

HÍDÉPÍTÉS

Hidak hibái, károsodásai 1.

8 előadás

.

Hidak hibái és ezek okai

Tervezési hibák

- Szerkezettervezési hibák
- Nem megfelelő dilatációs szerkezetek
- Kinematikai terhek hatásainak nem megfelelő figyelembe vétele (pl. hőmérséklet változás, támaszsüllyedés)
- A túlzott takarékosagra ösztönző előírások kihasználása a szélső határig
- Ismeretek hiánya egyes új szakterületeken (pl. új anyagok használata)
- A víz elleni védelem elhanyagolása, rossz kivitelezése
- A fenntartás elhanyagolása, nem megfelelő kivitelezése
- Nem elég részletes technológiai utasítások

Kivitelezési hibák

- Nem megfelelő méretek (pl. alaptest)
- Nem megfelelő minőség (pl. kis betonszilárdság)
- Betonbedolgozási és injektálási hiányosságok
- Saruk, dilatációs szerkezetek pontatlan elhelyezése
- Szigetelések, burkolatok, munkahézagok hibái.

Fenntartási hibák

- A tisztántartás elmulasztása (pl. saruk mozgását akadályozó szennyeződés)
- A tervszerű megelőző karbantartás elmulasztása.

Rendellenes igénybevételek

- Téli sózás hatása, nemcsak a pályaszint közelében levő, hanem a pálya fölötti részekre is.
- Túlterhelés sok közepesen, vagy egy-egy különösen nehéz járművel
- Járművek ütközése a híd szerkezeti részeihez

Károsodások megjelenése

Vasbeton szerkezetek

- Betonkorrózió
- Acélbetétek korróziója
 - = hosszanti repedések az acélbetétek mentén
 - = betonfedés leválása
 - = acélbetétek keresztmetszetének csökkenése
- Felületek átázása (mész kiválás, cseppkövek, repedések)













Vasbetonszerkezetek korrózió okozta állapotromlási folyamatai

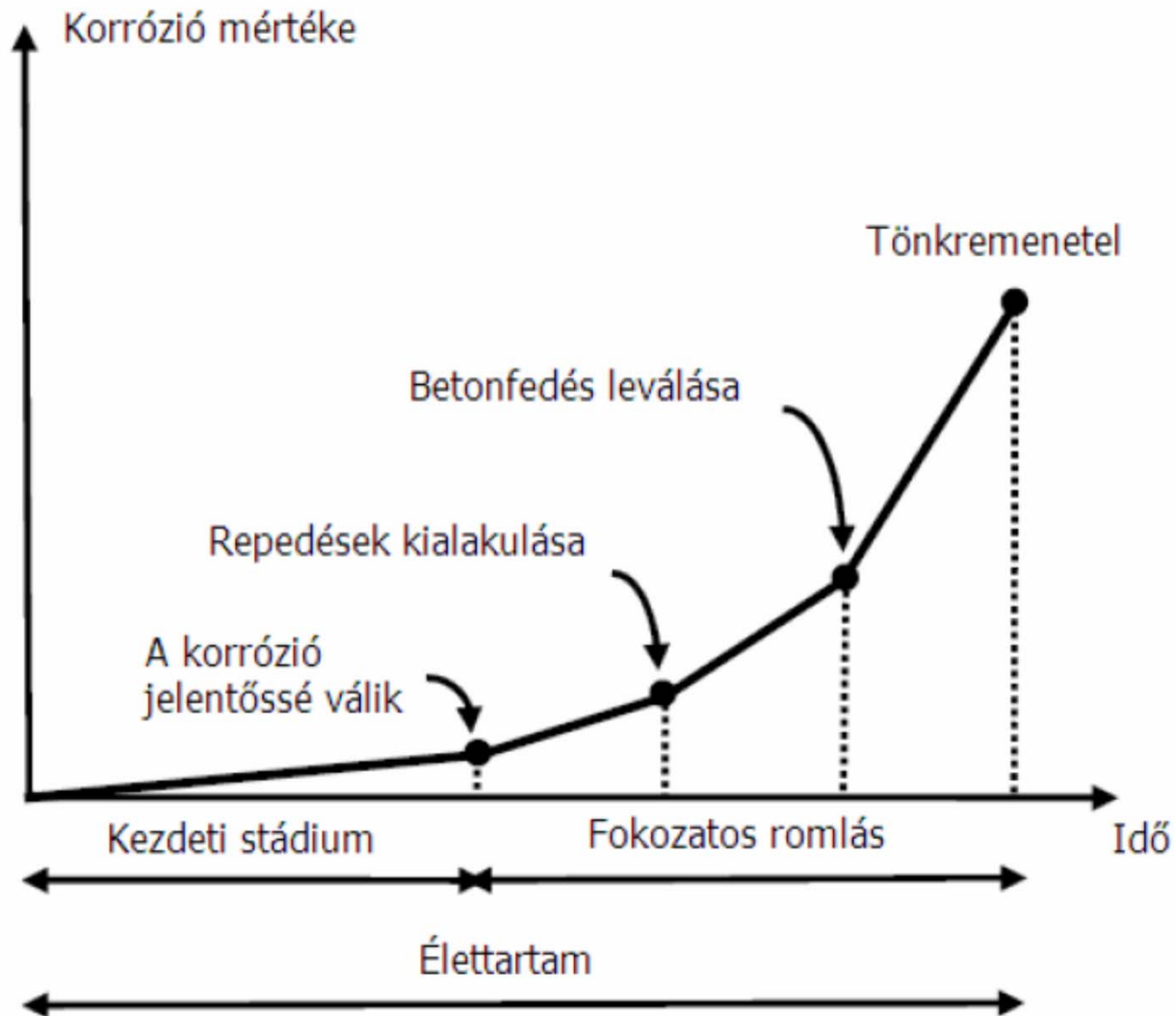
A vasbetonszerkezetek korrózió miatt bekövetkező állapotromlási folyamatát két részre lehet bontani a szerkezet élettartamán belül:

