ชื่อ.....รหัส.....

ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบกลางภาคการศึกษาที่: 2 **ปีการศึกษา 2547**

วันที่: 23 ธันวาคม 2547 **เวลา: 09.00-12.00 น.**

วิชา: 237-405 Design in Materials Engineering **ห้อง: R 200**

<u>คำชี้แจง</u>

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. อนุญาตให้นำโน้ตขนาด A-4 จำนวน 2 แผ่นเข้าห้องสอบได้
2. ไม่อนุญาตให้นำตำรา เอกสารอื่นๆ เข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
4. คะแนนสอบครั้งนี้ คิดเป็น 30 % ของคะแนนรวมทั้งหมด

ดร.ธวัชชัย ปลูกผล
อ.ชนินทร์ ดำรัสการ
ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ.....รหัส.....

1. จงอธิบายความหมายของการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ในแง่ของการเลือกใช้วัสดุและกรรมวิธีการผลิต (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงอธิบายถึงความแตกต่างระหว่าง Mechanical Design และ Industrial Design (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

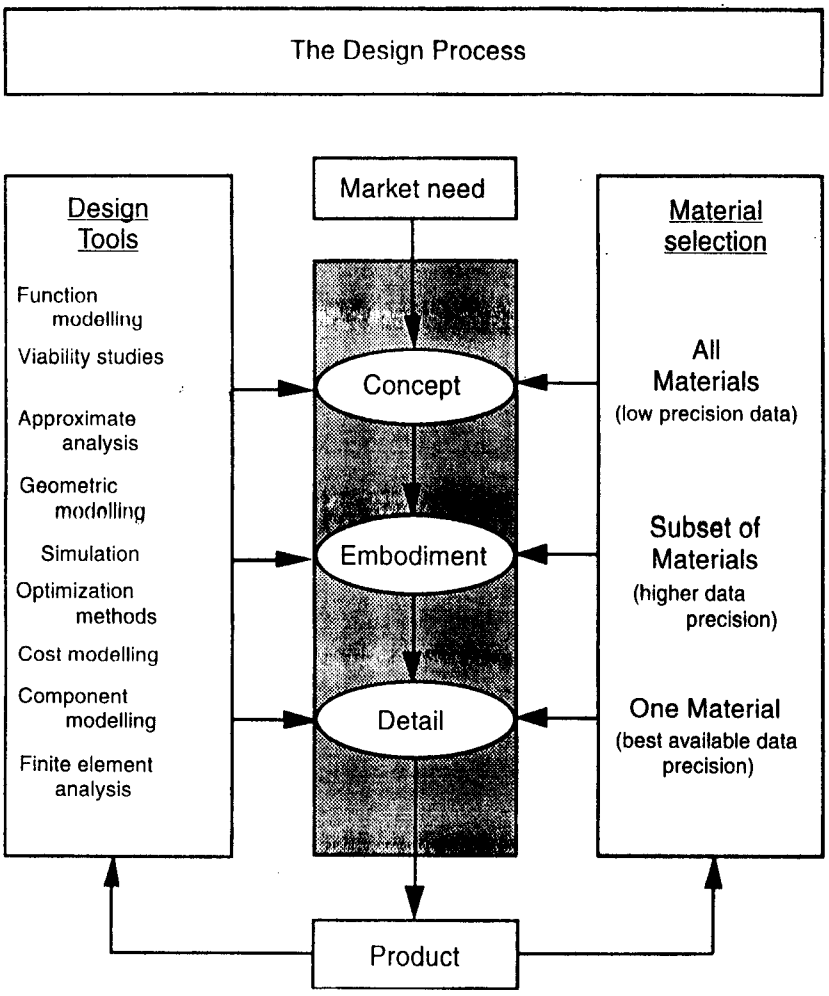
.....

.....

.....

ชื่อ.....รหัส.....

