

Rideg törés

Törésmechanika alapjai

- Anyagvizsgálat feladata
 - Olyan mérőszámok meghatározása, melyek alkalmasak méretezésre, minőség ellenőrzésre.
 - Olyan összefüggések feltárására, melyek megmagyarázzák az anyagok viselkedését.
- Méretezés alapproblémája
 - A várható élettartamon belül ne következzen be olyan változás, ami a szerkezet élettartamát, működőképességét befolyásolja.
- Tönkremenetel formái
 - Kopás
 - Nem kívánt mértékű alakváltozás.
 - Törés

Törésmechanika alapjai

- Méretezés $\sigma_{\ddot{u}} < \frac{X}{n}$

Ahol X valamilyen anyagjellemző \rightarrow Melyik legyen?

n biztonsági tényező

$\sigma_{\ddot{u}}$ üzemi feszültség - sokszor probléma a meghatározása

$n > 1$ minél kevésbé ismert az anyag viselkedése, annál nagyobbra választják

túlméretezett szerkezet

felesleges anyagköltség

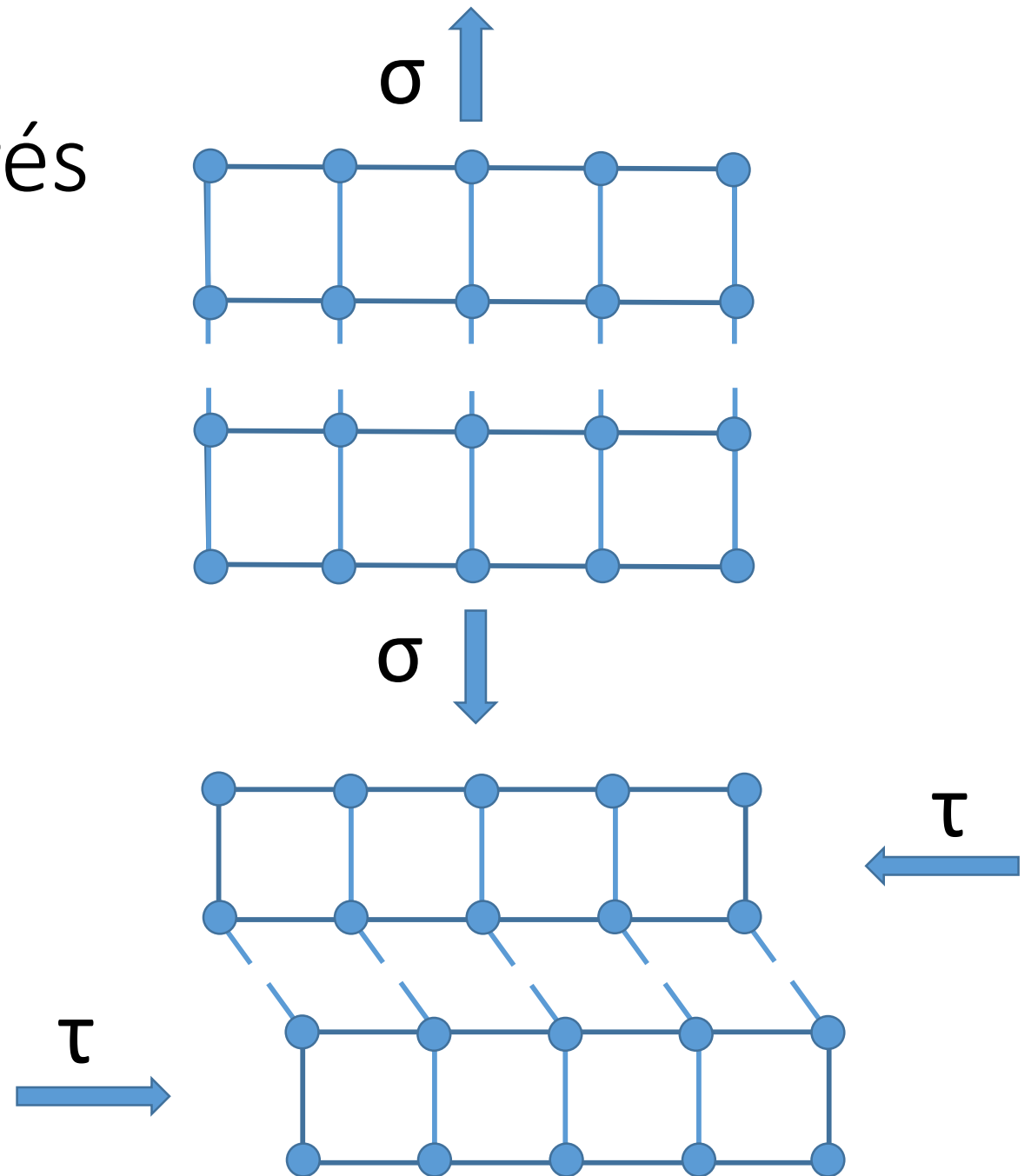
nem biztos, hogy nagyobb a biztonság

síkbeli alakváltozási állapot