- A kezdeti stádium, amikor a korróziónak még nincs számottevő hatása
- Fokozatos leépülés attól a ponttól kezdődően, mikor a korróziónak már jelentős a hatása

A fokozatos leépülés állomásai:

- A korróziós hatás jelentőssé válik
- Repedések kialakulása
- Betonfedés leválása
- Tönkremenetel

Vasbetonszerkezetek korrózió okozta állapotromlási folyamatai az idő függvényében



A vasbetonszerkezetek elhasználódását okozó hatások

A vasbetonszerkezetek elhasználódását többféle környezeti hatás okozhatja. Ezek a hatások egyaránt lehetnek vegyszeri és fizikai hatások, melyek külön-külön és egyidejűleg is bekövetkezhetnek.

A betonkorrózió a beton fizikai, kémiai, vagy biológiai hatásokra bekövetkező károsodása, amely általában az anyag élettartamának csökkenéséhez vezet.

A betonkorrózió fajtái:

- Vegyszeri hatások miatt bekövetkező korrózió
- A beton karbonátosodása
- Fizikai hatások okozta korrózió

Vegyszeri hatások miatt bekövetkező korrózió

A különböző folyamatok közös jellemzője, hogy a vegyszeri anyagok a cementkővel lépnek reakcióba és emiatt korrodálódik a beton.

A betonromboló hatás nagysága a következőktől függ:

- A betont érő oldat mennyisége
- A beton hőmérséklete
- A folyadék betonba hatolásának mértéke

A vegyi hatások miatt bekövetkező korrózió típusai:

- Kilúgozási korrózió
- Cserebomlási korrózió
- Savkorrózió
- Lúgkorrózió
- Szulfátos korrózió

Kilúgozási korrózió

A lágyvíz a portlandcementből készült betonból kioldja a szabad meszet és a pH csökkenés révén a beton szilárdsághordozó vegyületeinek, a kalcium-szilikáthidrátok és a kalciumalumináthidrátok bomlását segíti elő. A szilárdsághordozó alkotóelemek kioldódásának következtében a cementkő stabilitása csökkenni kezd, míg megszűnik. A kilúgozódás miatt a beton korrózió elleni első védvonal, a beton lúgossága megszűnik.

Cserebomlási korrózió

Cserebomlási korrózió akkor jön létre, ha a betonra ható víz oldott sókat is tartalmaz. Az *ammóniumsók* és a *magnéziumsók* a betonra azért veszélyesek, mert a cementkőben lévő kalciumvegyületeket vízzoldható sókká alakítják át. E folyamat hatására nagymértékben nő a beton porozitása.

Savkorrózió

A savak hatására a cementkő kalciumvegyületei és gélfázisa teljesen vagy részlegesen feloldódnak. A savak a beton felületén lévő karbonátos réteget feloldják, ezáltal a mész kilúgozódását megkönnyítik. A savak feloldják a cementkő alkotórészeit és oldható sókat képeznek.

Lúgkorrózió

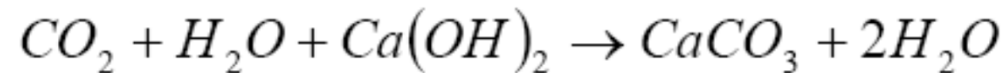
A betont a cement lúgos kémhatása miatt kis koncentrációjú lúgoldatok nem károsítják. Komolyabb károsodást a tömény lúgoldatok képesek okozni.