3. จากรูปที่ 1 ให้อธิบายขั้นตอนหลักในการออกแบบทางวิศวกรรม ในแต่ละขั้นตอนมีกิจกรรมอะไรบ้างที่จะต้องทำและการเลือกใช้วัสดุมีส่วนเกี่ยวข้องอย่างไร (20 คะแนน)



รูปที่ 1 The design flow chart [Ashby, 1999]

ชื่อ.....รหัส.....

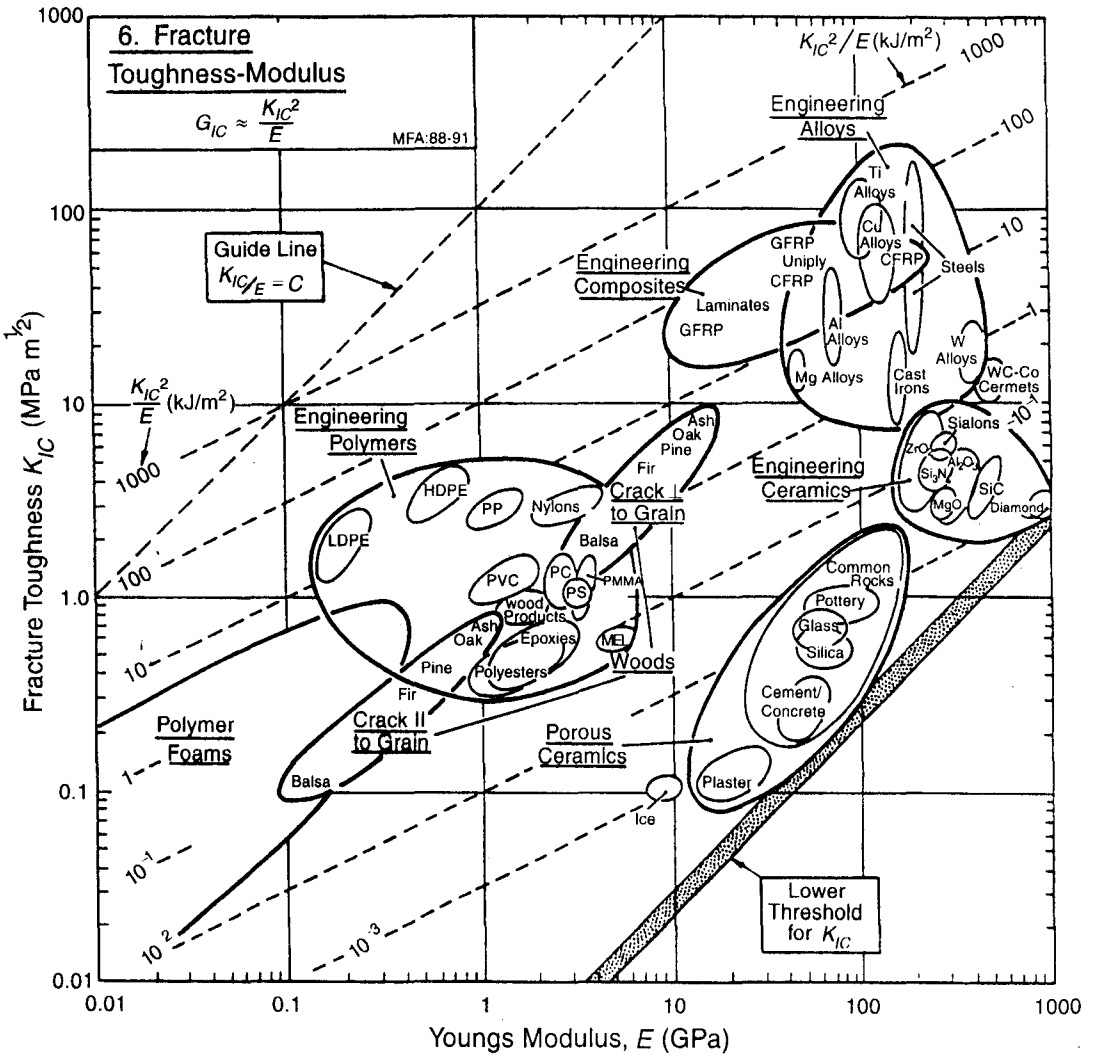
4.แสดงวิธีการหา Materials index ของ Elastic spring โดยฟังก์ชันของสปริงคือ สามารถเก็บพลังงานและปล่อยกลับออกมาได้ (10 คะแนน)

ชื่อ.....รหัส.....