nagyobb az anyaghiba előfordulási valószínűsége

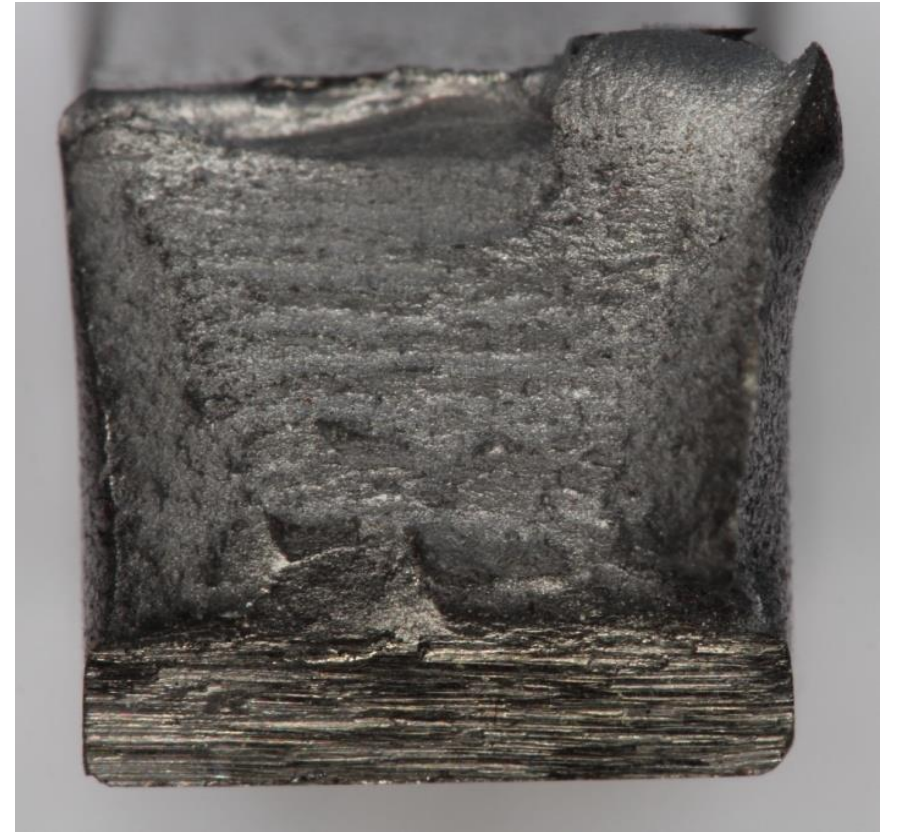
Törés

- Törés folyamata
 - repedés keletkezés
 - repedés terjedés
 - stabil – külső munkát igényel
 - instabil – nem igényel külső munkát
a szerkezetben tárolt rugalmas energia elegendő a repedés terjedéséhez
 - végső törés
- Repedés útja
 - Transzkristallin – hasadásos törés
 - Interkristallin – feszültségkorrózió okozta
- Törés típusok
 - képlékeny törés
 - rideg törés
 - fáradásos törés



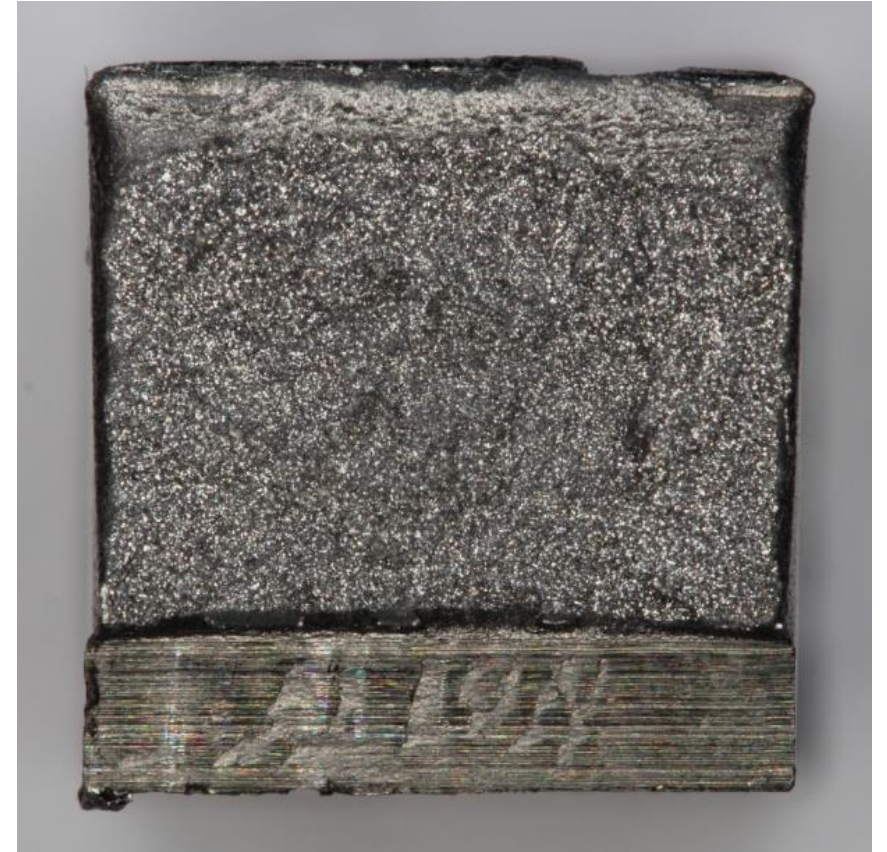
Képlékeny (szívós) törés

- Atomi szinten a képlékeny törést a nyírásos törés jellemzi.
- Az atomsíkok egymáson való elcsúszása közben a törés csúsztató feszültség hatására következnek be.
- A repedés terjedése csak külső energia bevitel hatására történik meg, tehát stabil repedés terjedés jellemzi.
- A törés pillanatában fellépő valódi feszültség meghaladja a folyáshatár értékét.
- A töret felület matt, szálás szerkezetű.



