

AZ ÉPÍTŐIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA * 1963. 5.



**MAGYAR
ÉPÍTŐ-
IPAR**

Főszerkesztő: LUX LÁSZLÓ

A szerkesztő bizottság tagjai: Bonta József, Farkas László, Gádos Lajos, Gnädig Béla, Gyengő Tibor, Hergár Viktor, Katona József, Lévai Andor, Rudnai József

Szerkesztő: Rojkó Ervin

Szerkesztőség: Budapest, V., Deák Ferenc utca 10. Telefon: 181-041

Felelős kiadó: Solt Sándor

Kiadja: Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22.

Megjelenik havonként

Előfizetés egy évre: 72,— Ft

TARTALOMJEGYZÉK

Biczók Imre	Apár-érmes : A káros betonkorrozio megítélése	193
Medgyesi Iván	: A betonkorrozio elleni védelem új műszaki előírása ..	197
Novák András	: Ipari épületszerkezetek korrozio elleni védelme ..	202
Hunyady Domokos	Alpár-érmes : Próbacsatornák szulfáttartalmú talajvízben	206
Az egyesület hírei		214
Szablya Ferenc	: A csatornák korrozioja	215
Kovács József	: Vasbeton tartályszerkezetek védelme SiF_4 gázkezeléssel	219
Véssey Ede	: Vasbeton kémények és hűtőtornyok korrozio elleni védelme	221
Czerny Győző—Medgyesi Iván—Tóth Sándor	: Műanyagbevonatok nitrogénműtrágyagyárak felszerkezetének korrozio elleni védelmében	228
Dr. Batori Márta	: Újabb módszerek a betonszerkezetek korrozio elleni védelmében	235
Dr. Toroczky Györgyné	: Külföldi folyóiratszemle	238
Dr. Sebestyén Gyula	Alpár-érmes : Adatok a világ építőiparáról ..	240

СОДЕРЖАНИЕ

Имре Бицок	, лауреат медали Алпара : Определение вредной коррозии бетона	193
Иван Медьеш	: Новые технические предписания по защите от коррозии бетона	197
Андраш Новак	: Защита от коррозии промышленных строительных конструкций	202
Домокош Хуняди	, лауреат медали Алпара : Опытные каналы в грунтовой воде, содержащей сульфаты	206
Новости Общества		214
Ференц Сабля	: Коррозия каналов	215
Йожеф Ковач	: Защита железо-бетонных конструкций резервуаров, обработкой газом SiF_4	219
Эде Вешей	: Защита железо-бетонных труб и градирнь от коррозии	221
Дьезе Черни—Иван Медьеш—Шандор Тот	: Пластмассовые облицовки для защиты от коррозии стеновых конструкций азотно-туковых заводов	228
Д-р Марта Шатори	: Новые методы для защиты бетонных конструкций от коррозии	235
Д-р Дьердьне Тороцкаи	: Обзор заграничной литературы	238
Д-р Дьюла Шебештьен	, лауреат медали Алпара : Данные о строительной промышленности мира	240

MAGYAR ÉPÍTŐIPAR

Főszerkesztő: Lux László. Szerkesztő: Rojkó Ervin

Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, Budapest, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22.

Telefon: 113-450

Felelős kiadó: Solt Sándor

63.5., 14734 Révai Nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16.

Megjelent: 4700 példányban

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlapirodánál (Bpest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) és bármely postahivatalnál. Előfizetési díj negyed évre: 18,— Ft, fél évre 36,— Ft. Egyes szám ára 6,— Ft.

Csekkszám: 61,252, közületi: 61,066, vagy átutalás az

MNB, 8. sz. folyószáma alá.

Szórványosan már több mint száz éve foglalkoznak a beton tönkremenetelének — korróziójának — okával és annak megakadályozásával. A beton térhódítása azonban sokkal szélesebb körű vizsgálatokat követelt. Így a kutatásba bekapcsolódtak a különböző intézmények, céljuk egyrészt a beton korrózió okának megállapítása, másrészt a beton állandóságának biztosítása.

A nagyarányú kutatások következtében a főkérdések tisztázódtak, azonban a kisebb kérdésekben ma sem egészen egységesek a vélemények. Azonban az eredmények összességükben elég alapul szolgálnak ahhoz, hogy megalkothatók legyenek az országos előírások.

Ezen előírásokat mind a tervezők, mind a kivitelezők széles rétege használja. Ezért látta szükségesnek a Magyar Építőipar Szerkesztő Bizottsága, hogy a korrózió kérdésének néhány szempontját szélesebb körben ismertesse.

A káros betonkorrózió megítélése

B I C Z Ó K I M R E, Alpár-érmes

A különböző portlandcement fajtákkal készült betontestek a különböző korróziós hatásoknak, mint pl. a szulfát, sav, szénsav stb. hatásoknak nem állnak ellen. Elméletileg már a legkisebb töménységben előforduló agresszív folyadékok is káros hatásúak. Ebben az esetben azonban a bekövetkező korrózió gyakorlati szempontból az építmény használati ideje alatt káros mértékben nem jelentkezik, ezért alacsony koncentrációjuk esetén semmilyen védekezést nem írunk elő.

A nagyobb koncentrációjú agresszív közeg esetében a védelem azonban már szükséges. A megfelelő védelem előírásához elengedhetetlenül szükséges az alkalmazott cementek összetételének, a friss betonban bekövetkező változásoknak, valamint a ható agresszív anyagoknak az ismerete. Foglalkozzunk először a cement és a beton néhány tulajdonságával.

A trikalciumaluminát szerepe

Ezen szám cikkeiben (Hunyadi D., Medgyesi I.) többször előfordul a cement egyik alkotó részének, a trikalciumaluminátnak (C_3A) mint a korrózióállóság egyik fogalmának az említése. Szükségesnek látszik ezért, hogy erről, valamint a beton készítésekor lejátszódó hidratáció- hidrolízis folyamatokról néhány szóban megemlékezzünk.

A klinkerben analitikai vizsgálatokkal 4 fémoxid, nevezetesen CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 mutatható ki. Az oxidos analízis adataiból a Bogue-féle képletekkel a cement ásványi összetétele %-osan számítható. A képletekkel

a trikalciumszilikát (C_3S),
dikaliumszilikát (C_2S),
trikalciumaluminát (C_3A)
tetraalkaliumaluminátferrit (C_4AF)

%-os mennyisége megállapítható. Meg kell jegyezni azonban, hogy a klinkerben az említett ásványokon kívül, még egy üvegszerű anyag is van, amelyből a klinker gyors lehűlése következtében nem válhatnak ki az előbb említett ásványi anyagok. Minél gyorsabb a klinker lehűlése, annál több benne az üvegszerű anyag. Ennek az üvegszerű anyagnak a jelenléte a beton ásványi összetételének Bogue-féle számítását pontatlanná teszi.

Mikor R. H. Bogue a számítási képleteit felállította, még az a nézet uralkodott, hogy a klinker a már említett 4 cementásványból áll. Ma már tudjuk, hogy a trikalciumaluminát a trikalciumaluminát-ferritben és az üvegszerű olvadéokban annyira szétszlik, hogy a portlandcement-klinker végeredményben olyan kevés tiszta fázisú trikalciumaluminátot tartalmaz, hogy az utóbbi tulajdonképpen figyelmen kívül hagyandó. Ebben a kérdésben 1960-ban a Washingtoni cementkémia tárgyú Symposium is a fentemlített módon foglalt állást.

Ezen okból R. H. Bogue a képleteivel számított cementásvány összetételt „Potencial composition”-nak nevezi, hogy ezzel a C_3A számított értékét a valóságostól megkülönböztethesse. Ezt a jelölési módot ma a nemzetközi irodalom általánosan használja. A C_3A valóságos értékét a kvantitatív, röntgen vagy optikai módon határozhatjuk meg.

A Bogue-féle számításokkal kapott eredmények tehát nem felelnek meg a valóságnak. Az az egy azonban bizonyos, hogy a cementnek így kapott jellege vagy jellemzése teljesen megfelel a viselkedésének. A trikalciumaluminát számított értéke a cementnek igen jó jellemzőjét adja. Éppen ezért szükségtelen, a Bogue-féle számításoknak a

javítása vagy újabb számítási mód bevezetése, mert az új változat sem fedi majd a való tényállást.

Az esetre jellemző, hogy a legújabb amerikai cement-szabvány a számítást magát már csak jegyzetben hozza, de azért hivatkozik rá. A statisztikai vizsgálatok is azt mutatják, hogy a Bogue-féle képlet szerint számított összetételek alkalmaznak arra, hogy belőlük a korrózió veszélyre következtethessünk. A Bogue-féle képlet tehát egy dologban segít, ha az nagy C_3A tartalmat mutat, úgy agresszív közegben a korróziós jelenségek fellépnek. A Bogue-féle képlet gyakorlati célokra tehát megfelel.

Hidratáció-hidrolízis

A következő lépés a portlandcement lekötésének és megszilárdulásának fizikai és kémiai folyamatainak megismerése volt. A cement-irodalom részletesen foglalkozik a cementek hidrolízisével és hidratációjával. A folyamatokat kémiai képletekkel igyekeztek visszatükrözni, amelyekkel kapcsolatban azonban ugyanazt kell mondanunk, mint előbb, nevezetesen, nem felelnek meg teljesen a valóságban lejátszódó jelenségeknek.

Már Michaelis W. (1909) azt állította, hogy a hidratáció topokémiai folyamat, vagyis az átalakulás szilárd állapotban a szemese feloldása nélkül történik. Nem vagyunk ma sem abban a helyzetben, hogy el tudnók dönteni, vajon a cement hidrolízisének keletkező új képződmények a hidrolízis termékeiből következnek-e, vagy pedig oldódás nélkül, a víznek a kristályrácsba való behatolása által történő kristályrács átrendeződés útján. Újabb nézetek a topokémiai reakció valószínűségére mutatnak, de az sincs kizárva, hogy a különböző típusú folyamatok egymás mellett mennek végbe a cementpépben.

Ezen komplikált folyamatok miatt, nem helyes a képződött hidratációs termékeknek kémiai egyenletekkel történő visszatükröződése. Helyesebb, ha egyszerűen megállapítjuk, hogy a klinker kalciumszilikátjainak CaO tartalma mindig nagyobb, mint az a hidratáció után lesz.

A hidratáció és hidrolízis folyamata tehát nem játszódik le a klasszikus kémia fogalmai szerint. Powers ezért új nevet szeretne adni ennek a folyamatnak.

E két kiragadott példa a cement összetételének ismerete és a hidratáció-hidrolízis lefolyása mutatja, milyen nehézségekkel és mennyi ismeretlennel kell még megküdenünk. Ezek után érthető, milyen nehéz a korrózió védelem helyes megítélése, amikor még az alapfogalmak is részben tisztázatlanok.

A beton vízállósága

Nincs vízben oldhatatlan cement — hidrát vegyület, mégis gyakorlatilag a cement — beton vízálló építőelemek előállítását teszi lehetővé. A cementkő oldhatatlansága tehát csak viszonylagos, relatív.

A vízállóság a körülményektől függő, a cementfajtáktól gyakran független relatív jelenség. A cement lekötések keletkező új hidrát — mész-

tartalmú képződmények akár kristályosak, amorf vagy kolbid szerkezetűek, tiszta vízzel szemben kivétel nélkül instabilok. Van azonban olyan CaO , Al_2O_3 , SiO_2 küszöb érték és ennek megfelelő pH érték, melynek elérése esetén a hidrát vegyület az oldattal szemben egyensúlyban van, tehát ezzel az oldattal szemben stabilnak tekinthető.

A cementhidrátok egymástól el nem választhatóak. A cementkőben nincsenek individualisan jelentkező kristályvegyületek. Sem a lekötéskor nem keletkeznek jól definiálható összetételben, sem a lebomlásuk nem megy egyszerű leírható lépcsőzetesség szerint végbe. Bomlás közben mindig kalcium hasad le, ami a cementvíz pH értékét növeli és minden egyes átnedvesedéskor újból és újból megváltozik az egyensúly. Ugyanez mondható az üveges állapotban levő alumínátokra is, melyek a betonban az ismételt átnedvesedés hatására C_3A -vá alakulhatnak, így a betonban az eredetileg fellelhető igen kis mennyiségű trikalciomaluminát utólagosan mégis csak megnövekedhet és így a beton korrózióállása idővel folytonosan csökken. Ez persze csak a vékonyfalú szerkezeteknél okozhat gondot, a tömbebetonoknál nagy méretük miatt nem.

A lekötdő és szilárduló cementkő tehát nem egy holt kő, hanem olyan műkönek tekinthető, amelyben az egyes alkotó részek időben is és állandóan is kicserélődhetnek, átalakulhatnak, így a beton tulajdonságai idővel állandó változásnak vannak kitéve. Talán ezért állapította meg a prágai RILEM Konferencia 1961-ben, hogy a beton szilárdsága és korrózió ellenállóképessége között nincs közvetlen összefüggés.

Az előírások szempontjai

Agresszív közegben a beton lassanként pusztul. A betonkorrózió lefolyásának tényleges sebességét eddig azonban még nem sikerült megállapítanunk, mert a korróziós folyamatok intenzitása a természetben nagyon sok tényezőtől függ, amelyeket csak részben ismerünk, másrészt azonban nem, vagy nem eléggé és ezért nem vehetjük őket megfelelően számításba.

Ezen előzmények rámutatnak azokra a nehézségekre, amelyek a beton védelmének megtervezésekor fennállanak. Még nagyobbak a nehézségek akkor, amikor általános érvényű előírásokat, szabályzatokat kívánunk készíteni.

Ismereteink növekedésével e kérdésben a nézeteink is változnak és ezzel változik a korróziós kérdés megítélése is.

Ezért történik az, hogy pl. a Szovjetunióban 20 év alatt negyedszer, Magyarországon ugyanezen idő alatt hatodszor készül új előírás és a legújabb szövege sem mondható tökéletesnek.

Igen nehéz pl. a mértékadó szulfát tartalomnak, vagyis azon szulfát mennyiségnek, mint küszöb értéknek a megadása, melytől kezdődően a védelmet elő kell írunk. Ez azért is nehéz, mert pl. maguk a különböző szulfátok, hogy csak a leggyakrabban előfordulókat említssem a $MgSO_4$, $CaSO_4$, Na_2SO_4 hatásaikban is különböznek.

Ugyanazon cement, illetve beton esetében is a mértékadó szulfáttartalom a helyi körülmé-

1. ábra. Betonkorróziós terepkísérlet Sacramentóban. (Portland Cement Association USA)



nyektől függően igen különböző lehet, annyira, hogy a különböző variációkra nem is tudunk pontos számértéket adni. Példának felhozható, hogy a szakemberek egyöntetű állásfoglalása szerint 400 mg/l SO_4 tartalom az a határ, amelytől kezdődően az ilyen szulfát hatásnak kitett betont védeni kell. Amikor azonban egy betontest nem 400 mg/l szulfáttartalmú szabad vízben, hanem 400 mg/l sulfáttartalmú talajvízben áll, a helyzet már megváltozik. Talajvízben, tehát talajban álló betontesteknél az önelőtömődés teljesen meg tudja változtatni a korróziós viszonyokat, mégpedig a következő értelemben. Ezért találunk nagykoncentrációjú pl. 4000 mg/l SO_4 tartalmú talajvízben is ép állapotú, nagy C_3A -tartalmú portlandcementből készült épületalapokat.

Az önelőtömődés számszerű értékét és felléptét azonban nem lehet megállapítani, azért a tervezésnél a magyar gyakorlat ezt nem veszi figyelembe. Ezért áll fenn jelenleg az a furcsa helyzet, hogy Magyarország nagy területein, ahol eddig a védekezés ismeretlen fogalom volt, és az épületalapok ma is megfelelőek, ma nagyobb ismereteink birtokában a betonvédelmet mégis előírjuk.

