

VASBETONSZERKEZETEK DIAGNOSZTIKÁJA

Boda István

BsC hallgató

Debreceni Egyetem, Műszaki kar, Építőmérnöki Tanszék, 4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.
stani89@freemail.hu

Pankhardt Kinga

főiskolai docens

Debreceni Egyetem, Műszaki kar, Építőmérnöki Tanszék, 4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.
kpankhardt@yahoo.com

Kovács József

műszaki oktató

Debreceni Egyetem, Műszaki kar, Építőmérnöki Tanszék, 4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.
j.kovacss@gmail.com

Almássy Piroska

szakértő

almassy.piroska@technowato.hu

Összefoglalás

Építész hallgatóként fontosnak tartom a meglévő műtárgyak, épületek állapotvizsgálatát. Hiszen a meglévő építmények felújítása építészmérnökként feladatunk lehet. A dolgozatomban a Debreceni Vízmű Rt. szennyvíztelepének DORR II előülepítő medence hengerfalának állapotvizsgálatát végeztem el. Az Eurocode 2 és MSZ szabványok követelményei szerint az egykor tervezett betonminőség ma már nem is használható szerkezeti betonokhoz továbbá a terveken előírt betonfedés sem védte meg a betonacélokat a korróziótól.

Kulcsszavak: korrózió, állapotvizsgálat, betonminőség

Abstract

As an architect engineer student, I think it is important to reconsider the state of the buildings and engineering works during their lifetime. It can be the architect's role to contribute to the renovation of an existing building. During my study I investigated sewage farm of Debrecen, operated by Debrecen's Waterwork Company, where I investigated the wall of DORR II settling pan. Based on my studies and in situ tests the following conclusions can be drawn: the concrete planned earlier and inspected again with the use of the Eurocode 2 and the MSZ standard must not be used nowadays as a structural concrete and furthermore the concrete structure is no more protected against corrosion.

Keywords: corrosion, reconsider the state, concrete quality

1. Bevezetés

A fokozottan agresszív környezeti hatásoknak kitett épületek, műtárgyak esetén a korrózió veszély nagyobb. A vasbetonszerkezetekhez felhasznált beton, ezen belül elsősorban a cementkővet, korróziós folyamatok rombolják, az idő az idő előrehaladásával egyre erősödő degradációt idézve elő. A 30-40 éve nem voltak szigorú tervezési szabályozások illetve a használt anyagminőségek sem összemérhetők a manapság használtakkal. Az 1980-ban hatályba lépő MSZ 4719 [1], MSZ 4720 [2] alapján alkalmazott betonminőségek az EUROCODE2 szerint legtöbbször besorolhatatlanok szerkezeti betonként.

2. Vasbetonszerkezetek vizsgálatának tényezői

Vasbetonszerkezetek állapotvizsgálatakor tisztában kell lennünk az adott szerkezet minőségével, a rá ható környezeti feltételekkel, vizsgálati lehetőségeinkkel illetve a hozzáférhető műszaki adatokkal. Ismernünk kell a jelenlegi és a szerkezet tervezésekor életben lévő szabályozásokat. Mindezek tudatában tudunk teljes értékű megállapításokat tenni egy-egy műtárgy állapotáról.

2.1 Beton tartóssága

A beton pórusossága nagymértékben összefügg a beton tartósságával. A pórusokban a víz telítődhet, megfagyhat, ami a beton károsodásához vezet, illetve nagyobb pórustartalom esetén kisebb szilárdságot érhetünk el. Megkülönböztetünk gélpórusokat – cementgélben lévő, kapillárispórusokat – keverővíz eltávoztása által alakulnak ki, illetve légpórusokat – beton szövetszerkezeti hiányosságok. [1]

A cementkő pórusszerkezete a víz-cement tényezőtől, utókezelés mértékétől, valamint a cementfajtától függ. Ez együtt a cementkő permeabilitásával fejezhető ki.

A karbonátosodás mélysége nagymértékben függ a **víz-cement tényezőtől**, ami a porozitást juttatja kifejezésre. Nischer [3] kísérletei szerint a karbonátosodás mélysége egyébként azonos feltételekkel - 0,5 víz-cement tényező esetén kb. fele, 0,4 víz-cement tényező esetén kb. negyede a 0,7 víz-cement tényezővel kapott átlagértéknek.