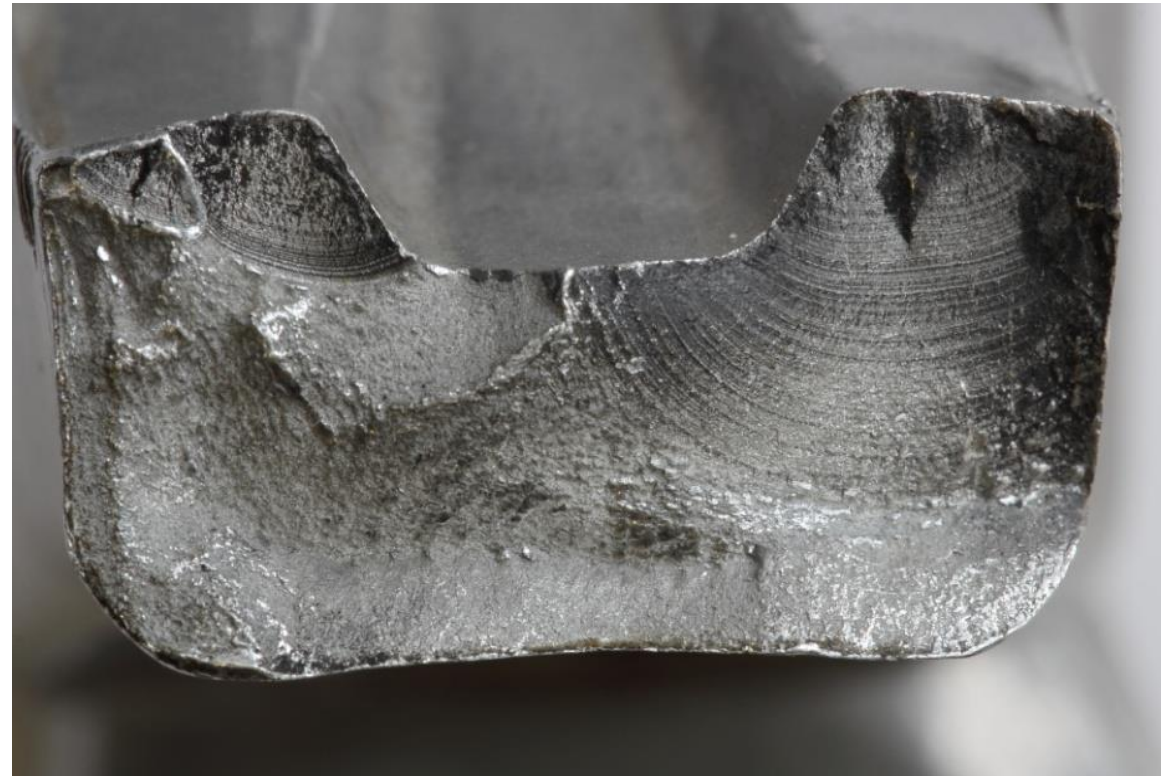
Rideg törés

- Atomi szinten a rideg törést a hasadásos törés jellemzi.
- Az atomsíkok egymástól való eltávolodása közben a törés húzó feszültség hatására következik be.
- A repedés terjedéséhez elegendő az anyagban tárolt rugalmas energia, tehát instabil repedés terjedés jellemzi.
- A folyamat nagyon gyors, jellemzően hanghatással jár.
- A törés pillanatában fellépő valódi feszültség nem éri el a folyáshatár értékét.
- A töret felület csillogó, kristályos szerkezetű, mivel az anyag kristályai síkok mentén elhasadnak.



Fáradásos törés

- A törés ismétlődő igénybevételek hatására következik be.
- Az igénybevételek nagysága nem éri el az anyag folyáshatárát
- Keletkezik egy repedés, ami minden egyes igénybevétel hatására terjed, növekszik.
- A végső törés általában rideg jelleggel következik be, de lehet szívós is.
- A törtet felület egy része kagylós jellegű, amit a repedés ciklikus kinyílásának, összezáródásának köszönhet.



Rideg – szívós anyag?

- Nincs képlékeny és rideg anyag, a körülményektől függ, hogy hogyan viselkedik!
- A szívós és rideg töreteként gyakran egy darabon is megjelenik.
- Viszonylag élesen elhatárolódnak egymástól.
- A rideg töretfelület található belül.
- A felülethez közelebb pedig a szívós töreteként található.



Ridegtörési káresetek tapasztalatai

- Folytonossági hányból indultak ki a repedések
- Helytelen tervezés miatt több káreset volt, mint a rossz kivitelezés miatt
- A törések normál terhelés közben következtek be.
- Alacsony hőmérsékleten történtek általában.
- A szerkezet kora nem volt befolyásoló tényező.
- Az anyag mechanikai tulajdonságai megfeleltek az előírásoknak.
- Csillapítatlan acélból készült szerkezet hajlamosabb a törésre.
- Durvaszemcsés anyagok esetén gyakrabban előfordul rideg törés.
- Vastag lemezből készült szerkezetekre jellemzőbb a ridegtörés.