Szulfátos korrózió

A szulfátos korróziót, vagy ún. „szulfátduzzadást” a nagy szulfáttartalmú talajvizek, szennyvizek okozzák. A szulfátos oldatok jól nedvesítik a betont, a cementkő alumínátjaival reakcióba lépnek és egy nagyobb térfogatú vegyület képződik. Ezt a vegyületet nevezik cementbacilusnak, amely a térfogatnövekedés (duzzadás) miatt roncsolja a betont.

A beton karbonátosodása

A karbonizációs folyamat az, amikor a levegőben található CO₂ a kapillárisokon keresztül behatol a nedves betonba, ott szénssavvá egyesül és a kalciumhidroxiddal semleges kalciumkarbonáttá alakul.



A karbonizációs folyamat jól látható jele az ún. *mész kivirágzás*.

A kémiai reakció eredményeképpen a beton kezdeti 12 – 14 pH körüli lúgos kémhatása kívülről befelé haladva fokozatosan leépül. A karbonátosodás sebessége a következőktől függ:

- A levegő nedvességtartalmától
- A levegő CO₂ tartalmától
- A beton korától
- A betonfedés vastagságától

Ha a karbonizáció elég mélyre hatol a betonban és eléri az acélbetéteket, azok a levegő nedvességtartalma miatt korrodálódni kezdenek.







Fizikai hatások okozta korrózió

Fagykár

A beton repedésein bejutó víz a megfelelő hőmérsékletre lehűlve kristályosodni kezd, megfagy. A fagyási folyamat közben cseppfolyós halmazállapotból szilárd állapotba kerül, térfogata megnövekszik. A térfogatnövekedés folytán, ha a betonban nem tud akadálytalanul terjedni, szétrepesztí azt.

Olvasztósó, sóoldatok okozta károsodások

A téli időszakban a betonfelületek eljegesednek, ezért a jegesedés megszüntetésére sózást használnak. A téli sózás összefüggésben van az előző pontban említett fagykárral, mert ha az előzetesen felfagyott szerkezeteket sózzák, a sóoldatok a beton belsejébe jutnak, a fagyás miatt létrejött repedéseken keresztül.

A betonfelületek téli sózása más szempontból is káros, mert a betont hősokk éri, mivel a jég felolvasztásához szükséges hő a betonból vonódik el. Ez a hirtelen, nagymértékű lehűlés akár 15-20 °C is lehet. Ez a hirtelen lehűlés a felületi beton és a magbeton között húzó és nyomófeszültségeket eredményez, melyek hatására mikrorepedések, felületi leválások alakulhatnak ki.

Egyéb hatások

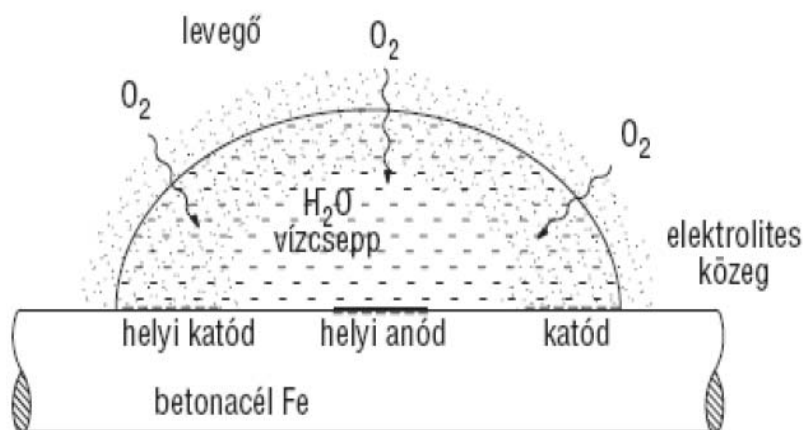
A fizikai hatások közé tartoznak még a rendkívüli terhek általi elhasználódás és a növények fizikai-biológiai repesztő hatása is.