A beton időbeni stabilitását nagyrészt annak köszönheti, hogy a cement szilárdulása során keletkező $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (mész) 12 - 14 pH-jú lúgos környezetet hoz létre. Korrózió azáltal is végbemehet, hogy az egyes tényezők hatására ez a betonlúgosság 9pH érték alá csökken.[4], [5]

2.2 Betonacél korróziójának feltételei

Az acélbetét korróziójának két feltétele van: (1) korrózióra hajlamos anyag, (2) megfelelő környezet.

A betonacél tisztán mechanikai követelményeknek megfelelő tömegacél, hiányzik belőle a metallurgikus tisztaság, valamint hiányoznak belőle az acél elektrokémiai-lag nemesebbé tevő ötvözők is. A *betonacél* tehát *hajlamos a korrózióra*.

Három környezeti feltételnek kell teljesülnie, hogy a korrózió létrejöjjön:

a) Alapvető feltétel, hogy a **beton elveszítse erős bázikus védőhatását** a betonacél környezetében. Ez általában karbonátosodás által megy végbe. De bekövetkezhet hosszú idejű vízátszivárgás által is, amely kioldja a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ot.

A cementkő karbonátosodása hatására a beton pH-ja körülbelül 12,6-ról 8-9-re csökken. Ha a karbonátosodás zónája elérte a vasalást, akkor az acél felületén a nagy pH miatt kialakult passzív réteg felbomlik és a beton nem nyújtja többé azt a korrózióvédelmet, amit tőle elvárunk.

b) A második környezeti feltétel a **beton elektromos vezetőképessége** (ill. kis elektromos ellenállása) A beton fajlagos elektromos ellenállása lényegében a beton víztartalmától és ionkoncentrációjától függ.

c) A harmadik környezeti feltétel az **oxigénnek az acélbetéthez jutása**, amely függ betonfedés vastagságától, tömörségétől és víztartalmától. Amíg betonfedés 20 mm-ről 50 mm-re nő, addig az oxigéndiffúzió kb. egytizedére csökken.

Összefoglalva a 3 feltételt:

- CO_2 megszünteti az acél passzivitását karbonátosodás által;
- vízben oldott ionok, így általában a víz, a betont elektromosan vezetőképessé teszik és részt vesznek a rozsdaképződésben;
- oxigéndiffúzió szükséges az acél korróziójához, a rozsdaképződéshez.

A depassziválás tehát csak alapfeltétele a korrózióknak, de a folyamat csak a víz és az oxigén odajutásával indul meg.

Legnagyobb a korrózió veszélye, ha száraz és nedves közeg váltakozva lép fel. Ekkor két környezeti feltétel váltakozik – kis elektromos ellenállás, oxigén acélbetéthez jutása.[6]

2.3 Diagnosztikai lehetőségek

Ahhoz, hogy a korrózió mértékét illetve annak szerkezetkárosító hatását felmérhessük, a szerkezeteket diagnosztikai vizsgálatoknak vetjük alá.

Legegyszerűbb és kézenfekvőbb eszköz a szemrevételezéses vizsgálat, leginkább a nagymértékű korrózió okozta látványos állapotromlásokat tudjuk megállapítani.

Pontos eredményeket kaphatunk például kémiai vizsgálatok során. Ebből meg tudjuk állapítani:

- a tervezett betonreceptúrától való eltérést

- a szennyezőanyagok mennyiségét illetve milyenségét (akár a környezeti osztályba sorolás megfelelését is tudjuk ellenőrizni)
- elektromos vezetőképesség helyszíni mérése Canin géppel
- pH érték megállapításával tudunk következtetni a karbonátosodás mértékére illetve átszivárgó anyagok kilúgozási intenzitására

Szilárdság megállapítására alkalmazhatunk roncsolásos (pl.: fűrt magminta) és roncsolásmentes (Schmidt – kalapács, ultrahang) vizsgálatokat.

Vizsgálataink során volt alkalmam alkalmazni a Schmidt – kalapácsos (1. ábra) roncsolásmentes szilárdságbecslő vizsgálatot végeztünk. Bár e mérési módszer eredményeit befolyásolja a vizsgált szerkezet kora (karbonátosodás mértéke), így csak durva becslésre használhatók az eredmények. Mivel roncsolásos (pl.: fűrt magminta vételére) vizsgálatra nem volt lehetőség, - működő műtárgy esetén – így biztonsággal becstük meg a tájékoztató szilárdságtani értékeket [7], [8].