Az anyag szívós illetve rideg viselkedését befolyásoló tényezők

- Metallurgiai tényezők
 - Kristályszerkezet, csúszó síkok
 - Összetétel – ötvözők, szennyezők
 - Gyártás
 - Dezoxidálás
 - Szemcseméret - hőkezelés
 - Anizotrópia - hengerlés
 - karbidok alakja, mérete - hőkezelés
 - Hegesztés – hibák, hőhatás övezet, saját feszültségek
 - Öregedés – képlékeny alakítás, besugárzás
- Tervezési és üzemeltetési tényezők
 - Feszültség koncentráció
 - Feszültségi állapot
 - Méretek
 - Hőmérséklet
 - Igénybevétel sebessége

Tervezési és üzemeltetési tényezők

- Feszültség koncentráció

- Neuber féle teória:

$$\alpha_k = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{név}}$$

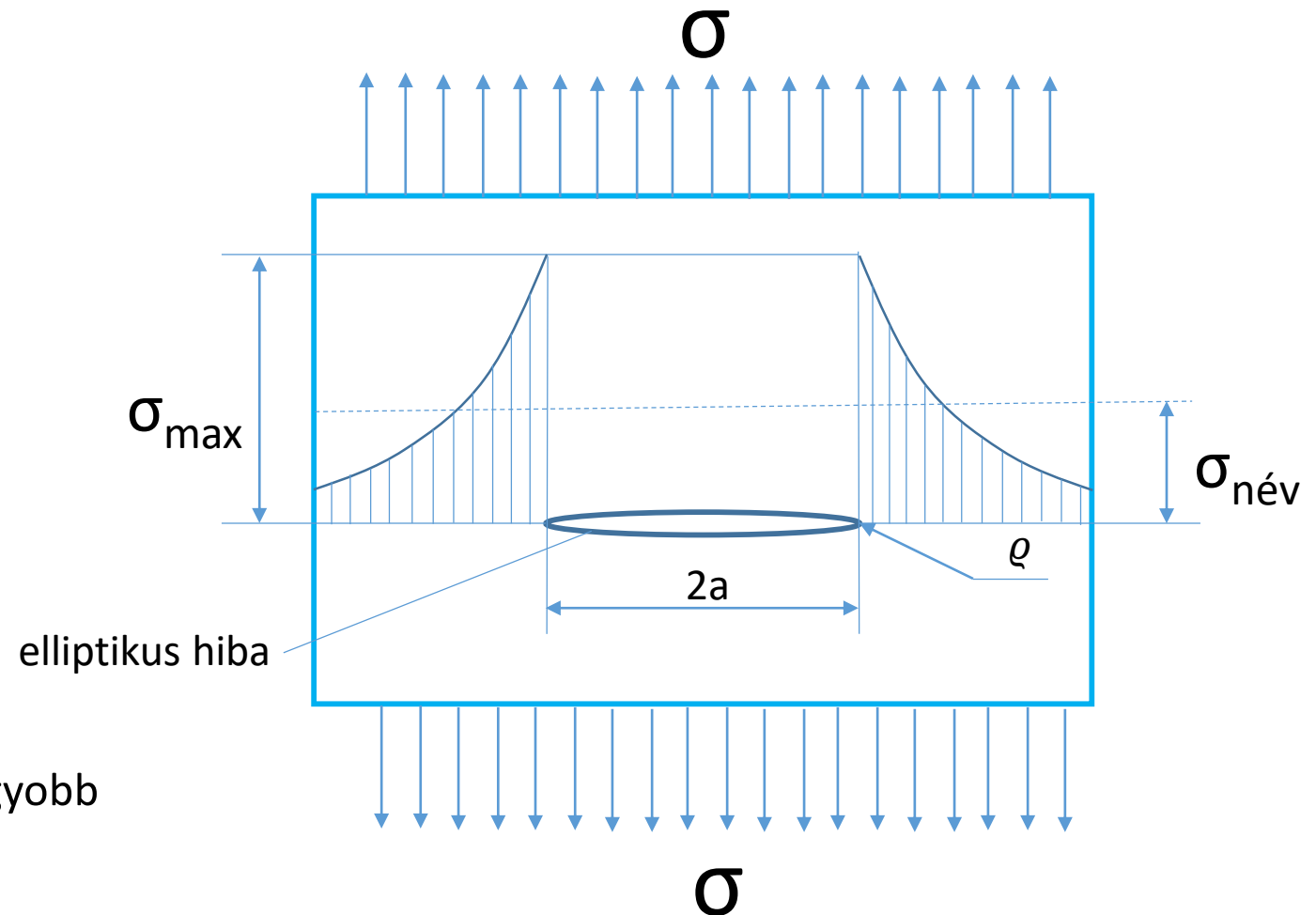
$$\alpha_k = 1 + 2 \sqrt{\frac{a}{\rho}}$$