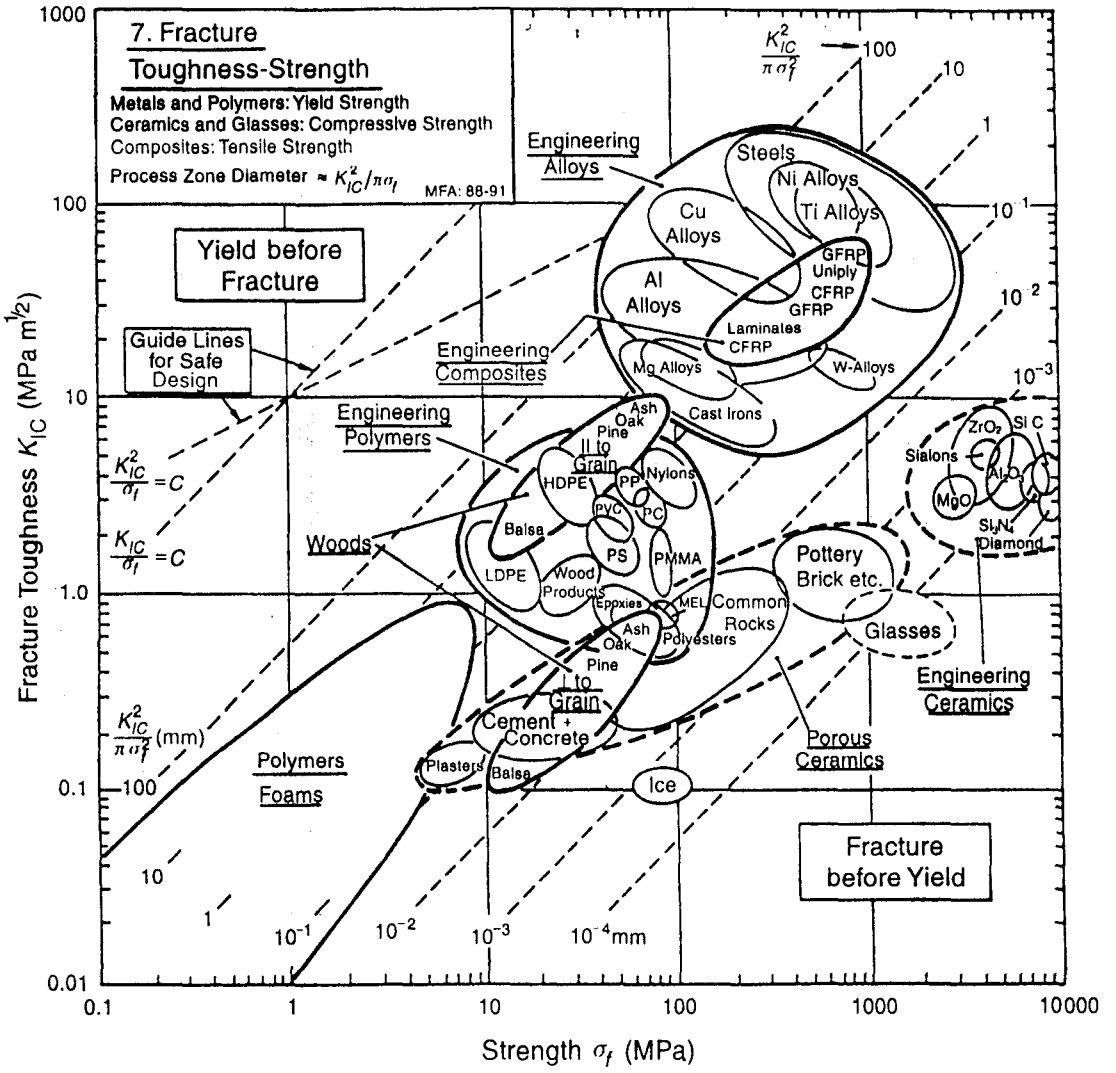
5. เลือกวัสดุที่ใช้ทำถังแก๊สหุงต้มขนาดใหญ่ คำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลัก (leak before break) โดยวิธี Materials index โดยกำหนดให้มี minimum yield strength = 100 MPa และ M = 40 N/m (20 คะแนน)

