

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

EKSAMEN I: MEK4520 – Bruddmekanikk.
EKSAMENSDAG: ONSDAG 14. DESEMBER 2005.
TID FOR EKSAMEN: 09.00–12.00.
VEDLEGG: INGEN.
TILLATTE HJELPEMIDLER: ROTTMANNS FORMELSAMLING, GODKJENT KALKULATOR.

OPPGAVEN ER PÅ 4 SIDER.

Oppgave 1

Du har fått i oppgave å avgjøre hvor store defekter (sprekker) som kan aksepteres i en stor komponent av støpestål. Støpestål er vanligvis sprø.

a)

Hvilke karakteristiske trekk ved bruddflaten kjennetegner et sprøtt brudd?

b)

Du vil først bestemme materialets bruddseighet i form av kritisk K_I . Du benytter en standard trepunkts bøyeprobe av følgende dimensjoner:

Bredde, $B = 80$ mm

Vidde, $W = 80$ mm

Sprekk lengde, $a = 40$ mm

Spenn mellom lastpunktene: $S = 320$ mm

Materialets flytegrense er 450 MPa. Prøven viser et sprøbrudd ved lasten $P=100$ kN. Spenningsintensitetsfaktoren for denne prøven er gitt av:

$$K_I = \frac{PS}{BW^{1.5}} f(a/W) \quad \text{hvor } f(0.5) = 2.66$$

Hva blir materialets kritiske K_I ?

Vis om prøven er stor nok til at bruddseigheten kan betegnes som en gyldig K_{Ic} -verdi?

c)

Anta at komponenten kan inneholde sirkulære sprekker hvor avstanden til overflatene er stor i forhold til sprekkstørrelsen. Spenningen antas å være uniformt fordelt med største hovedspenning, $\sigma = 210$ MPa, rettet normalt på sprekkflaten. Spenningsintensitetsfaktoren er da gitt som

$$K_I = Y\sigma\sqrt{\pi a} \quad , \quad Y = \frac{2}{\pi}$$

Beregn kritisk sprekkstørrelse for denne komponenten.

Oppgave 2

En konstruktør dimensjonerer en komponent som vanligvis lages i høyfast stål med bruddseighet $G=80 \text{ N/mm}$. Han ser at han kan oppnå en lettere komponent ved å velge en titanlegering (ca. halve egenvekten) med samme flytegrense. Men E -modulen for titan er bare halvparten av for stål.

a)

Anta at geometri og last vil være identiske enten man velger stål eller titan. Hvilket krav til bruddseigheten G må du sette til titan-komponenten for at kritisk sprekkstørrelse skal være den samme som for stål? Benytt sammenhengen mellom G og K_I for å vise dette!

b)

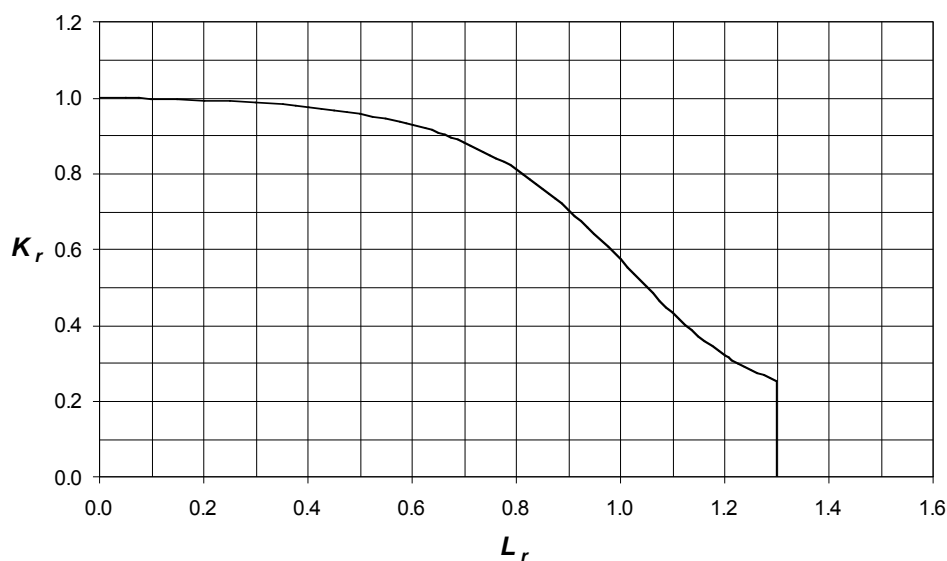
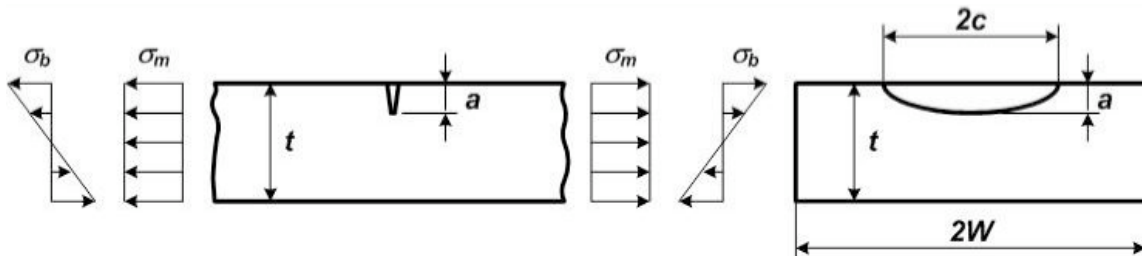
Besvar samme spørsmål som i oppgave a), men nå med utgangspunkt i en av definisjonene av G :

