

ACÉLSZERKEZETEK RIDEGTÖRÉSEL SZEMBENI BIZTONSÁGA

STEEL CONSTRUCTIONS SAFETY AGAIN COLD CRACKING

Kovács-Coskun Tünde

*Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Tan-
szék), Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház, 8; Tel/Fax: +36-1-6665327,
kovacs.tunde@bgk.un*

Abstract

The behaviour of the materials depends not only on the chemical composition and microstructure. Usually it depend also on the temperature, notch and shaping rate too. In case of welded joint we have to take account of the material properties and also the effect of welding technology.

Keywords: Charpy impact test, cracking, cold cracking, notch.

Összefoglalás

Az anyagok szívós rideg viselkedése nem csupán a kémiai összetétel és a szerkezet függvénye. Gyakran küldő állapotátározók is befolyásolják a repedésképződési folyamatot. A hegesztett szerkezetek esetében pedig még az anyag jellemzőin kívül figyelembe kell venni a technológia hatását is.

Kulcsszavak: Charpy vizsgálat, repedés, hidegtörés, bemetszés.

1. Bevezetés

Mindenki által ismert katasztrófák, mint a Titanic vagy a Liberty hajók és számos acélszerkezet tönkremenetelét okozta ridegtörés. Ebben a dolgozatban áttekintést kívánok adni a ridegtörés okairól illetve elkerülési lehetőségéről, mind az anyagválasztás mind a szerkezettervezés oldaláról. Továbbá a teljesség igénye nélkül vizsgálni kezdem az acélok mikroszerkezetének ridegtörési hajlamra gyakorolt hatását és az egyes szövetszerkezetek valamint a fázisátalakulások kialakulását okozó hatásokat.

Végül pedig arra teszek kísérletet, hogy a szerkezetek biztonságos üzemelése érdekében betartandó szabályokat és technológiai követelményeket igyekszem összefoglalni.

2. Ridegtörés jelensége és okai

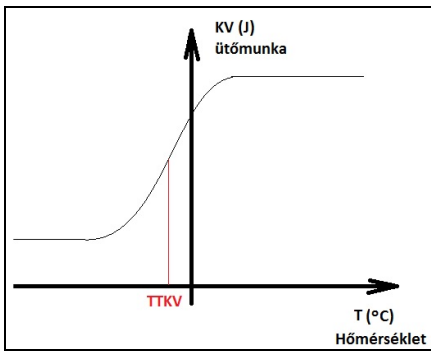
2.1. Állapothatározók

A ridegtörési káreseményeket követően a kutatók megfigyelték, hogy minden esetben a laboratóriumi vizsgálatok során kapott szilárdsági és szívóssági tulajdonságok megfelelőek voltak. A szerkezetek a megengedett terhelés alatti igénybevétel mellett mutattak ridegtöréses tönkremenetelt. Ridegtörésnek azt a töréssel bekövetkező káreseményt tekintjük, amikor a szerkezet képlékeny alakváltozás nélkül, nagy sebességgel szenved el a törést [1].

A megfigyelések azt mutatták, hogy nem az anyag kémiai összetétele felel ezért az esetekért, hanem külső hatások, melyeket állapotathatározóknak nevezünk.

2.1.1. Hőmérséklet

A káreseteknél megfigyelték, hogy a törés a laboratóriumi hőmérséklet (20°C) alatt következett be. Charpy kísérletei során a hőmérséklet hatását vizsgálta és kimutatta, hogy acélananyagok esetében a hőmérsékletváltozás hatására megváltozik a szívós rideg törési mód. Alacsonyabb hőmérsékleten ridegebb viselkedés figyelhető meg. A törési munka segítségével meghatározható az átmeneti hőmérséklet (TTKV) mely a szívós rideg viselkedés határát mutatja ($^{\circ}\text{C}$). Az átmeneti hőmérséklet felett az adott acél szívósan alatta ridegen viselkedik.



1. ábra. Charpy ütőmunka diagram, átmeneti hőmérséklet (TTKV)

Az átmeneti hőmérséklet felett az adott acél szívósan alatta ridegen viselkedik.

2.1.2. Feszültségállapot

A gépészeti gyakorlatban szállóigévé vált „éles sarok kezdő törés” arra utal, hogy a több tengelyű húzófeszültség szintén a ridegtörésnek kedvez. Ezért a szerkezettervezés során külön figyelmet kell fordítani a szerkezet geometriájának, vagyis pl. tengelyek esetében a lekerekítéseknek, hegesztett szerkezeteknél pedig a varratkereszteződések elkerülésének.

