مواد البناء

Building Materials

تعريف:

المواد الهندسية - :هي اي مادة تدخل في عمل من أعمال الإنشاء سواء كانت عمرانيا او صناعيا وتنقسم المواد الهندسية الى - :

١ - مواد معدنية (Metallic Materials)

وتدخل في الصناعة الإنشائية والأجهزة وتنقسم الى نوعين- :

أ - معادن حديدية - : وتشمل الصلب ،وحديد الزهر ،وحديد المطاوع.

ب - معادن غير حديدية : مثل النحاس ،النيكل، الالمنيوم ,الرصاص والقصدير

٢- مواد لا معدنية (Non Metallic Materials)

وتنقسم الى نوعين- :

أ - مواد البناء - : مثل الحجر ،الطابوق ،الاسمنت ،الجبس ,الخشب .....

ب - مواد متنوعة - : مثل البلاستك ،المطاط ، الفلين ، والزجاج ,الأصباغ.....

٣ - مواد مولدة للطاقة- (Energy Producing Materials)

مثل الماء والوقود ومواد الطاقة الذرية -- وتمثل القشرة الأرضية أهم المصادر للمواد الخام (Raw Materials) التي يستخرج منها المواد الهندسية كافة.

<u>خواص المواد الهندسية</u>

هي تلك المميزات والصفات التي تتميز بها المواد المختلفة بعضها عن البعض الأخر ويمكن تقسيم خواص المواد الهندسية الى :-

١ - الخواص الفيزياوية : وتشمل الأبعاد ،الشكل ،الوزن النوعي ،المساحة ومحتوى الرطوبة.

٢ - الخواص الميكانيكية : وتشمل مقاومة الضغط ,الشد ,القص , الصلادة, الانحناء والمرونة

٣ - الخواص الكيميائية - : وتشمل التركيب الكيميائي ،الحامضية او القاعدية

٤ - الخواص الحرارية - : وتشمل العزل الحراري ،التوصيل الحراري ، التمدد.

٥ - الخواص الكهربائية والمغناطيسية - : التوصيل الكهربائي والنفاذ المغناطيسي.

٦ - الخواص الصوتية - : وتشمل العزل الصوتي ،الانعكاس الصوتي وامتصاص الصوت.

٧ - الخواص البصرية - : وتشمل اللون وانكسار الضوئي ،وامتصاص وانعكاس الضوء

ولما كانت الخواص الميكانيكية هي التي تحدد سلوك المواد تحت تأثير الأحمال المختلفة , أصبح الإلمام بهذه الخواص أساسيا عند تصميم اي عمل هندسي يتعرض لتأثير الأحمال.

الخواص الميكانيكية (Mechanical Properties)

المقاومة Strength

هي مقاومة المادة لاي حمل مؤثر عليها سواء كان حمل ضغط, شد, ,----- وتعرف بالمقاومة للضغط اذا كان الحمل المؤثر حمل ضغط والمقاومة للشد اذا كان الحمل المؤثر حمل شد وهكذا, **وأقصى مقاومة (Ultimate Strength)** تعرف بانها اكبر اجهاد تتحمله المادة تحت تأثير الحمل المؤثر حتى الكسر . وتقاس بالجهد الأقصى المسلط على وحدة المساحة

الاجهاد (Stress)

هو مقياس لانتشار القوى في داخل الكتلة او الجسم ، هو القوى (الحمل) لوحدة المساحة.

Stress (σ) =Force/Area =F/A

kg/cm2 , N/ mm2 , lb/in2

وهناك عدة أنواع من الاجهادات والتي تعتمد على نوع الحمل المسلط ويمكن تصنيفها الى:

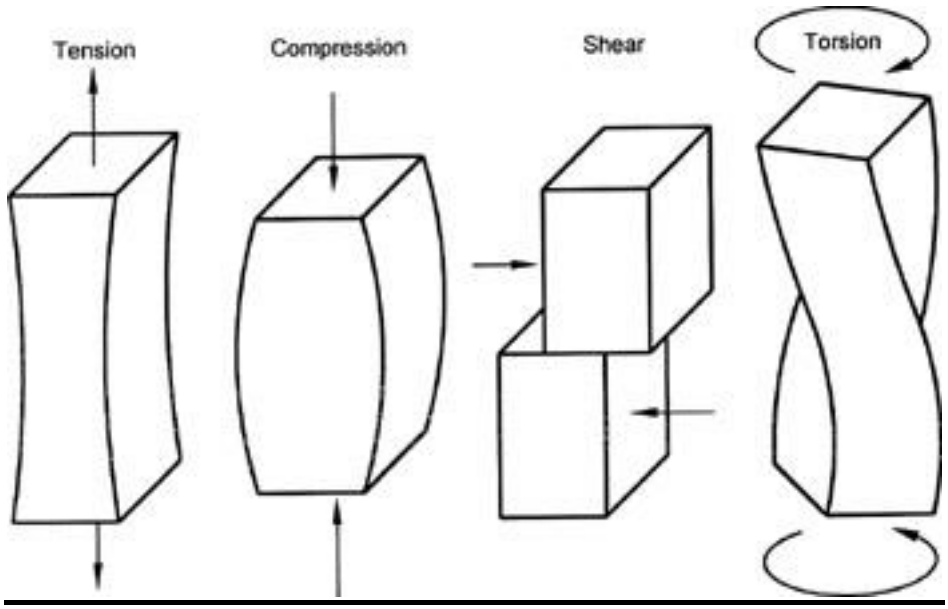
١ - إجهاد الضغط Compression Strength

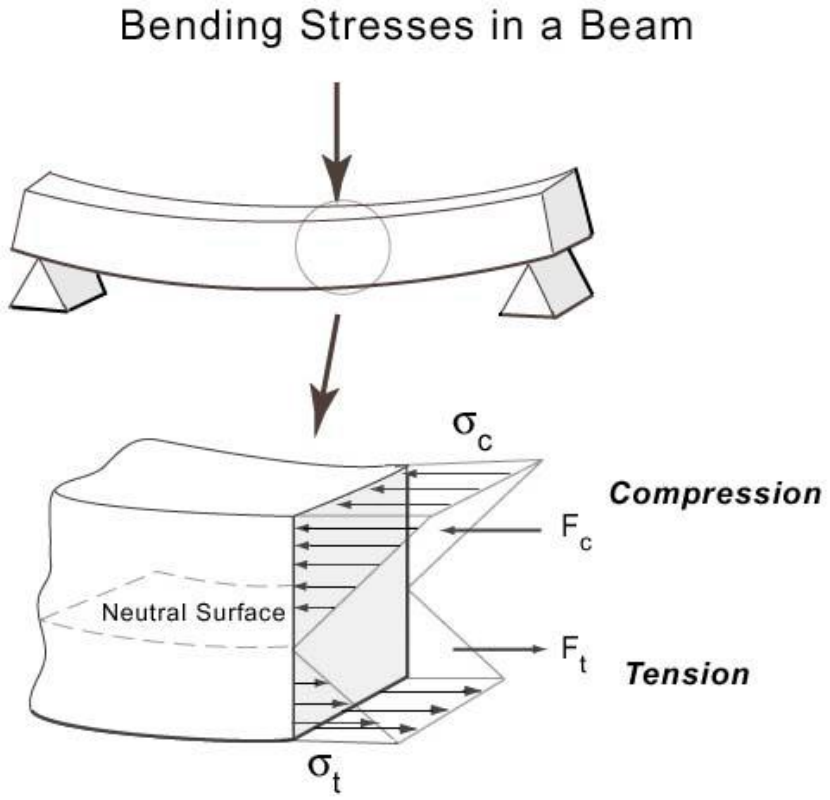
٢- اجهاد الشد Tension Strength

٣- اجهاد القص Shear Stress

٤- اجهاد الانحناء Bending Stress

٥ - اجهاد الالتواء Torsion Stress





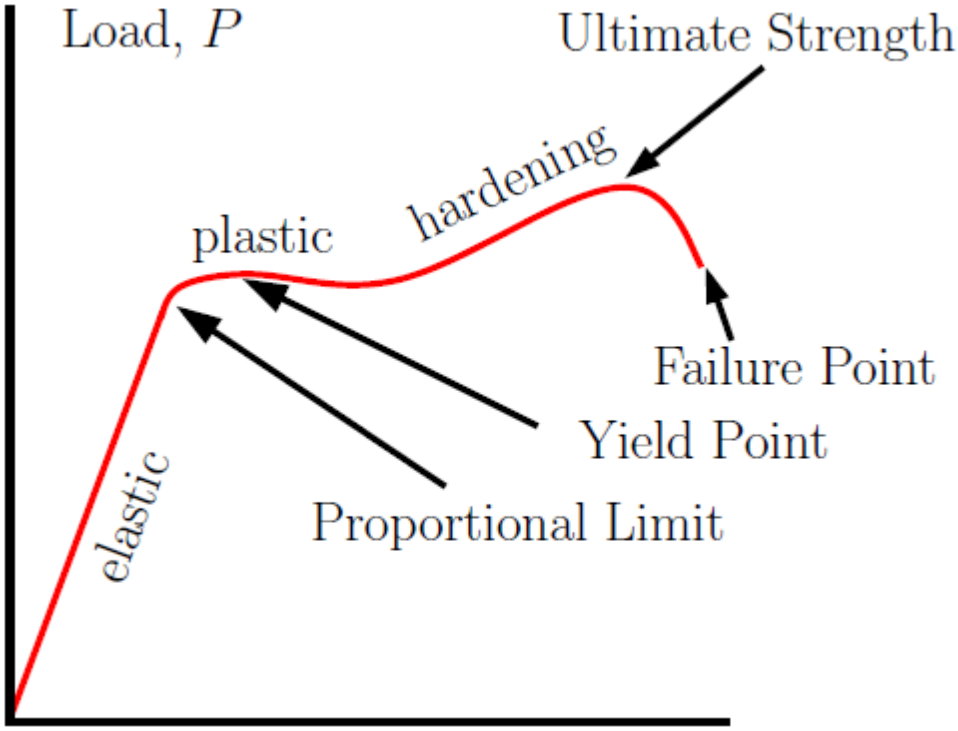
الانفعال Strain

هو مقياس التشوهات (Deformations) في الكتلة او الجسم ، وهو مقدار التغير بالطول او الحجم الى الطول الاصلي او الحجم الاصلي.

Strain (ε) = Length change /Length = Δ L /L

Strain (ε) = Volume change / Volume = Δ V / V

العلاقة بين الاجهاد- الانفعال Stress- Strain Relationship



شكل (١)العلاقة بين الاجهاد والانفعال

حد التناسب Proportion Limit