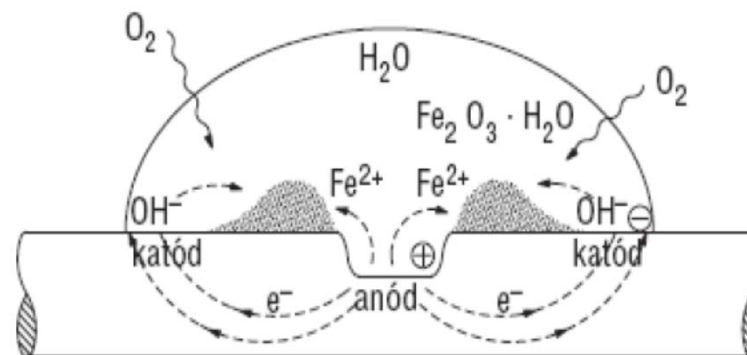
A betonacélok korróziós folyamatai

Elektrokémiai korrózió

A betonacélok korróziója már a beépítés előtt megkezdődik, a betonacélok szabad levegőn tárolása miatt. Az atmoszferikus hatások eredményeképpen az acélbetétek felületén oxidréteg alakul ki, ez a fémeknél előforduló leggyakoribb korróziós hatás. A betonacélok oxidációs folyamata elsősorban a felületen játszódik le, mert a korrózió mélyebb rétegekbe való behatolását maga az oxidálódott réteg akadályozza meg.



- Koncentrációs elektrokémiai cella (lokálemek) kialakulása szabad levegőn



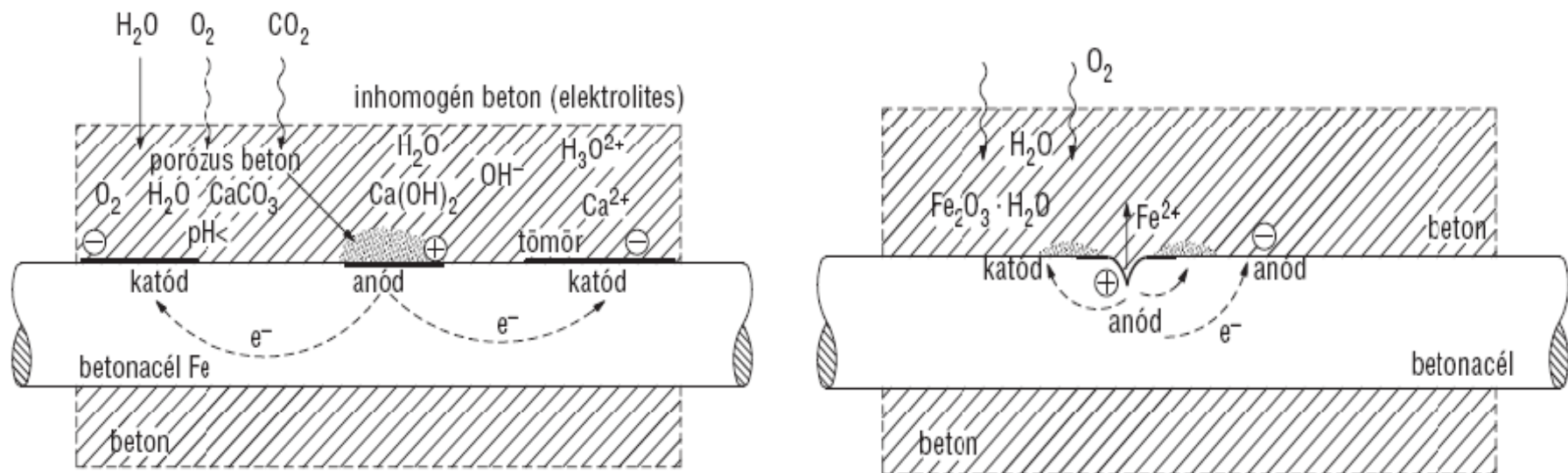
4. ábra – Az elektrolitban végbemenő ionáramlás

Betonacél korróziója a betonban

A beton légszáraz állapotban is tartalmaz mintegy 2 térfogat % nedvességet, ez az úgynevezett pórusvíz. A pórusvíztartalom miatt a beton a betonacélnak elektrolitos környezetet biztosít.

A betonban végbemenő korróziós folyamatokat nagymértékben korlátozza:

- a beton tömörsége
- a beton lúgossága
- a betonfedés megfelelő vastagsága

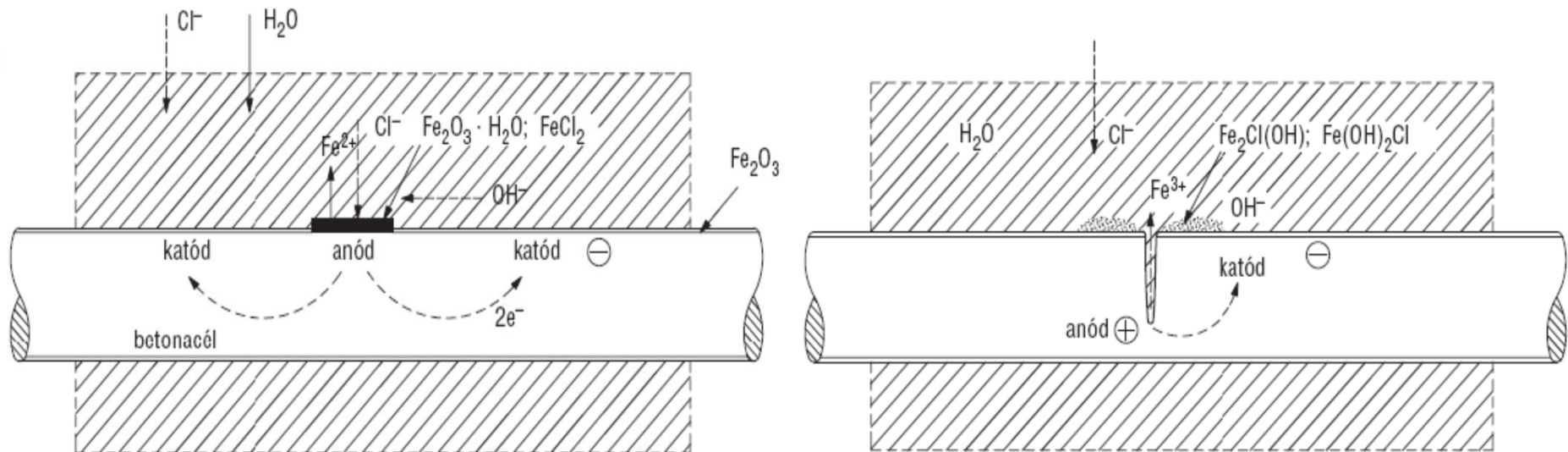


Koncentrációs elemek kialakulása a betonacél felszínén, betonban

Betonacél korróziója a betonban kloridion jelenléte esetén

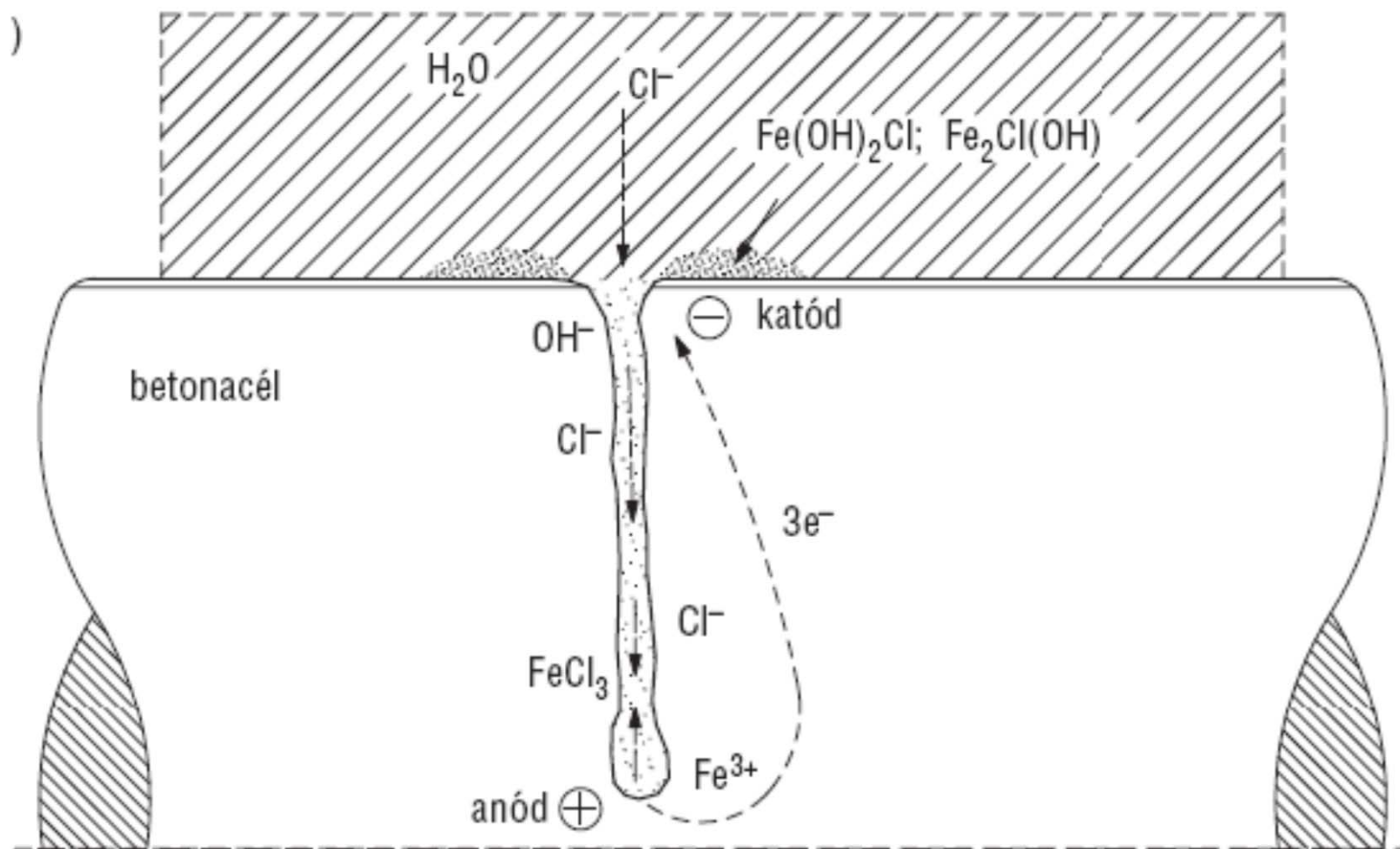
Ha a korróziós folyamatnál a kloridion jelen van, különösen intenzíven játszódik le. A kloridion többféleképpen juthat el a betonacélok felületéig.