$$G = -\frac{1}{B} \left(\frac{dU}{da} \right)_\Delta \quad \text{eller} \quad G = \frac{1}{B} \left(\frac{dU}{da} \right)_P$$

Hint: For en gitt geometri er kompliansen C omvendt proporsjonal med materialets elastisitetsmodul E og forøvrig en ren funksjon av sprekkstørrelsen a .

Oppgave 3

I en platekonstruksjon (se figur) er det funnet en overflatesprekk og du skal benytte bruddvurderingsdiagrammet under til å konkludere om sprekken utgjør en fare for brudd.



Følgende data er oppgitt:

Platetykkelse:	20 mm	Flytegrense:	360 N/mm ²
Sprekkybde:	3 mm	Elastisitetsmodul:	210 000 N/mm ²
Sprekklengde:	20 mm	Tverrkontraksjonsfaktor:	0.3
Platebredde:	120 mm	Bruddseighet (J):	70 N/mm

Membranspenning:	250 N/mm ²
Bøyespenning:	75 N/mm ²

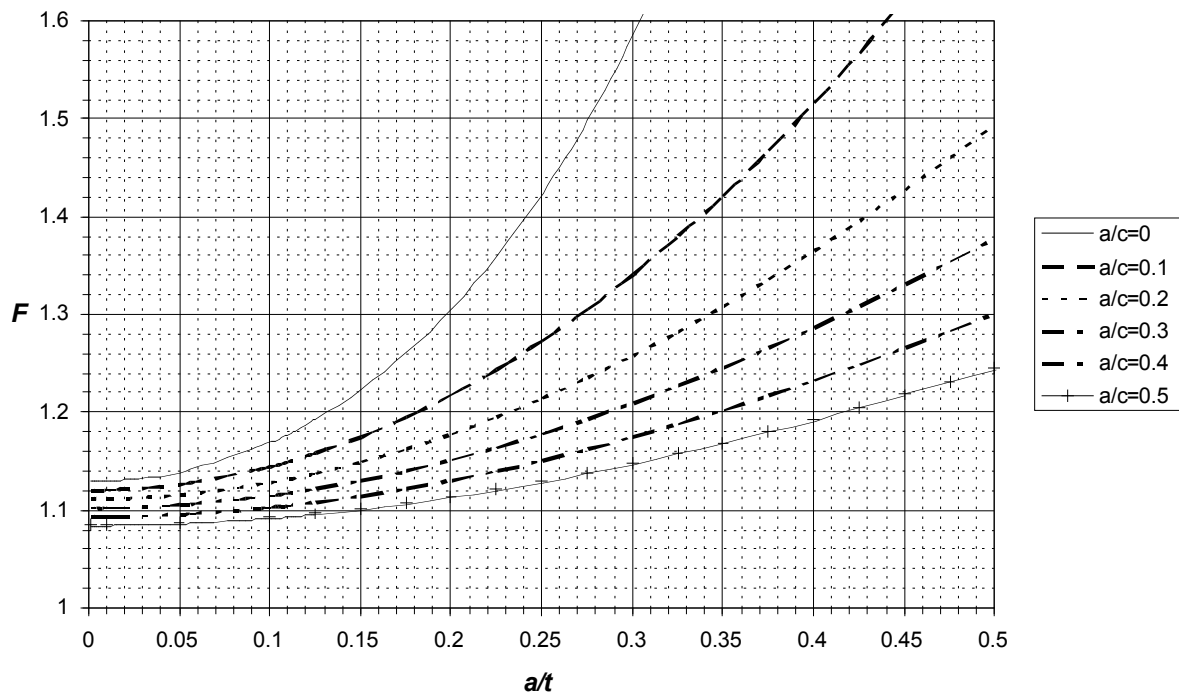
Uttrykket for spenningsintensitetsfaktoren er