لغاية حد التناسب للمادة, منحني الاجهاد-الانفعال يكون بشكل مستقيم وهنا يتم تطبيق قانون هوك **Hooks Law**

- ليس هناك تغير دائم بعد زوال الحمل
- بعد حد التناسب يتغير الشكل من الخط المستقيم

قانون هوك Hooks Law

ضمن منطقة اللدونه , الإجهاد يتناسب خطيا مع الانفعال لغاية حد التناسب (Proportional Limit)

$$\sigma = E\varepsilon$$

σ (sigma) is the axial/normal stress
E is the elastic modulus or the Young's modulus
ε (epsilon) is the axial/normal strain -

حد المرونة Elastic Limit

هي النقطة التي بعدها لا يرجع النموذج الى ابعاده الاصلية بعد زوال الحمل

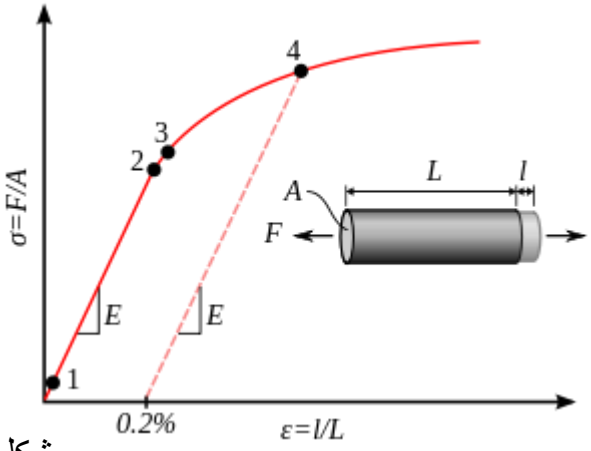
- حد التناسب وحد المرونة متقاربان جدا ولمختلف الاغراض

