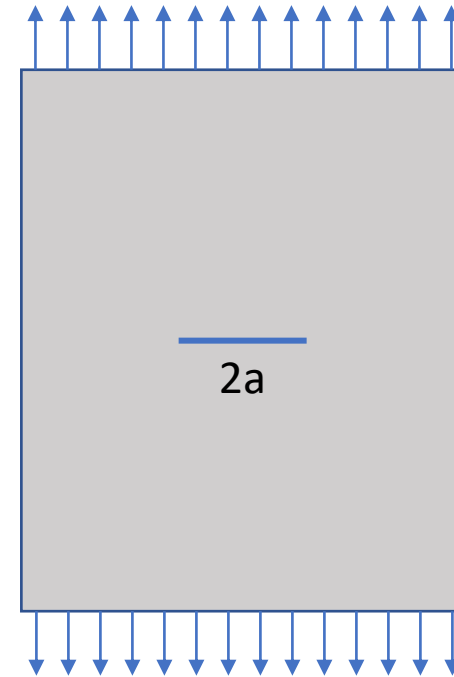


Meccanica della Frattura

Esercizi

Esercizio 1

- Si consideri una piastra di alluminio assialmente caricata con uno sforzo remoto uniforme. La tenacità a frattura del materiale è $K_{Ic}=60 \text{ MPa m}^{1/2}$ e la tensione di snervamento è $\sigma_Y=400 \text{ MPa}$.
 - a) Determinare la dimensione massima di difetto ammissibile per uno sforzo remoto di 200 MPa .
 - b) Si stimi la dimensione della zona plastica per questa dimensione del difetto.
 - c) La condizione di SSY è verificata?
 - d) Quale deve essere la dimensione minima della larghezza della piastra affinché questa ceda per snervamento generalizzato?



Esercizio 1

- Soluzione: quesito a)

- Dalla definizione dello stress intensity factor (SIF),

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi a} Y \left(\frac{a}{W} \right)$$

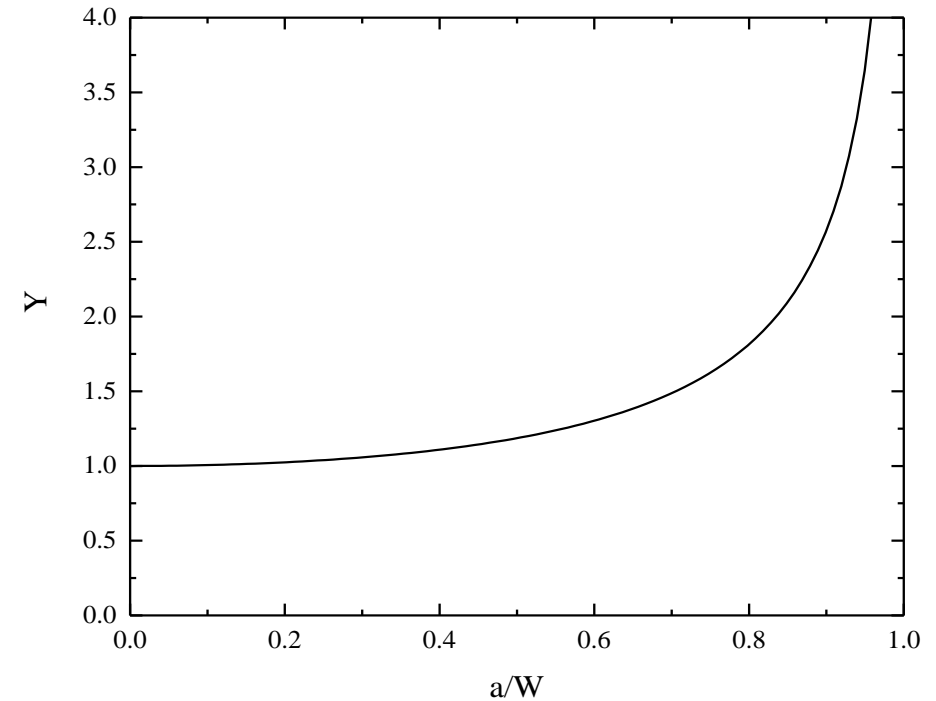
- dove,

$$Y \left(\frac{a}{W} \right) = \sqrt{\frac{1}{\cos \left(\frac{\pi a}{2W} \right)}} \left[1 - 0.025 \left(\frac{a}{W} \right)^2 + 0.06 \left(\frac{a}{W} \right)^4 \right]$$