1. ábra. N-típusú Schmidt – kalapács



2. ábra. Ferroskan

3. Esettanulmány

Esettanulmányunkat a Debreceni Szennyvíztelep II. számú DORR medencéjén (3. ábra) végeztük el. Vizsgálatainkat az előülepítő medence terveinek és műszaki leírásának a felkutatásával kezdtük.

A műtárgy fontosabb műszaki adatai:

Falvastagság: 25 cm

Betontakarás: 22 mm

Betonminőség: B 200/150 – 24/KK

Felületképzés: vízzáró kiegyenlítő simítás



3. ábra. DORRII-es előülepítő medence

3.1. Vizsgálatok

Helyszíni vizsgálatainkat *szemrevételezéssel* kezdtük. Az előülepítő medence körbejárása során a következőket tapasztaltuk (4. ábra):

- porózus, fészkés betonrészek;
- levált betontakarást a medence konzolos járófelületének alsó részén illetve a hengerfal belső felületének felső 60-70 cm-én;
- mészkivirágzások, cseppkőképződések az oldalfalon illetve a konzol alsó felületén
- rozsdafoltok az oldalfalon.



4. ábra. Porózus beton, levált betontakarás, mészkő

Szilárdságbecslési vizsgálatunk eszköze az N-típusú *Schmidt – kalapács* volt (ld. 1. ábra). 6-6 mérési helyen olvastam le visszapattnási értékeket a hengerfal külső-, illetve a fal belső, felső betontakarás nélküli 60-70 cm-es részéről. Mérési helyenként 12 visszapattnási értéket jegyeztünk fel, ezekből a szélső értékeket elhagyva 10 adatot használtunk fel a kiértékeléshez.

A betonfelület mérhető 90%-án 30 betonacél felett olvastunk le a betontakarás nagyságát *Ferroscon-nel* (ld. 2. ábra).

Az előülepítő falának külső felületéről lehasított betondarabokon a Technowato cég végeztetett *laboratóriumi kémiai vizsgálatokat*, melyek eredményeit a rendelkezéseimre bocsátotta.

A: világosszürke, nagy szilárdságú és tömörségű, melynek pH értéke 7,5

B: sötétebb szürke, kisebb szilárdságú (jól aprítható), erősen pórusos, melynek pH értéke 6,2.

3.2. Az eredmények kiértékelése

Szemrevételezéses vizsgálat értékeléseként elmondható:

- A porózus, fészkes beton a nem megfelelő bedolgozásra és kicsi permeabilitásra vezethető vissza.
- Rozsdafoltok illetve a levált betondarabok a nem kellően tömör és vízzárú betonra utalnak. A betonrészek leválása az acélbetét rozsdásodásának a következménye, mely során a rozsdásodó acél 6-8-szoros térfogat növekedésen megy keresztül.
- A betonfedés nélküli acélbetétek a rossz kivitelezésnek tudható be, például zsaluzási a pontatlanságnak
- A második és harmadik környezeti feltétel (a kis elektromos ellenállás, nedves közeg által és az oxigén betonacélhoz jutása) váltakozva van jelen. A porózus betonban a váltakozó nedvesség miatt nem is maradt betontakarás ezeken a szakaszokon.
- A mészfoltok, a mészkivirágzás és a cseppkövek a nem kellően tömör és vízzáró betonra, a hibás vagy hiányzó szigetelésre vezethető vissza.

A szilárdságbecslő vizsgálat értékelése során a hengerfal külső felületén mért átlagszilárdság $13,70 \text{ N/mm}^2$, a belső felület átlagszilárdsága $6,20 \text{ N/mm}^2$.

A betonacélok helyének és átmérőjének vizsgálat eredményeként elmondható, hogy a hengerfal vasalásának átmérője és elhelyezése a vasalási tervvel meggyeztek - Ø16/120. 30db mérésből 2 eredmény nem érte el az előírt 22 mm tervezett betontakarást.

A kémiai vizsgálat eredményeként elmondható, hogy mindkét betonminta teljesen karbonátosodott (vagy szulfátosodott), elfogyott a cement kötőanyagok lúgos kémhatását biztosító szabad mész Ca(OH)_2

3.3. Eurocode2 szerinti besorolás

Továbbiakban a mai követelmények szerint besoroltuk a műtárgyunkat Eurocode2 [9] alapján.