A mértékadó küszöbérték meghatározása azért is nehéz, mert a talajvíz vegyi összetétele egy és ugyanazon a helyen is erősen változó (lásd a Főváros megfigyelő kútjainak vegyvizsgálati eredményeit, az FTI ezirányú vizsgálatait). Azonban nemcsak ugyanazon hely talajvíz vegytartalma változik erősen az idővel, hanem a vett talajvízminta eredményei sem felelnek meg sokszor az illető eredeti talajvíznek. Fúrással ugyanis a talaj szerkezetét ronszoljuk s az eddig fel nem tárt, eddig hozzáférhetetlen vegyalkotók oldásba mennek s így látszólag megemelődik a talajvíz agresszivitása. Ha pedig fúrás után vesszük pár nappal a talajvíz-mintát, az oxidáció emelheti meg a talajvíz agresszivitási értékét (lásd Véssey Ede vizsgálatait).

Cikkemben ezideig a cement, a hidratáció — hidrolízis, valamint a talaj — talajvíz megítélésénél fennálló bizonytalanságokra kívántam rá-

mutatni, amelyek összességükben lehetetlenne teszik egy küszöb érték megbízható megállapítását.

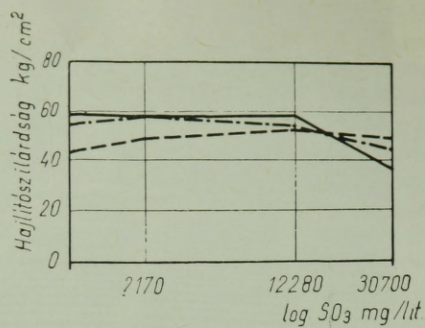
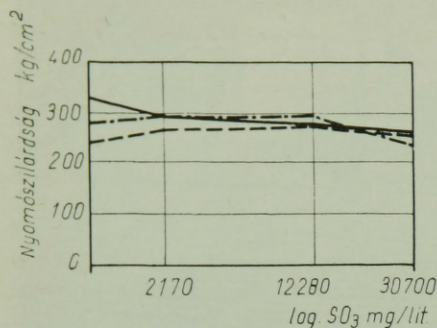
Egyrészt tehát fennáll az a felfogás, hogy kb. 400 mg/l SO_4 tartalom felett a betonlapokat védeni kell, másrészt viszont fennáll az a tény hogy a tömbalapokat Magyarországon csak 1950, től védjük a talajvíz káros hatása ellen, mégis a 80 éves előző időszakban épült sokszázezer épület betonalapja ma is jól teljesíti hivatását, még a legagresszívebbnek ismert kelenföldi területen is.

Nyugaton (NSZK, USA stb.) a védelmet úgy oldják meg, hogy 1000 mg/l SO_4 -tartalom felett korrózióálló special-cementet, vagy 5%-nál nem nagyobb C_3A -tartalmú portland cementet használnak fel. Nálunk a kérdést úgy hidalják át, hogy 400 mg/l SO_4 -tartalom felett portlandcement helyett a korrózió-állóbb kohósalakcementet alkalmazzuk, aminek még az az előnye, hogy olcsóbb. Nagyobb agresszivitások esetén, mivel a kohósalak portlandcementjeink klinker anyagának C_3A -tartalma 10% fölött van, a Ferrari-típusú S 54-es cement alkalmazását írjuk elő a táblázatban előírt módon.

A tervezet előírás ebből a szempontból tehát megfelelő, viszont le kell szögezni azt, hogy az S_{54} -es cement alkalmazásának felső határa nem



2. ábra. Laboratóriumi S_{54} -es cementtel 30 700 mg/l SO_4 oldatban végzett ÉTI kísérlet



Magyarázat: --- 3 hónap után -.-.- 6 hónap után — 12 hónap után

3. ábra. Lábatlani S_{54} -es cementtel végzett korróziós kísérlet szilárdsági értékei (ÉTI Bpest). A próbatetek 7 mm-es maximális szemnagyságú dunai homokoskavicsból, 250 kg/m^3 S_{54} -es cement felhasználásával, 0,8-as vízcement tényezővel készültek. Súlyosbító körülmény a vizsgálatnál még az is, hogy a próbatetek már 7 napos korukban az agresszív folyadékba kerültek

4000 mg/l SO_4 , hanem ennél több. Hunyadi D. az általa ismertetett terep-kísérletek alapján a csatornabetonoknál az S_{54} -es cementet 5000 mg/l szulfáttartalomig kívánja alkalmazni. Az ő kísérleteit messzemenőleg alátámasztja a Fővárosi Anyagvizsgáló Intézetnek, valamint az ÉTI-nek számos, az irodalomban már ismertetett kísérlete. Ezek szerint minden talajvízben álló tömbbeton S_{54} -es cementtel megbízhatóan tervezhető. A 4000 mg/l SO_4 -tartalmú felső határ tehát mindenképpen megemelendő. A 6000 mg/l SO_4 -tartalomra (lásd szovjet normát).

A tervezett előírással kapcsolatban még az is a kívánság, hogy az egyszerű és rövid legyen, különben az alkalmazása nehézkessé válik és az áttekinthetőség rovására megy.

A betonkorrózió elleni védekezés igazi területe az ipari épületek beton, vasbeton alapjainak, fal-szerkezeteinek, földemjeinek, padlóburkolatának védelme. Itt a betonnak erős és megbízható védelme szükséges. (1. pl. dr. Kováts, dr. Báthory,

Novák, Medgyesi—Czerny cikkei). E területen nincs véleményeltérés.

Véglegesen eldőlt a bauxitcement alkalmazhatóságának a kérdése is. A bauxitbetont szilárdság-csökkenése, a betonvas korrózió elleni védelmének hiánya, az Na-ionnal szembeni korrózió érzékenysége miatt, nálunk már évek óta nem készítik. Most kaptunk hírt arról, hogy az NSZK-ban a Deutsche Bundesbahn és a Deutscher Betonverein E. V. a bauxitbeton (Tonerde-beton) használatát megtiltotta.

Mindezek után azt lehet mondani, hogy a beton korrózió elleni védelmének szempontjai nagyjából tisztázódtak s ma már egy véglegesnek elfogadható előírás szövegezzhető meg és ezzel ennek a hosszan vajúdo kérdésnek a végére egyszer már pont tehető.

Az egész cikk a szulfát-ion káros hatásáról és az ellene való védelem megtervezéséről szól. Az egyéb káros hatásoknak a kérdése külön fejezetre tartozik.

A betonkorrózió elleni védelem új műszaki előírása*

(ME 35—63 Műszaki Előírás beton, vasbetonszerkezetek, téglá és kőfalazatok korrózió elleni védelmére)

MEDGYESI IVÁN

Bevezetés

A káros hatások és anyagok meghatározása, a korrózió elleni védelem mértékének és megfelelő módszereinek megállapítása nem történhet másképp, mint a különböző szakterületek, a betontechnológia, a mély- és magasépítés, a szigetelés és természetesen a korrózió elleni védelem szakembereinek együttműködésével, közös munkájával. Ez az együttműködés az alapja a műszaki előírások előkészítésének, kidolgozásának. Az új műszaki előírás az előző műszaki előírások kidolgozásánál bevált módszer szerint egy szakértőbizottság közreműködésével készült. E bizottság tagjainak az Építésiügyi Minisztérium Műszaki Fejlesztési Főosztálya Biczók Imrét, Hunyady Domokost, Medgyesi Ivánt, Novák Andrást, Szilárdy Istvánt, Weisz Györgyöt jelölte ki. Az előkészítés munkája a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalatnál történik, az Építéstudományi Intézet közreműködésével.

A több füzetből álló új műszaki előírás ellentétben az eddigiekkel, már nemcsak a szulfátion okozta káros hatásokkal és e hatások elleni védelemmel foglalkozik, hanem egyéb káros hatásokkal is mint pl. lágyszén, szénsav stb.-vel. Az új műszaki előírás bevezetése, az első számú füzet, általánosságban foglalkozik az agresszív anyag fogalmával, a korróziót befolyásoló tényezőkkel, valamint a hatállyal kapcsolatos intézkedésekkel. A további füzetek tartalmaznak majd a különböző káros hatások elleni védelem előírásait, ahol a rendelkezésre álló elméleti és gyakorlati tapasztalatok elégségesek ezek megalkotására; ahol még nem egyöntetű a gyakorlat, ott csak irányelveket, különböző módszereket közöl, melynek kiválasztása a körülmények ismeretében bírálható el. Végül külön foglalkozik a különféle védelmi eljárások technológiájával, a gyakorlat egységesítése érdekében.

Az eddigi tervek szerint az egyes füzetek

- az általános fogalmakkal,
- a szulfátion tartalmú talajvízbe, talajokba kerülő betonok és falazatok védelmével,
- a mély-agresszív szénsav tartalmú vizek, lágy vizek, valamint egyéb káros ionokat tartalmazó természetes vizekbe kerülő betonok és falazatok védelmével,
- ipari és egyéb szennyvizek által szennyezett talajokba, talajvizekbe kerülő betonok és falazatok védelmével,
- ipari épületek, berendezések, csatornahálózatok védelmével,
- pára és légköri hatásoknak kitett betonok, falazatok, vakolatok védelmével stb. foglalkoznak.

Az általános előírás és a szulfátion káros hatásával foglalkozó I. és II. füzet előkészítése 1962-ben történt meg. A tervezetet a kutatóintézetek, a tervezés és kivitelező vállalatok, valamint az egyetemek szakembereinek megküldtük és 35 hozzászólás figyelembevételével dolgoztuk ki 1963. év elején az előírás szövegét, amely az ÉM műszaki fejlesztési főosztály előtt fekszik.

Ezen alapos előkészítő munkával sem készülhetett el véglegesnek tekinthető előírás, mert ennek kidolgozásához szükséges megnyugató és kiterjedt kutatómunka még nem indulhatott meg és egyelőre csak egyes rész kutatások eredményeire, ill. újabb gyakorlati tapasztalatainkra támaszkodhattunk. Ennek ellenére — a szulfátion okozta káros hatások esetében — a régi előírások hiányosságainak kiküszöbölésével az építkezések gazdaságosabbá tehetők. A kivitelezés minősége javítható és a minőség ellenőrzése lényegesen egyszerűbbé válik, másrészt az új előírás biztosítja a beton (ME 19—63 Műszaki Előírás beton és vasbeton építmények kivitelezésére) és a habarcs (ME 48—63

Műszaki Előírás habarcsok kivitelezésére) előírásokkal való egyöntetűségét, ami sajnos az eddig érvényben levő előírásoknál nem minden esetben volt meg.

A további füzetek a maguk nemében újak, alkalmazásukkal a tervezés bizonytalanságai, a kivitelezés hiányosságai és az ebből eredő esetleges későbbi károk nagymértékben csökkenthetők lesznek.

A részletes és sok éve húzódó kutatómunka, a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával, előreláthatólag 1964-ben indul meg.

A szulfát-korrózió elleni védelem magyar és jelentősebb külföldi előírásai

A hazai előírások két csoportját különböztethetjük meg. A kifejezetten csak a korrózió elleni védelemmel foglalkozókat (lásd 1. táblázat), valamint ezen előírások nem mindig szerencsés átdolgozásával készült egyéb, mint pl. kút, csatorna, híd és szigetelési előírásokba beépített korrózióvédelmi fejezetet.

1. táblázat

A tömbbetonokra vonatkozó magyar előírások áttekintése

Magyar előírások						
Védekezési kategóriák — tömbbetonok védelme						
16 sz.	SO_4^{--} mg/l	0-180	180-360	360-1200	1200-2400	
Min. Ut (1949)	véde- lem	—	240-270 kg/m ³ C 400 k	320-370 kg/m ³ C 400 k	330-370 kg/m ³ C 500 S	
89 sz.	SO_4^{--} mg/l	0-240	240-480	480-1200	1200-3000	
Min. Ut (1951)	véde- lem	—	240-270 kg/m ³ C 300 k	320-350 kg/m ³ C 300 k 300 kg/m ³ C 500 S	330-370 kg/m ³ C 500 S	
ME	SO_4^{--} mg/l	0-360		360-720	720-1200	1200-2400
9-53 (1953)	véde- lem	—		250 kg/m ³ C 300 k	300 kg/m ³ C 300 k	325 kg/m ³ C 300 k
ME 35-58 (1958) OE 52 (1960)	SO_4^{--} mg/l	0-400		400-1000	1000-2000	2000-4000
	véde- lem	—		275-300 kg/m ³ C 300 k	300-325 kg/m ³ C 300 k	350 kg/m ³ C 300 k
ME	SO_4^{--} mg/l	0-400		400-1000	1000-2000	2000-4000
35-63 T (1963)	véde- lem	—		B 70 (250 kg/m ³) C 300 k	B 100 (260 kg/m ³) C 300 k	B 440 (250 kg/m ³) C 400 k

C 300 k — 300-as kohósalak-portlandcement

C 400 k — 400-as kohósalak-portlandcement

C 500 S — 554-es és 500-as különleges portlandcement

Az első hazai előírások (16. és 89. sz. Miniszteri Utasítás) csak a szulfátion káros hatásával foglalkoznak és a szerkezet jellegétől függetlenül egységes védekezési módot tartalmaznak. Az MTA Építési Főbizottsága irányításával készült újabb előírások (ME 9—53, ME 35—58) már kiterjedtebbek és az utóbbi külön foglalkozik a tömbbeton jellegű beton és vasbeton szerkezetekkel, figyelembe véve a talajnem szerepét, és egyes betontechnológiai utasításokat is tartalmaz. Az 1960. évben megjelent Országos Építésiügyi Szabályzat az ME 35—58 továbbfejlesztésével a vékony szerkezetek és a víznyomásnak kitett szerkezetek védelmére is tartalmaz — de betontechnológiai szempontból nem mindig helyes és egyértelműnek tekinthető — előírásokat.

* Az előírás végleges szövegezését az ÉM Műszaki Fejlesztési Főosztálya jelenleg készíti el. Így esetleg a végleges szöveg és e cikk között kisebb eltérések lehetnek majd.

A hazai előírások 1953-ig a szulfátion káros hatásán túlmenően egyéb káros anyagokkal nem foglalkoznak. Az ME 9—53 említi meg először az ipari szennyvizek, agresszív szén-sav, feltöltések, stb. hatását.

A külföldi előírások közül a betonra agresszív anyagok nagy részével a szovjet (N 114—54), német (TGL 11357), cseh (CSN 732020) előírások foglalkoznak. Nagybritanniában (Building Research Station Digest No 31) és az Egyesült Államokban (Urquhardt adatai szerint) csak a szulfátkorrózió elleni védelemre vonatkozó ajánlások készültek.

Ezen előírások összehasonlítását, már amennyire a különböző elvek szerint készült előírásoknál ez lehetséges, a 2. táblázat tartalmazza (a külföldi cementeket a magyar cementtípusokhoz hasonlítottuk). Az Egyesült Államokban az idézett ajánlás csak a cementek minőségét határozza meg, szulfátálló cement feltétele: maximális trikálcium-szilikát-tartalom 50%, maximális trikálcium-alumináttartalom 5%.