- Feszültségi állapot

- Hidrosztatikus húzófeszültség a legveszélyesebb

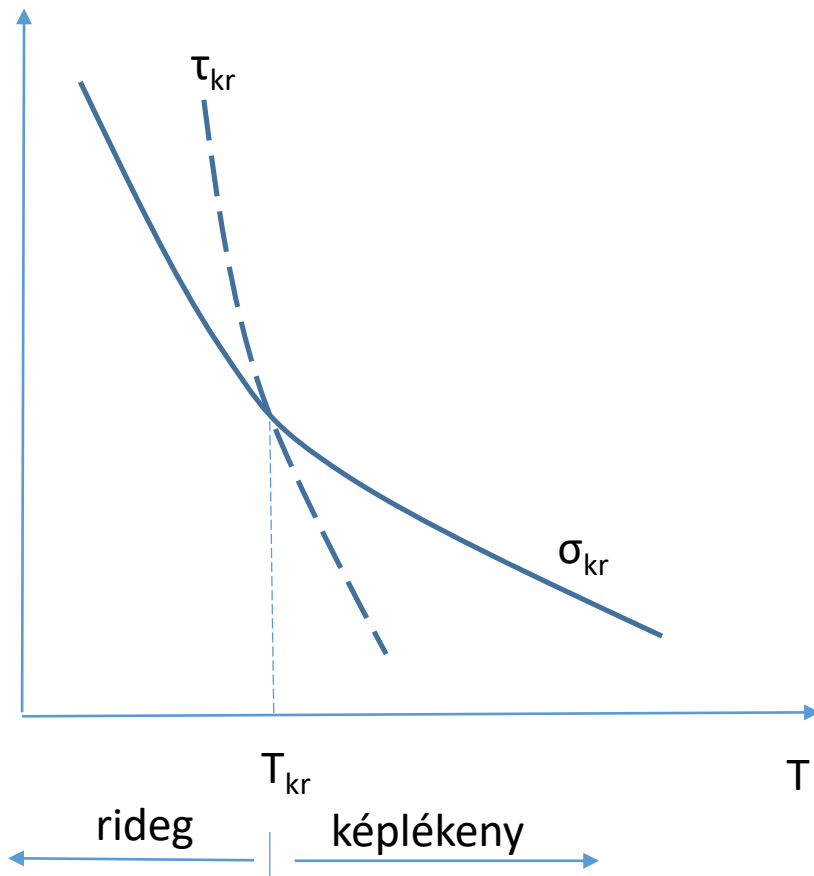
- Méretek

- Növelésekor a hibalehetőség nagyobb
- Feszültségi állapot

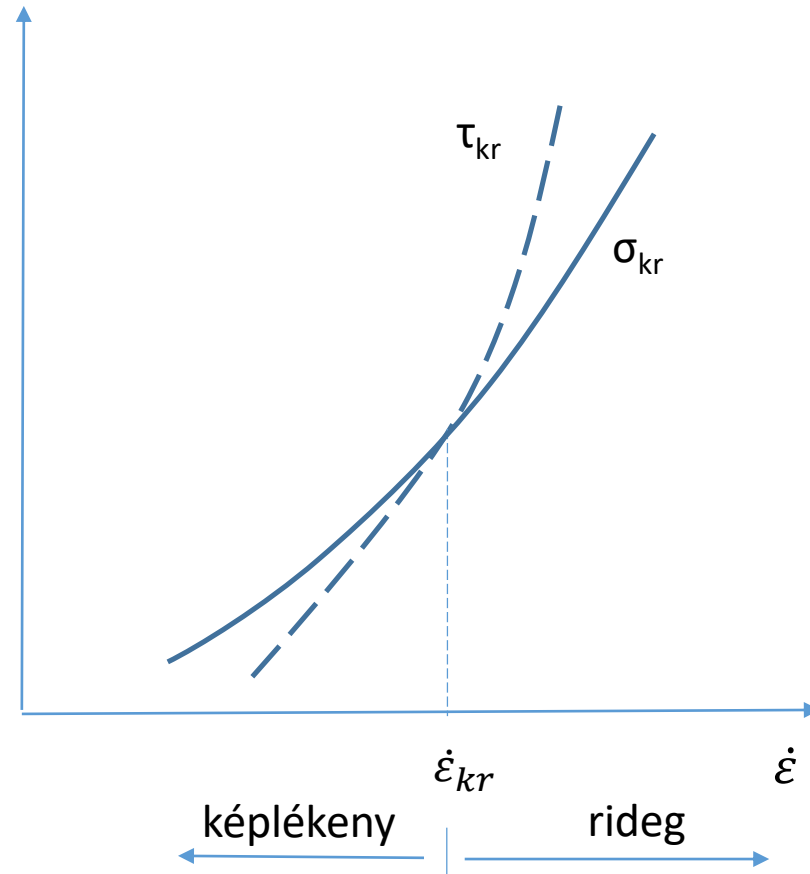


Tervezési és üzemeltetési tényezők

- Hőmérséklet

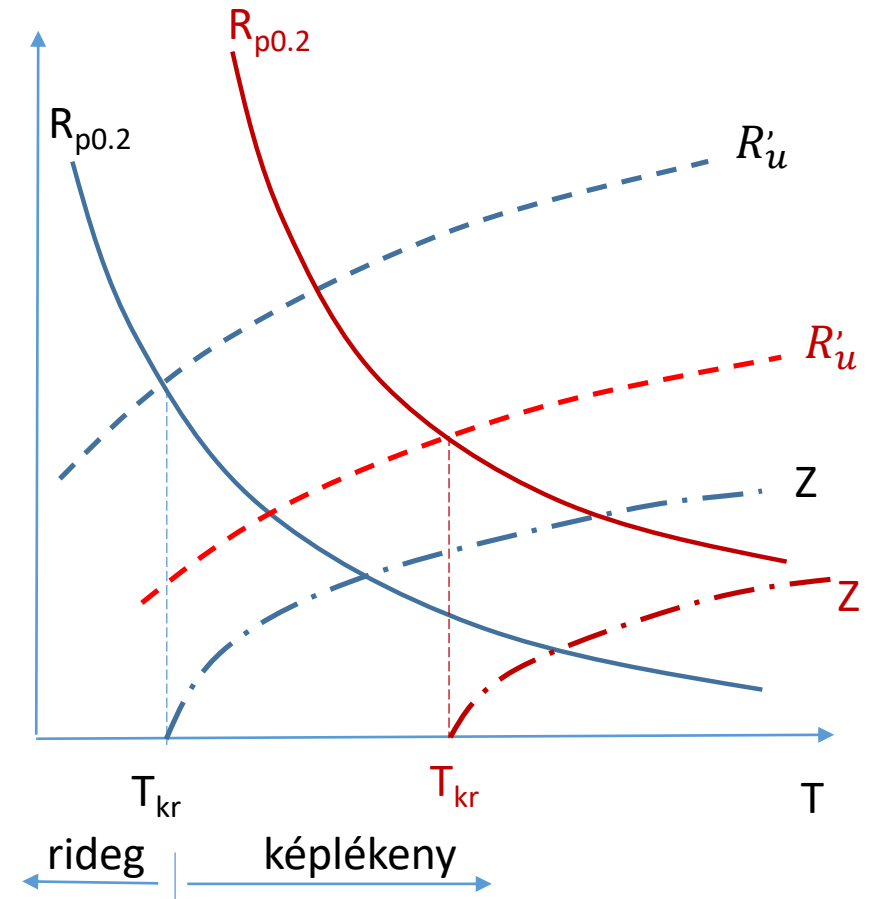
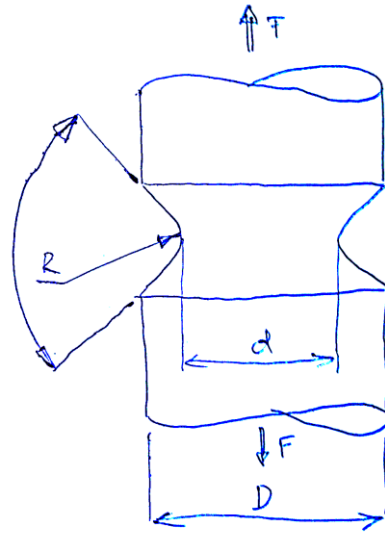


- Igénybevétel sebessége



Vizsgálati módszerek

- Charpy féle ütővizsgálat
- Szakító vizsgálat
 - $T_{kr} \approx -100\text{ °C}$ a bemetszetlen próbatestnél
