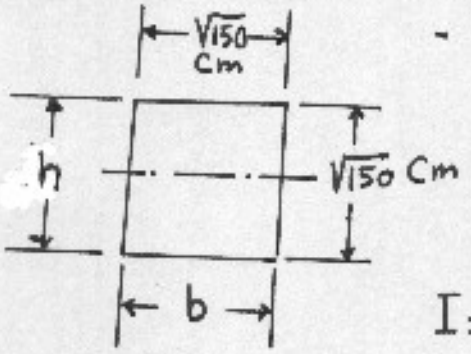
٤- تصميم مقاطع العناصر الانشائيه وارتباطاتها بحيث تكون مناسبه وقادره على حمل الاحمال المسلطه عليها بصوره امينه واقتصاديه .

Moment of Inertia
Second Moment of Area

عزم القصور الذاتي (I)
او عزم المساحه الثاني

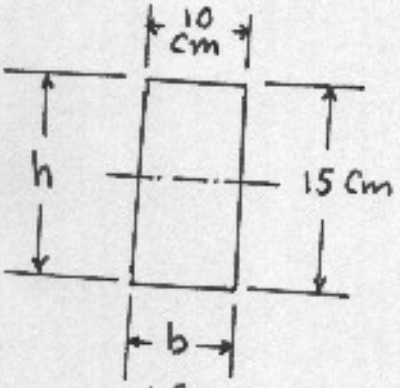
مقدار يربط بين الشكل الهندسي للمقطع العرضي ومقابليته على تحمل العزوم.
ويقاس بوحدات m^4 ، cm^4 ، mm^4 ، in^4 .
للحصول على اكفأ مقطع عرضي باستخدام نفس المساحه ، على فرض ان حجم الماده هو داله لمقطعها العرضي عند اعتبار الطول ثابت ، يمكن توفير كمية الماده الانشائيه المستخدمه .

مثلاً: عند استخدام مقطع عرضي مربع
بمساحه مقدارها $150\ cm^2$
فان عزم قصوره الذاتي هو



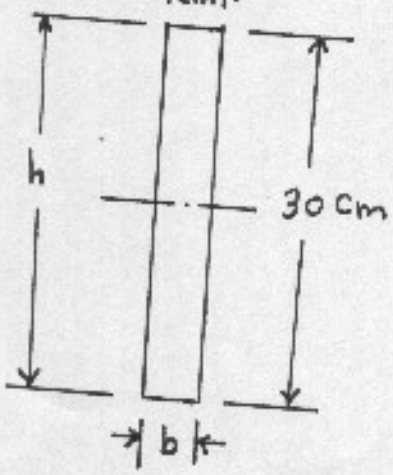
$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{\sqrt{150} \times (\sqrt{150})^3}{12} = \frac{(150)^2}{12} = 1875\ cm^4$$

لكن اذا استخدمنا نفس المساحه
لمستطيل ابعاده (15×10) سم
فان عزم قصوره الذاتي هو :



$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{10 \times 15^3}{12} = \frac{33750}{12} = 2812\ cm^4$$

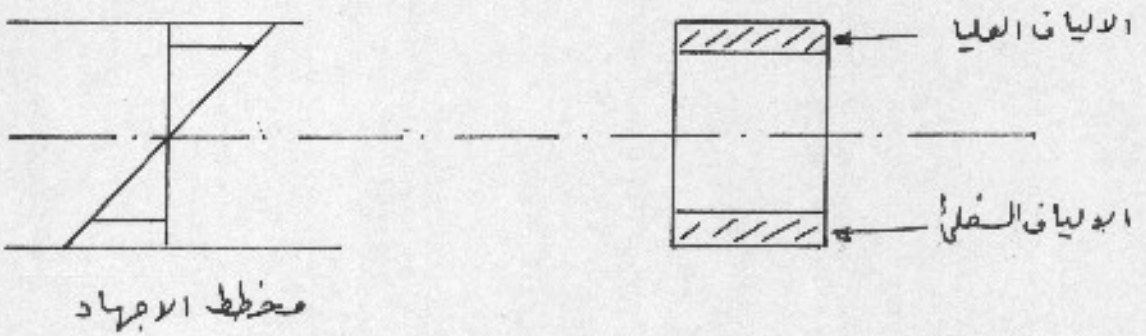
واذا جربنا استخدام نفس المساحه لمستطيل
بابعاد (30×5) سم فان عزم قصوره
الذاتي يبلغ :-



$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{5 \times 30^3}{12} = 11250\ cm^4$$

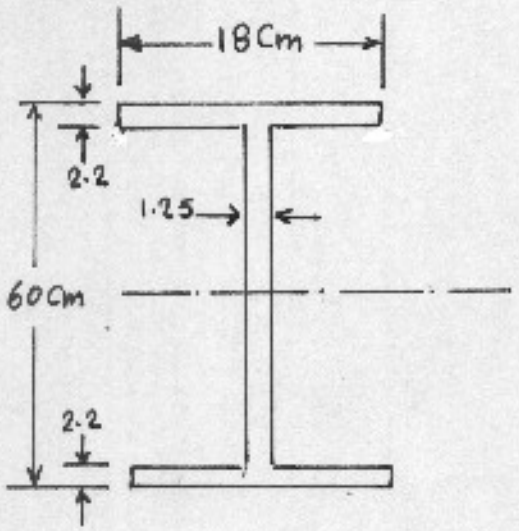
عند دراسة الارقام اعلاه نرى ان عزم القصور الذاتي يزداد بزيادة العمق h الا انه هذه الحاله النظريه يقابلها في الواقع عدم استقرار هذه المقاطع حيث انها تكون معرضه للانحراف الجانبي Lateral Instability تحت تأثير احمال خارجيه محدوده ومن ثم تنهار . لذا يجب الموازنه بين زيادة العمق وخفة المقطع . وبالنسبه للمقاطع الخرسانيه يفضل استعمال نسبة العرض : (1.5 الى 2.5) عمق .

