

A töréssel szembeni ellenállás vizsgálata

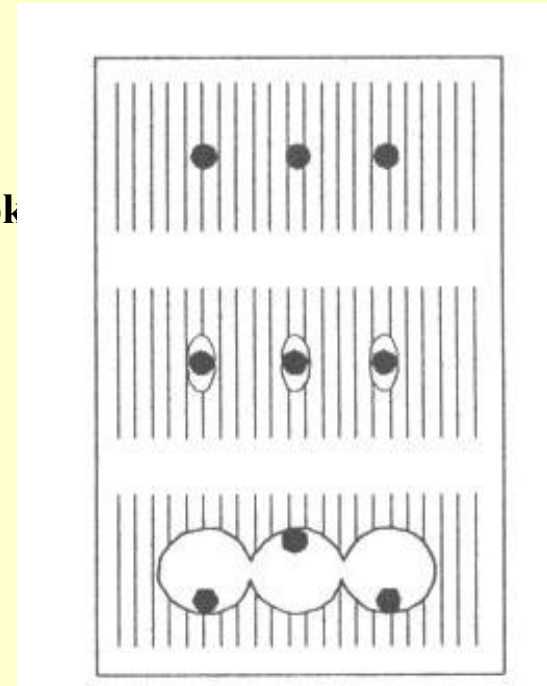
Az anyag viselkedése terhelés hatására

Az anyagok lehetnek:

- szívósak,**
- képlékenyek és**
- ridegek.**

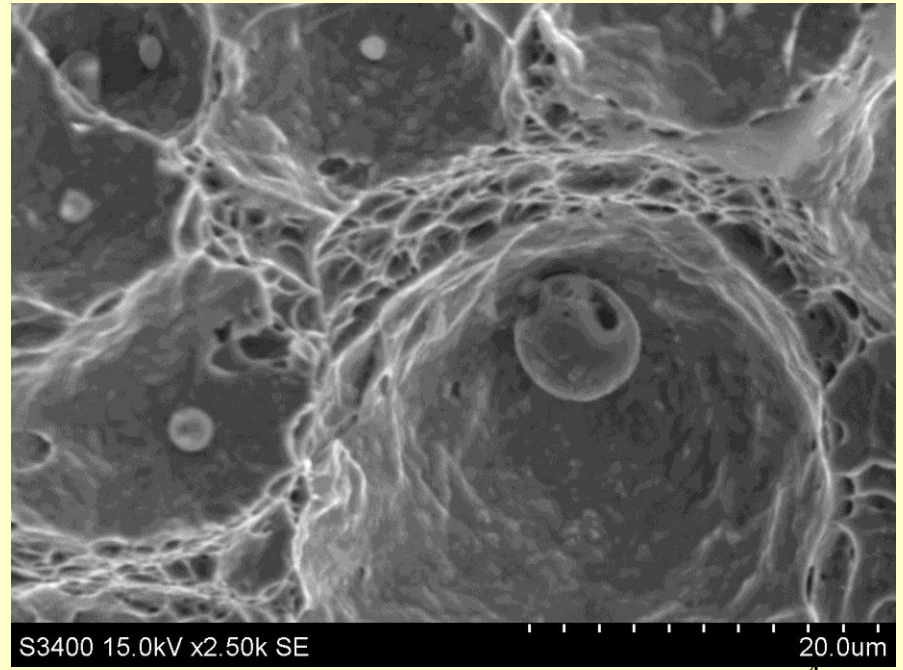
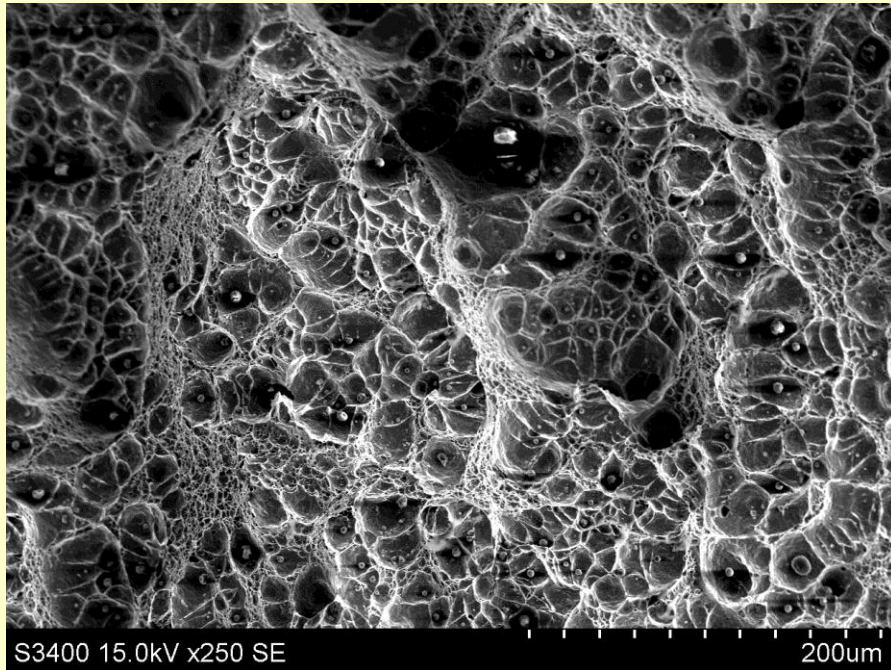
Szívós vagy képlékeny anyag

- Az anyag törését **a csúsztatófeszültségek hatására bekövetkező elnyíródás okozza.** A technikai tisztaságú szerkezeti anyagokban a zárványok (szilikátok, nitridek), kiválások (karbidok) mentén üregek (kristályosodásból visszamaradt, v. diszlokációk felgyűltek) keletkeznek, amelyek fokozatosan nagyobbodnak. A több tengelyű feszültségi állapot hatására az üregek közötti ép anyagrészek (un. hidak) a helyi kontrakció következtében sorra elszakadnak (transzkristallin üregegyesülés). Ennek eredménye a gödrös, **méhsejtszerű szerkezetű töret.**