- Si ricava la dimensione massima del difetto per

$$K_I = K_{Ic} \rightarrow a = a_{\max}$$

$$a_{\max} = \frac{1}{\pi Y} \left(\frac{K_{Ic}}{\sigma} \right)^2 = \frac{1}{\pi} \frac{1}{1.1} \left(\frac{60}{200} \right)^2 = 0.026m \rightarrow 2a = 52mm$$



Esercizio 1

- Soluzione: quesito b)

- Dalla soluzione del campo all'apice,

$$\sigma_{yy} = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}}$$

- Ricordando la soluzione del raggi di zona plastica di Irwin

$$r_p = 2r = 2 \frac{1}{2\pi} \left(\frac{K_I}{\sigma_Y} \right)^2 = \frac{1}{\pi} \left(\frac{60}{400} \right)^2 = 0.00717m$$

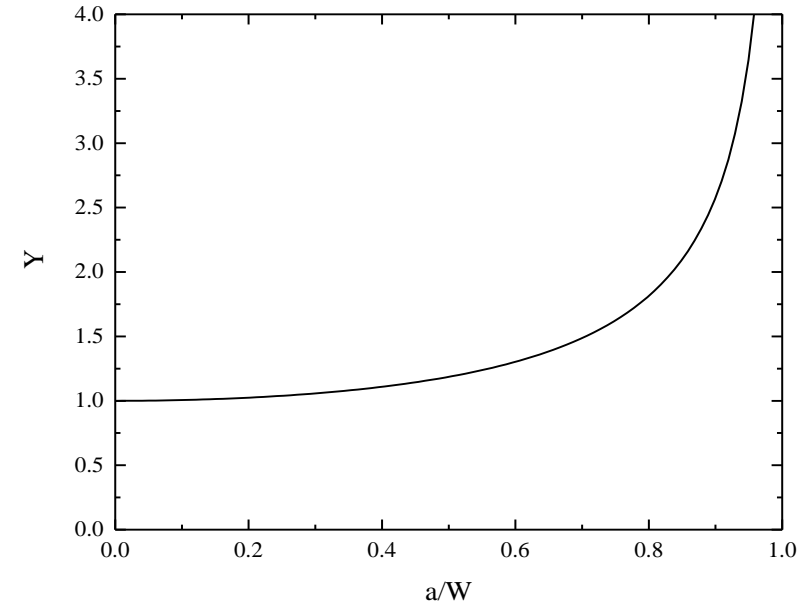
che risulta essere circa

$$r_p = 0.128a \rightarrow a = 7.8r_p$$

- Soluzione: quesito c)

$$r_p \ll a \rightarrow a > 2.5 \left(\frac{K_{Ic}}{\sigma_Y} \right)^2 > 2.5 \cdot \pi \cdot r_p > \sim 8r_p$$

la condizione di SSY è verificata, (anche se al limite).



Esercizio 1

- Soluzione: quesito d)

Sforzo remoto $\sigma_0 = \frac{P}{WB}$

Sforzo nominale $\sigma_n = \frac{P}{(W - 2a)B}$

Collasso plastico: $\sigma_n = \sigma_Y$ $\frac{\sigma_Y}{\sigma_0} = \frac{W}{W - 2a} \rightarrow W \leq 4a = 208mm$

Esercizio 2

- Un componente realizzato in acciaio ($\sigma_y=500\text{MPa}$) assimilabile ad un pannello di dimensioni $W=500\text{ mm}$, $H=4W$ e spessore $B=5\text{ mm}$, deve essere dimensionato per sopportare un carico assiale remoto P . Si determini il carico massimo sopportabile con un coefficiente di sicurezza pari 1.5.
- La progettazione prevede che il componente alla temperatura esercizio possa essere a rischio di frattura fragile. Sapendo che i sistemi ispettivi sono in grado di rilevare difetti passanti con una dimensione minima pari a 25 mm, quale deve essere la tenacità a frattura minima richiesta per il materiale affinché non ceda per clivaggio?
- Sapendo che il materiale ha una tenacità a frattura di $75\text{ MPa m}^{1/2}$, quale sarà il carico massimo ammissibile nel caso di difetto minimo riscontrabile?
- Si verifichi il componente anche nel caso in cui, oltre alla tensione agente, agisca uno sforzo orizzontale pari alla metà di quello assiale.