2. táblázat

A szulfátkorrózió elleni védelem külföldi előírásainak áttekintése

Elő- írás	Víznyom- szerkezet	Szulfát ion tartalom mg/l védelem	
N 114 -54	ki nem teft	0-250 (450) ⁽²⁾ pc	-3000(6000) ⁽²⁾ SpC
(SZU)	kilelt	0-200 (400) ⁽²⁾ pc	-2500(5500) ⁽²⁾ SpC
BRS 31	ki nem teft	0-240 pc>280 kg m ³	240-360 360-1200 pc>280 kg m ³ pc>405 kg m ³ SpC>320 kg m ³
(Angol)	kilelt	0-240 pc>280 kg m ³	360- Különleges cement ⁽³⁾
TGL 11357		0-200	200-350 350-600 600-1200 pc>800 SpC>160 SpC>300
(Német)			SpC>820 Különleges előírás ⁽⁴⁾
CSN	ki nem teft	0-250 pc	250-400(300) hpc Különleges cement
732020 (Cseh)	kilelt	0-80 pc	80-250 hpc Különleges cement
ME 35-631	ki nem teft	0-400	400-1000 ⁽⁵⁾ 1000-2000 2000-4000 SpC>870 SpC>140 SpC>200 SpC>350
	kilelt	0-400	SpC>200 SpC>200 SpC>280

Jelmagyarázat: p.c. = portlandcement. spc. = szulfátálló portland és heterogén portlandcement, mint pl. a magyar kohósalak p.c. és S 54-es p.c. hpc. = heterogén portlandcement (magyar előírásokat nem kielégítő minőségű). (1) = a hazai viszonyoknak leginkább megfelelő körülmények, (2) = a szerkezet legkisebb vastagsága és a vízáramlás sebességétől függően (3) = szuper-szulfát, vagy aluminát-cement, (4) = a cseh-szabvány szerinti szulfátállósági vizsgálatnak megfelelő cementfajta, (5) = minimális cementadagolás, 250 kg/m³, valamint a szerkezet legkisebb méretétől függően.

A talaj, illetve talajvíz szulfátion tartalmától függő védekezési kategóriák határértékei

Talajvíz szulfátion tartalma

A külföldi és hazai irodalomban ismertett nagyszámú kutatás alapján sem határozható meg egy „abszolút” agresszivitási küszöbérték: ez alatt károsodás nem lehet, e fölött pedig mindig károk lesznek. Hasonlóképpen a gyakorlati tapasztalatok sem egységesek. Mindinkább nyilvánvaló, hogy a károk okát nemcsak a talaj, ill. talajvíz szulfátion tartalmában kell keresni, hanem az építmény jellegében is, azonkívül a talaj, talajvíz egyéb adottságait is számításba kell venni, mint igen lényeges paramétereket.

A kutatási és tapasztalati eredmények egyben egyeznek meg leginkább, éspedig a szulfáthatásnak leg-

jobban ellenálló cement fogalmában. Az ún. szulfátálló portlandcement kritériuma az 5%-nál kisebb trikálcium-aluminát tartalom és az alacsony aluminát modulus (az alumíniumoxid-vasoxid arány pl. a magyar szulfátálló S 54-es cementben 0,60—0,70). Természetesen e cementfajták sem abszolút szulfátállóak, hanem csak egy meghatározott szulfátion tartalomig használhatók fel.

A bázikus kohósalak és a traszadalék a cement szulfátállóságát fokozza és ha az eredeti klinker alacsony trikálcium-alumináttartalmú, akkor e keverék-cementek szulfátálló heterogén cementeknek minősülnek. Egyes országokban különleges, fokozottan szulfátálló cementfajtákat gyártanak, pl. az angol szuper-szulfát cement.

A különböző előírások védekezési alsó és felső küszöbértékét összehasonlítva megállapítható, hogy az eltérések igen nagyok. A védekezés alsó határa, azaz az a szulfátion tartalom, melynél már szulfátálló cement alkalmazása előírt 250—1200 mg/l, míg a felső határ, amely felett a szulfátálló cement önmagában nem alkalmazható és különleges védekezés szükséges, 1200—6000 mg/l-ig terjed, tehát az alsó és a felső határ között teljes az átfedés.

A hazai előírások fejlődése során mind az alsó, mind a felső határértékek emelkedtek és jelenleg leginkább a szovjet előírás határértékeivel hozhatók párhuzamba. Az új előírás elkészítésénél felmerült mindkét határérték további emelése, az 1958. évi értékek fölé, ezt azonban több okból kifolyólag elvetettük.

A hazai, szulfátionon kívül más káros anyagot nem tartalmazó, talajvizek szulfátion tartalma, egy pár közismerten szulfátos terület, mint Budapest-Lágymányos, Szeged és Békéscsaba egyes részei, kivételével nem magasabb mint 4000 mg/l.

Ezzel szemben a 4000 mg/l-nél magasabb szulfátion tartalmú talajvizek káros hatásának megítélésénél még a hazai tapasztalatok sem egységesek.

Ezért továbbra is szükségesnek tartjuk, a helyszíni körülményeket is mérlegelő, különleges védelem esetén kint kioldozását.

A 400—1000 mg/l szulfátion tartalmú talajvízben károkat inkább csatornákon, egyoldali víznyomásnak kitett szerkezeteken találunk, tömbbetonoknál a korrózió igen ritka és ezek a károk is inkább technológiai hiányosságokra, nem megfelelően tömörített betonra vezethetők vissza. Ennek ellenére ragaszkodtunk e védekezési kategória fenntartásához még tömbbetonok esetén is, mert a szulfátálló heterogén cementből (300-as kohósalak portlandcement) készült alapbeton a fokozott biztonság mellett még olcsóbb is, mintha a szükséges tömör beton (minimális cementadagolás 250 kg/m³) bármilyen más cementfajából készítenék el. Azonban kisebb jelentőségű építkezéseknél, ahol a felhasznált összement mennyiség 1 vagonnál kisebb, kivételesen bármilyen cementfajta alkalmazható, természetesen a megfelelő tömörséget biztosító minimális cementadagolással.

Talaj szulfátion tartalma

A szulfátion tartalmú talajok káros hatásának megítélésére a rendelkezésre álló adatok még bizonytalannabbak, mint a talajvízre vonatkozóak. Ennek okát nagyrésztben a nem egységes vizsgálati módszerekben kereshetjük. Az angol utalás és ennek nyomán az első magyar miniszteri utasítások helytelenül a talaj sósavoldható szulfát és magnéziumion tartalma alapján írták elő a védelmet. Az ME 35—58 már a valóságos körülményeket tükrözően a vizoldható alkotók figyelembevételével szabja meg a védelmet, egyben határozottan előírja a vizsgálat módszerét is. Ennek szigorú betartása a megfelelő szakvéleménykészítés elengedhetetlen alapfeltétele, mert bármilyen eltérés a módszerben az eredmények nagyságrendi eltolódásához vezethet. Ezt bizonyító vizsgálatainkat a 3. táblázat ismerteti.

Az új előírás az 1 : 2,5 talajvíz arányú extraktum vizsgálati eredményeit tekinti mértékadónak és ennek alapján állapítja meg az agresszivitási kategóriák határértékeit (4. táblázat).

3. táblázat

A vizsgálati módszer befolyása egy anyagtalaj extraktumának összetételére

Alkotó	Vizsgálati módszer desztillált vizes extraktum			
	1 : 2,5	1 : 5	1 : 10	1 : 20
	talaj : víz arány (ME 35—63)			
SO ₄ ⁻ mg/kg Mg ⁺⁺ mg/kg	Porított, 0,6 mm Ø szítán átszítálva			
	4500	6000	8000	11 000
	2100	2400	3100	6 000
Természetes állapotban				
SO ₄ ⁻ mg/kg Mg ⁺⁺ mg/kg	3800	4900	7300	9800
	1500	1900	2400	5300
Savas extraktum				
SO ₄ ⁻ mg/kg Mg ⁺⁺ mg/kg	10 %	tömény		
	sósav	sósav		
	19 000	26 000		
	8 000	8 500		

4. táblázat

A talaj és a talajvíz szulfátion tartalmától függő agresszivitási kategóriák összehasonlítása (Tervezet)

Agresszivitási kategória	Talajvíz SO ₄ tartalma mg/l pH 6,0—9,0	Talajextraktum SO ₄ ⁻ tartalma mg/kg pH 6,5—9,0
I.	0—400	0—1000
II.	400—1000	1000—2000
III.	1000—2000	2000—4000
IV.	2000—4000	4000—6000

A korrózió kialakulását, sebességét befolyásoló tényezők

Nyilvánvaló és különösebb bizonyításra nem szorul, hogy a betonszerkezet esetleges tönkremenetelének sebességét a szerkezet jellege és méretei, az agresszív anyagokkal való kölcsönhatás módja és mértéke, ill. az agresszív víz cserélődésének sebessége határozza meg.

A korszerű előírások természetszerűleg a fentieket figyelembevéve készülnek, így a szovjet előírás 18-féle esetet különböztet meg: a talajvíz áramlási sebessége (10 m/nap-nál nagyobb, 0,1—10 m/nap közötti, 0,1 m/nap alatti) a szerkezet legkisebb keresztmetszete (0,5 m-nél kisebb, 0,5—2,5 m közötti, és 2,5 m-nél nagyobb) és a szerkezetre ható víznyomás (egyoldali víznyomásnak kitett, ill. ki nem tett). Mind a 18 lehetőségre külön-külön védekezési módot írtak elő, ami véleményünk szerint az előírás gyakorlati alkalmazását nehezíti.

A német TGL előírás a sok változó miatt a védelem mértékét mérséklő és növelő tényezőket vezet be, és pedig a vegyvizsgálat alapján meghatározott agresszivitási osztályt egy osztállyal növelni kell, ha az alább meghatározott körülmények forognak fenn:

folyóvíz;
gyakori vízszíntingadozás;
egyoldali víznyomás;
50 C°-nál magasabb talajhőmérséklet;
tagolt betonszerkezet;
két, vagy több káros alkotó azonos agresszivitási osztállyal megfelelő értékben egymás mellett van jelen.

Ezzel szemben a védelem egy osztállyal csökkenthető, ha:

agresszív víz a beton 28 napos kora után érintkezik a szerkezettel;
az agresszív víz ritkán érintkezhet a betonnal, pl. csak max. talajvízzint esetén;
a beton olyan kötött talajba kerül, melynek plasztikus indexe 5—10% közötti; ha a talaj plasztikus

indexe nagyobb mint 10%, a védekezés két osztállyal csökkenthető.

Így egy számtani művelet után kapjuk meg a védelem tervezésének alapjául szolgáló végleges agresszivitási osztályt. Ez az eljárás véleményünk szerint igen mechanikus és esetenként teljesen irreális megoldásokhoz vezethet.

Előírásunk szerkesztésénél igyekeztünk a reális középúton megmaradni. Négy paramétert veszünk figyelembe. Ezek: a betonszerkezet vastagsága (10—30 cm, ill. 30 cm-nél vastagabb), valamint a szerkezet egyoldali víznyomásnak ki van-e téve, vagy nincs. Az egyéb, a német előírás ismertetésénél részletesen felsorolt tényezőket a merev korlátok, a mechanikus tervezés megszüntetése, valamint az előírás túlbonyolításának veszélye miatt, a tervezőnek kell mérlegelnie és belátása szerint, szükség esetén a korrózió elleni védelmet csökkentenie, vagy növelnie.

Beton minőségi előírások

Az új előírás előkészítésénél radikálisan szakítottunk azzal a helytelen gyakorlattal, mely elégségesnek tartotta a korrózió elleni védelem tervezésénél a cementminőség és a cementadagolás meghatározását. Meg kell jegyezni, hogy az ME 35—58 már több beton-technológiai előírást is tartalmazott, de sajnos ezek, talán azért, mert nem voltak elég határozottak, sem a tervezés során, sem a kivitelezésnél nem lettek figyelembevéve.

A cementfajta és a cementmennyiség előírása önmagában semmitmondó. Nem határozza meg egyértelműen a beton minőségét. Tökéletes minőségi munkával, szigorúan azonos cementadagolással, de a beton egyéb jellemzői, pl. a friss beton konzisztenciájának és az adalékanyag szemszerkezetének, ill. legnagyobb szemnagyságának változtatásával — az új beton műszaki előírás szerint is — különféle minőségű beton állítható elő, pl. 300 kg/m³ 400-as kohóalakportlandcement adagolással 70—240 kp/cm² nyomószilárdságú betont készíthetünk.

Vizsgáljuk meg, mi történt a gyakorlatban: Az előírt magas cementadagolással a kivitelező vállalatok az alapbeton általában B 70-es szilárdság-igényét minden nehézség nélkül, gyakorlatilag bármilyen adalékanyaggal, vízcementtényezővel, különleges bedolgozás nélkül elérték. De ez a beton igen ritka kivétellel porózus, fészkes volt, tehát nem készült el a korrózióállóságot biztosító *tömör beton*. Hasonló volt a helyzet a vasbeton és egyéb különleges szerkezeteknél is.

Az előírás betartásának, azaz a cementadagolásnak az ellenőrzése is nehézkes. A beton cementtartalmának utólagos vizsgálata csak közelítő pontossággal, vagy esetleg egyáltalában nem végezhető el. De a vizsgálat előfeltétele magának a cementnek és az adalékanyagnak ellenőrző vizsgálata is. Azonban a beépített anyagból csak a legkritikább esetben áll rendelkezésre minta. Tehát vitás esetekben, hitelt érdemlő bizonyítás igen ritkán történhet meg.

Az ME 35—58 közvetlenül mérhető szilárdságra, vízzáróságra tartalmazott értékeket. De ezek, elsősorban legkönnyebben ellenőrizhető szilárdsági értékek, nem voltak azonosak a szabványban meghatározott osztályokkal. Ezenkívül a különböző agresszivitási kategóriáknál meghatározott értékek igen kis mértékben tértek el egymástól, tehát a minősítő vizsgálat szintén nem lehetett volna teljes értékű, ha erre egyáltalán sor került volna.

Az új előírás a beton minőségét egyértelműen kívánja meghatározni, és pedig

a beton nyomószilárdságával;
az alkalmazandó cementfajta minőségével;
a friss beton levegőtérfigatával;
a beton minimális vízzáróságával, mely értéket egyoldali víznyomásnak kitett betonoknál az effektív fellépő víznyomásmértékkel kell növelni.

A beton jellemzőit az agresszivitás mértékének ismeretében a vasalatlan, ill. vasbetonszerkezetekre vonatkozó táblázatok alapján kell előírni. Az 5. táblázat példaképpen a vasalatlan betonszerkezetekre vonatkozó előírás-tervezet mutatja be.

Szulfátion tartalmú talajjal, illetve talajvízzel érintkező vasalatlan betonszerkezetek betonminősége (Tervezet)

Igénybevétel	Legkisebb szerkezeti vastagság	Talajvíz szulfátiontartalma, mg/l			
		0—400	400—1000	1000—2000	2000—4000
		talajvíz oldható szulfátiontartalma, mg/kg			
		0—1000	1000—2000	2000—4000	4000—6000
Víznyomásnak ki nem tett szerkezet	30 cm <i>b</i> <i>c</i> <i>lt</i> <i>p</i>	Különleges védekezés nem szükséges	B 70 C 300 k 2% 0,5	B 100 C 300 k 1,5% 1,0 C 400 k 1,5% 1,0	B 140 C 400 k 1,0% 1,0 C 500 S 1,0% 2,0
Víznyomásnak ki nem tett szerkezet	10—30 cm <i>b</i> <i>c</i> <i>lt</i> <i>p</i>		B 140 C 400 k 1% 1,0 1,0 C 500 S 1,0% 2,0	B 200 C 400 k 1,0% 1,5 C 500 S 0,5% 2,0	B 200 C 400 k 1,0% 1,5 C 500 S 0,5% 2,0
Víznyomásnak kitett szerkezet	30 cm <i>b</i> <i>c</i> <i>lt</i> <i>p</i>		B 200 C 400 k 1,0% 1,5 + <i>p_v</i> C 500 S 0,5% 2,0 + <i>p_v</i>	B 200 C 400 k 1,0% 1,5 + <i>p_v</i> C 500 S 0,5% 2,0 + <i>p_v</i>	B 200 C 400 k 1,0% 1,5 + <i>p_v</i> C 500 k 0,5% 2,0 + <i>p_v</i>
Víznyomásnak kitett szerkezet	10—30 cm <i>b</i> <i>c</i> <i>lt</i>		B 200 C 400 k 1,0% 1,5 + <i>p_v</i> C 500 S 0,5% 2,0 + <i>p_v</i>	B 200 C 400 k 1,0% 1,5 + <i>p_v</i> C 500 S 0,5% 2,0 + <i>p_v</i>	B 280 C 500 S 0,5% 2,0 + <i>p_v</i>

Tájékoztató betonösszetételt lásd 6. táblázat.