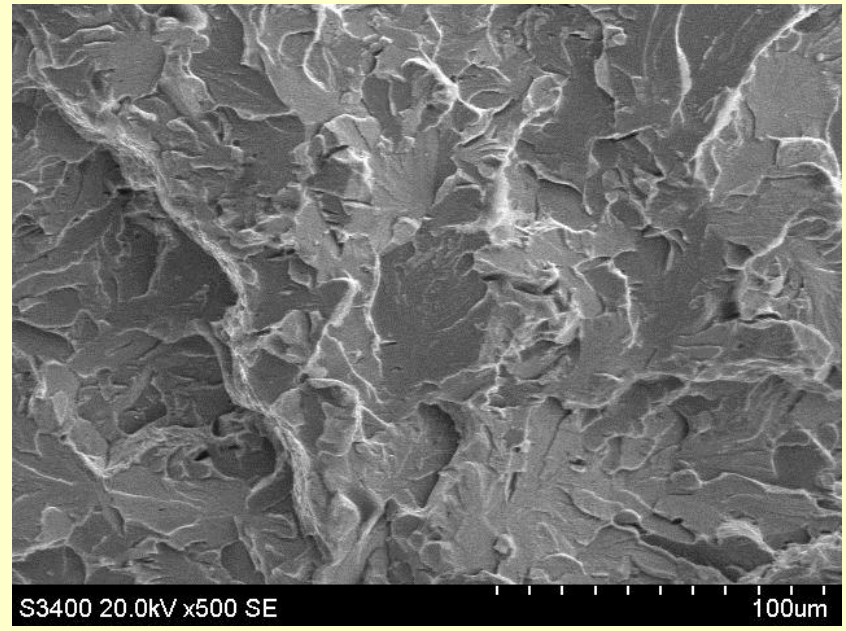
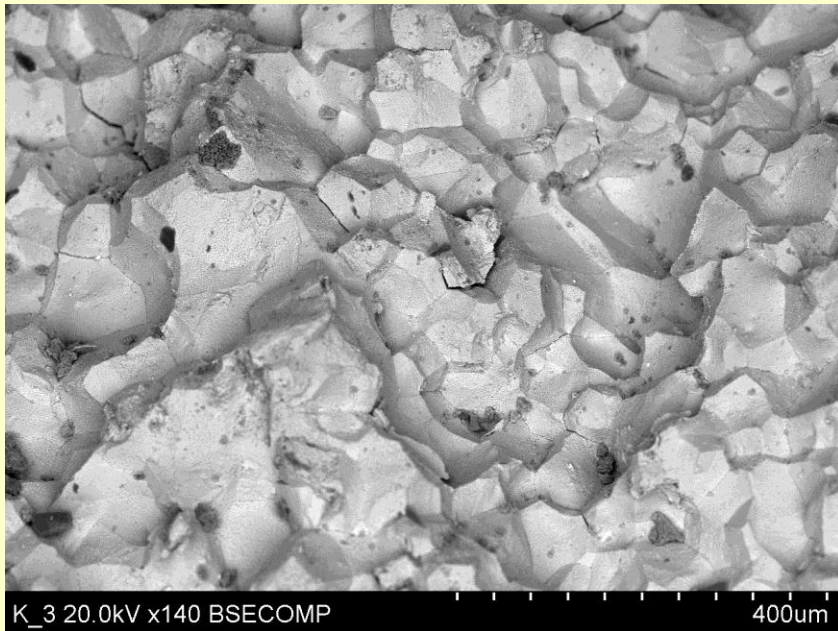
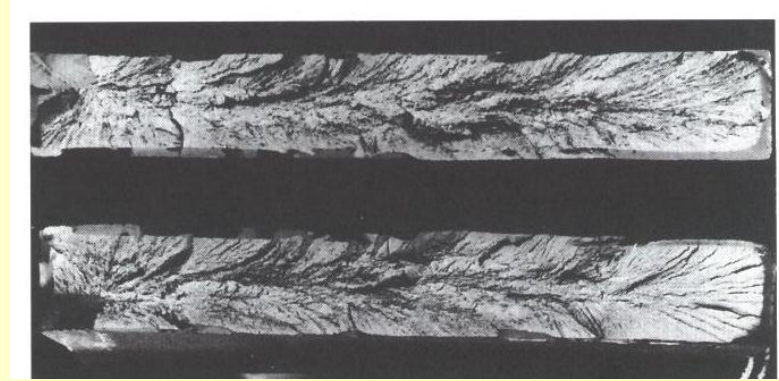
Szívós vagy képlékeny anyag

a törést **jelentős nagyságú maradó alakváltozás előzi** meg, ami sok energiát emészt fel. A töretfelület szakadozott, tompa fényű



Rideg, nem képlékeny törés

A rideg, nem képlékeny törés esetében a törést nagyon kicsi vagy semmi maradó alakváltozás sem előzi meg, és viszonylag kevés energiát kell befektetni az anyag eltöréséhez.



A törés folyamata

Az anyag törésének folyamata

- repedés keletkezéséből
- a repedés terjedéséből, majd
- az anyag végső szétválásából áll.

A repedésterjedés lehet

lassú, ilyen a kúszás és kifáradás, vagy a terhelés növelése mellett bekövetkező szívós törés illetve

gyors, instabil, ami alakváltozás nélküli rideg töréshez vezet

Mitől függ egy anyag töréssel szembeni viselkedése?

függ magától az **anyagtól**,

- annak **állapotától** (összetétel, mikroszerkezet),

de jelentős mértékben függ az un. **állapottényezőktől**,

- a hőmérséklettől,
- a feszültségállapot jellegétől és
- az igénybevétel sebességétől

Az anyag és annak állapota

Rideg törésre rendkívül hajlamosak a

- Kovalens vagy ionos kötés, alacsony kristály szimmetria.
- A kerámiák, rideg kompozitok, nagyszilárdságú acélok, pl. edzett szerszámacélok, hexagonális rácsszerkezetű fémek, mint pl. a magnézium. Bennük a legkisebb hiba is beindíthatja a rideg törést