ชื่อ.....รหัส.....

ข้อมูลที่อาจจำเป็นต้องใช้

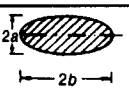
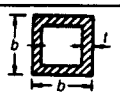
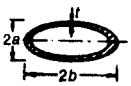
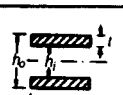
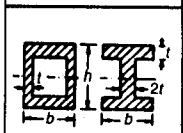
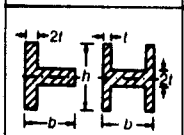


ชื่อ.....รหัส.....


7. Fracture Toughness-Strength
Metals and Polymers: Yield Strength
Ceramics and Glasses: Compressive Strength
Composites: Tensile Strength
Process Zone Diameter ≈ $K_{IC}^2/\pi\sigma_f$
MFA: 88-91
Yield before Fracture
Guide Lines for Safe Design
Engineering Alloys
Steels
Ni Alloys
Ti Alloys
Cu Alloys
Al Alloys
GFRP Uniply
CFRP GFRP Laminates
Engineering Composites
Mg Alloys
W-Alloys
Cast Irons
Engineering Polymers
Ash Oak Pine ⊥ to Grain
Ash Oak Pine ∥ to Grain
HDPE
PP
Nylons
PVC
PC
PS
PMMA
LDPE
Balsa
Woods
Wood Products
Epoxies
MEL
Polyesters
Common Rocks
Pottery Brick etc.
Glasses
Engineering Ceramics
Porous Ceramics
Sialons
ZrO_2
Si C
Al_2O_3
MgO
Si_3N_4
Diamond
Cement + Concrete
Plasters
Balsa
Ice
Polymers Foams
Fracture before Yield
$\frac{K_{IC}^2}{\sigma_f} = C$
$\frac{K_{IC}}{\sigma_f} = C$
$\frac{K_{IC}^2}{\pi\sigma_f^2}$ (mm)
10^{-4}mm
Fracture Toughness K_{IC} (MPa m$^{1/2}$)
Strength σ_f (MPa)
1000
100
10
1.0
0.1
0.01
0.1
1
10
100
1000
10000

ชื่อ.....รหัส.....