 - Bemetszés megemeli a T_{kr} hőmérsékletet
 - $\alpha_k = 1$ bemetszetlen próbatest
 - $\alpha_k > 1$ bemetszett próbatest



Szakító vizsgálat

- Fajlagos törési munka:

$$W_c = W_{el} + W_{pl} + W_r$$

W_{el} – rugalmas alakváltozás munkája

W_{pl} – képlékeny alakításra fordított munka

W_r – repedés terjedésre fordított munka

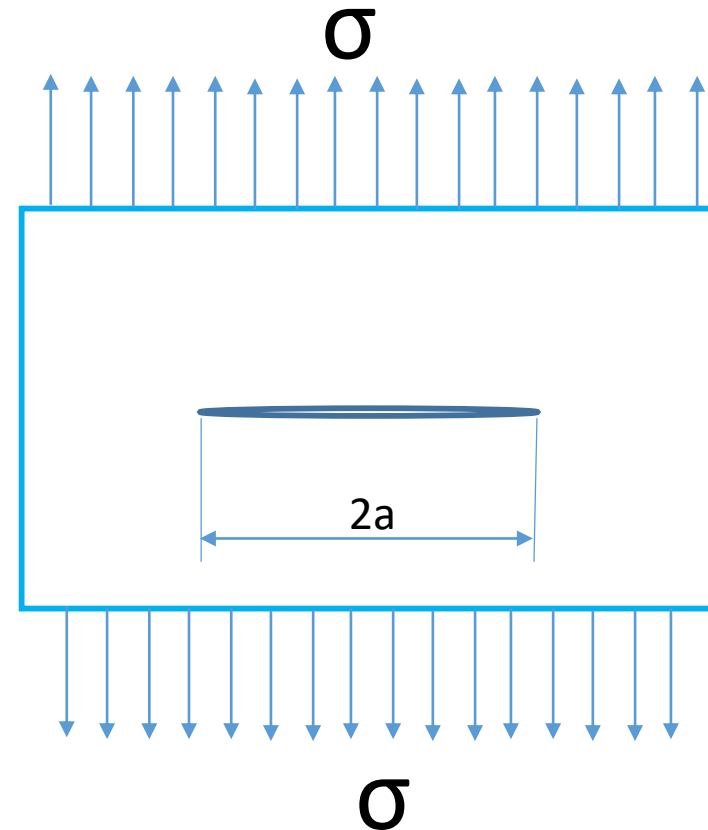
$$W_c \approx W_{pl}$$

$$w_c \cong \frac{R_{p0.2} + R'_u}{2} \cdot \varphi_u \approx \frac{R_m + R'_u}{2} \cdot \varphi_u$$