Esercizio 2

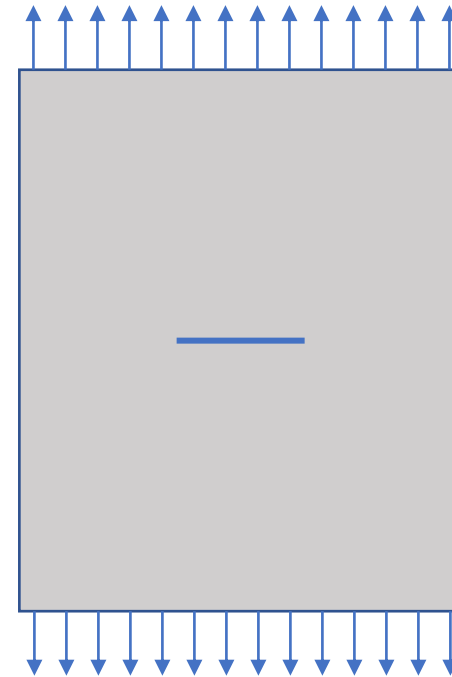
- Un componente realizzato in acciaio ($\sigma_y=500\text{MPa}$) assimilabile ad un pannello di dimensioni $W=500\text{ mm}$, $H=4W$ e spessore $B=5\text{ mm}$, deve essere dimensionato per sopportare un carico assiale remoto P . Si determini il carico massimo sopportabile con un coefficiente di sicurezza pari 1.5.
- SOLUZIONE:

$$\sigma_0 = \sigma_Y / n$$

$$P_{\max} = \frac{\sigma_Y}{n} WB = 833\text{kN}$$

- Considerando la presenza di un difetto passante

$$P'_{\max} = \frac{\sigma_Y}{n} (W - 2a) B = 791\text{kN}$$



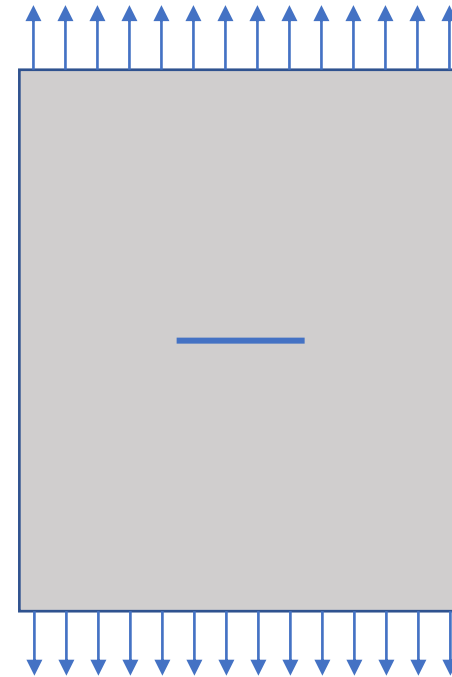
Esercizio 2

- La progettazione prevede che il componente alla temperatura esercizio possa essere a rischio di frattura fragile. Sapendo che i sistemi ispettivi sono in grado di rilevare difetti passanti con una dimensione minima pari a 25 mm, quale deve essere la tenacità a frattura minima richiesta per il materiale affinché non ceda per clivaggio?
- SOLUZIONE:

$$K'_{Ic} = \frac{P_{\max}}{WB} \sqrt{\pi a} = 66 \text{MPa} \sqrt{\text{m}}$$

- Sapendo che il materiale ha una tenacità a frattura di $75 \text{ MPa m}^{1/2}$, quale sarà il carico massimo ammissibile nel caso di difetto minimo riscontrabile?
- SOLUZIONE:

$$P'_{\max} = \frac{K_{Ic} WB}{\sqrt{\pi a_{\min}}} = \frac{75 \cdot 500 \cdot 5}{\sqrt{\pi 25 / 1000}} = 946 \text{kN}$$