Az anyag és annak állapota

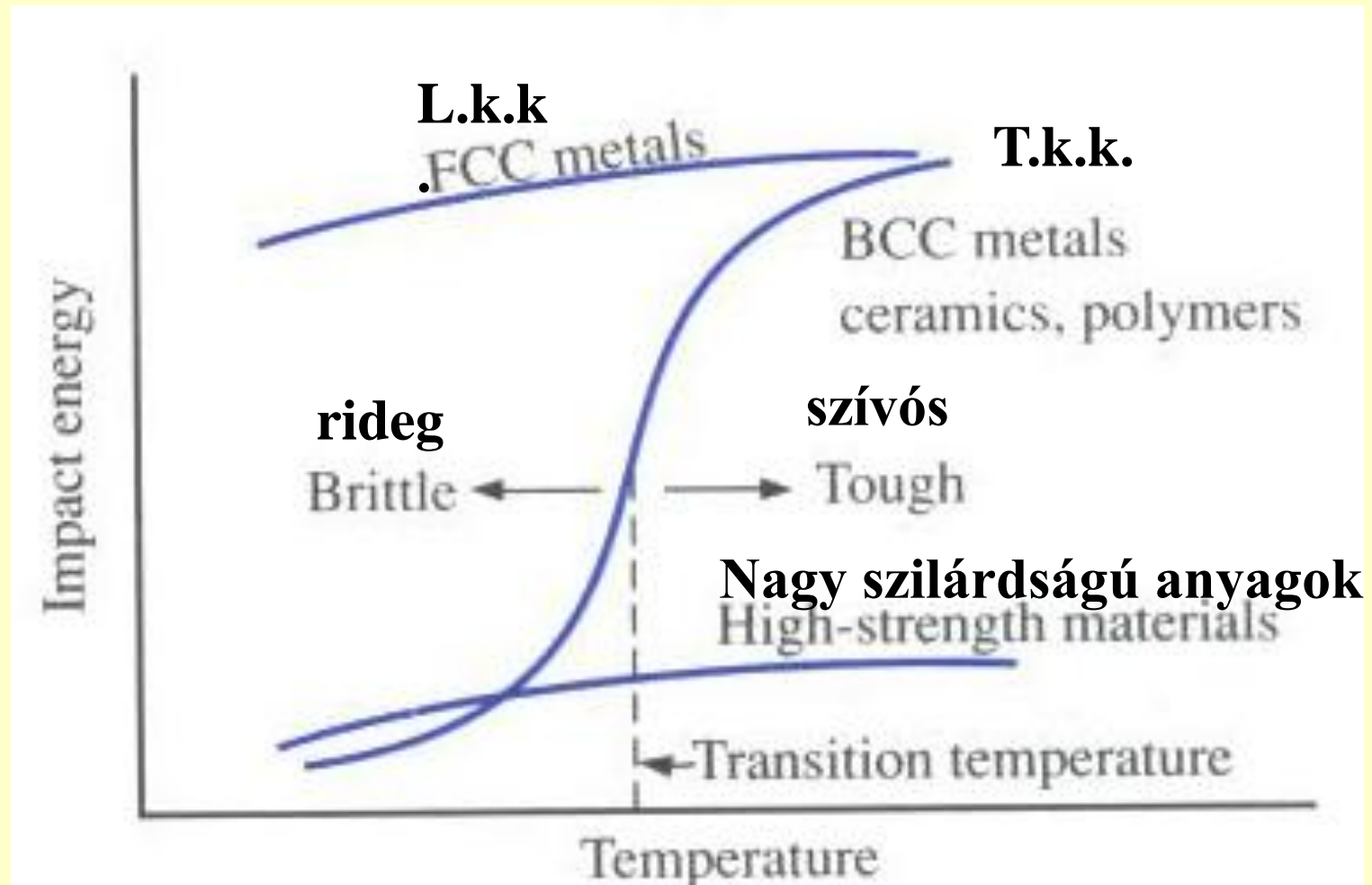
Szívós anyagok

- **fémek lapközepes köbös szerkezettel**
- **pl. az alumínium vagy a réz**
- **a polimerek jelentős része alakváltozásra hajlamos, még nagy méretű hibák mellett is szívósan viselkednek.**

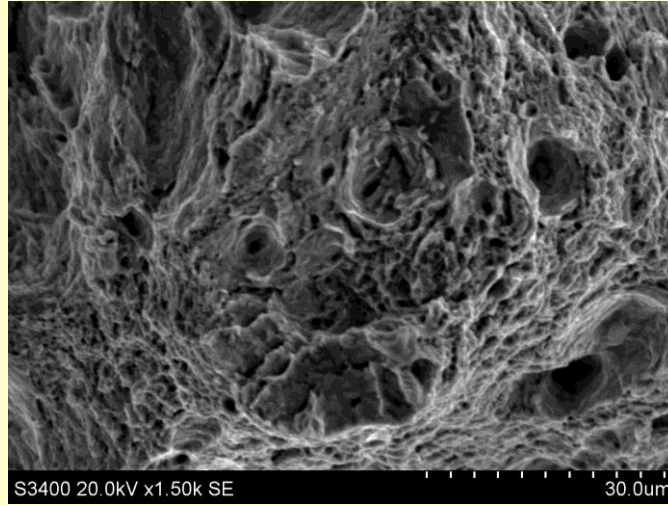
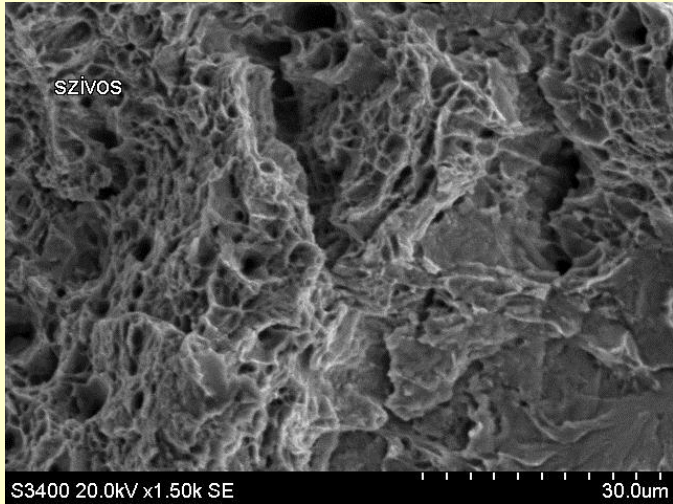
Az anyag és annak állapota

- **Az olyan anyagok, mint az acélok bizonyos körülmények között ridegen törhetnek. A jelenségre, hogy az acéloknál bizonyos körülmények között nem ad elegendő biztonságot a hagyományos méretezés, katasztrófák hívták fel a figyelmet.**

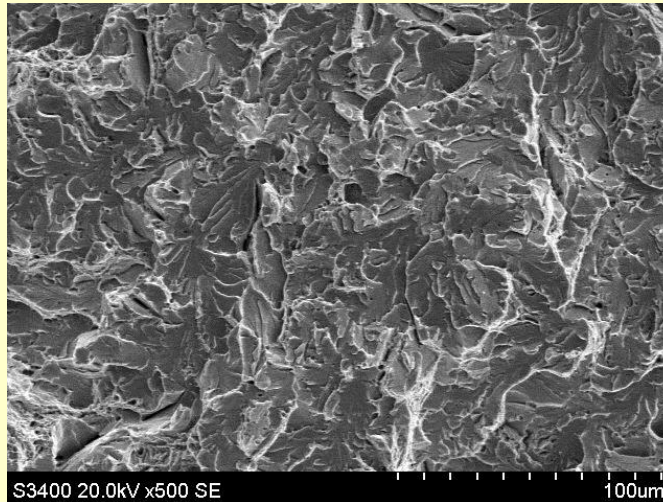
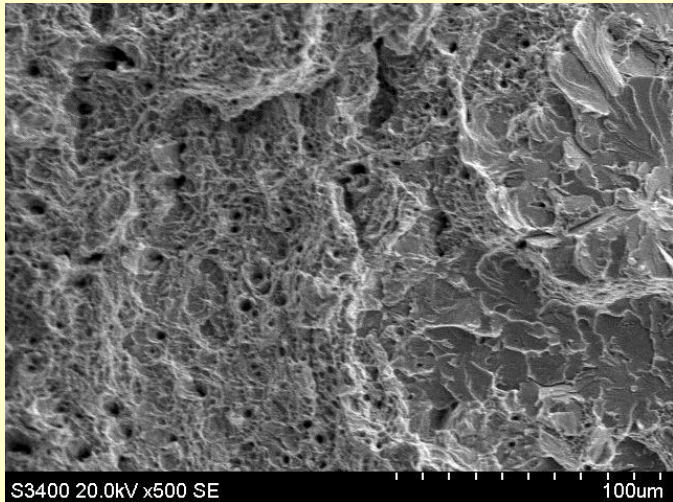
KV ütőmunka különböző anyagoknál