Rugalmas törésmechanika

- Cél: a repedést tartalmazó próbatestek és szerkezeti elemek törési kritériumának meghatározása
- Feltételezés: az alakváltozás a törésig lineárisan rugalmas.
- Elsősorban rideg anyagok esetén alkalmazható.
- Feszültség intenzitási tényező:
 $K [MPa\sqrt{m}]$

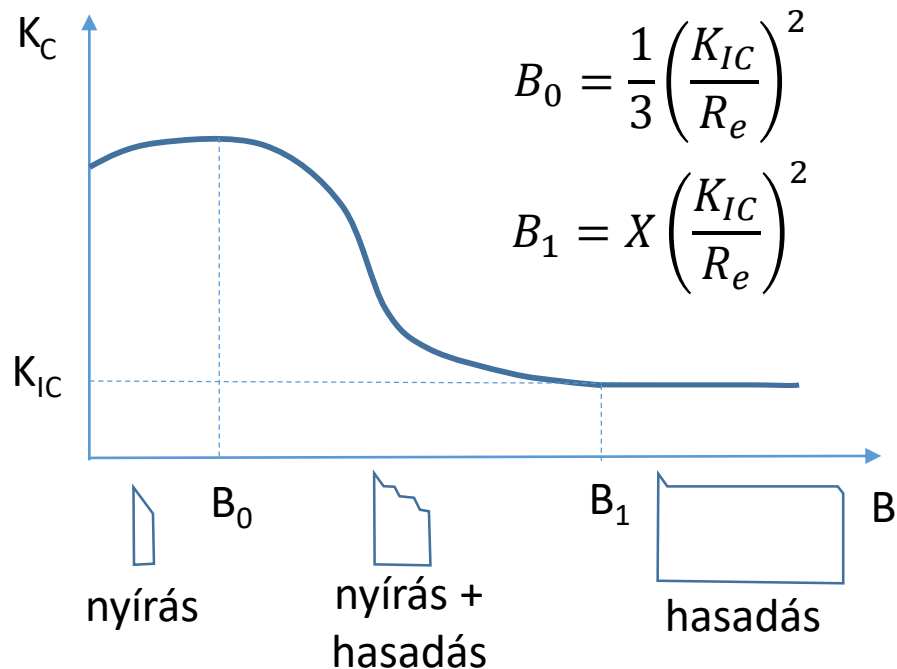
A repedés csúcsban a K tényezővel lehet jellemezni a teljes feszültségmezőt. K megmutatja a terhelés és a szerkezeti elem alakjának hatását és a repedés nagyságának, alakjának és helyzetének befolyását.



$$K = \sigma \sqrt{\pi \cdot a}$$

Rugalmas törésmechanika

- Terhelés növekedésével megjelenik a repedés → kritikus állapot
- $K \rightarrow K_c$
- K_c értéke függ a lemezvastagságtól

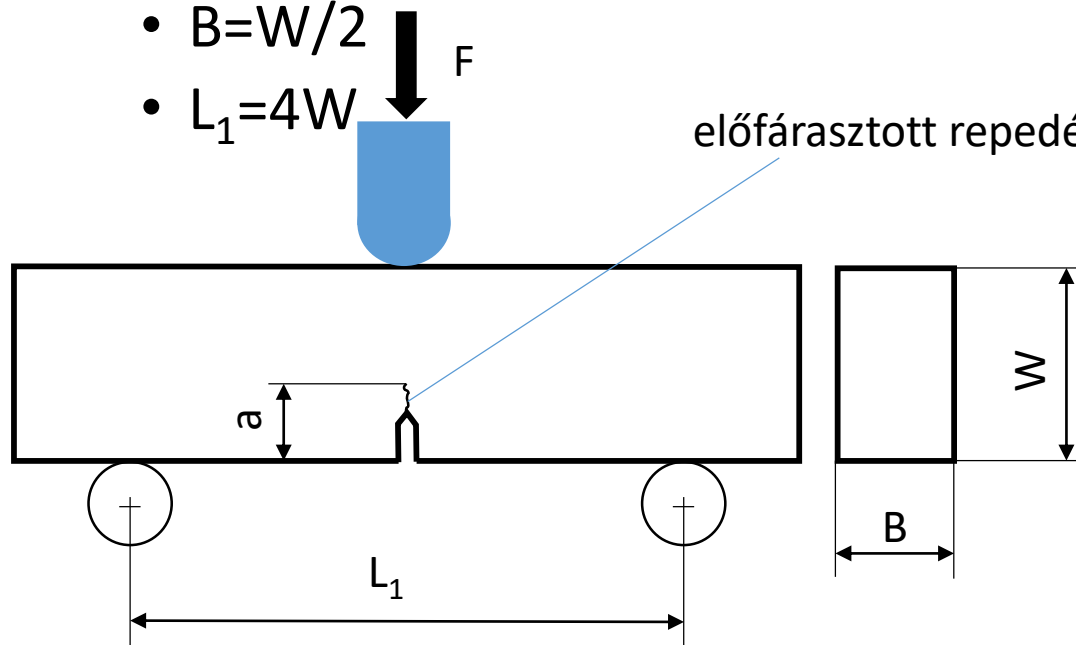


- K_{IC} – törési szívósság
- Nem geometria függő, tehát anyagjellemző
- Cél: $K_{üz} < K_{IC}$
- K_{IC} meghatározása
 - Hajlító próbatest TPB (three point bending)
 - Kompakt próbatest CT (compact tension)