Ez a folyamat igen könnyen végbemegy, mert a kloridion sokkal agresszívabb, mint az oxigén.



Kráterszerű lyuk képződése az anódos helyen

A korróziós folyamat igen intenzíven halad előre (a kloridion agresszivitása miatt), kráterszerű, kis alapterületű lyuk és viszonylag kevés rozsdá képződik az anódos helyen.



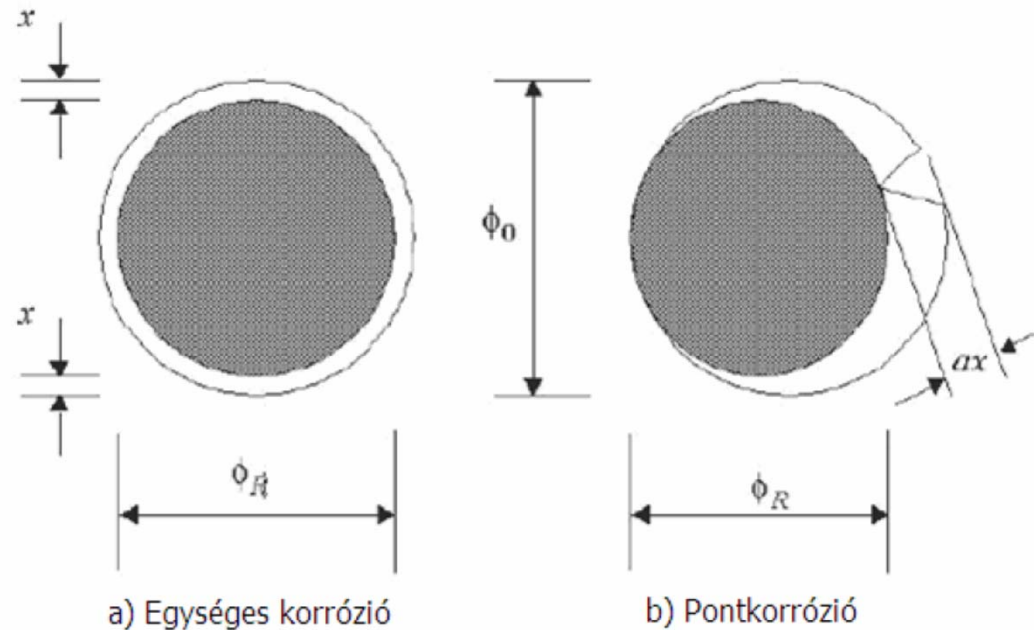
Az anódos korrózió a betonacél mélységében megállíthatatlanul folytatódik

A betonacél korróziós folyamatának modellezése, hatása a teherbírásra és a használhatóságra

A korrózió hatásai:

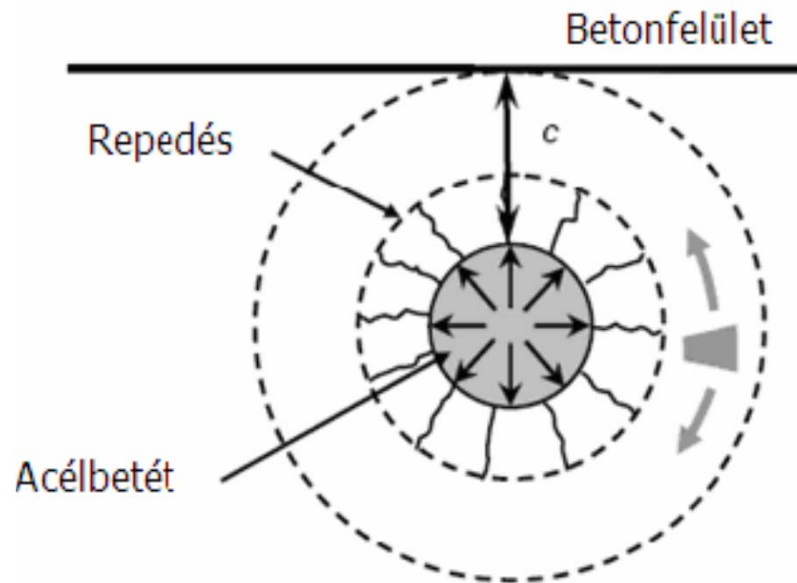
- Keresztmetszet csökkenés a rozsdásodás miatt
- Mikrorepedések kialakulása a korróziós melléktermék (rozsdá) miatt, a repedés a korrózió előrehaladtával fokozatosan nyílik
- Betonfedés leválása a rozsdá acélnál nagyobb térfogata miatt
- Tapadás lecsökkenése a bordák eltűnésével, kihúzódás jön létre

Keresztmetszet csökkenés



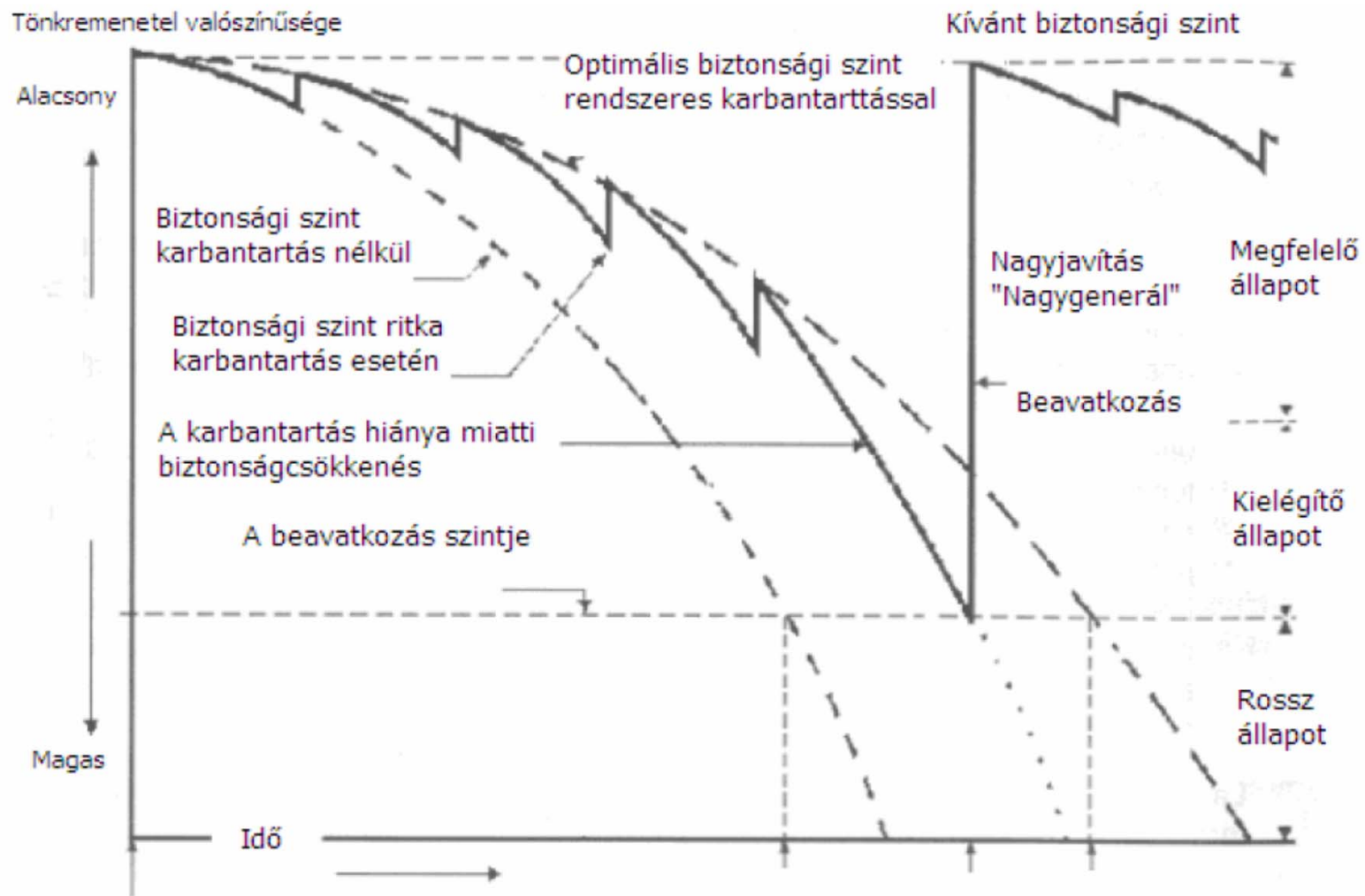
Repedések kialakulása, betonfedés leválása