C 400 k csak 2 att *p*-ig vehető igénybe.

Jelmagyarázat: C 300 K = 300-as kohósalakportlandcement. C 400 K = 400-as kohósalakportlandcement. C 500 S = S 54 jelű 500-as különleges portlandcement. *b* = beton szilárdsági osztálya. *c* = előírt cementminőség. *lt* = készítéskor megengedett min. légpórustartalom. *p* = megkövetelt vízzáróság att. *p_v* = valóságban fellépő víznyomás att.

A tervezés, ill. kivitelezés részére — az új beton műszaki előírás alapján — meghatározott előfeltételek esetére tájékoztató keverési arányokat, vízcement-tényezőt és az előírt levegőtérfigatból számított készí-téskori térfogatsúly értékeket is megadtuk. (Lásd 6. táblázat.)

A kisebb jelentőségű építkezéseknél, ahol a megfelelő beton gazdaságos előállításának feltételei első-sorban az osztályozatlan és nem javítható adalék-ananyag miatt nincsenek meg, a beton összetételét a következők szerint kell megállapítani: Az előírt szilárdsághoz és cementfajtához a beton kiválasztott kon-zisztenciája figyelembevételével, a beton-előírásban meghatározott vízcementtényezőtől nagyobb nem al-kalmazható, ezért a cementadagolást oly mértékben kell megnövelni, hogy e vízcementtényezővel az előírt konzisztencia biztosítható legyen.

Lényegesnek tartjuk kiemelni, hogy a cement-gyártás nagyarányú fejlődésével párhuzamosan mód van arra, hogy szulfátion tartalmú talajba, ill. talaj-vízbe alkalmazható cementfajtákat (300 és 400-as kohósalak portlandcement, ill. S 54-es cement) a tulaj-donságaikat figyelembevéve alkalmazzuk. Feltétlenül meg kell szüntetni azt az igen helytelen gyakorlatot, mely az S 54-es cementet mindenáron ki akarta küszö-bölni.

Köztudomású, hogy kohósalakcementjeinkkel 1,5—2 att-nál nagyobb vízzáróságú betont nem lehet a je-lenlegi kiviteli körülmények között megbízhatóan elő-állítani. Szintén nem helyes 300-as kohósalak portland-cementet B 100-nál, 400-as kohósalak portlandcementet B 200-nál nagyobb szilárdságú beton előállítására fel-használni, mert a szükséges nagy cementmenyiség a kész beton tulajdonságait károsan befolyásolja (térfogat-változás stb.).

A fenti esetekben az S 54-es cement alkalmazása elengedhetetlenül szükséges és ezt a betonminőség elő-írásánál céltudatosan keresztül is vittük.

6. táblázat

Tájékoztató példák az előírásnak megfelelő beton tervezésére az új beton műszaki előírás alapján

Szilárdsági osztály	Minimális cement adagolás	Vízcement tényező	Friss beton térfogatsúlya
---------------------	---------------------------	-------------------	---------------------------

II. o. szemszerkezet

300-as kohósalakportlandcement

B 70	250 +	0,63	2360
B 100	260	0,63	2360

400-as kohósalakportlandcement

B 100	250 +	0,60	2390
B 140	250	0,60	2390
B 200	335	0,47	2400

S 54-es cement

B 140	250 +	0,59	2430
B 200	250	0,59	2430
B 280	315	0,47	2450

I. o. szemszerkezet

400-as kohósalakportlandcement

B 200	295	0,47	2430
-------	-----	------	------

S 54-es cement

B 280	280	0,47	2470
B 400	400	0,36	2470

+ megkövetelt minimális cementadagolás.

Alapfeltételek:

Adalékanyag: 40 mm legnagyobb szemnagyságú homokos kavics.

Beton konzisztencia: földnedves, roskadás 1 cm.

Földnedves konzisztenciájú betonoknál a szabvány-szilárdság eléréséhez szükséges cement ára.

**Alapfeltétel: minimális cementadagolás 250 kg/m³.
(Tervezet szerint)**

Betonminőség	Cementfajta			
	300 k	400 k	500 pc	500 S
	cementár Ft/m ³ beton			
B 70	95	125	168	210
B 100	99	125	—	210
B 140	125	125	—	210
B 200	—	170	—	210
B 280	—	225	—	264
B 400	—	—	—	336

A műszaki célszerűsége túlmenően gazdasági szempontok is igazolják az előbbi megállapításokat. A 7. táblázat különböző szilárdságú betonok készítéséhez szükséges cement árát hasonlítja össze. Megállapítható, hogy a B 140-es beton cementköltsége 300-as és 400-as kohósalak pc. alkalmazása esetén, azonos. A B 280-as betonnál a felhasználandó S 54-es cement ára kb. 14%-kal magasabb, mint a 400-as kohósalak portlandcement ára. Ez az árkülönbség a kész betonra kivetítve már csak 4—7%, az egész építkezés költségére számítva pedig jóval 1% alatt van. Természetesen az alacsony szilárdsági igény esetén az S 54-es cement alkalmazása válik gazdaságtalanná a minimális, megkövetelt 250 kg/m³ cementadagolás miatt.

Az előírás hatályának kiterjesztése: különleges betonok

A szabatosan és egyértelműen meghatározott betonminőség előírásával mód nyílik, hogy az utóbbi években mindinkább elterjedő különleges betonokra, betontechnológiákra, mint víz alatti beton, úsztatott beton, cölöpalapok is kiterjesszük az előírás hatályát. Ezek közül a legjelentősebb talán a cölöpök készítésére vonatkozó előírások kidolgozása.

Megkülönböztetjük az előregyártott vert cölöpök védelmét a helyben készült cölöpök védelmétől. A vert cölöpöknél összhangban a cölöpalapozási szabvánnyal, a minimális betonszilárdságot könnyű verésnél B 200-ban, nehéz verésnél B 280-ban határozzuk meg. Csak 2000 mg/l szulfáttal többet tartalmazó talajvíz esetén kell a szilárdságot B 400-ig emelni. Természetesen az adott agresszivitású talajba, ill. talajvízbe kerülő cölöpöket mindenképpen S 54-es cementből kell készíteni.

A helyben fúrt cölöpök betonminőségét a víznyomásnak kitett szerkezetekre vonatkozó előírások alapján kell meghatározni, azzal a megszorítással, hogy a 40 cm-nél kisebb Ø-jű cölöpöknél is a 10—30 cm szerkezeti vastagságra vonatkozó védekezési kategóriát kell alkalmazni. 40 cm-nél kisebb Ø-jű fúrt cölöp 2000 mg/l szulfátion koncentráció felett nem alkalmazható. A betonozás víztelenített fürőlyükben kell elvégezni, ha ez nem valósítható meg, vagy a víz áramlási sebessége 1 m/napnál nagyobb, akkor a víz-alatti betonozás esetére — a kimosódási veszély miatt — megkövetelt legalább 50 kg/m³-es cement túladagolás szükséges.

Korrózió elleni védelemben felhasználható anyagok

A korrózió elleni védelemben felhasználható anyagok köre volt az eddigi előírásokban talán legkonzervatívabban meghatározva.

A beton vízzárósága fokozására a cement minőségétől függően lehetőségessé válik 10—25% I, vagy II. oszt. trasz, vagy I. oszt. pernye adagolása.

Az adalékanyagok az ME 35—58-ban mereven meghatározott, gyakorlatilag nem betartható (folyami, vagy bánya kvarchomok és kvarekavics) köre kibővül az eruptív kőzetekből származó zúzott kővel, ill. zúzalékkal, valamint kohósalakzúzalékkal.

Lehetővé válik plasztifikáló anyagok, valamint a

korrózió ellen védő vegyianyagok (pl. Betonol), ill. eljárások (pl. okratálás) alkalmazása. A kémiaiag védett beton felhasználása esetén a korrózió elleni védelem mértéke csökkenthető, tehát ezen anyagok, ill. eljárások az eddigieknél bátrabb és kiterjedtebb felhasználása szintén az építési költségek csökkentéséhez vezethet, az építkezés minőségének romlása nélkül.

Szakvélemény-készítés jogosultsága

Áttekintve az új „szulfátion tartalmú természetes talajba és talajvízbe kerülő létesítmények korrózió elleni védelme” előírást, mint a korrózióval foglalkozó műszaki előírások II. füzetét, megállapíthatjuk, hogy általánosan nagyobb területet átölelő előírás készül el, mely a tervező kezét az eddigiekkel szemben nem köti meg mereven, és az előre nem szabályozható körülmények ismeretében, a reális biztonságot figyelembe véve, módja van szabadon választani a védelem lehetőségei között. De egyben az előírás merevségének megszüntetése teszi szükségessé azt az Építésiügyi Minisztérium-i utasítást, mely meghatározza a tervezés, ill. szakvélemény-készítés szükségességét és jogosultságát.

A műszaki előírás tervezet szerint az előírás további füzetének megjelenésig a talajvizsgáló intézetek, vagy a tervező intézetek talajvizsgálatra létesített részlegei, ha megfelelő laboratóriummal rendelkeznek, csak az esetben készíthetnek szakvéleményt, ha a szerkezettel érintkező talajvíz szulfátion tartalma 4000 mg/l, illetőleg a talaj szulfátion tartalma a 6000 mg/kg értéket nem haladja meg és a talajvíz, ill. a talaj pH értéke 6,0—9,0 közötti, valamint a talajvíz egyéb káros anyagokat (mint pl. méz-agresszív szén-sav, ásványi és szerves savas, lágyvíz, szerves vegyületek, olajok, zsírok, valamint magnézium, cink, ammónium, klór, nitrát és egyéb sók) nem tartalmaz káros mennyiségben. Továbbá nem készíthetnek szakvéleményt az esetben sem, ha az agresszivitást ipari szennyvizek, folyadékok, gázok okozzák, ill. feltehető, hogy ennek veszélye a tervezett gyártástechnológia szerint fenn fog állni.

A felsorolt esetekben — mikoris az említett részlegek szakvéleményt nem készíthetnek — a szakvélemény-készítés jogát az Építésiügyi Minisztérium határozza majd meg és jelöli ki a megfelelő szerveket, intézményeket.

Végezetül összehasonlítva az előírástervezetet a különböző külföldi előírásokkal, megállapíthatjuk, hogy nem túlméretezett.

A német TGL előírás szerint 600 mg/l szulfátion tartalom felett már B 300-as betont kell készíteni, az angol előírás víznyomásnak ki nem tett szerkezeteknél 1200 mg/l szulfátion tartalom felett, víznyomásnak kitett szerkezeteknél már 360 mg/l szulfátion tartalom felett nem engedi alkalmazni a magyar cementminőségeknek megfelelő cementfajtákat. A szovjet előírás is óvatossá a nem szulfátálló cementek felhasználásánál, azonban a szulfátálló cementeknél agyagtalajban, még víznyomás esetén is magasabb szulfátion tartalmat enged meg.

Mindezek ellenére, ha magyar előírástervezet rendelkezései átmennek a gyakorlatba, a betonszerkezetek korrózióállósága feltétlenül biztosítottak tekinthető.

Szulfátkorrózió elleni védelem előírásai

16. sz. Miniszteri Utasítás. 1950. Budapest.

89. sz. Miniszteri Utasítás: Betonok és habarcsok. ÉM. Építőipari Könyv- és Lapkiadó, 1952. Budapest.

ME 9—53 Műszaki Előírás agresszív talajvízzel, ill. talajjal közvetlenül érintkező betonok és falazatok tervezésére és kivitelezésére. ÉM. Építőipari Könyv- és Lapkiadó, 1953. Budapest.

ME 35—58 Műszaki Előírás agresszív vizek és talajok vizsgálatára a velük közvetlenül érintkező betonok, vasbetonok és falazatok tervezésére és kivitelezésére. ÉDOK 1958, Budapest.

KK/2—54 Alapozási munkák II., Kút- és szekrény süllyesztése.

MI 8—54 Műszaki irányelvek vízszigetelések tervezésére. ÉM. Építőipari Könyv- és Lapkiadó, 1954. Budapest.

Ipari épületszerkezetek korrózió elleni védelme

(Néhány gyakorlati eset ismertetése)

NOVÁK ANDRÁS

Az ipari épületek tervezése talán éppen egyike azoknak a tervezési területeknek, ahol a tervezőnek állandóan „újat” kell a feladat megoldása érdekében „megtanulnia”, annak ellenére, hogy jól ismeri az ipari építészetet és benne van a tervezői gyakorlatban. Ha ugyanis valaki pl. 5—10 évvel ezelőtt tervezett már gyógyszergyárat, vagy textilüzemet, vagy akár konzervgyárat, most mégsem mentesülhet az új és rendszerint alapvetően más gyártási technológia megismerése alól, különben feladatát kielégítően és korszerűen nem teljesítheti. Az újabb és újabb épületszerkezeti és épületgépészeti megoldások lehetősége, a fejlődő esztétikai követelmények az építmény külső megjelenésében, a belső felületek színezésének hatása a termelékenységre, a gazdaságosság helyes kialakítása az épület várható korszerűségi határával kapcsolatban — hogy csak néhány különleges kérdést említsek — mind olyan komponensek, melyeket a tervezőnek egyidejűleg kell összehangolnia. Ezekhez járul még adott esetben a korrózió elleni védelem kérdése, mely sokszor bonyolult és ritkán oldható már meg a szerkezeti elrendezésében már kialakított épület elemeinek utólagos tégigény nélküli felületkezelésével. Hátráltatja a munkát, ha a tervek kialakult állapotában a korrózió elleni védelem miatt a szerkezeteket, illetve elrendezésüket változtatni kell, mert ez sokszor új részletterv sorozat kiadását teszi elkerülhetetlenné.

Ezért ma már a korrózió elleni védelmet is mint a tervezés első stádiumában jelentkező komplex feladat egyik komponensét célszerű tekintetbe venni, hogy kényszermegoldásokhoz ne kelljen nyúlni. A tervezés későbbi stádiumában ugyanis a szerkezet változtatása nélkül gazdaságtalanul, drágán, sokszor valutaigényes anyagokkal lehet csak javítani a korrózió elleni védelmen.

Néha nehéz a tervező helyzete azonban még akkor is, ha időben gondol és tenne is valamit a korrózió elleni védelem komplex kezelése érdekében, mert az Építőipari Költség Normák (ÉKN) tételei között — és ez természetes is — csak a már kialakult megoldások tételei találhatók, s ezekkel nem lehet kielégíteni minden igényt és követelményt. Az esetek nagyobb részében a korrózió elleni védelemre újabbat célszerű betervezni — ez a haladással természetes is — amit a tervező vagy saját irodalmi tanulmányai, vagy ismertetések, szakvélemények alapján eszközölhet. Az új anyagokkal és új megoldásokkal azonban az a meglepetés érheti, hogy a kivitelező vállalat az újat gyakorlat híján nem meri vállalni. A korrózió elleni védelem területén, szemben más építőipari területekkel, a kockázat nagyobbak tűnik az új eljárásoknál, kis hibák is szabad szemmel látható elváltozásokat okozhatnak. Ezért kerüli a kivitelezőipar a neki ismeretlen módszereket. — Nem csoda tehát, ha többször nem nagy lelkesedés tapasztal-

ható a sok aprólékos munkával járó, a tervezési tervteljesítésre is előnytelenül ható korrózió elleni munkák tervezése iránt, annak ellenére, hogy több lelkes és lelkiismeretes tervező van, akik nagy gondossággal és körültekintéssel végzik, sikeresen ezen munkájukat is.