عند دراسة الموضوع تفصيلياً نجد ان المقطع الذي يتعرض الى عزم تكون سطوحه او الياف البعيده عن محور التعادل معرضه شده الى اجهاد شد او ضغط وكما موضح في الشكل



وانه يبدأ بالانهيار نتيجة عدم تحمل هذه الالياف لهذه الاجهادات في حين ان المناطق الوسطيه من المقطع لا تكون معرضه لاجهاد عالي.

لقد تم الاستفاده من هذه الحاله بتقليل المساحات الداخليه وزيادة مساحه الالياف العليا والسفلى، كما في حالة المقطع الموضح في الشكل التالي والذي يسمى I-Section ((24 I 79)) حيث ان عمقه 24 انج وشكله I ووزن كل قدم منه يساوي 79 پاون.



مواصفات هذا المقطع الحديدي موجوده في الـ Manual of Steel له ولكافة المقاطع الحديديه القياسيه. لكن للايضاح سوف نحسب مساحته فنجد انها تساوي:-

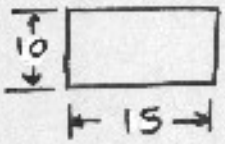
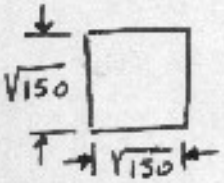
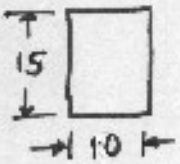
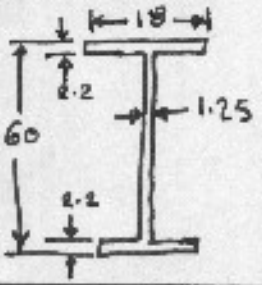
$$A = (60 \times 18) - [(18 - 1.25)(60 - 2 \times 2.2)] = 150 \text{ cm}^2$$

نرى ان مساحة مقطعه العرضي تساوي مساحة المربع والمستطيل الذان تم حسابهما سابقاً. الآن نحسب عزم عطوره الذاتي فنجد ان:

$$I = \frac{18 \times 60^3}{12} - \frac{16.75 \times 55.6^3}{12} = 84084 \text{ cm}^4$$

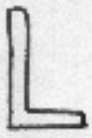
مقارنه بين الشكل الهندسي Geometry وكفاءة

المقطع لتحمل العزوم وذلك بثبوت مساحة المقطع العرضي.

Geometry	Area	I	$C = \frac{h}{2}$	$r = \frac{I}{C}$	Percentage
cm	cm^2	cm^4	cm	cm^3	%
المستطيل الافقي 	150	1250	$\frac{10}{2}$ $= 5$	$\frac{1250}{5}$ $= 250$	75 % ثلاثة ارباع المقطع
المربع 	150	1875	$\frac{\sqrt{150}}{2}$ $= 6.12$	$\frac{1875}{6.12}$ $= 306$	100 % اساس المقارنه
المستطيل العمودي 	150	2812	$\frac{15}{2}$ $= 7.5$	$\frac{2812}{7.5}$ $= 375$	125 %+ مرة وربع اكثر
المستطيل العميق	150	11250	$\frac{30}{2}$ $= 15$	$\frac{11250}{15}$ $= 750$	250 % اكثر بمرتين ونصف
I- Section 	150	84084	$\frac{60}{2}$ $= 30$	$\frac{84084}{30}$ $= 2800$	900 % اكثر بتسعة اضعاف

r = Radius of Gyration

بنفس الطريقة وجد ان هناك عدد من المقاطع الحديدية القياسية وهما موضح في الجدول أدناه :-

النوع	الشكل	مثال	الملاحظات
Wide Flange		24 WF 76	العمق 24 in الوزن 76 lb/ft
Light Beam		14 B 26	العمق 14 in الوزن 26 lb/ft
Channel		12 [20.7	يُسمى حديد سناعي العمق 12 in الوزن 20.7 lb/ft
Equal Leg Angle		$\angle 6\times6\times\frac{3}{4}$	زاوية متساوية الساقين طول اي من الساقين 6 in = السُمك = $\frac{3}{4}$ in
Unequal Leg Angle		$\angle 6\times4\times\frac{5}{8}$	زاوية غير متساوية الساقين الساق الطويلة 6 in الساق القصيرة 4 in السُمك $\frac{5}{8}$ in
Structural Tee		ST 18 WF 115	مقطوع من Wide Flange العمق 18 in الوزن 115 lb/ft