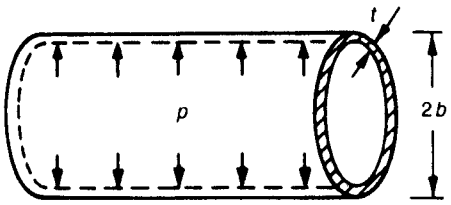
Moments of sections

Section Shape	$A(m^2)$	$I_{xx}(m^4)$	$K(m^4)$	$Z(m^3)$	$Q(m^3)$
	πr^2	$\frac{\pi}{4}r^4$	$\frac{\pi}{2}r^4$	$\frac{\pi}{4}r^3$	$\frac{\pi}{2}r^3$
	b^2	$\frac{b^4}{12}$	$0.14b^4$	$\frac{b^3}{6}$	$0.21b^3$
	πab	$\frac{\pi}{4}a^3b$	$\frac{\pi a^3b^3}{(a^2+b^2)}$	$\frac{\pi}{4}a^2b$	$\frac{\pi a^2b}{2}$ $(a<b)$
	bh	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{b^3h}{3}\left(1-0.58\frac{b}{h}\right)$ $(h>b)$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{b^2h^2}{3h+1.8b}$ $(h>b)$
	$\frac{\sqrt{3}}{4}a^2$	$\frac{a^4}{32\sqrt{3}}$	$\frac{a^4\sqrt{3}}{80}$	$\frac{a^3}{32}$	$\frac{a^3}{20}$
	$\pi(r_o^2-r_i^2)$ $\approx 2\pi rt$	$\frac{\pi}{4}(r_o^4-r_i^4)$ $\approx \pi r^3t$	$\frac{\pi}{2}(r_o^4-r_i^4)$ $\approx 2\pi r^3t$	$\frac{\pi}{4r_o}(r_o^4-r_i^4)$ $\approx \pi r^2t$	$\frac{\pi}{2r_o}(r_o^4-r_i^4)$ $\approx 2\pi r^2t$
	$4bt$	$\frac{2}{3}b^3t$	$b^3t\left(1-\frac{t}{b}\right)^4$	$\frac{4}{3}b^2t$	$2b^2t\left(1-\frac{t}{b}\right)^2$
	$\pi(a+b)t$	$\frac{\pi}{4}a^3t\left(1+\frac{3b}{a}\right)$	$\frac{4\pi(ab)^{5/2}t}{(a^2+b^2)}$	$\frac{\pi a^2t}{4}\left(1+\frac{3b}{a}\right)$	$2\pi t(a^3b)^{1/2}$ $(b>a)$
	$b(h_o-h_i)$ $\approx 2bt$	$\frac{b}{12}(h_o^3-h_i^3)$ $\approx \frac{1}{2}bth_o^2$	—	$\frac{b}{6h_o}(h_o^3-h_i^3)$ $\approx bth_o$	—
	$2t(h+b)$	$\frac{1}{6}h^3t\left(1+\frac{3b}{h}\right)$	I: $\approx\frac{2tb^2h^2}{h+b}$ □: $\frac{2}{3}bt^3\left(1+\frac{4h}{b}\right)$	$\frac{h^2t}{3}\left(1+\frac{3b}{h}\right)$	I: $2tbh$ □: $\frac{2}{3}bt^2\left(1+\frac{4h}{b}\right)$
	$2t(h+b)$	$\frac{t}{6}(h^3+4bt^2)$	H: $\frac{t^3}{3}(8b+h)$ ⊢: $\frac{2}{3}ht^3\left(1+\frac{4b}{h}\right)$	$\frac{t}{3h}(h^3+4bt^2)$	H: $\frac{t^2}{3}(8b+h)$ ⊢: $\frac{2}{3}ht^2\left(1+\frac{4b}{h}\right)$
	$t\lambda\left(1+\frac{\pi^2d^2}{4\lambda^2}\right)$	$\frac{t\lambda d^2}{8}$	—	$\frac{t\lambda d}{4}$	—

ชื่อ.....รหัส.....

Pressure vessels

Thin Walled

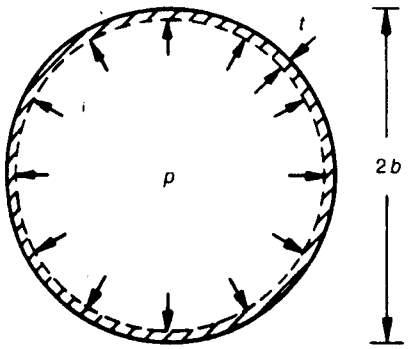


Cylinder

$$\sigma_\theta = \frac{pb}{t}$$

$$\sigma_r = -p/2$$

$$\sigma_z = \frac{pb}{2t} \text{ (closed ends)}$$



Sphere

$$\sigma_\theta = \sigma_\phi = \frac{pb}{2t}$$

$$\sigma_r = -p/2$$

p = pressure (N/m^2)