A tervezők gondjainak csökkentésére és egyben népgazdasági érdekből is néhány kezdeményező lépés történt már. Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság korróziós albizottságának javaslatára, egyelőre négy generál tervező irodában „korróziós megbízott” kezdte meg működését. Ezeknek a szaktársaknak feladata intenzíven foglalkozni a korrózió elleni védelem tervezőgyakorlati kérdéseivel. Kétoldali tevékenységükben a szakintézetektől és szakemberektől, szakirodalomból „begyűjtik” az egyes konkrét esetekre a tapasztalatokat és tanácsot adnak az épület vagy építmény tervezőjének — házon belül — operatív módon, menetközben és a tervbírálatok során is. Ezt a kezdeményezést — jó tapasztalatok esetén — nemcsak a generál tervezőknél, hanem a szaktervező irodáknál és vállalatoknál is megvalósíthatják az érdekeltek. Fejleszthető továbbá ez a tevékenység úgy, mint a MEO, vagyis a korróziós megbízott tudta és jóváhagyása nélkül nem adható ki olyan terv, amelyen a korrózió elleni védelmet meg kell oldani.

A korrózió elleni védelem tervezésének, az épületszerkezetek kialakítására módosítólag ható néhány utóbbi időben előfordult esetét szeretném példaként ismertetni. Ezek egyben érzékeltetik a korrózió elleni védelem tekintetbevételének fontosságát is a tervezés első stádiumában.

A) Sóoldótartályok kialakítása szabad térben,

B) csarnoktetők vonókábeleinek korrózió elleni védelme,

C) textilfestődék korrózió elleni védelme.

A) Sóoldó tartályok

A konyhasó (nátriumklorid, NaCl) gyakorlatilag tiszta oldatban a betonra nem káros hatású, ez nem új dolog, mert az irodalomból és gyakorlatból is ismert. A sóoldat vagy sópárlat viszont az acélra (vasra) nagymértékben és gyorsan hat károsan. A bemázolt vasféleségeket éppen ezért vizsgálják sópárlatban, mert az eredmény gyorsan jelentkezik. Az építőanyagok közül nem hat károsan a sólé a jóminőségű égetett téglára, a cementhabarcsra, a tömör kövekre, a faanyagra. A szigetelőanyagok közül a bitumen a lágyuláspontjától függően 55—70 °C-ig ellenálló, a kemény PVC és poliizobutilén (töltetlen) műanyaglemezek, fóliák, — a gyártó vállalatok adatai szerint — 60, ill. 80 °C-on csak feltételesen ellenálló, alacsonyabb hőmérsékleten ellenállóak. A faanyag magas hő-

mérsékleten károsodást szenved. A téglafalakon, nem fagyálló tégláknál, a lerakódott só másodlagos károsodást okoz higroszkópos volta miatt. A vizet ugyanis tovább tartja meg, mint a sóoldattal át nem itatott nedves fal, ezért gyors lehűlésnél *kifagy*. Ezt a hatást gyakran tévesen a só káros hatásának minősítik.

A sóoldótartályok szabadban kerülnek elhelyezésre, nagyméretűek és rendszerint több egységből állnak. A nyári melegnek és a téli hidegnek ki vannak téve. A rájuk ható hőmérséklet különbség 80 °C-ot is elérhet.

A közelmúltban épült egy tartálysor, melynek egyenként 10,00 × 10,00 m alapterületű, 6,50 m magas négy medencéje volt. Mivel a medencék felül nyitottak, repedésmentes méretezésük nehézségbe ütközik. Az emiatt keletkező repedések az állékonyságot ugyan nem befolyásolják, de a folyadék átengedésére nagyon is alkalmasak; főként ha a kivitelezés sem készít tömör betont.

Az állékonysággal szembeni veszélyt az jelenti, hogy a sólé a vasbeton szerkezet acélbetéteihez a repedések mentén átszivároghat, ezekben *rohamos* korróziós folyamatot (rozsdásodást) idéz elő.

A tartály tervezői — feltehetően — ismerve ezt a veszélyt, a korrózió elleni védelmet a tartály belső oldalán kívülről befelé

szigetelő vakolattal,
epoxigyanta mázbevonattal,
poliizobutilén fóliaréteggel,
furángyanta ágyazott és hézagolt ST saválló téglával

tervezték meg. Ez biztonságosnak látszó és kitűnő anyagok alkalmazásával tervezett bélelés, mégis a tartály külső oldala rövidesen sókivirágzást mutatott, a barna rozsdalé is jelentkezni kezdett. — Ha ez a jelenség csak egy medencénél jelentkezett volna és csak egy munkahelyen, a többi medence, valamint máshol hasonlóan létesített sólétartály ezzel az elrendezéssel hibátlan lenne, akkor hajlamosságot érezhetnének a kívülálló kisebb munkahiba becsúszásáról beszélni. Nem tételezhető azonban fel, hogy több helyen és más-más munkacsoport azonos kivitelezési hibát kövesse el. A helyzet mégis az, hogy mindenütt mutatkozott sókivirágzás.

A sólének az építőanyagokra gyakorolt hatásából fel kell, hogy merüljön az a gondolat, hogy az acélt illetőleg a vasat ilyen helyeken ki kell hagyni a szerkezeti lehetőségek közül. Ezt látszik igazolni a biztonságosnak tűnő drága szigetelés ellenére jelentkező átszivárgás is.

Felmerül tehát a kérdés, megvalósítható-e vasbetonszerkezet nélkül egy ilyen tartálysor?

Megvalósítható, sőt gazdaságosabbnak mondható a tervezettnél egy olyan megoldás, ahol a tartályt S-54-es cement használatával súlytámfalként képezik ki — esetleg bentonittal javítva — minden acélbetét nélkül. A közvetlen sólé hatástól azonban a betonfalat is érdemes megvédeni a szokásos többrétegű bitumenes lemezszigeteléssel. A belső oldalon 12 cm vastag fagyálló téglából (T 200) cement habarcsban falazott előfalazás szorítaná be a magas lágyuláspontú fuvatott bitumenel készített szigetelést. A szigetelés netán

kisebb helyenkénti hibája és ezen átszivárgó sólé azonban a kész szerkezetben már *kárt nem okoz*, mert a sólé — mint említettük — főként ilyen kis mennyiségben a betonra nem káros, legfeljebb „esztétikailag kifogásolható” sókivirágzásokat mutat a külső oldalon. A szerkezet és szigetelés kialakításának vannak csomóponti kérdései, de ezek megoldhatók.

A feladat megoldható még olyan kisebb vastagságú beton vagy téglafallal, melyet a tartálytól függetlenül lealapozott vasbeton pillérsor *támaszt* meg kívülről. A megtámasztás úgy történik, hogy a fal és a pillér között bitumenes szigetelés van láthatóan elhelyezve. A pillér terepszinttel érintkező síkjában az átszivárgó sólé elvezetést nyer. Mivel az átszivárgás útja szabad szemmel is ellenőrizhető ennél a megoldásnál, a vasbetonra nyomással nem hat a sólé, legfeljebb rendkívüli esetekben ráfröcsköldöhet, a megtámasztó vasbeton pilléreket korróziós veszély nem fenyegeti.

A sóoldó — tartályoknál szükséges oldat — buktató, mely a sólébe kell hogy érjen vasbeton helyett fagerendákkal alakítható ki. A vasbeton kiváltó felette helyezkedhet el a sóléval nem érintkezve, biztonságból mázzal védve a fröcskölés ellen. Ez hordhatja a kezelő- és közlekedőhidat.

A korrózió elleni védelem ebben az esetben a szerkezeti kialakítást alapvetően befolyásolja a biztonság érdekében, felismerve azt a veszélyt, hogy bármilyen jó bélelés vagy burkolat esetleges sérülés esetén áteresztővé válik, s így az acélbetétek korróziója miatt rohamosan tönkre mehet.

B) Csarnoktetők vonókábeleinek korrózió elleni védelme

Annak megvilágítására, hogy a vonókábelek korrózióval szembeni érzékenysége miért lehet egyáltalán megtárgyalásra igényt tartó téma, arra egy most épülőfélben levő csarnoktető vonókábelének védelmi problémája nyújt jó alkalmat.

A tervezett vonókábel itt nem sodrott, gyárban készített áru, hanem egymás mellett kb. 50 × 50 mm keresztmetszetben elhelyezett 90 darab 5 mm átmérőjű huzalból áll. A huzal hidegen húzott különleges betonacél.

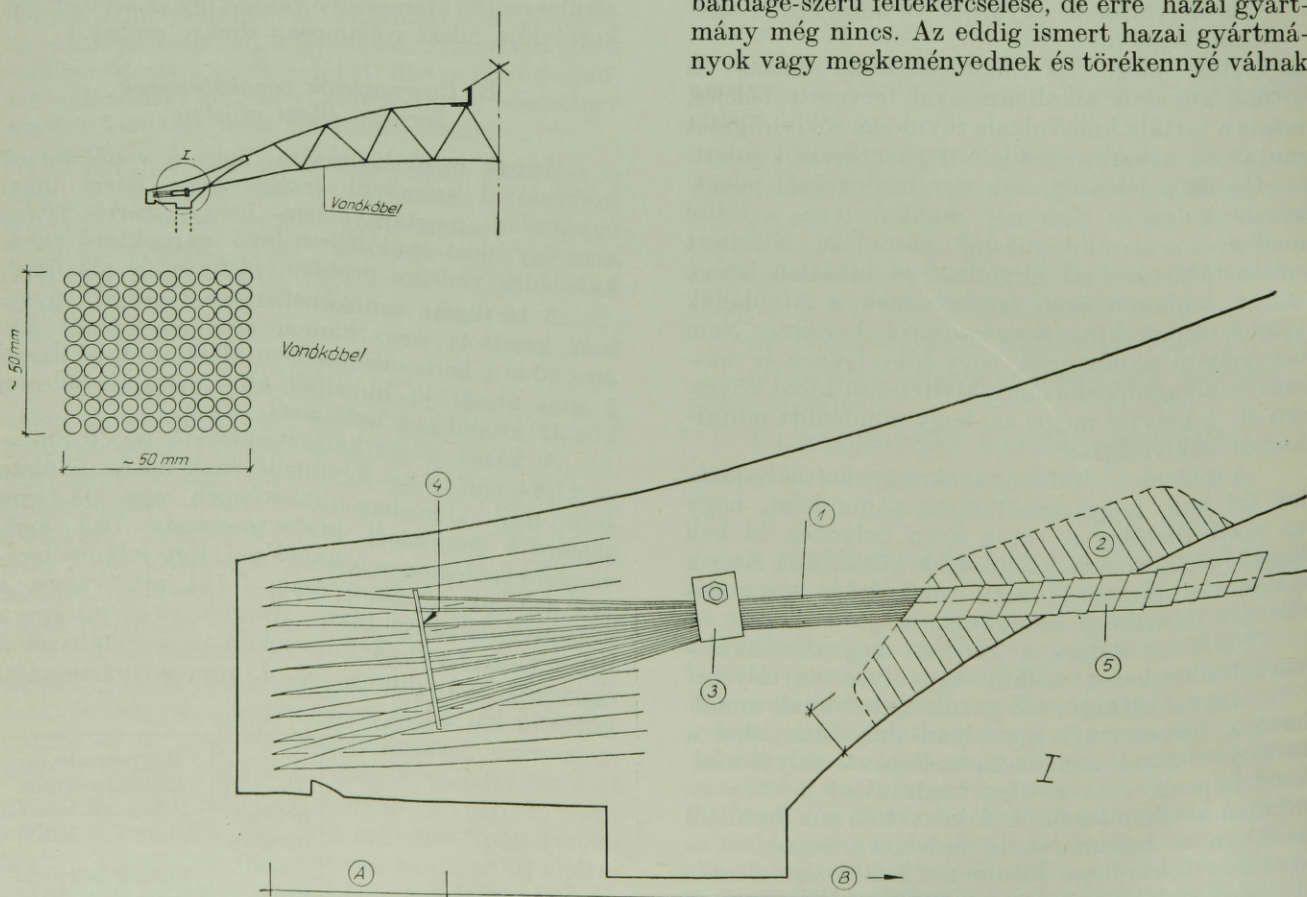
A kábel teljes keresztmetszete $90 \times 0,196 = 17,64 \text{ cm}^2$; egy folyóméterének összes felülete $1,43 \text{ m}^2$!! Összehasonlításképpen egy 48 mm átmérőjű gömbacél keresztmetszete $18,1 \text{ cm}^2$, vagyis közel azonos a kábelével. Egy folyóméterének felülete azonban csak $0,151 \text{ m}^2$, vagyis a kábelnek kilenced része. Nézzük meg, mi lesz a helyzet, ha a kábelhuzalok és a gömbacélon egyaránt 0,5 mm-es és 1 mm-es vastagságú korrózió lép fel.

	Eredeti keresztmetszet cm^2	Megmaradó ép keresztmetszet	
		0,5 mm	1 mm
		vastag korrózió esetén %-ban	
Kábel	17,64	64	36
Gömbacél (vonóvas) ...	18,1	96	92

Tehát a vonókábel 0,5 mm vastag korróziós hatásra csak 64%-os ép keresztmetszetet mutat, míg a gömbacél (vonóvas) 96%-ot; 1 mm-es korróziós hatásra a vonókábel csak 36%-os ép keresztmetszetet mutat, a gömbacél (vonóvas) 92%-ot. Ez az összehasonlítás azt mutatja, hogy a vonókábel csekély korróziónál már szakadással fenyeget, a gömbacélból készült 48 mm-es vonóvas pedig jelentős: 1 mm-es korróziónál sem kerül veszélyes helyzetbe.

Ezzel nem azt kívántam mondani, hogy ennél a csarnoknál éppen egy 48 mm-es rúdvonóval kellett volna dolgozni, hanem azt kívántam kiemelni, hogy egy kábelköteg és egy hagyományos vonóvas azonos keresztmetszettel korrózióvédelem szempontjából milyen nagy különbséget jelent a kábel terhére és ezért a kábel védelméről érdemes körültekintően és nem sablonosan gondoskodni. (A nagyszilárdságú kábel keresztmetszettel azonos húzófeszültség felvételére egy kisebb szilárdságú gömbacélból vagy profilacélból nyilvánvalóan nagyobb keresztmetszetre van szükség, de ebben az esetben az összehasonlítás még kedvezőtlenebb lenne korrózióvédelmi szempontból a kábel terhére.) Érthető ebből a példából az is, hogy miért nem volt a hagyományos vonóvas korrózió elleni védelme sohasem probléma. A vonóvas védelme egyszerű, mind a betonba történő beágyazásnál, mind a szabadon maradó részen: a betonban

nem szorul védelemre, mint bármilyen más acélbetét, melyet maradéktalanul körülvehet a beton, a szabadon maradó rész pedig egyszerű eszközökkel a helyszínen mázolható. Lényeges, hogy a korrózió látható felületen jelentkezik és így bármikor felújítható a védelem. — Nem így áll a helyzet a kábelrel. A kábelszálak felületéhez a megfeszítés után *nem lehet* már hozzáférni, *nem lehet* a védelmet felújítani, csak a külső szálsor külső oldalán. A szabadon levő kábelszakaszt nem lehet utólagos mázolásal védeni, mint a vonórúdat, hanem még beszerelésen állapotban szálanként kell kezelni, mázolni (mártási eljárással). Ennek a mázolásnak igen jó minőségűnek is kell lennie, mert ehhez később nem lehet hozzáférni. A kábel lehorgonyzó szakaszán kétféle védelem szükséges. A rendezőlemezen *kívüli* rész mázolatlanul maradhat, mert a beton a szálakat itt körül képes venni, de a rendezőlemeztől *befelé* eső szakaszon már kicsi a szálak közötti hely a betonozáshoz, itt a szabadon futó szakasszal azonosan mázolni kell. (Lásd vázlatot.) A kábel felfüggesztő csomópontjai is kényes helyek, mivel ott beszerelt állapotban a külső védőmázolást sem lehet elvégezni. A védőmázolás helyett műgyantakiöntés ad kellő védelmet. — A szabadon futó szakaszok külső védőmázolása, vagyis a kábel együttes védelme bármilyen jó minőségű mázolásal készíthető alágítatlással. Ez felújítható. Tartósabb és biztonságosabb védelmet nyújt egy jóminőségű szigetelőszalag bandage-szerű feltekerése, de erre hazai gyártmány még nincs. Az eddig ismert hazai gyártmányok vagy megkeményednek és törékennyé válnak



1. ábra. A) Rendező lemezen kívüli rész

B) Rendező lemezen belüli rész

1. kábel. 2. utólagos bebetonozás, min. 5 cm, 3. szarító béka, 4. rendező lemez, 5. szigetelő bandage

vagy fellazulnak. Mind a mázolásnak, mind a bandagenak a betonhéjszerkezetbe 5 cm mélyen be kell érnie és utólagos betonozással lezáródnia.