A beton repedéseinek kialakulása annak a folyamatnak az eredménye, hogy a képződött rozsdaterfogat többször nagyobb, mint az acélterfogata. Ez a térfogatnövekedés sugárirányú nyomást okoz az acélbetétet körülvevő betonra és húzó igénybevételnek teszi ki azt.



A betonra ható sugárirányú nyomás a betonacél rozsdásodása miatt

A várható élettartam megállapítása



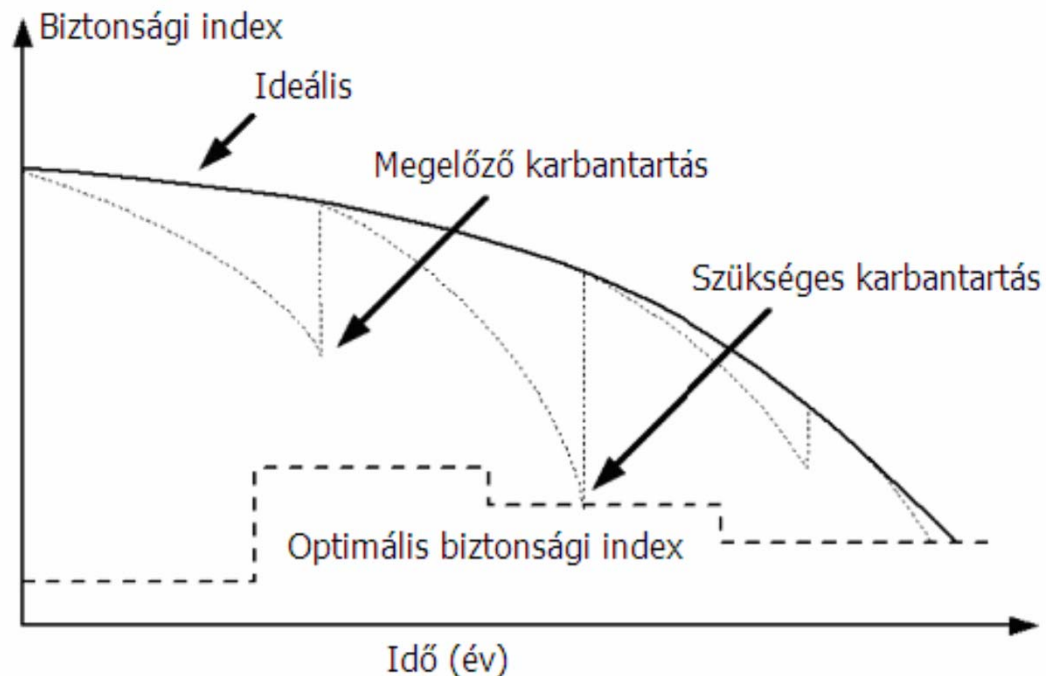
16. ábra – A szerkezet megbízhatóságának időbeli alakulása

Általánosságban a biztonságon a szerkezet azon képességét értjük, hogy a tervezett élettartamon belül a szerkezettel szemben támasztott követelményeket egy adott p kockázattal teljesíti. A kockázat az előírt követelmények nem teljesülésének (azaz a nem kívánt állapot kialakulásának) valószínűsége.

Optimális biztonsággal megépített szerkezet biztonsága: $M = (1 - p)$

Egy építmény különböző elemeinek biztonsága különböző, attól függően, hogy a nem kívánt állapotok létrejötte milyen mennyiségi és minőségi veszteségekkel jár.

Beavatkozási fajták és a biztonsági index kapcsolata



A szerkezetre fordítandó költségek a szerkezet élettartamának bármely szakaszában csökkenthetők:

Tervezés	(Olyan elemek betervezése, melyek nem igényelnek bonyolult karbantartást, vagy rendszeres laboratóriumi vizsgálatot)
Kivitelezés	(Anyagminőségek ellenőrzése, kivitelezési fegyelem növelése)
Felülvizsgálat	(Megbízhatóbb szerkezeti vizsgálatok, több vizsgálat kombinációja a hatékonyság érdekében)
Karbantartás	(Körütekintőbb karbantartás, ezzel az aktív élettartam meghosszabbítása)
Vezetés, menedzsment	(Fontossági szempontok alapján történő értékelés, kiválasztás)