K_{IC} meghatározása

- Hajlító próbatest

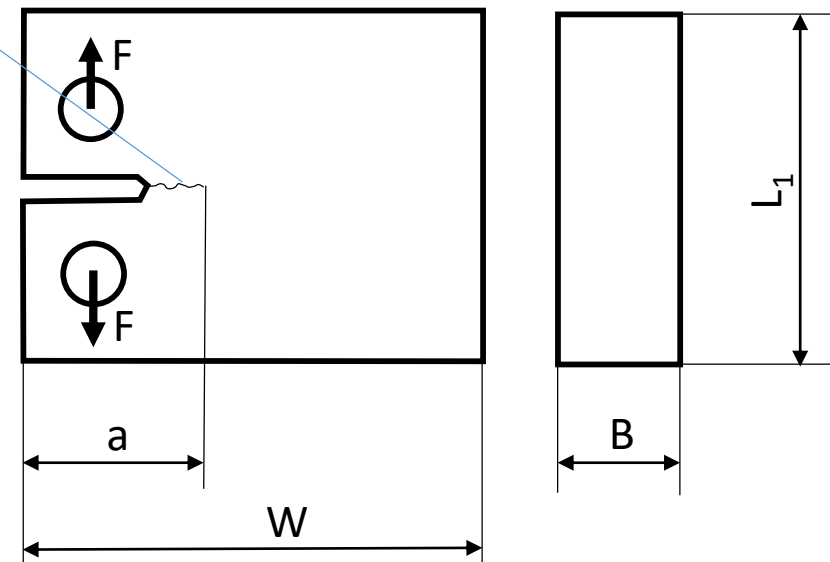
- $B=W/2$
- $L_1=4W$



$$0,3 \leq a/W \leq 0,7$$

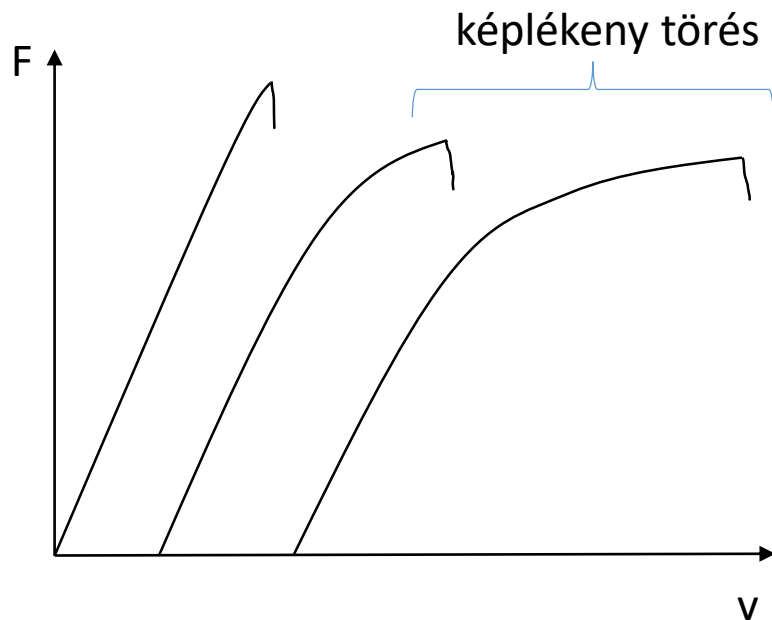
- Kompakt próbatest

- $B=W/2$
- $L_1=0.55W$



K_{IC} meghatározása

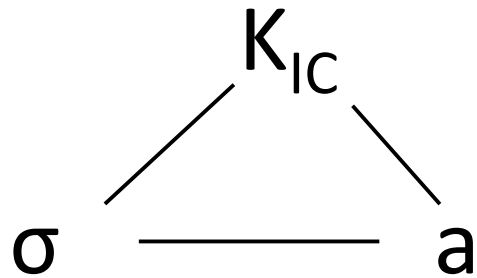
- Az előfárasztott próbatestet egyetlen terheléssel eltörik.
- Mérik a repedés kinyílást



- Nem lehet képlékeny zóna
- $K_Q = \frac{F_Q}{B \sqrt{W}} Y \left(\frac{a}{W} \right)$
- $B, a, W - a > 2.5 \left(\frac{K_Q}{R_{p0.2}} \right)^2$
 - Ha mind teljesül akkor $K_Q = K_{IC}$
 - Ha nem, akkor $K_Q = K_C$

Rideg törés elkerülése

- Kettő ismeretében a harmadik meghatározható.



$$K_{IC} = \sigma \cdot \sqrt{\pi \cdot a}$$