A feszített kábelek esetében azért is veszélyes a korróziós jelenség, mert feszítés hatására a vaskristályok között nagy belső feszültség áll elő. Erre az állapotra jellemző, hogy olyan kis elváltozások, melyek nem feszített szerkezetben kárt nem okoznak, a feszítettnél az ún. feszültségi korrózióra jellemző töréseket és repedéseket okoznak. Ilyen jelenségeket előidézhet egy kismértékű korrózió is.

A vonókábel korrózióra való érzékenysége a fajlagosan nagy védendő felülete, az utólagos védelem lehetetlensége, a korróziós folyamat megindulásának láthatatlansága arra kell hogy ösztönözze a tervezőt, hogy biztonságosabb megoldást találjon a vonókábel helyett, vagy legalább vastagabb szálakból alakítsa ki azt.

C) Textilfestődék korrózió elleni védelme

Az utóbbi években több hazai textilfestődét kellett felújítani, mert falaik átáztak és kifagytak, padlóburkolatuk, padlócsatornáik tönkrementek, földünkben a vasbetétek korrodálni kezdtek, az ablakokat, a felülvilágítókat, vasszerkezetű szellőzőket tönkretette a rozsda stb. stb.

A textilfestődékben az épület oldalfalaira és mennyezetére a lecsapódó pára, vagyis a desztillált víz jelent veszélyt. A padlóra pedig lúgos és kisebb savas igénybevételek hatnak, erős mechanikai hatással együtt (vaskerekű targoncák).

A múltban ezen festődék javítását a vakolatok felújításával, a falfelületek védőmázolásával, az ablakok újramázolásával vagy cseréjével, a padlóburkolat és padlócsatorna helyi javításával vagy kicseréléssel újították fel, de ezek idővel ismét tönkrementek. A viszonylag egyszerű agresszív hatás kiküszöbölésére az egyre javuló ködtelenítő berendezések sem voltak kielégítőek, mert a kinyitott ablakok és szellőzők mintegy „termelték” a ködöt. A gépekből és kádakból kiszálló meleg párás levegő a lehűlés következtében elérve a harmatpontot, kicsapódott, köddé változott, vagy a falakon, mennyezeten és nyílászárószerkezeteken *csapódott le*, innen ismét a falra folyt. Olyan hatás volt ez, mely a vakolatban levő szabad meszet kilúgozta, az exponált helyeken gyorsabban, másutt lassabban, de biztosan elért a vakolat a lehulláshoz.

A padlóburkolás a régebbi üzemekben a forró ráengedett festődei folyadékokat kénytelen elviselni, ezek a folyadékok nem is folynak le gyorsan, hanem jóideig a padón maradnak. A vaskerekű kocsik pedig még a legjobban beágyazott keramitköveket is fellazították a sűrűforgalmú helyeken, így az átjáró ajtóknál, rakodó helyeken, csatornák, szélén, kényszerű közlekedési vonalakon.

Ennek ismeretében több irányelvet lehetett rögzíteni a megfelelő tervek kialakítására, me-

lyek a régi szerkezeti kialakítást is megváltoztatták:

a) a festőtermek közvetlen érintkezési lehetőségét a szabaddal meg kell szüntetni, tehát ablakot és közvetlen szabadba nyíló szellőzőt nem szabad tervezni,

b) a világítást ezért vagy fix ablakos felülvilágítókkal vagy mesterséges világítással kell megoldani,

c) olyan ködtelenítő berendezéseket kell tervezni, melyek a kádaknál és gépeknél a gőzt azonnal és közelről elszívja, továbbá csak az el nem szívható elszállt párát szívja el a mennyezet alatt; ezt a rendszert természetesen alkalmas helyen bebocsátott száraz levegővel kell együtt működtetni.

Az így kialakított párávédelem hathatós aktív intézkedés a korrózió elleni védelemben.

A falak ilyen körülmények között nyerstégla modorban falazva és a hézagfelületek fluátozva káros elváltozást nem szenvednek, felületük színesen meszelhető.

A vasbeton földem, melynél kerülni kell az alubordás megoldást, ha 5 cm vastag vas-feletti takarással rendelkezik, kellő tömör betonból, szintén színes meszeléssel kezelhető és nem fog korróziót szenvedni.

A padlóburkolat kialakításán, ill. tartósságának emelésén a technológiai tervezéssel lehet segíteni. Ha a kádakból és gépekből a folyadék *zárt csővezetéken* jut a semlegesítőbe és a csatornahálózatba, akkor a padlóburkolat és a padlócsatorna hosszú életű lesz még cementes hézagolással és fluátos felületkezeléssel is, anélkül, hogy drága műgyantagitteteket kellene a keramitkövek ágyazásához és hézagolásához felhasználni. Tovább javít a helyzeten a vaskerekű targoncák helyett a gumiabronsos kerek használat. Az ilyen technológiai elrendezés mellett felesleges például a költséges megfigyelőpince létesítése, de okvetlenül szükséges, ha akár egy kádból vagy gépből a padlóra vagy a padló-csatornába folytatják a festőeljárásnál használt lúgos és savas folyadékokat.

A korrózió elleni védelem helyes megválasztása itt is az épületszerkezet kialakításának megváltoztatásához vezetett anélkül, hogy az építés maga kevésbé lenne gazdaságos, sőt a régieknél a sűrű felújítást és üzemi kiesést is számítva, ez jelentősen gazdaságosabb.

Összefoglalva: A korrózió elleni védelmet nem szabad, mint független kérdést kezelni a tervezésben, hanem, mint egy komponensét a komplex ipari épülettervezésnek. A tervezés első stádiumában már az alapelgondolások kialakításánál célszerű figyelembe venni, mert így biztonságosabban, konstruktívabban lehet kialakítani a korrózióra kényes szerkezeteket, mint később a tervezés során, amikor már a védelem az adottságokhoz kényszerül igazodni.

Próbacsatornák szulfáttartalmú talajvízben

HUNYADY DOMOKOS, Alpár-érmes

A) Bevezetés

Budapest főváros csatornahálózatának fejlesztésénél a csatornák sokszor erősen szulfáttartalmú (400—5000 mg/l SO_4) talajvízbe kerülnek. Az erősen szulfáttartalmú talajvíz a portland-cement felhasználásával épített csatornák idő előtti tönkremenetelét okozta [1] döntő mértékben a kémiai cserebomlás folytán keletkező kalciumszulfoálciumát (cementbacillus vagy Candlot-só) következtében. Ennélfogva a hidrogeológiai viszonyok és a talajvíz kémiai és fizikai tulajdonságainak mérlegelésével megállapított bizonyos szulfáttartalom felett (3500 mg/l SO_4) az MSZ 15 300—53 R szabvány figyelembevételével, a kisebb méretű csatornákat általában kőanyagcsőből, a helyszínen készített nagyobb méretű csatornákat bitumenhabarcsba rakott mészszegény pillértéglából vagy klinkertéglából építették.

A helyszínen készített nagyobb méretű betoncsatornák építésénél a csatornák kívülről való megvédése céljából, a talajvíz magasságától függően, 2 vagy 3 réteg bitumennel ragasztott bitumenes lemezszigetelést vagy jutavázon-szigetelést (Wien-i szigetelés) alkalmaztak. Több évtizedes tapasztalat azonban azt mutatta, hogy az alkalmazott bitumenszigetelés nem bizonyult megfelelőnek. Ugyanis a csatornaépítés technológiája következtében a leggondosabb munka mellett is elkerülhetetlen volt, hogy kisebb szigetelési hiányok ne keletkezzenek, mely hiányok elegendőek voltak ahhoz, hogy azokon keresztül a szulfáttartalmú víz a romboló hatását érvényesítse. A romboló hatás következtében ezek a szigetelési hiányok állandóan növekedtek (a beton duzzadása folytán) és ennélfogva a szulfátos talajvíz romboló hatása is állandóan növekedő mértékben nyilvánult meg. Ha azonban a bitumenes szigetelésnél nem is mutatkoztak közvetlenül az elkészítés után vízzárósági hiányok, az elkészítéstől számított 15—20 év múlva az alkalmazott bitumenes szigetelőanyag (bitumennel átitatott papírlemez, nemez vagy juta) kémiai és strukturális stabilitásának megváltozása folytán (mikrobiológiai korrózió) vízzárósági hiányok és nagyobb fokú korróziós tünetek (repedések, duzzadások) voltak észlelhetők.

Hangsúlyozni kívánom, hogy kész betoncsöveknek valamely bitumenes vagy valamely más anyaggal (fluoridok, vízüveg) való bevonása nem bizonyult alkalmasnak a betoncsöveknek a szulfátos talajvíz káros behatása ellen való megvédése szempontjából. Ugyanis a csövek szállításánál és beépítésénél elkerülhetetlen volt, hogy a védőfelület meg ne sérüljön (ledörzsölés, leütés) és a sérült felületen az agresszív talajvíz utat talált a csőfal belsejébe, ahol duzzadást okozva, állandóan növelte a sérült felületet és mind fokozottabb mértékben tudta kifejteni romboló hatását. Arra kell törekedni ennélfogva az agresszív hatásoknak kitett csatornák anyagánál, hogy maga az anyag egész keresztmetszetében

minden védőréteg felhordása nélkül ellenálljon az agresszív hatásoknak.

A szulfáttartalmú talajvizeknek a csatornába való romboló hatásánál figyelemmel kell lenni arra, hogy a csatornafala, amely kívülről a talajvízzel érintkezik és annak nyomása alatt áll, belülről párolgó felülettel rendelkezik. Ennélfogva a csatorna külső felületénél beszívargó talajvíz elpárolgására vagy a kevésbé tömör falon a nagyobb mértékű átszivárgásra és a kapilláris felszívódásra van lehetőség. Az elpárolgás, az átszivárgás és a kapilláris felszívódás, valamint a talajvízállás ingadozása következtében pedig a csatornafalnak egyes részeiben a talajvízből kivált sók rakodnak le és halmozódnak fel, amelyek a talajvízállás változásánál a falon átáramló talajvíz által ismét feloldva a talajvíz töménységét lényeges mértékben fokozhatják és a feloldás előtt is a kikristályosodás folytán a betonfalban feszítő hatást idéznek elő. (Fagyáshoz hasonló fizikai hatást.) Ezért a talajvízszint közelében a legerősebbek mindig a korrózió hatások. Az előadottak alapján egyik oldalról párolgási felülettel rendelkező falakban (csatornák), melyek a másik oldalon talajvíznyomás alatt állnak, fokozottabb mértékben megvan a talajvíz áramlásának lehetősége és ennélfogva a szulfáttartalmú talajvizek lényegesen nagyobb romboló hatást fejthetnek ki, mint párolgási felülettel nem rendelkező falakban (alakok).

A kőagyagcsőcsatornáknak, valamint a bitumenhabarcsba rakott mészszegény pillértéglavagy klinkertégla-csatornáknak, valamint a vízzáró szigeteléssel körülburkolt csatornáknak építési költségei igen magasak. Olcsóbb, megfelelő építési mód alkalmazhatóságának tanulmányozására, különböző fajtájú cementek (Ferrati-típusú S 54 és „Citadur” bauxitcement) alkalmazásával beton- és azbesztcement próbacsatornákat építettett a főváros javaslatomra olyan helyeken, ahol a talajvíz szulfáttartalma meglehetősen nagy (4—5000 mg/l SO_4).

Mind ezideig nem ismerünk ugyanis eléggé gyors, megbízható laboratóriumi vizsgálati módszert, mely megnyugtatóan meghatározná valamely beton ellenállását az agresszív vizekkel szemben.

A laboratóriumi vizsgálati módszerekkel végzett vizsgálati eredményekből nem tudunk megbízható következtetéseket levonni. Ugyanis az ezideig szokásos laboratóriumi vizsgálatoknál a beton és az agresszív közeg érintkezési módja rendszerint teljesen más, mint a természetben. Mások a hőmérsékleti, az áramlási, a fény- és a levegőbehatási, valamint a biológiai viszonyok és rendszerint más az agresszív közeg koncentrációja, mások az abban levő változások és mások a valóságban, egyéb mellékkörülmények által előidézett kémiai, fizikai és biológiai folyamatok.

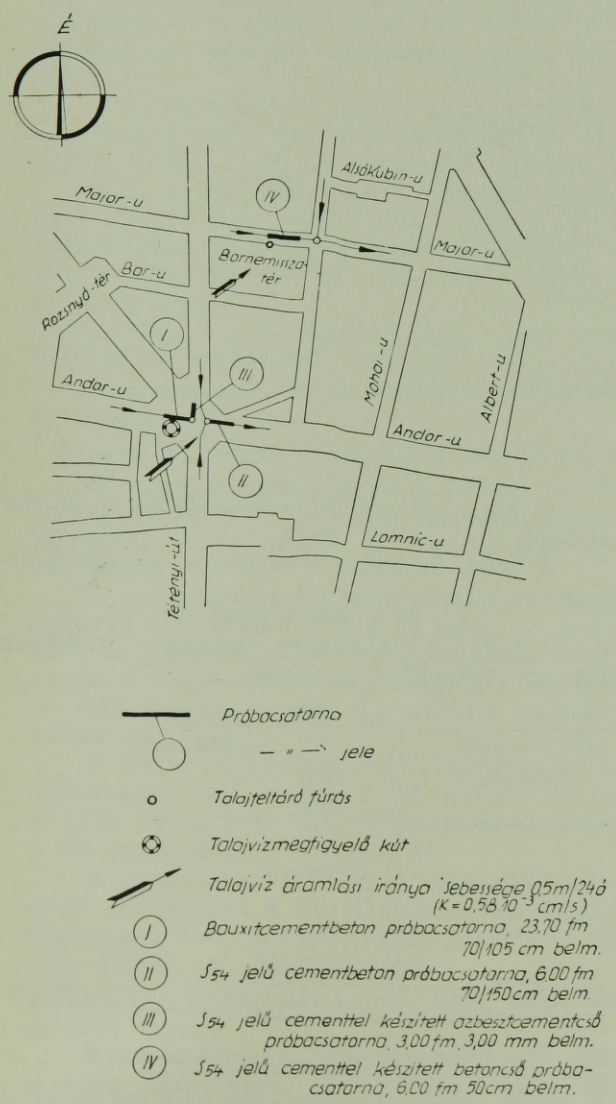
A következőkben beszámolok az 1933. évben az 1. ábrán feltüntetett, I. jelű helyen épített

„Citadur” bauxit-cementbeton, az 1936. évben (engedélyszám: 32 193/936. II. PMSz) az 1. ábrán a II. jelű helyen épített Ferrari típusú S 54 jelű (C 500 s) cementbetonból, az 1937. évben az 1. ábrán feltüntetett, III. jelű helyen épített Ferrari típusú S 54 jelű (C 500 s) cementtel készített azbesztcementbeton (eternit, engedélyezési szám 30 172/937. II. PMSz) és az 1936. évben, az 1. ábrán, a IV. jelű helyen épített Ferrari típusú S 54 jelű (C 500 s) cement felhasználásával készült próbacsatornaszakaszon végzett megfigyelésekről és a megfigyelések alapján javaslatot teszek bizonyos koncentrációjú (5000 mg/l SO₄ felső határig) szulfáttartalmú talajvizek hatásának kitett csatornáknak az eddigi előírásoktól eltérően, népgazdasági szempontból nagy megtakarítást jelentő, Ferrari típusú S 54 jelű cementbetonból való építésére.