Az ütőpróbatest törete



Szívós törés



Rideg törtet

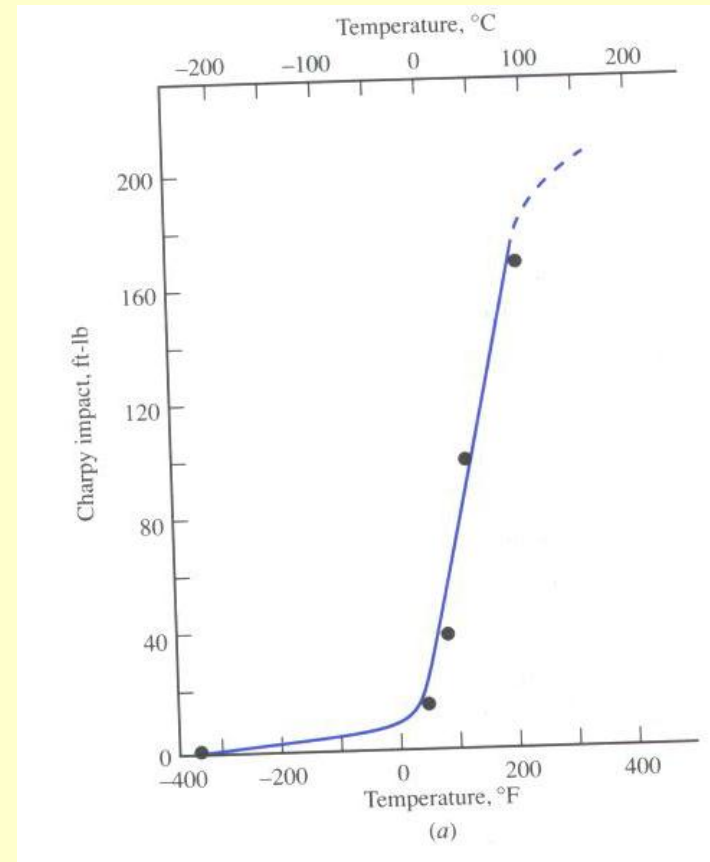
Szívós – rideg határ

Az állapottényezők hatása

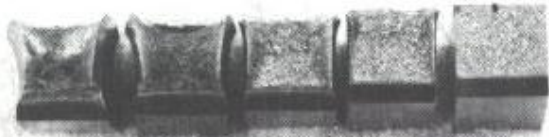
Hőmérséklet

- Az állapottényezők közül a **hőmérséklet** csökkenése a rideg törést segíti elő, mert akadályozza a képlékeny alakváltozást.

0,2%C acél

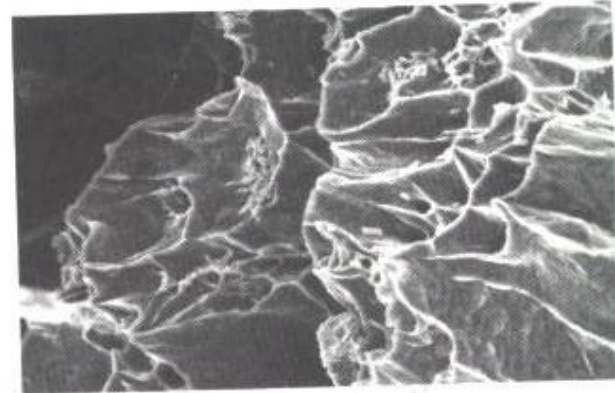


A hőmérséklet hatása

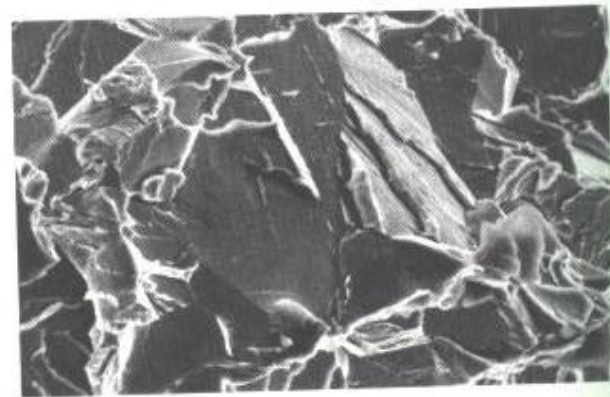
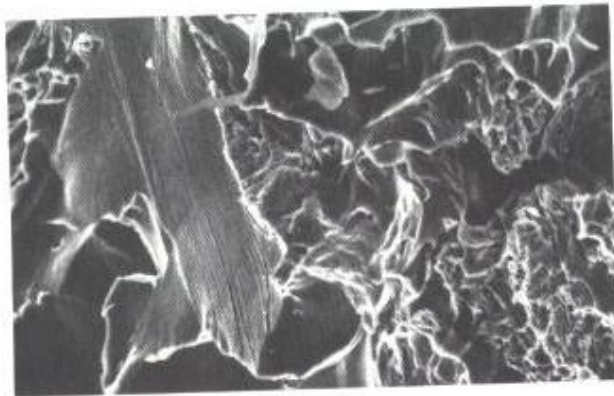


196 ; 0 ; 25; 50 és 93 C°

(b)



(c)



Az állapot tényezők hatása

A feszültségállapot

- **háromtengelyű nyomás** (hidrosztatikus állapot, mindhárom főfeszültség nyomó), még a közismerten rideg márvány esetében is eredményez egy bizonyos képlékeny alakváltozást.
- **Alakíthatósági vizsgálatok**

Kármán Tódor - Göttingen 1911

Az állapottényezők hatása

A feszültségállapot

- Ennek ellentettje a **háromtengelyű húzás**, minden anyag esetében rideg törést eredményez ha mindhárom feszültség egyforma nagy és húzó, az anyag nem alakváltozhat.
- Ehhez hasonló többtengelyű feszültségi állapot jön létre a bemetszéseknél, a belső anyaghibáknál.