A szennyvíz ammónium tartalma 60 és 100 mg/l közötti, mely szerint XA3-as környezeti osztályba sorolható (1. és 2. táblázat).

1.táblázat Kémiai korrózió környezeti osztály – Eurocode2 részlet

6. Kémiai korrózió		
Jelölés	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a környezeti osztályok előfordulására
XA3	Nagymértékben agresszív kémiai környezet (külön táblázat szerint)	Természetes talajok és talajvíz

2.táblázat Környezeti hatás besorolása – Eurocode2 alapján

Kémiai jellemzők	XA3
SZENNYVÍZ	
NH ₄ ⁺ (mg/l)	>60 és ≥100

3.táblázat. Nem tengervízből származó kloridok által okozott korrózió Eurocode2 részlet

3. Nem a tengervízből származó kloridok által okozott korrózió		
Jelölés	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a környezeti osztályok előfordulására
XD3	Váltakozva nedves és száraz	Kloridot tartalmazó permetnek kitett hídelemek. Járdák és útburkolatok. Autóparkolók földémei.

Környezeti, kitéti osztályok meghatározása után összegeztük a betonszerkezetünk tervezési paramétereit az előírások alapján. Eszerint a minimális betonszilárdságnak C35/45-nek, a minimális cementtartalomnak 360 kg/m³-nek, maximális víz-cement tényezőnek 45%-nak illetve a minimális betontakarásnak 45 mm-nek kell lennie Eurocode2 szerint. XA3 környezeti osztály minimális betontakarásáról az Eurocode2 nem rendelkezik, viszont a Magyar szabvány [9] 45mm-t ír elő.

Az építéskor használt betonminőség megfelel a későbbi 1982-es Magyar Szabvány szerinti C12/15-ös nyomószilárdsági osztálynak, ami az Eurocode2 által alkalmazott szerkezeti betonminőségek egyikének sem feleltethető meg.

4. Összefoglalás

Az Eurocode2 környezeti osztályainak besorolása alapján az előülepítőt XD3 (Nem a tengervízből származó kloridok által okozott korrózió – váltakozva nedves és száraz), XA3(Kémiai korrózió - Nagymértékben agresszív kémiai környezet) környezeti osztályokba lehet besorolni.

A környezeti osztályok ismeretében a betonminőséget is meghatároztuk ami C35/45.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy az eredetileg tervezett B200-as minőségű beton nem felel meg a mai Eurocode2 szerinti előírásoknak, mivel szerkezeti betonként már nem alkalmazható. Ebből következik, hogy az eredeti terveken szereplő betonminőség nem alkalmas a jelenlegi elvárások szerint.

Megállapíthatjuk, hogy az 1979-ben meghatározott 22mm betontakarás sem éri el a szerkezet környezeti osztálya szerint megkövetelt 45mm betontakarás felét sem.

5. Irodalomjegyzék

- [1] MSZ 4719 Betonok, 1982, Ujhelyi
- [2] MSZ 4720 A beton minőségének ellenőrzése. 1979, Ujhelyi
- [3] Balázs György – Dr. Tóth Enikő: Beton- és vasbetonszerkezetek diagnosztikája I. 1997
- [4] Nehme S. G. (2002): „A beton porozitásának hatása a tartósságra" V. nemzetközi vasbetonszerkezet javítási konferencia, Budapest 2002. szeptember 4-5, pp. 5-14.
- [5] Nehme S. G. (2005), „A porozitás hatása a beton tulajdonságaira”, *BETON XIII. évf. 10. szám pp.3-7.* <http://www.betonujzag.hu/download/szamok/200510.pdf>
- [6] Balázs György – Erdélyi Attila – Kovács Károly: A betonacél korróziója károsító anyagok betonba hatolása nélkül. Építőanyag, 1991, 3, 82-87.
- [7] Pankhardt Kinga: Diagnosztika és eszközei 1 c. előadás 2010
- [8] Borján József: Roncsolásmentes betonvizsgálatok 1981
- [9] MSZ EN 1990 Eurocode: A tartó szerkezeti tervezés alapjai (2003. augusztus 1.-én közzétett angol nyelvű változatának 2004. év május 1.-én megjelent magyar nyelvű változata).