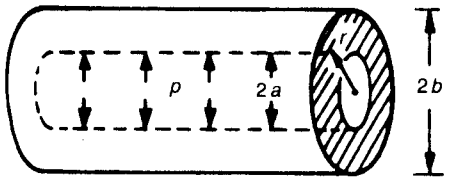
t = wall thickness (m)

a = inner radius (m)

b = outer radius (m)

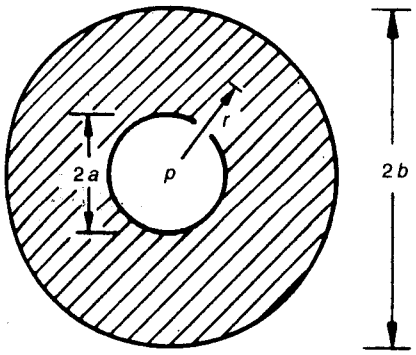
r = radial coordinate (m)

Thick Walled



$$\sigma_\theta = \frac{pa^2}{r^2}\left(\frac{b^2 - r^2}{b^2 - a^2}\right)$$

$$\sigma_r = -\frac{pa^2}{r^2}\left(\frac{b^2 + r^2}{b^2 - a^2}\right)$$

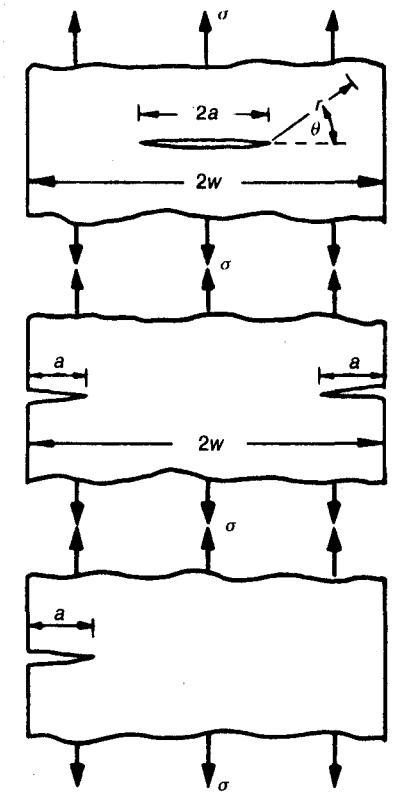


$$\sigma_\theta = \sigma_\phi = \frac{pa^3}{2r^3}\left(\frac{b^3 + 2r^3}{b^3 - a^3}\right)$$

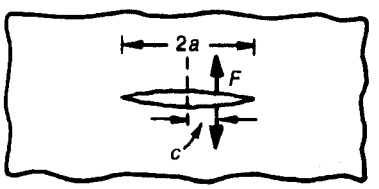
$$\sigma_r = -\frac{pa^3}{r^3}\left(\frac{b^3 - r^3}{b^3 - a^3}\right)$$

ชื่อ.....รหัส.....

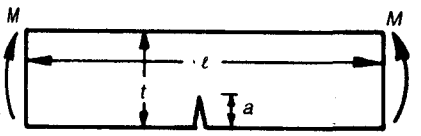
Sharp cracks



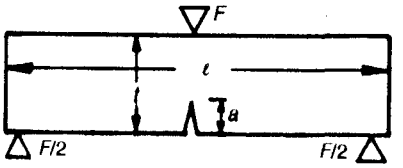
	C
	1.0 ($a \ll w$)
	$\left(\frac{2w}{\pi a}\tan\frac{\pi a}{2w}\right)^{1/2}$
	1.1 ($a \ll w$)
	$\left(\frac{\frac{2w}{\pi a}\tan\frac{\pi a}{2w}}{1-a/w}\right)^{1/2}$
	1.1 ($a \ll w$)
	$\frac{1.1(1-0.2\,a/w)}{(1-a/w)^{3/2}}$