نقطة الخضوع Yield Point

النقطة التي تحدث عندها زيادة الانفعال بدون زيادة في الاجهاد, والاجهاد عند هذه النقطة يسمى اجهاد الخضوع **Yield Strength**

- بعد نقطة الخضوع يسلك المادة السلوك اللدن Plasticity
- بعض المواد ليس لها نقطة خضوع واضحة. هنا تستعمل طريقة (Offset Method)

- For the tension and compression labs, used the following offsets:
- For steel, use 0.2% strain
- For brass, use 0.35% strain
- For cast iron, use 0.05% strain
-



شكل(٢) طريقة Offset لتحديد نقطة الخضوع

المرونة Elasticity

هي قدرة المادة على استعادة شكلها الأصلي وإبعادها الأصلية بعد زوا ل الحمل المؤثر.

الصلابة Stiffness

قدرة المادة على مقاومة التشوه deformation ضمن المجال الخطي (Liner Range) وهو ما يعبر عنه بمعامل المرونة

معامل المرونة Modulus of Elasticity

هو حاصل قسمة الإجهاد على الانفعال لنفس اتجاه الحمل.

Modulus of Elasticity (E)= Stress/Strain= σ/ / ε

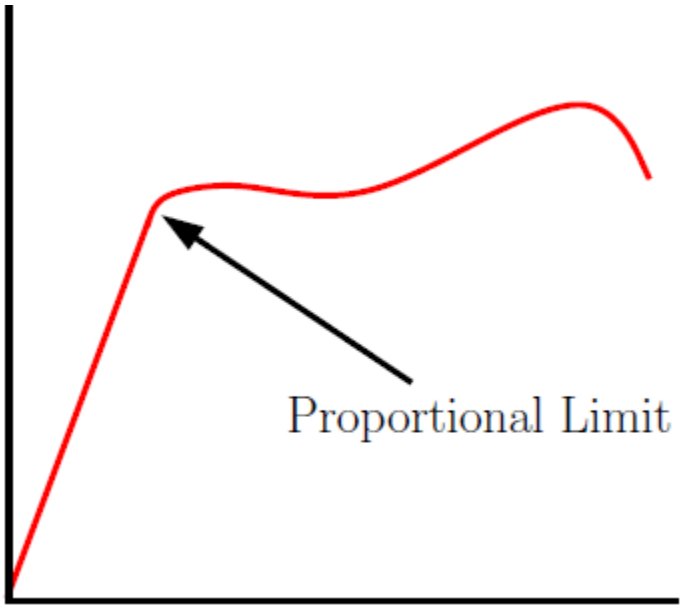