2.1.3. Alakítási sebesség

A káresetek tanulmányozása során az alakítási sebesség hatását is kimutatták. A szakító vizsgálat elvégzésénél alkalmazott

húzó sebesség például nem választható szabadon, mivel ez befolyásolná a kapott eredményt. A hidegalakítási megmunkálások esetében is lényeges a megfelelő alakítási sebesség, hiszen túl nagy sebességű alakítás a munkadarab rideg viselkedését okozná, ezzel selejtes darabok készülnének.

3. Ridegtöréssel szembeni biztonság

A szerkezetek tervezése során, tehát elsődleges, hogy azokat a hatásokat figyelembe vegyük, melyek a ridegtörési hajlámot segítik.

3.1. Anyagválasztás

A hegesztett szerkezet tervezése során az alapanyagot a mechanikai igénybevételekre és az üzemi hőmérsékletre méretezve kell elvégezni. Acélminőségek tekintetében ez azt jelenti, hogy az alacsony hőmérsékeltű alkalmazásokhoz megfelelő ütőmunkával rendelkező alapanyagot kell előírni a mechanikai tulajdonságok megfelelőisége mellett.

3.2. Szerkezet tervezése

A szerkezet tervezése során igen fontos, hogy a varratkereszteződéseket (2. ábra), a feszültséggyűjtő helyeket elkerüljük. A varratok kezdete és vége is jelenthet veszélyforrást, ha azok kritikus igénybevételnek vannak kitéve.



2. ábra. Szolnoki híd varratkereszteződés

3.3. Mikroszerkezet

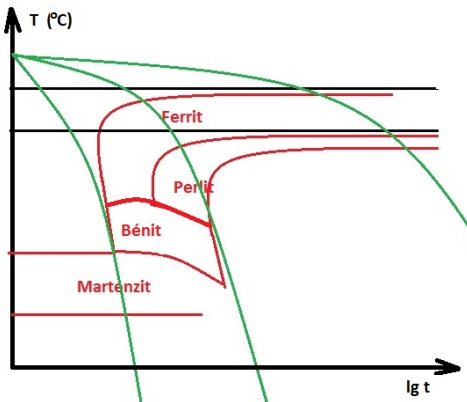
Az anyagok tulajdonságait a kémiai összetételük és a szövetszerkezetük határozza meg. A terhelések elviselésére megfelelően kiválasztott anyag azonban a szerkezetépítési technológia hatására megváltoztathatja mikroszerkezetét és bizonyos esetekben akár kémiai összetételét is.

Például a magas hőmérsékleten üzemelő acélok esetében különböző kémiai folyamatok hatására létrejövő dekarbonizáció vagy éppen cementálódás esetleg oxidáció, stb következhet be. Ezek a folyamatok az anyag kémiai összetételének megváltozását okozva változtatják meg a mechanikai tulajdonságokat is.

A mikroszerkezetet megváltoztathatja pl. a képlékeny hidegalakítás (alakítási martenzit), a hegesztés során bevitt hő hatása (szemcsedurvulás, kiválások, martenzites átalakulás, stb.) vagy a radioaktív sugárzás mely a kristályrácsban okozhat változást.

Mikroszerkezet változását okozhatja a hegesztett szerkezet esetén a bevitt hő és az ezt követő gyors hűlés.

A folyamatos hűtési diagramon (3. ábra) a hűtési sebesség hatása látszik egy adott alapanyag esetében.



3. ábra. Folyamatos hűtési diagram ötvözetlen hipoeutektoidos acélra

Túl gyors hűlés a hőhatásövezetben martenzites átalakulást okozhat, mely rideg, képlékenységet nem mutat, így repedés és törés kiinduló pontja lehet. A gyors hűlést okozhatja a hegesztett szerkezet falvastagsága miatti jelentős hőelvonás vagy az ötvözők hatása miatti akár lassabb hűlés esetén bekövetkező beedződés.

4. A mikroszerkezet átalakulásának elkerülése

A mikroszerkezet átalakulásának elkerülésére több módszer ismert a hegesztett szerkezetek esetében. Az előmelegítéssel a varrat és a hőhatásövezet hűlési sebességét tudjuk mérsékelni. Valamint a szénegyenérték meghatározása is elengedhetetlen, ebből lehet következtetni, a rideg szövetelem megjelenésének valószínűségére.

Széleskörben ismert szénegyenérték összefüggés az alacsony ötvözöttségű acélokra [1]:

$$CE_{Breadstra} = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr+Mo+V}{10} \quad (1)$$

Azonban jelenleg a különböző acélcsoportok esetében ajánlott összefüggések száma meghaladja a 40-et.