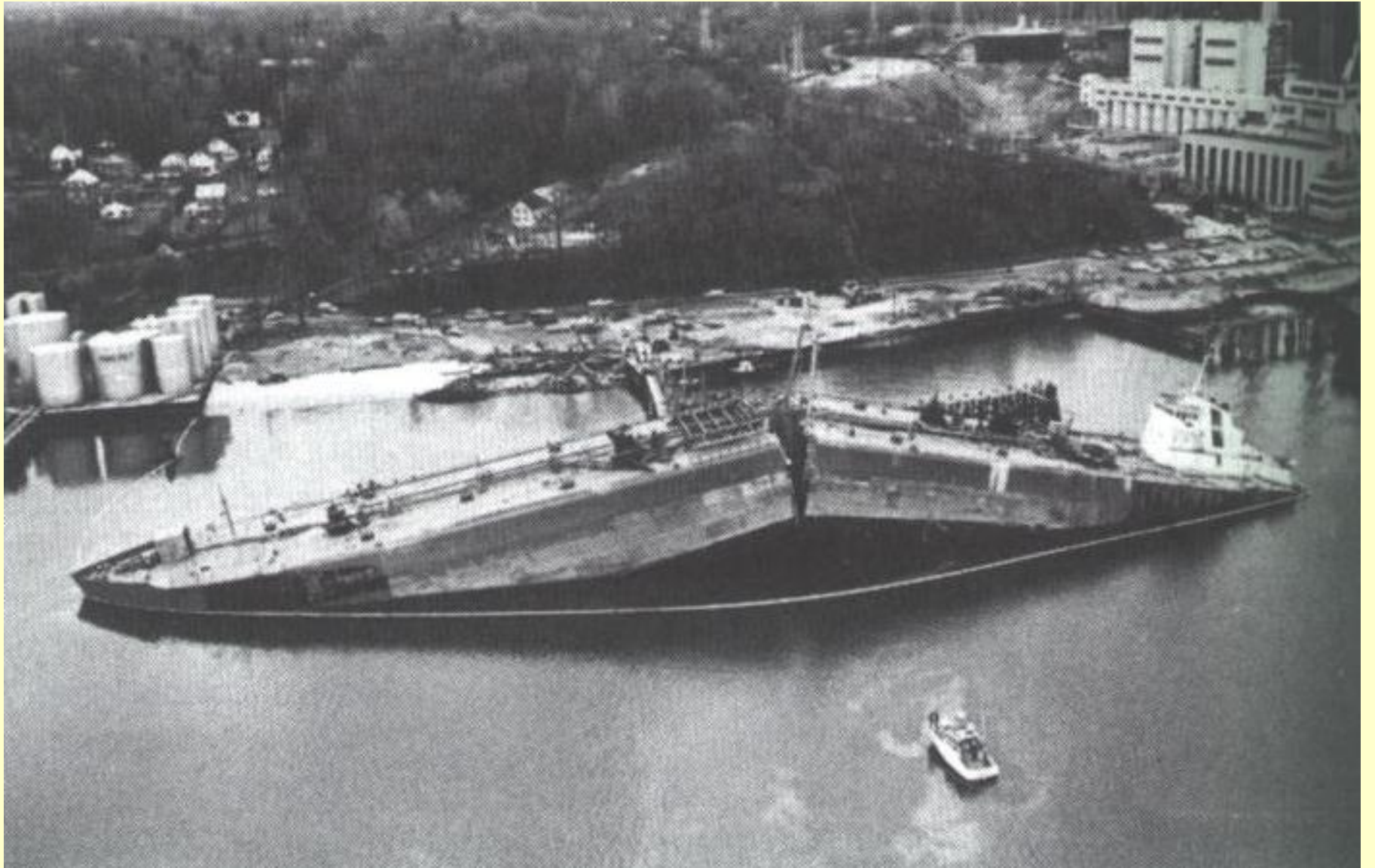
Az állapot tényezők hatása

Az igénybevétel sebessége

- **Az igénybevétel sebességének növelése is a ridegséget segíti elő, hiszen az alakváltozás a diszlokációk mozgása és ahhoz idő kell.**

Ridegtörési problémák

- **Az olyan anyagok, mint az acélok bizonyos körülmények között ridegen törhetnek. A jelenségre, hogy az acéloknál bizonyos körülmények között nem ad elegendő biztonságot a hagyományos méretezés, katasztrófák hívták fel a figyelmet.**



A katasztrófákban közös volt

- ⇒a nagyméretű szerkezetek előzetes alakváltozás nélkül törtek,**
- ⇒a terhelés jóval a megengedett terhelés alatt volt,**
- ⇒a repedés nagysebességgel terjedt,**
- ⇒a katasztrófák minden esetben hidegben következtek be,**
- ⇒az anyagok a hagyományos vizsgálatoknak (R_{eH} , R_m , A, Z HB) megfeleltek.**

A megfigyelésekből leszűrhető volt

**hogy a nagy méretű, hidegben üzemelő,
dinamikusan igénybevett szerkezetek
esetében a hagyományos méretezés nem
nyújt elegendő biztonságot.**

A ridegtöréssel szembeni ellenállás vizsgálata

- A rideg töréssel szembeni biztonság vizsgálata, tehát azt jelenti, hogy meghatározzuk, hogy **adott anyag és szerkezet, milyen feltételek esetén fog szívósan illetve ridegen viselkedni.**
- A probléma több oldalról is megközelíthető.
 - ⇒a szívósság ellenőrzése az átmeneti hőmérséklet alapján,
 - ⇒a szívósság ellenőrzése a határhőmérséklet elv alapján,
 - ⇒törésmechanika.

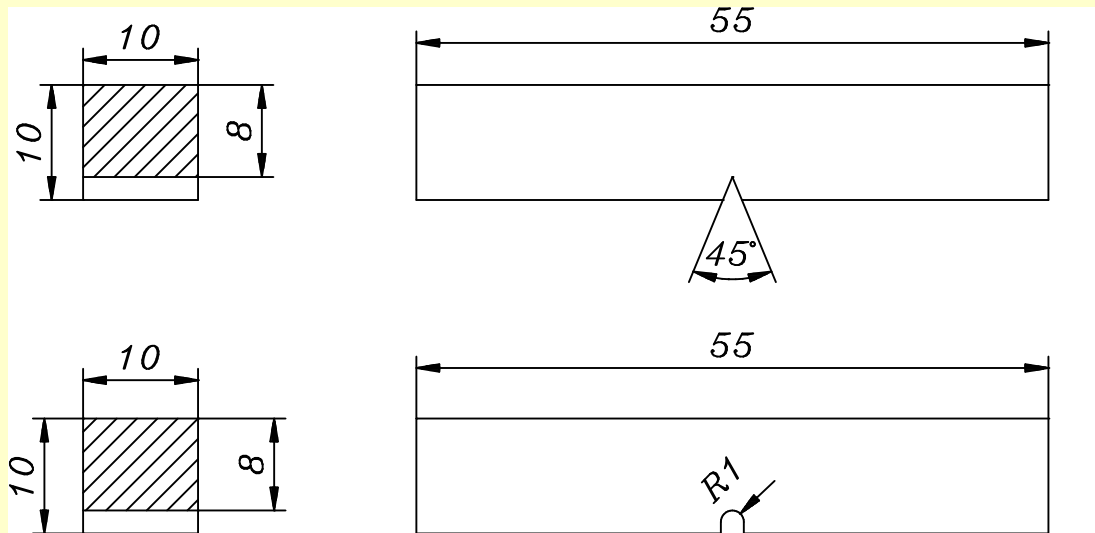
A szívósság ellenőrzése az átmeneti hőmérséklet alapján