kg/cm2 , N/ mm2 , lb/in2

E (Steel) ≈ 200 x 103MPa
E (Aluminum) ≈ 70 x 103MPa
E (Concrete) ≈ 30 x 103MPa

قياس معامل المرونة Modulus of Elasticity Determination

١ - للمواد المطيلية Ductile Materials

ميل الخط المسقيم لمنحني الاجهاد- الانفعال

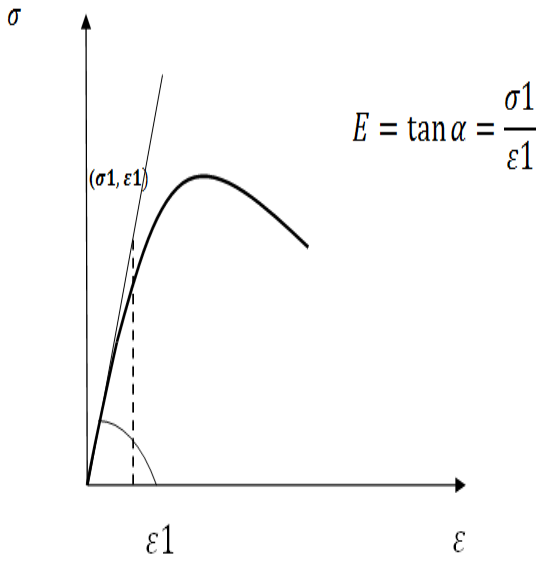


شكل (٣) تعيين معامل المرونة

٢- للمواد القصيفة Brittle Materials

A-معامل المماس الابتدائي Initial Tangent Modulus

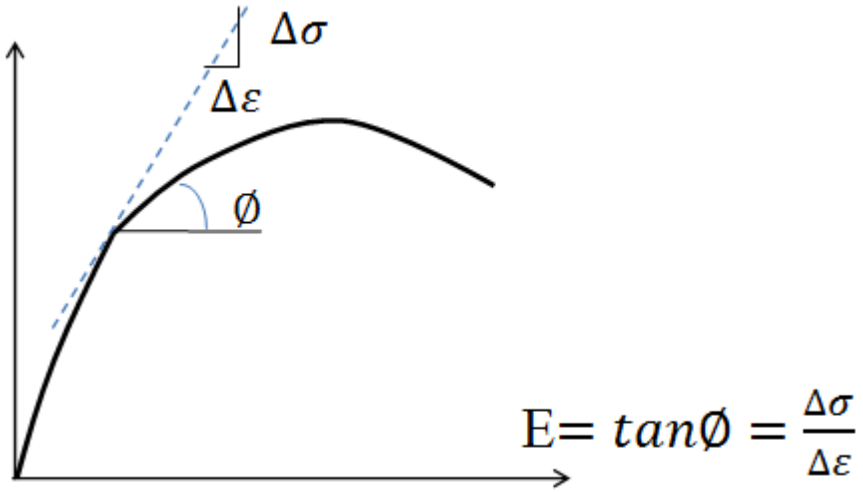
ميل المماس لمنحني الاجهاد – الانفعال المرسوم من نقطة الاصل



شكل (٤) تعيين معامل المرونة -معامل المماس الابتدائي

B-معامل المماس Tangent Modulus

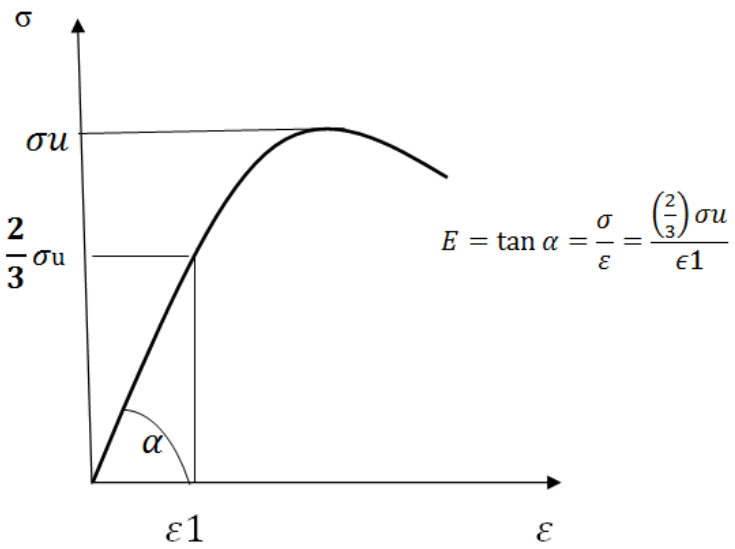
ميل المماس المرسوم على منحني الاجهاد – الانفعال في نفطة على المنحني واعتياديا في نقطة الخضوع Yield Point



شكل (٥) تعيين معامل المرونة - معامل المماس

C-معامل القاطع Secant Modulus

ميل الخط المستقيم المرسومو من نقطة الاصل الى نقطة على المنحني والتي تحددها المواصفات القياسية