B) Próbacsatornaszakaszok ismertetése

1. Bauxitcementbetonból épített I. jelű próbacsatornaszakasz

Az építés ideje:
1933. augusztus hó.



1. ábra. Átnézetes helyszínrajz a próbacsatornákról

Az építés helye:

Budapest, XI., Andor utcában, az Andor utca és Tétényi út kereszteződésénél, 23,7 fm hosszú, 70/105 cm belméretű, tojásszelvényű próbacsatornaszakasz (l.: 1. ábrán, I. jelű részt).

A próbacsatorna mélységi adataira vonatkozóan l.: a 2. ábrát.

A próbacsatorna feletti földtakarás (l.: 2. ábrát).

A csatorna feletti földtakarás átlagos vastagsága: 2,5 m.

A talaj minősége (l.: 2. ábrát)

A talaj, amelyben a csatorna épült, gyengén vízáteresztő, homlokisztes, szürke agyag.

A talajvízszint magasságára vonatkozóan l.: a 2. és 3. ábrákat és az 1. táblázatot.

1. táblázat

A talajvíz magassága, SO₄-tartalma és pH értéke (Kivonat a 25 éven át havonként történt megfigyelési adatokból)

Vizsgálat időpontja	SO ₄ , mg/l	pH	Talajvízszint, m. A. f.
1938. VII.	5982,0	7,92	+100,548
1939. III.	6224,4		+100,575
1940. IV.	6231,6		+100,815
1941. XII.	4980,0		+100,395
1942. X.	4995,6	7,84	+100,245
1943. IX.	3532,8		+100,255
1945. XI.	2144,4		+100,535
1947. XI.	4287,6		+100,435
1948. IV.	4023,6	7,80	+100,615
1949. IV.	3408,0		+100,405
1950. X.	2184,0		+100,615
1951. X.	4141,2		+100,415
1955. V.	6660,0	7,20	+100,775
1956. III.	4083,8	7,30	+100,715
1957. III.	2083,2	8,48	+100,595
1958. XI.	6963,6	7,70	+100,765

A talajvíz szulfátió (SO₄) tartalma (l.: 1. táblázatot)

A talajvízből vett minták SO₄ ion tartalma 2076—6963 mg/l értékek között ingadozott 1933—1958. évi 25 éves időszakban. Ebben az időszakban a talajvíz SO₄ ion tartalma középértékben 4500 mg/l.

A talajvíz áramlási iránya és sebessége

A talajvíz áramlási iránya északkeleti irányú, áramlási sebessége 0,5 m/24 óra ($k = 0,58 \times 10^{-3}$ cm/sec).

A homokoskavics szemszerkezete

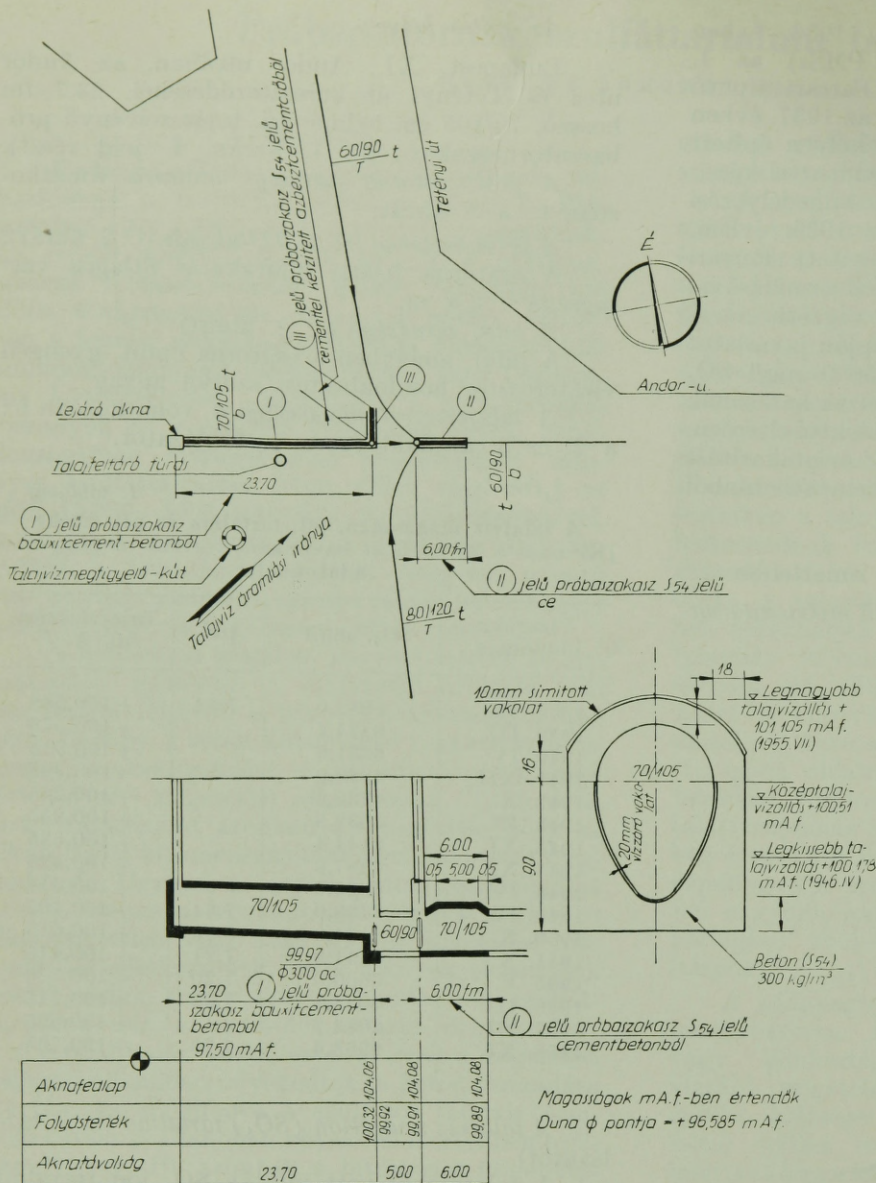
A betonozásnál használt homokos kavics szemszerkezete a következő volt:

- 0—1 mm szem nagyságú rész 25 súly%
- 1—5 mm szem nagyságú rész 25 súly%
- 5—30 mm szem nagyságú rész 50 súly%

A homokos kavics finomsági modulusa 5,53 értékű volt.

A cementtartalom és fajta

1 m³ kész beton cementtartalma 300 kg/m³ „Citadur” bauxitcement. A „Citadur” bauxitcement összetételének adatait a 2. táblázat mutatja.



2. táblázat

„Citadur” bauxitcement összetételének adatai

A cement alkatrészei	Tatai Citadur bauxitcement, %
Oldhatatlan	2,00
Izzítási veszteség	0,30
Kovász	4,32
Timföld	42,02
Vasoxid	14,11
Vasoxidul	0,00
Égetett mész	36,60
Magnézia	0,11
Szénsavas mész	0,00
Kénsavanhidrid	0,54
	100,00

A munkaárok-oldalfal alsó részének biztosítása

A próba csatornaszakasz 5 cm vastag, a munkaárokból maradó faszádfalak között épült meg.

A beton szabványos nyomószilárdsága és vízzárósága

A beton 28 napos szabványos nyomószilárdsága :

$$\sigma_{ny} 28 = 420 \text{ kg/cm}^2 \text{ volt.}$$

A beton a szabványos vízzárósági próbának 2,5 att nyomásnál megfelelt.

Barna homoklisztes	▽ + 103.72	
Sütétiszürke	▽ + 103.42	agyag
	▽ + 102.62	
Sárga		homoklisztes
agyag		(szürkés)
Talajvíz	+ 100.72 (1953 VII. 30.)	
	▽ + 102.42	Acatorna folyói fenékvonala
Sárga	homok	
	▽ + 99.72	

3. ábra. XI. Andor utcai talajfeltáró fúrás (1953. VII. 30.) az I. jelű próbacsatornánál

A munkaárok víztelenítése

A beton bedolgozása után a talajvizet 2 hétig a betontól nyílt víztartással távoltartottuk.

A víztelenítésre szolgáló, a próbacsatorna alá épített szivárgót utólag eltömtük.

Beton utókezelés

A bedolgozott betont a víztelenítés befejezéséig, vagyis a beton elkészítésétől számított 2 hétig, budapesti vízvezetéki vízzel való locsolással állandóan nedvesen tartottuk.

A próbacsatornaszakasz vizsgálata

A csatorna betonján már az építéstől számított 4 év múlva, 1937. évben, káros elváltozások mutatkoztak. A vakolat feltáskásodott és a feltáskásodott vakolat alatt a bauxitcementbeton csokoládébarna színe vörösesbarnára változott. A beton felülete puha lett, rajta fehér kivirágzás mutatkozott és a betonból egy darabot kivágva látható volt, hogy a homók- és a kavicsfelületeket apró, fehér pontok, finoman elosztott penészszerű réteggként beletpték.

A szóbanlevő próbacsatorna-szakaszt a megépítéstől számított kerekén 14 és 15 év múlva, 1947. április hóban és 1948. május 3-án, ismét megvizsgáltuk. A vizsgálatokon az 1937. évben észlelt elváltozások fokozott mértékben voltak észlelhetők.

A beton tulajdonságainak megvizsgálására a csatornából 1947. április hóban 1 db és 1948. május hóban 2 db próbadarabot vágtunk ki.

A 3. próbatesten végzett vizsgálati eredmények átlagértékei a következők voltak (Budapest Székesfőváros Építőanyagvizsgáló és Kísérleti Intézete ÉN 729—31/1947. és 1812—15/948. sz. bizonyítvány)

Térfogatsúly: 2,266 kg/cm³ (2,30, 2,22, 2,28). Szabványos vízfelvétel: 6,3 súly%.

Szabványos 20 cm élhosszúságú kockán mért nyomószilárdság:

$$\sigma_{ny28} = 156 \text{ kg/cm}^2 \text{ (152, 151 és 164 kg/cm}^2\text{)}$$

A vizsgálati eredményekből látható a beton szilárdságának a beépítés idejekori szilárdságához viszonyított nagyarányú, kerekén 63%-kal való csökkenése.

A szóbanlevő próbacsatornaszakaszt a megépítéstől számított, kerekén 24 és 25 év múlva, 1957. és 1958. évben ismét megvizsgáltuk, amikor az előző vizsgálatokon észlelt káros elváltozások — több helyen — még fokozottabb mértékben voltak észlelhetők.

A beton tulajdonságainak megvizsgálására a csatornából 1957. évben 2 db (északi oldalról) és 1958. évben 2 db (déli oldalról), összesen tehát 4 db próbadarabot vágtunk ki.

A 4 próbatesten végzett vizsgálati eredmények átlagértékei a következők voltak (Építéstudományi Intézet 1958. július 31-én kelt 228/150—1/1957. sz. bizonyítvány).

Térfogatsúly: 2231,25 kg/m³ (2200, 2175, 2340 és 2210 kg/m³)

Nyomószilárdság: szabványos 20×20 cm-es kockára átszámítva, (a boltozati, nagyobbára talajvízfeletti részből vett próbadarabra vonat-

kozó: 386 kg/cm² érték figyelembevétele nélkül) $\sigma_{ny28} = 144,00 \text{ kg/cm}^2$ (155, 150, 386 és 127 kg/cm²).

E vizsgálati eredményekből itt is látható volt a beton nyomószilárdságának a beépítés idejekori nyomószilárdságához viszonyított nagyarányú csökkenése.

A szóbanlevő csatorna-próbaszakaszon és Budapest területén más helyeken bauxitcementbetonból épített csatornákon végzett vizsgálatokból annyi kétségtelenül megállapítható, hogy a bauxitcementbeton kalciumszulfát (gipsz) és magnéziumszulfát (keserűső) agresszióval szemben nagyobb ellenállású, mint a homogén portlandcement. Ellenállása azonban nem olyan mértékű, amely alkalmassá tenné hosszabb időre készülő szulfátagresszióknak kitett építményeknél való felhasználásra. A 15 évig tartó szulfátagresszió hatása ugyanis a bauxitcement felhasználásával készült szóbanlevő próbacsatorna-szakaszon nemkívánatos korróziót okozott.

A bauxitcementbetonnal kapcsolatban azonban meg kell jegyezni még, hogy lúgok és nátriumionok korróziós hatásával szemben nem ellenálló, bármilyen kötésben is vannak utóbbiak (pl. nátriumszulfát vagyis glaubersó, nátriumkárbonát), ilyen agresszióval szemben jóval kisebb az ellenállása, mint a homogén portlandcementbetoné. Ezzel magyarázható az is, hogy nátriumkárbonátot (szódát) tartalmazó lúgos szikes talajokban a bauxitcementbeton idő előtt tönkrement, de a homogén portlandcementbeton nem. Ezenkívül az volt tapasztalható, hogy a bauxitcementbeton a cement átkristályosodása folytán nem agresszív közegben is lényegesen veszített szilárdságából.

2. Lábatlani „Ferrari” típusú, S 54 jelű cementbetonból a helyszínen készített II. jelű próbacsatorna-szakasz

Az építés ideje:

1936. július hó.

Az építés helye és a csatorna keresztmetszete:

Budapest XI., Andor utcában, az Andor utca és Tétényi út kereszteződésétől kiindulva, keleti irányban, kerekén 6 m hosszú 70/105 cm belméretű, tojásszelvényű próbacsatornaszakasz (l.: 1. ábrán II. jelű részt és a 2. ábrát).

Ebben a hosszban benne van 2, egyenként kerekén 0,50 m hosszú, a régi csatornához csatlakozó átmeneti darab hossza is.

A próbacsatornaszakasz mélységi adatait a 2. ábra mutatja.

A próbacsatorna feletti földtakarás

A próbacsatorna-szakasz felett kerekén 3,00 m-es, átlagos földtakarás van.

Talaj minősége (l.: 3. ábrát)

Gyengén vízáteresztő, homoklisztes szürke agyag.

Talajvízszintmagasság (l.: 2. és 3. ábrákat)

A talajvízszint +100,18 és +101,11 m Adria 0 pontja feletti magasság között ingadozik (középtalajvízállás +100,51 m A. f.).

A talajvíz szulfátion (SO₄) tartalma (l.: 1. és 3. táblázatokat)

A talajvíz vegyelemzésének adatai az I., II. és III. jelű próbacsatornaszakaszok helyén (Andor utca)

Dátum	pH	Na ⁺ , mg/l	NH ₄ ⁺ , mg/l	Ca ⁺⁺ , mg/l	Mg ⁺⁺ , mg/l	Össz. kem., n. k. f.	Lúgos- ság, fok	HCO ₃ ⁻ , mg/l	Cl ⁻ , mg/l	SO ₄ ⁺⁺ , mg/l	O ₂ fogy., mg/l
1958. I. 8.	7,60	1214,6	3,52	210,0	546,4	155,12	8,98	547,7	138,0	4586,5	8,0

A talajvízből vett minta SO₄-ion tartalma 20 éven át tartott rendszeres megfigyelés és vizsgálat alapján 2144—6964 mg/l értékek között ingadozik. Középértékben 4476 mg/l.

Az építéskor a talajvíz SO₄-ion tartalma 6120 mg/l volt.

A homokos-kavics szemszerkezete

A betonozásnál használt homokos-kavics szemszerkezete a következő volt:

0—1 mm szemnagyságú rész 17 súly%

1—5 mm szemnagyságú rész 25 súly%

5—30 mm szemnagyságú rész 58 súly%

A homokos kavicsnak finomsági modulusa 5,9 értékű volt.

Cementtartalom

A bedolgozott beton cementtartalma 300 kg/m³, „S 54” jelű cement volt. A S 54 jelű cement (C 500 s) összetételének adatait a 4. táblázat mutatja.