Hogy melyik összefüggés kerül alkalmazásra azt a tervező dönti el. Ezekből az összefüggésekből a hegesztési technológia egyik fontos paraméterét határozhatjuk meg, az előmelegítési hőmérsékletet. Sok esetben tapasztalati úton adnak meg előmelegítési hőmérsékletet, mely nem biztos, hogy optimális.

Emellett nem elegendő csupán a szénegyenérték meghatározása, hiszen az előmelegítési hőmérséklet meghatározása ennél sokkal komplexebb feladat.

4.1. Séférián módszer az előmelegítési hőmérséklet meghatározására

Jól alkalmazható a Séférián féle összefüggés és diagram az előmelegítési hőmérséklet meghatározására.

Séférián szénegyenérték [1]:

$$CE_{Séférián} = C + \frac{Mn + Cr}{9} + \frac{Ni}{18} + \frac{7Mo}{90} \quad (2)$$

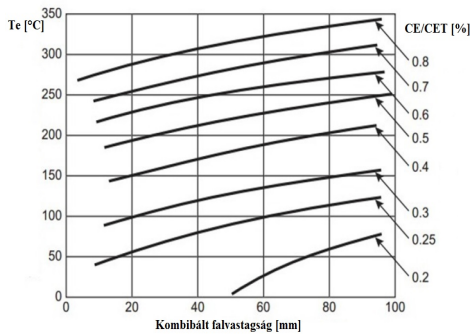
Falvastagsággal korrigált összefüggés:

$$CeC = Ce(1 + 0,005e) \quad (3)$$

Előmelegítési hőmérséklet Séférián szerint:

$$Te = 350\sqrt{CeC - 0,25} \quad (4)$$

Az előmelegítési hőmérséklet meghatározható grafikus úton is az alábbi Séférián diagram alapján is.



4. ábra. Séférián diagram az előmelegítési hőmérséklet meghatározására [1]

4.2. IIW módszer az előmelegítési hőmérséklet meghatározására

Az előmelegítési hőmérséklet meghatározásának egyik módszere kapcsolatot teremt a szénegyenérték (1) és az előmelegítési hőmérséklet között. Az egyik legelterjedtebb képletet az International Institute of Welding (IIW), azaz a Nemzetközi Hegesztési Intézet fogadta el 1968-ban [2]. Szénegyenérték, mely 0,05...0,25% széntartalom között használatos:

$$CE_{IIW} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (5)$$

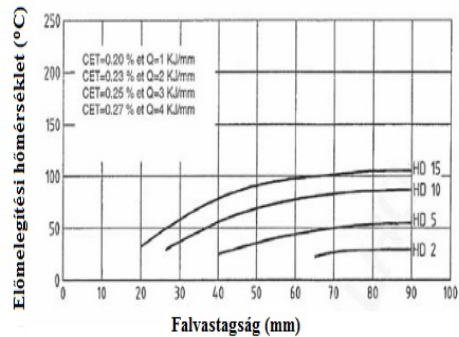
CE= 0,3...0,7% tartományban érvényes. Ha CE értéke meghaladja a 0,45%-ot előmele-

gítés alkalmazása szükséges a hidegrepedés elkerülésére.

A másik képlet az MSZ1011-2 szerinti, Uwer-Höhne-től származó összefüggés (CET) alkalmazható C=0,05...0,32% és magasabb ötvöző mennyiség mellett (Mn<1,9%, Cr<1,5%).

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40} \quad (6)$$

CET=0,2...0,5% tartományban érvényes.



5. ábra. CET előmelegítési hőmérséklet meghatározása [3]

5. Következtetések

Összefoglalva tehát elmondhatjuk, hogy a szerkezetek ridegtöréssel szembeni ellenállását akkor tudjuk garantálni, ha a tervezés és méretezés során figyelembe vesszük a ridegtörést okozó hatásokat.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] M. Jean Claude TÊTOT: *Métallurgie du soudage 1ère année BTS*, Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, 2011
- [2] Dr. Szunyogh László: *Hegesztés és rokon technológiák kézikönyv*, Gépipari Tudományok Egysület 2007.
- [3] Palotás B., Gyura L.: *A hegesztési hőbevitel meghatározása ötvözetlen és gyengénötvözött acélok esetében a hidegrepedés elkerülésére*, Hegesztéstechnika, III. évf. 4. szám (1992/4.) p. 13-17.