Charpy féle ütővizsgálat

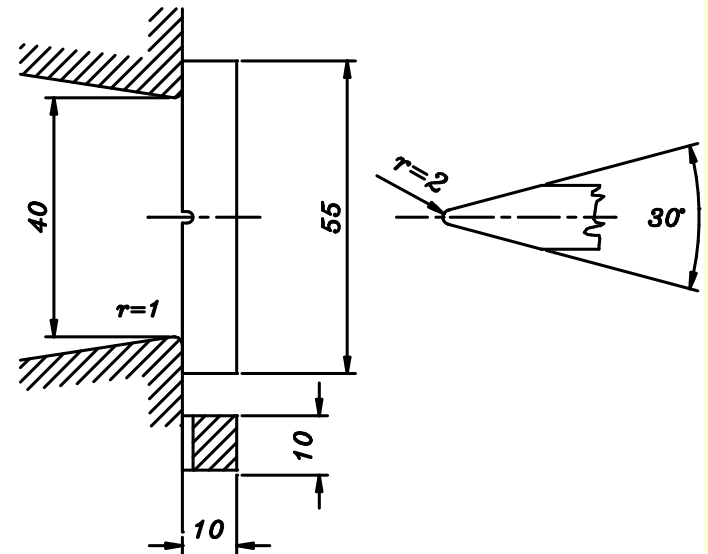
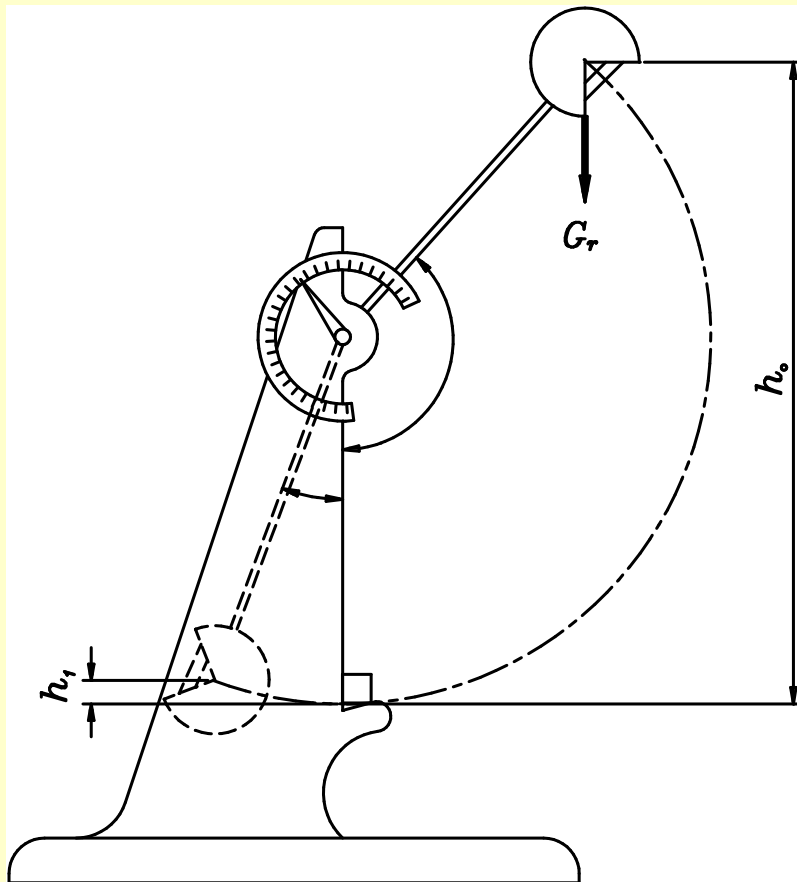
Az ütve hajlító vizsgálat (MSZ EN 10045-1) célja az anyag **dinamikus igénybevétellel szembeni ellenállásának meghatározása**. A **dinamikus igénybevétellel szembeni ellenállás a szívósság**.

Charpy vizsgálat

- A próbatest $10 \times 10 \times 55$ mm méretű és 2 mm mély V vagy U alakú bemetszéssel van ellátva



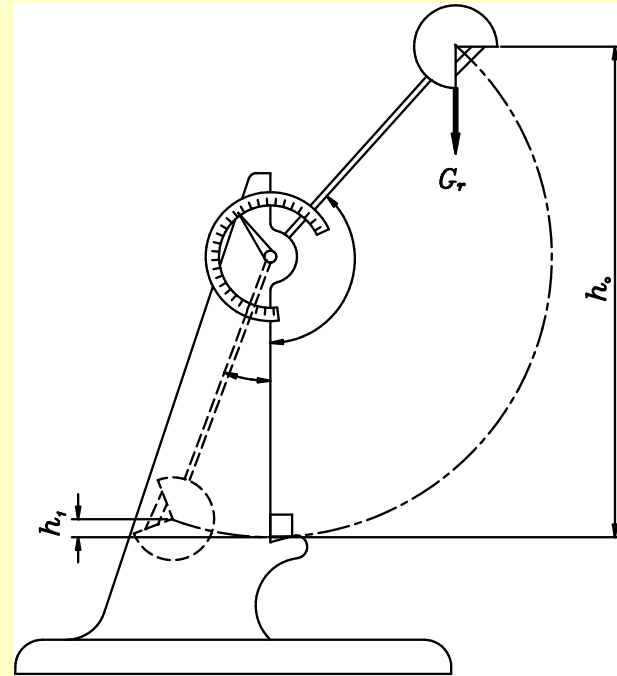
Charpy vizsgálat



Charpy vizsgálat

A kísérlet során a
próbatestben elnyelt
munka az
ütőmunka

$$K = G_r(h_0 - h_1) \text{ [J]}$$



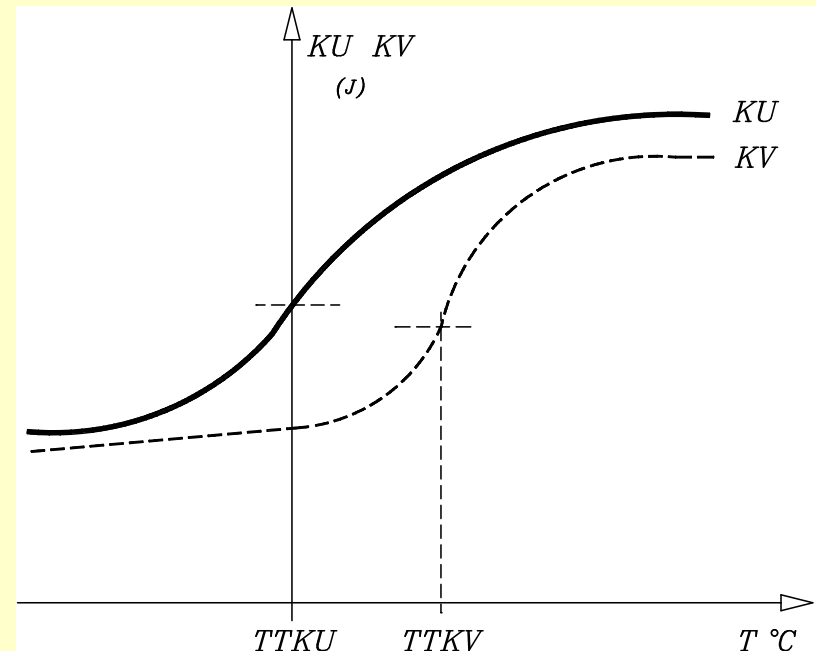
Mitől függ az ütőmunka?

- Az ütőmunkát V alakú bemetszéssel ellátott próbatesten **KV**-vel illetve U alakú bemetszéssel ellátott próbatesten **KU**-val jelöljük.

KV < KU illetve **KCV < KCU**

Mitől függ az ütőmunka?

A **hőmérséklet** függvényében felvett ütőmunka görbék lehetővé teszik a szívós és a rideg állapot közötti **átmenet hőmérsékletének** kijelölését.



Mit jelent a törés?

- A törés a szilárd test makroszkópos értelemben vett szétválása, ami a teherbíróképesség megszűnéséhez vezet. Minden anyag esetében létezik, egy **elméleti törési feszültség**:

- ahol: E a rugalmassági modulus
- γ a felületi energia
- b az atomok közötti távolság

$$\sigma_{\text{th}} = \left(\frac{E \cdot \gamma}{b} \right)^{1/2}$$

- Az elméleti törési feszültséget pontosan számítani nehéz, értéke az atomok közötti kötési erők alapján kb. $E/10$.