شكل (٦) تعيين معامل المرونة - معامل القاطع

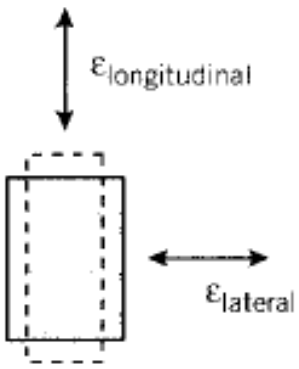
نسبة بواسون Poisson's Ratio

هو نسبة الانفعال الجانبي الى الانفعال الطولي لعينة محمله بحمل محوري

Poisson's Ratio(υ)= Lateral Strain /Longitudinal Strain)=

ε lateral / ε longitudinal (unite less)

Greek letter υ (nu)



اللدونة (المطاوعة) Plasticity

هي قدرة المادة على الاحتفاظ بشكل كامل او دائم بعد حصول التشوة (Deformation) نتيجة الحمل المؤثر

Permanent deformation without rupture

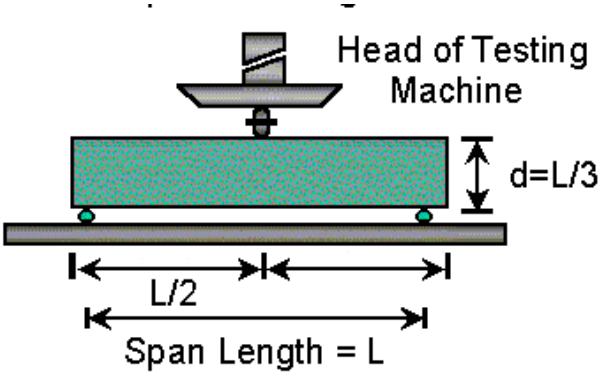
معاير الكسر Modulus of Rupture

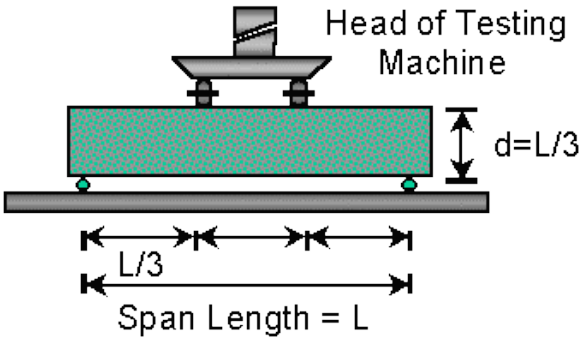
هي طريقة غير مباشرة لقياس مقاومة الشد للنماذج ، من خلال تحميلة بحمل واحد او اثنين ومسند الى مساند ثابتة.

١ - الحمل بنقطة واحدة M.O.R= 3PL/2bd2

٢- الحمل بنقطتين M.O.R= PL/bd2

kg/cm2 , N/ mm2 , lb/in2





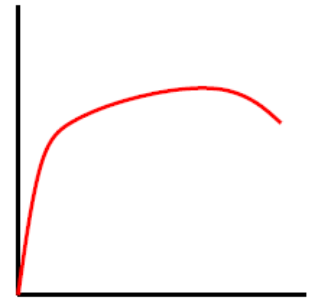
المطيلية- Ductility

قابلية المادة لحدوث تغير لدن plastic كبير بها دون تشقق تحت تاثير اجهاد الشد , وتقاس بالنسبة المئوية للنقص في مساحة المقطع.

Percentage reduction of area= [(Ao – A)/Ao]×100

Ao- original cross-sectional area

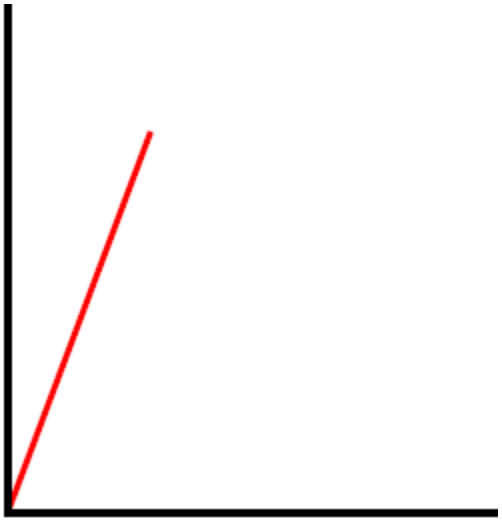
A - cross-sectional area at the point of fracture