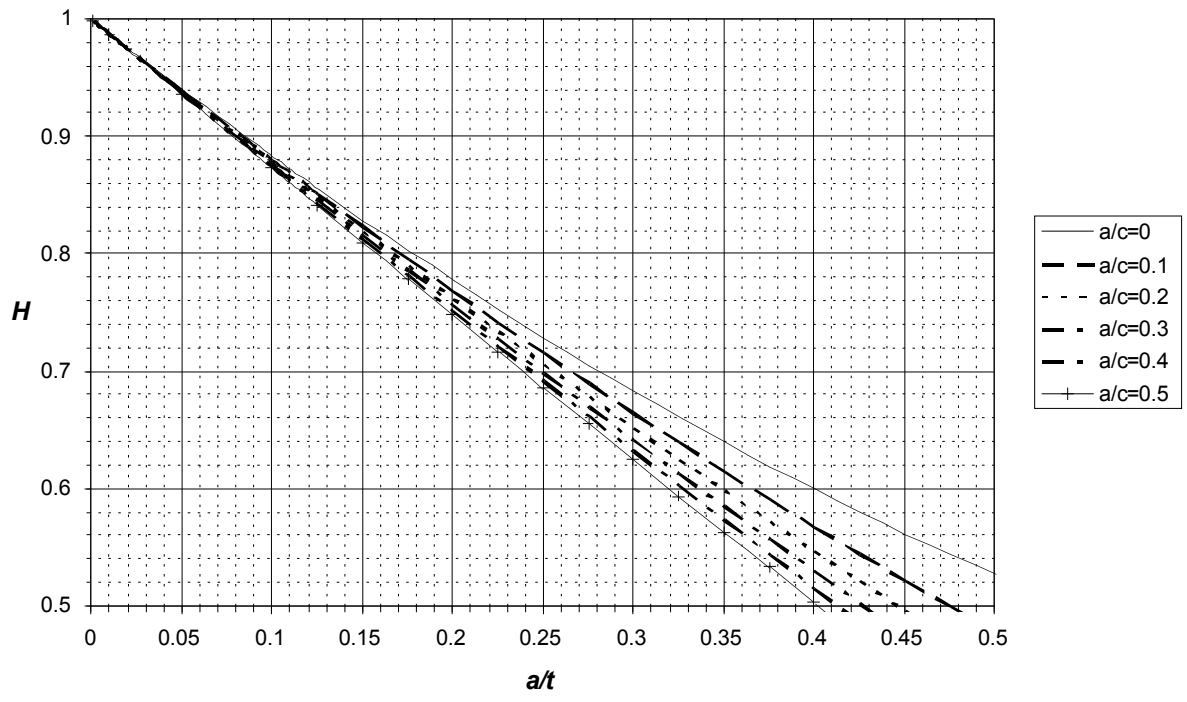
$$K_I = (\sigma_m + H\sigma_b) \sqrt{\frac{\pi a}{Q}} F, \quad Q = 1 + 1.464 \left(\frac{a}{c}\right)^{1.65}$$

H og F kan du finne fra grafene under.

Benytt følgende formel for referansespenningen:

$$\sigma_{ref} = \frac{\sigma_b + \sqrt{\sigma_b^2 + [3\sigma_m(1-\alpha)]^2}}{3(1-\alpha)^2}, \quad \alpha = \frac{a/t}{1+t/c}$$





SLUTT