- **Tudjuk azonban , hogy a szerkezeti anyagok lényegesen kisebb terhelések (tízszor, ezerszer kisebb) hatására is károsodnak, törnek. Az eltérések oka, hogy a reális anyagok kristályhibákat , anyaghibákat, repedéseket stb. tartalmaznak.**

Törésmechanika

- A törésmechanika feltételezi, hogy a gyakorlatban előforduló anyagok **minden esetben tartalmaznak hibákat** és azt vizsgálja, **hogyan milyen feltételek esetén kezdenek el ezek a hibák instabil vagy katasztrofális módon terjedni.**

A megválaszolandó kérdés tehát az, hogy :

⇒ adott feszültségi állapotban mekkora lehet a hiba,

⇒ adott hiba, milyen feszültségi állapotban kezd el instabilan terjedni.

Mitől függ a darab viselkedése?

A darab viselkedése a repedés csúcsában kialakuló feszültségektől függ.

A repedés instabil terjedése elérhető:

⇒ a feszültség, σ növelésével

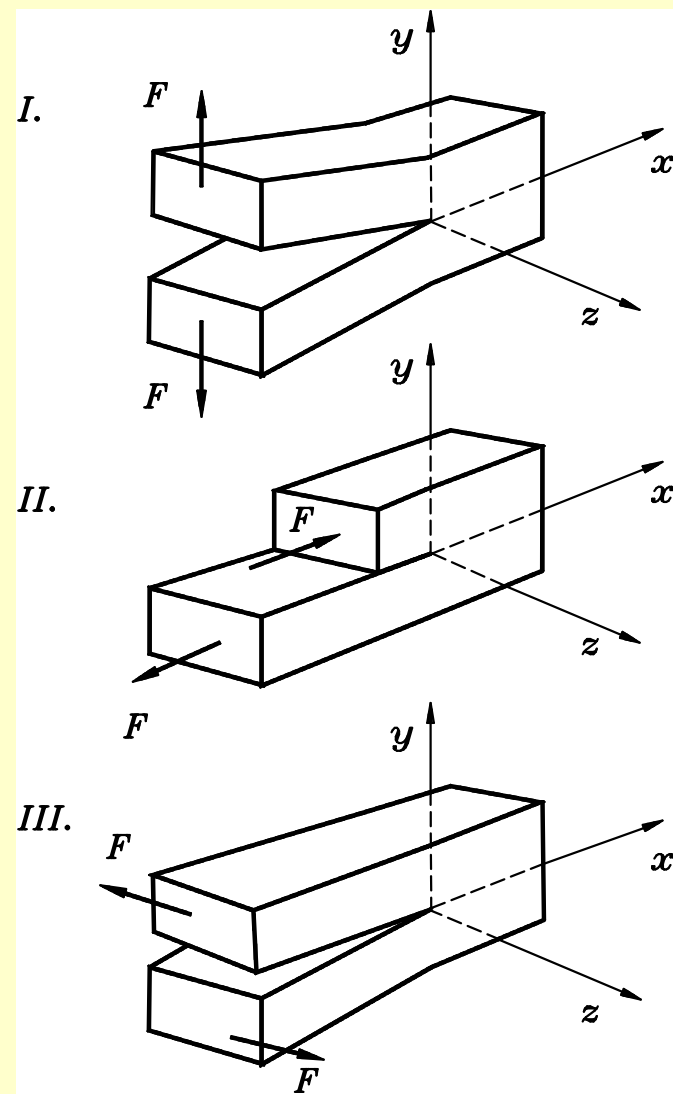
⇒ a repedés méretének, a növelésével

Az instabil repedésterjedés megindulásához tartozó feszültségintenzitási tényező a kritikus feszültségintenzitási tényező :

K_c . Mértékegysége: $\text{MPa m}^{1/2}$

Az instabil repedés terjedés feltétele:

$$K = K_c$$

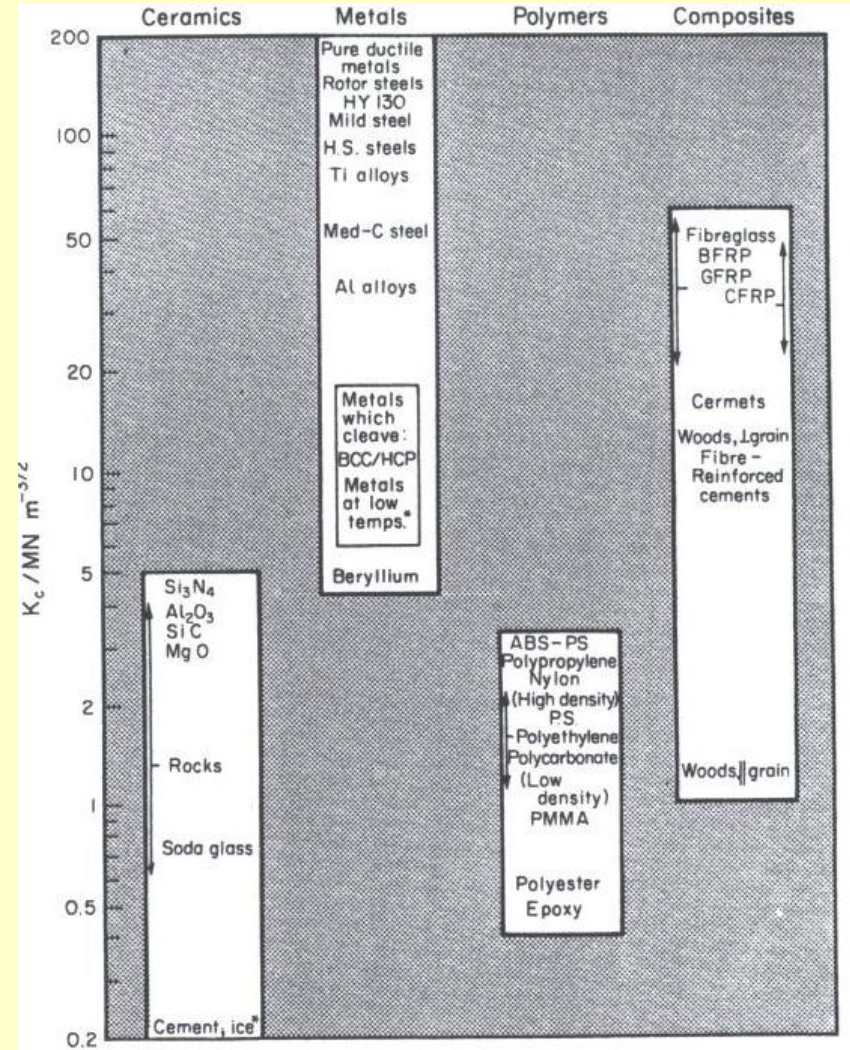
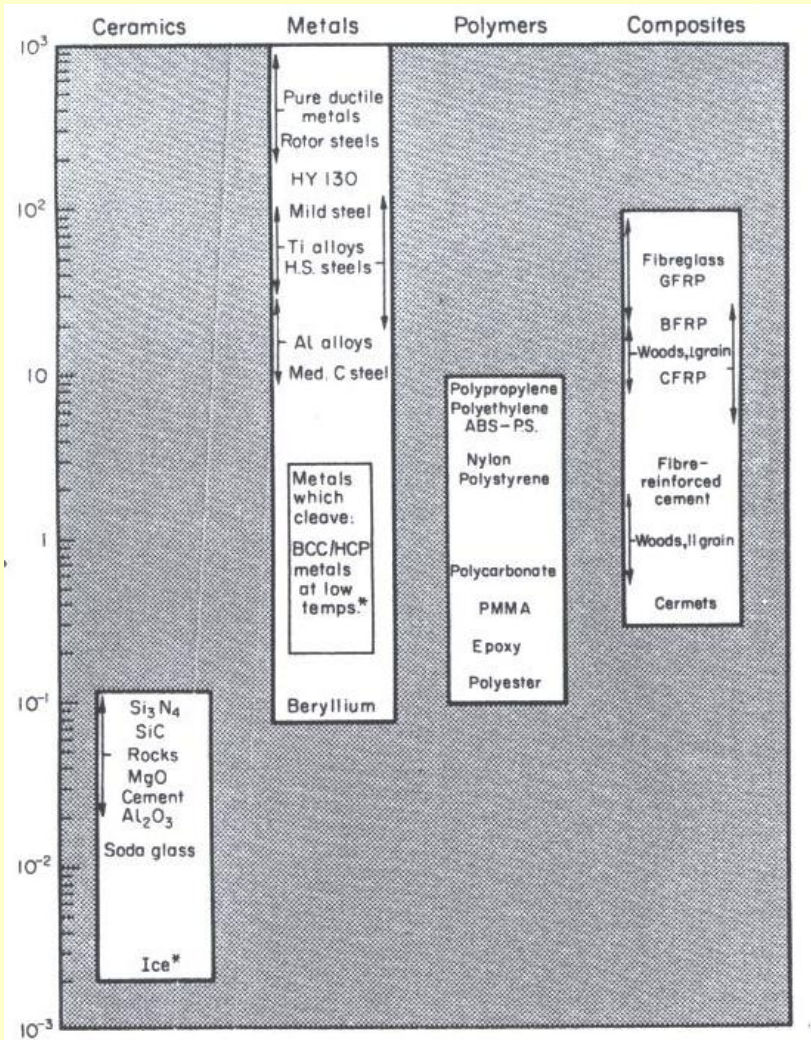