Esercizio 2

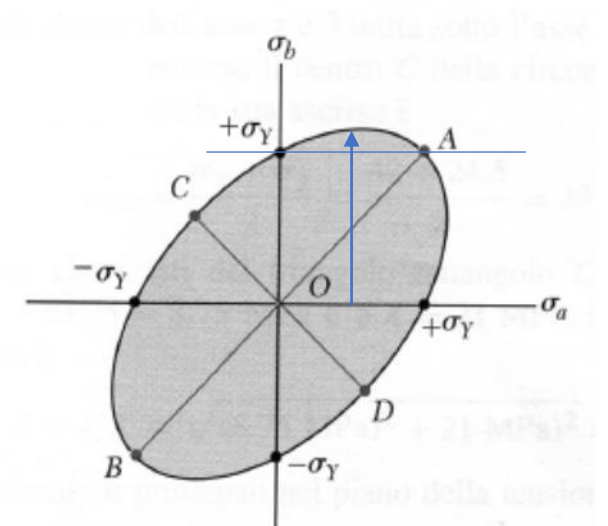
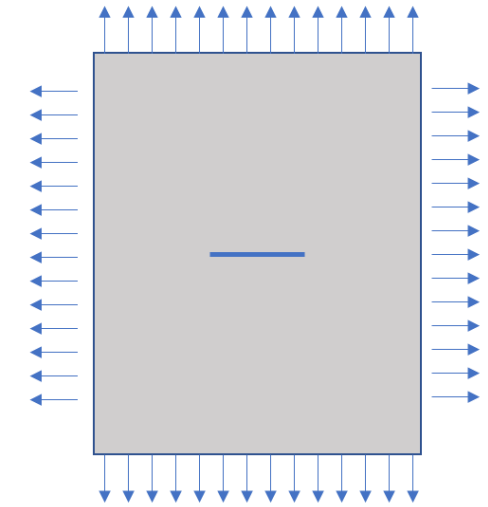
- Si verifichi il componente anche nel caso in cui, oltre alla tensione agente, agisca uno sforzo orizzontale pari alla metà di quello assiale.
- SOLUZIONE:

$$\sigma_{eq} = \frac{\sigma_Y}{n} \quad \sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2} = \sigma_0 \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{\sigma_Y}{n}$$

$$\sigma_0 = \frac{\sigma_Y}{n} \sqrt{\frac{4}{3}} = 1.154 \frac{\sigma_Y}{n}$$

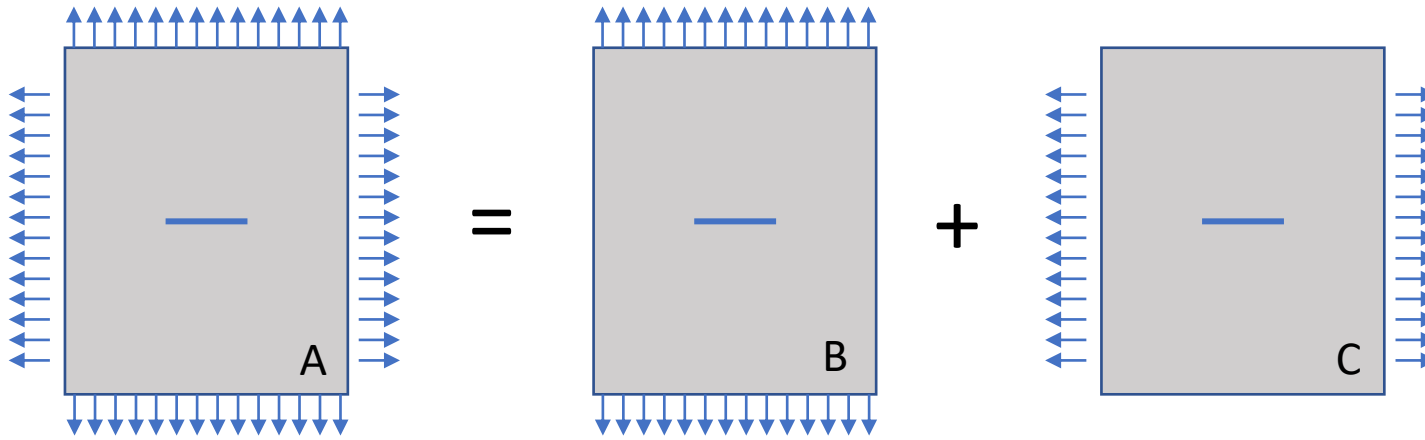
$$P_{yy} = 1.154 \frac{\sigma_Y}{n} WB = 962.25 \text{ kN}$$

$$P_{xx} = \frac{1}{2} \sigma_0 4WB = 2P_{yy} = 1924.5 \text{ kN}$$



Esercizio 2

- Si verifichi il componente anche nel caso in cui, oltre alla tensione agente, agisca uno sforzo orizzontale pari alla metà di quello assiale.
- A frattura:



$$K_A = K_B + K_C$$

$$K'_{Ic} = \frac{P_{\max}}{WB} \sqrt{\pi a} = 1.154 \cdot 93 \text{MPa} \sqrt{m}$$

Esercizio 3

- Come posso determinare la soluzione del K per questa configurazione utilizzando la sovrapposizione degli effetti?