$\frac{2}{\pi}\left(\frac{a+c}{a-c}\right)^{1/2}$



$\frac{1.1\left(1-\frac{3}{2}\frac{a}{t}\right)}{(1-a/t)^{3/2}}$



$\frac{1.1\left(1-\frac{3}{2}\frac{a}{t}\right)}{(1\ a/t)^{3/2}}$

$$K_I = C\sigma\sqrt{\pi a}$$

failure when

$$K_I \geq K_{IC}$$

K_I = stress intensity (N/m$^{3/2}$)

σ = remote stress (N/m^2)

F = load (N)

M = moment (Nm)

a = crack half-length

= surface crack length (m)

w = half-width (centre) (m)

= width (edge crack) (m)

b = sample depth (m)

t = beam thickness (m)

point load on crack face:

$$\sigma = \frac{F}{2ab}$$

moment on beam:

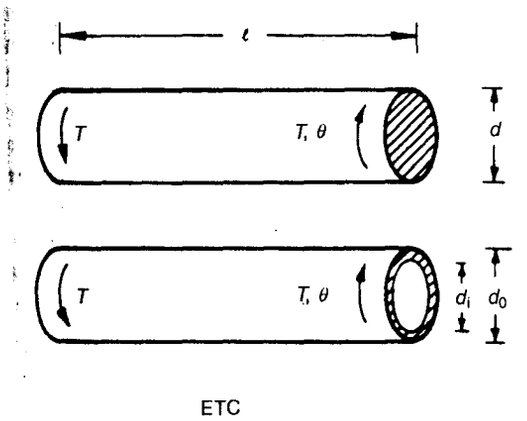
$$\sigma = \frac{6M}{bt}$$

3-point bending:

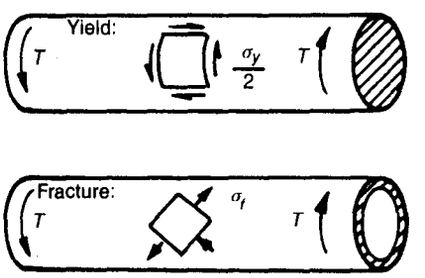
$$\sigma = \frac{3F\ell}{2bt}$$

ชื่อ.....รหัส.....

Torsion of shafts



ETC



Elastic deflection

$$\theta = \frac{\ell T}{KG}$$

Failure

$$T_f = \frac{K\sigma_y}{d_0} \text{ (Onset of yield)}$$

$$T_f = \frac{2K\sigma_f}{d_0} \text{ (Brittle fracture)}$$

T = torque (Nm)

θ = angle of twist

G = shear modulus (N/m^2)

ℓ = length (m)

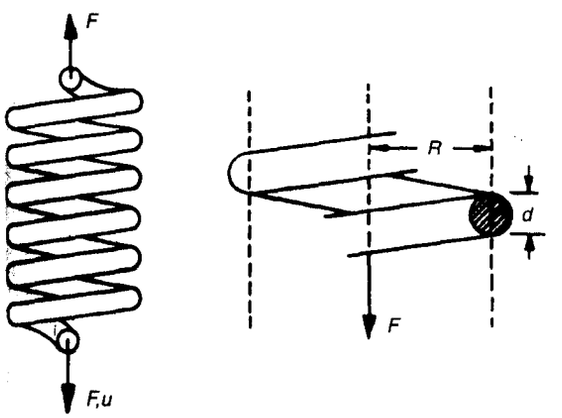
d = diameter (m)

K = see Table 1 (m^4)

σ_y = yield strength (N/m^2)

σ_f = modulus of rupture (N/m^2)

Spring deflection and failure



$$u = \frac{64FR^3n}{Gd^4}$$

$$F_f = \frac{\pi}{32}\frac{d^3\sigma_y}{R}$$

F = force (N)

u = deflection (m)

R = coil radius (m)

n = number of turns