Aluminum, Brass (Ductile)

القصافة Brittleness

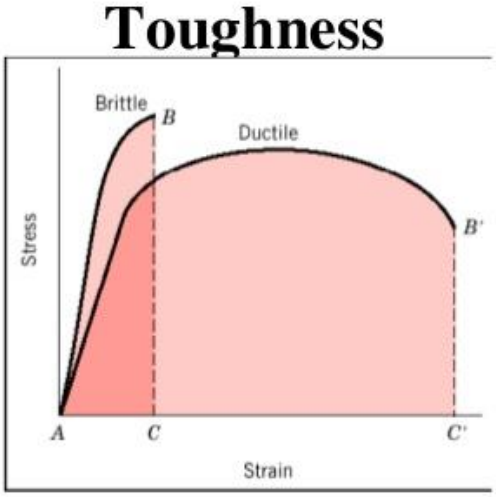
الخاصية التي تجعل المادة تتشقق قبل حدوث تشوه ملحوظ والقصافة عكس المطيلية



Glass (Brittle)

المتانة Toughness

قدرة المادة على مقاومة الاحمال الديناميكية دون كسر , اي قدرتها على امتصاص الطاقة دون كسر وتقاس بالمساحة تحت منحني الاجهاد الانفعال



Toughness = the ability to absorb energy up to fracture
= the total area under the strain-stress curve up to fracture

Example: Steel bar has a circular cross-section with diameter *d* = 50 mm and an axial tensile load *P* = 10 kN. Find the normal stress.

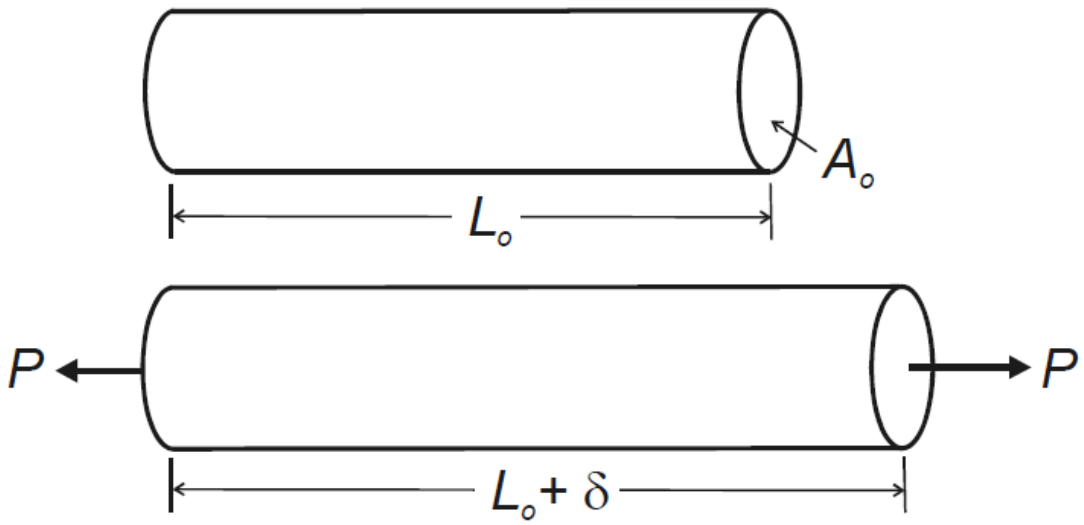


Fig.( )Bar under tensile force

$$\sigma = \frac{P}{A_o} = \frac{P}{(\pi d^2/4)} = \frac{4(10\times10^3)}{\pi(50\times10^{-3})^2}\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 5.0929\times10^6\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Units are force per unit area = N / m2 = **Pa** (pascal). One Pa is very small, so we usually work in **MPa**(mega-pascal, Pa x 106).

σ = 5.093MPa

Example:Steel bar has length *Lo* = 2.0 m. A tensile load is applied which causes the bar to extend by δ = 1.4 mm. Find the normal strain

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L_o} = \frac{1.4\times10^{-3}}{2.0}\frac{\text{m}}{\text{m}} = 0.0007$$

Greek letters

δ (delta)