Az instabil repedésterjedés megindulásakor

$$K_{Ic} = \sigma \sqrt{\pi a_c} = \sqrt{G_c E}$$

Törésmechanikai mérőszámok

G_{IC} és K_{IC}



A törésmechanika alkalmazása 1

- **1. Kontinuummechanikai repedésmodellekkel**
leírni a valóságos szerkezeti elemek
alakváltozását, feszültségeloszlását
(számítással vagy kísérletileg)

igénybevétel jellemzése

A törésmechanika alkalmazása 2

- **2. Fémfizikai alapokon meghatározott törési kritériumok alapján mérőszámokat definiálni, amelyek segítségével - a terhelés módjától, az anyag állapotától függően meg lehet határozni a kritikus állapotot**

igénybevehetőség vagy terhelhetőség jellemzése

- **3. A terhelés és a terhelhetőség egybevetéséből a törési biztonság és az üzemidő megadása**

A törésmechanika alkalmazása

A törési biztonság megítélése a LRTM alapján

A szerkezetre ható igénybevétel alapján meghatározható a K_{szerk} .

(A szerkezetben meghatározott hibákat ellipszissel vagy fél ellipszissel helyettesítjük.)

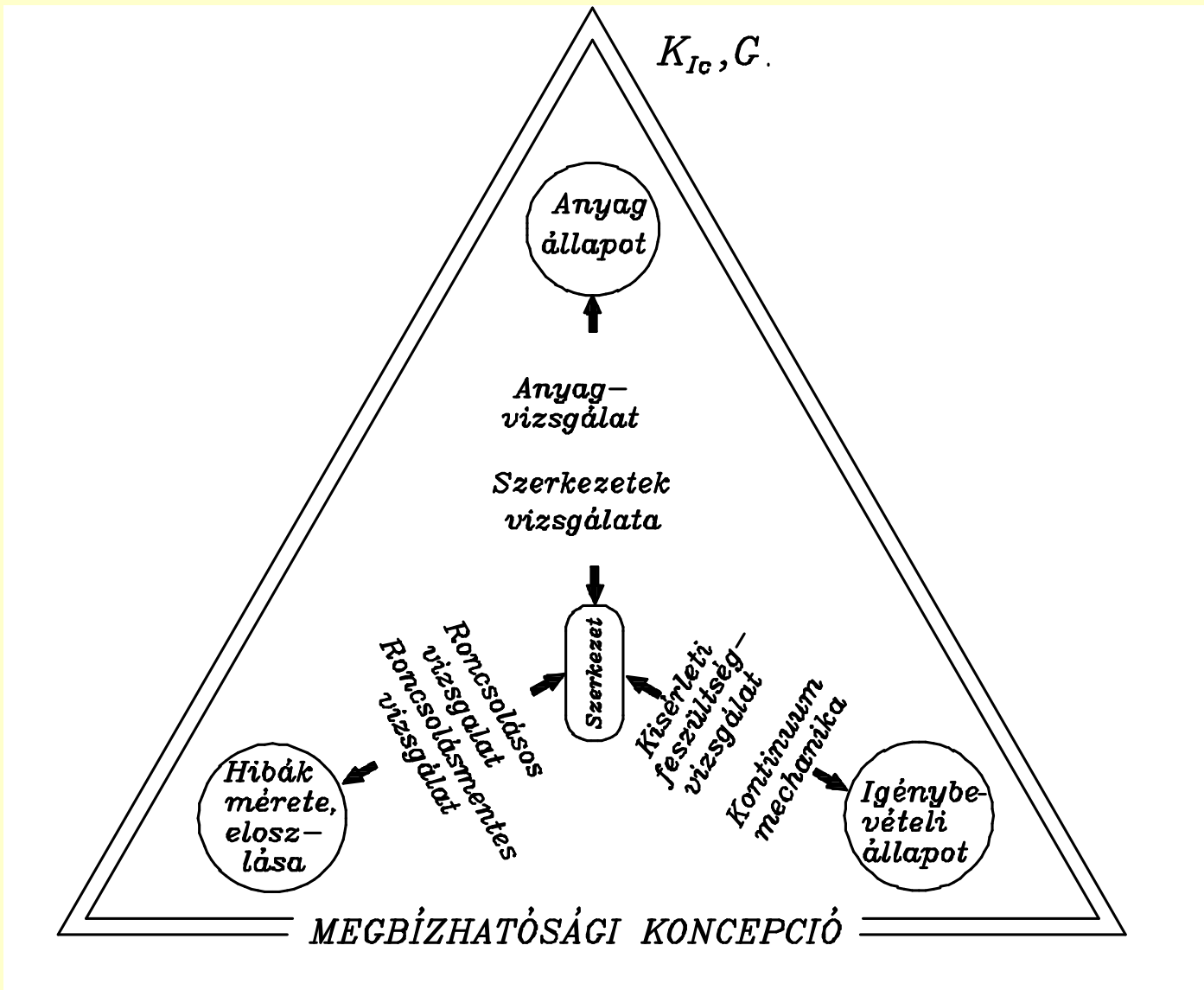
$$K_{szerk} \leq K_{Ic}$$

Ennek alapján

⇒ vagy a kritikus feszültséget

⇒ vagy a kritikus repedéshosszúságot keressük

A törésmechanika alkalmazása



a tényezők között figyelembe kell venni a valószínűséget is!