4. táblázat

„S 54” (C 500 s) jelű Ferrari-típusú cement összetételének adatai

	Átlag- gos	Mini- mum	Maxi- mum
Izzítási veszteség, %	1,1	0,8	1,5
SiO ₂	20,0	19,5	21,0
Al ₂ O ₃	4,8	4,4	5,3
Fe ₂ O ₃	7,8	7,3	8,5
CaO	63,2	62,5	64,0
MgO	0,8	0,6	1,1
SO ₃	2,2	1,8	2,8
Hidraulikus modulus	1,94	1,88	2,00
Szilikát modulus	1,59	1,40	1,80
Alumínium modulus (Al ₂ O ₃)	0,62	0,52	0,72
Mésztelítettség (Fe ₂ O ₃)	93,0	90,0	95,0
Telítettségi tényező	90,5	88,0	94,0
3CaO · SiO ₂	50,6	46,0	55,0
2CaO · SiO ₂	19,2	14,0	25,0
4CaO · Al ₂ O ₃ · Fe ₂ O ₃	22,8	17,0	26,0
2CaO · Fe ₂ O ₃	0,2	0,0	2,0
3CaO · Al ₂ O ₃	0,0	0,0	2,0
CaSO ₄ · 2H ₂ O	4,7	3,5	5,5
Szabad CaO	0,2	0,0	0,6
Fajsúly, t/m ³	3,2		

Vízcementtényezők

Az alkalmazott 0,52 értékű vízcementtényezőnél a beton plasztikus volt.

A keverővíz minősége

A csatorna-próbaszakasz felénél a munkaárok oldalfalának biztosítására csatornavasszádlemez került alkalmazásra. Ezen a szakaszon keverővízként talajvizet (SO₄ tartalom = 6120 mg/l) hasz-

náltunk fel. Azon a szakaszon, ahol a munkaárok oldalfalának biztosítására a munkaárokból maradó hornyolt faszádpallók kerültek alkalmazásra, keverővízként vízvezetéki ivóvizet használtunk fel.

A keverés módja

A betont benzinmotoros meghajtású, forgódobos 100 l űrtartalmú betonkeverővel, 2 percig tartó keveréssel kevertük.

A beton bedolgozásának módja

Gondos kézi bedolgozás.

A munkaárok oldalfala alsó részének biztosítása

A munkaárok függőleges oldalfalának alsó részét felehosszban 2 m hosszú, utólag kihúzott, 5 mm vastag csatorna-vasszádlemezekkel, felehosszban pedig a munkaárokból maradó 5 cm vastag, 2 m hosszú, hornyolt faszádpallókkal biztosítottuk.

A kihúzott csatorna-vasszádlemezek helyét 2—5 mm szemnagyságú borsókaviccse (gyöngykaviccse) töltöttük ki.

Azon a részen, ahol utólag kihúzott csatorna-vasszádlemezek kerültek alkalmazásra, a csatorna betona közvetlenül érintkezhetett a talajjal és a talajvízzel.

Azon a szakaszon pedig, ahol a munkaárokból maradó faszádfal került alkalmazásra, a szádfal bizonyos mértékben védte a csatorna betonfalát attól, hogy a talajjal és talajvízzel közvetlenül érintkezzék. A csatorna-vasszádlemezek csak a munkaárok víztelenítésének megszüntetése után, tehát a betonozás befejezése után két hét múlva, kerültek kihúzásra.

A munkaárok víztelenítése

A munkaárkot a csatorna alá épített szivárgó és mellé épített gyűjtőkút segítségével, szivattyúzással víztelenítettük, vagyis a munkaárok víztelenítésénél nyílt víztartást alkalmaztunk. A talajvizet a betonból a beton bedolgozása után még két hétig nyílt víztartással távoltartottuk. A víztelenítés ideje alatt, vagyis 1936. július 13—július 27-ig a levegő középhőmérséklete 21 °C volt, a talajvíz pedig 10 °C.

A víztelenítésre szolgáló, a próbacsatorna alá épített szivárgót utólag eltömtük.

A beton nedvesen tartása

A bedolgozott betont a munkaárok víztelenítésének befejezéséig, vagyis 14 napig locsolással állandóan nedvesen tartottuk. Locsolóvízként a keverővízhez hasonlóan azon a szakaszon, ahol a munkaárok oldalfalának biztosítására csatornavasszádlemezek kerültek alkalmazásra, talajvizet (SO₄ tartalom : 6120 mg/l) használtunk.

Azon a szakaszon pedig, ahol a munkaárok oldalfalának biztosítására a munkaárokból maradó faszádfalak kerültek alkalmazásra, locsoló-vízként vízvezetéki ivóvizet használtunk fel.

A beton nyomószilárdsága, vízzárósága és térfogatsúlya

A vízvezetéki ivóvízzel készült és nedvesen tartott beton 28 napos 20 cm élhosszúságú kockán mért szabványos nyomószilárdsága:

$$\sigma_{ny28} = 380 \text{ kg/cm}^2 \text{ volt.}$$

A beton a szabványos vízzárósági próbának 2,5 att nyomásnál megfelelt.

A frissbeton térfogatsúlya: 2406 kg/m³ volt.

A csatorna-próbaszakasz vizsgálata

A próbacsatornaszakaszt és a talajvízszint ingadozását, valamint az SO₄ iontartalmát a megépítés után rövid időközökben ellenőriztük.

A talajvízszint és az SO₄ iontartalom, valamint a pH érték ingadozására az 1. táblázat ad tájékoztatást (részletesebb adatok a Fővárosi Csatornázási Műveknél tekinthetők meg).

A próbacsatornaszakaszon 1944-ig semmiféle káros elváltozást nem észleltünk.

Ez tette lehetővé, hogy Budapest polgármestere 1944. szeptember 2-án kelt 330,595/1944. III. sz. véghatározatával javaslatunkra 2400 mg/l SO₄ iontartalmú talajvízben való építésnél engedélyezte a lábatlani „S 54” jelű cementből készült, a próba-csatornaszakasz építésénél felhasznált minőségű beton alkalmazását azzal a kikötéssel, hogy a bedolgozott beton cementtartalma 350 kg/m³ legyen. Előírta továbbá, hogy ha a palasztikus konzisztenciát minden kg cementre számított 0,52—0,54 l vízzel elérni nem lehetne, a cement- és a vízmennyiséget a megadott arány megtartásával növelni kell.

A szóbanlevő próbacsatornaszakaszt a megépítéstől számított 11 és 12 év múlva, 1947. és 1948. május 3-án ismét megvizsgáltuk és rajta semmiféle káros elváltozást nem találtunk.

Ugyanakkor a beton tulajdonságainak megvizsgálására a próbacsatornaszakasznak abból a részből, mely a munkaárokból maradt faszádpallók között épült, 1947. évben 1 db, 1948. május hóban pedig a próbacsatornának abból a részéből, mely utólag kihúzott vasszádlemezek között épült, 2 db próbatestet vettünk ki.

A három próbatesten végzett vizsgálati eredmények átlagértékei a következők voltak (Budapest Székesfőváros Építőanyagvizsgáló- és Kísérleti Intézet ÉN 729—31/1947. és 1812—15/1948. sz., 1948. július hó 12-én kelt bizonyítványa):

Térfogatsúly.....	2,453 kg/dm ³
Szabványos vízfelvétel	2,9 súly%
Szabványos 20 cm élhosszúságú kockákra vonatkozó nyomószilárdság	724 kg/cm ² (653, 613 és 906 kg/cm ²).

A vizsgálati eredményekből látható, hogy a szóbanlevő beton a szulfátos agresszióknak igen jól ellenállt, s annak egyik szakaszán sem volt semmiféle korróziós tünet megállapítható.

A szóbanlevő próba-csatornaszakaszt a megépítéstől számított 15 év múlva: 1951. március 15-én ismét megvizsgáltuk és rajta semmiféle káros elváltozást nem találtunk.

Ennél a vizsgálatnál a próbacsatornaszakasznak azt a részét, mely a munkaárokból maradó szádfallal épült meg, kiástuk és néhány szádpallót eltávolítottunk.

Az eltávolított szádpallók helyén a betonfelületet megvizsgáltuk, melyről megállapítottuk, hogy teljesen ép volt, azon semmiféle káros elváltozás nem volt észlelhető. Megállapítható volt azonban, hogy ezen a helyen a betonfelületen a homokos kavicszemeket egy kissé jobban lehetett tapintással érezni, mint a belső felületen, de a beton ezen a helyen is teljesen ép volt és vasalapáccsal megütve, csengő hangot adott.

A szóbanlevő próbacsatornaszakaszt a megépítéstől számított 17 év múlva: 1953-ban és 21 és 22 év múlva: 1957 és 1958-ban, és 26 év múlva: 1962-ben ismételtén megvizsgáltuk és megállapítottuk, hogy azon semmiféle káros elváltozás nem volt észlelhető.

Az 1957. és 1958. években megtartott vizsgálatkor a próbacsatornaszakaszból 2—2 db, összesen tehát 4 db próbatestet vettünk ki a közepes talajvízállás (100,51 m A. f.) magasságában (2 db próbatestet az északi oldalból, 2 db-ot pedig a déli oldalból, mindenhol egyet a szádfallal el látott, egyet pedig a szádfal nélküli szakaszból). A próbatestek nyomószilárdsága között lényeges eltérés nem volt.

A próbatesteken végzett vizsgálati eredmények átlagértékei a következők voltak (Építéstudományi Intézet 1958. VII. 31-én kelt 228/150—1/1957. sz. bizonyítvány szerint):

Térfogatsúly: 2445 kg/m³
(2500, 2390, 2420 és 2470 kg/m³).

A szabványos 20 cm élhosszúságú kockára átszámított nyomószilárdság 585 kg/cm²
(466, 560, 584 és 732 kg/cm²).

A talajvízáramlás irányának meghatározásával kapcsolatban a próbaszakasz mellett létesített fúrásból 1958. I. 8-án vett talajvízminta vizsgálatai adatait a 3. táblázat tünteti fel.

Összefoglalva megállapítható, hogy a helyszínen S 54 jelű cementbetonból épített próbacsatorna 26 év múlva átlagosan 4476 mg/l SO₄ tartalmú talajvízben (pH = 7 körül) kifogástalan állapotban van.

3. Lábatlani „Ferrari” típusú „S 54” jelű cementtel készített azbesztcementcső III. jelű (eternicső) próbacsatornaszakasz

Az építés ideje:

1937. január hó.

Az építés helye:

A 300 mm belméretű, 3 fm hosszú, kör-szelvényű, karmantyús eternicső-próba-csatorna-szakasz az I. sz. alatt ismertetett „Citadur” bauxitcement felhasználásával, a helyszínen készített 70/105 cm belméretű próbacsatornaszakasznál, az Andor utca és Térényi út kereszteződésé-

nél, nyugati irányban levő aknájához csatlakozik, északi irány felől 5 cm-es bukóval + 99,97 m magasságban az Adria 0 pontja felett.

Az eternitesövek karmantyúhézagait kátránnyal átítatott kenderkötéllal és biumenes kiöntőanyaggal tömítetettük.

Az eternitesöveket beépítés előtt kereken 3 hónappal gyártották (1936. X. 13-án).

Talaj- és talajvízviszonyok

A talaj- és talajvízviszonyok teljesen meg- egyeznek az I. pont alatt ismertetett próbacsator- naszakasz talaj- és talajviszonyaival.

A próba-csatornaszakasz vizsgálata

A szóbanlevő próbacsatornaszakaszt, annak megépítésétől számított 5 év múlva : 1942. április hónapban megvizsgáltuk és azon sem szabad- szemmel, sem nagyítóval semmiféle káros el- változást nem észleltünk. A csöveket kibontot- tuk és a kibontott csöveken végzett vizsgálatok átlagértékei a következők voltak (Budapest Szé- kesfőváros Ütügyi Intézete Anyagvizsgáló Cso- port 1942. június 11-én kelt ÉN 356—365. M/1942. számú bizonyítványa) :

Belméret	301 mm
Falvastagság	11 mm
Térfogatsúly	2,8 kg/dm ³

Szabványos élnyomási törési ter-
terhelés 3340 kg/fm

Kopás, Gary-rendszerű koptató-
berendezésen 2 percig tartó
3 att. nyomású homoksugár-
fúvással, légszárazon 0,247 cm³/cm²
Vízfelvétel 12,75 súly%.

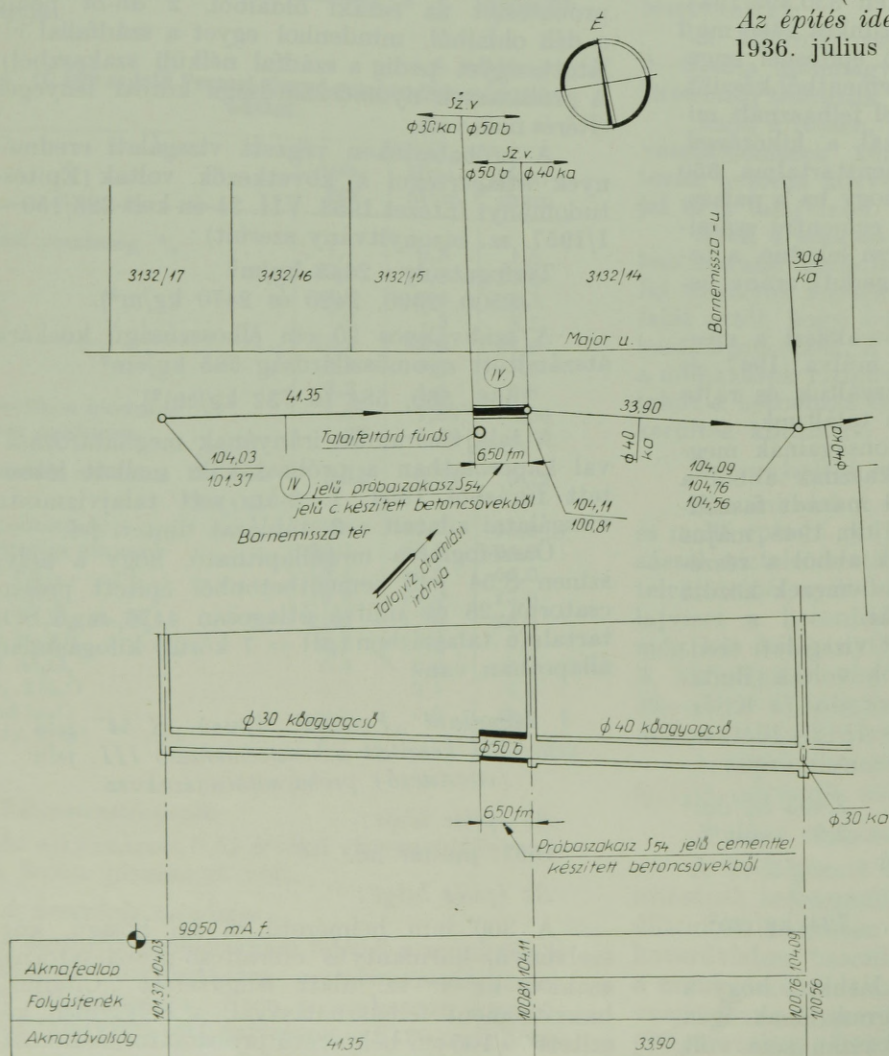
Összefoglalva : a szóbanlevő próbacsatorná-
val kapcsolatban megállapítható, hogy 5 évi
próbaidő egymagában nem elegendő megfelelő
következtetések levonására, de mivel ugyanezen
a helyen a helyszínen készített „S 54” jelű cement-
betonpróbacsatorna 26 év múlva is kifogástalan-
nak bizonyult és az azbesztcementeső vízát-
eresztőképessége (tömörsege) vízzel való telítő-
dése után sem nagyobb a helyszínen készített
betoncsatorna vízáteresztőképességénél, ennél-
fogva szulfátkorrózióval szembeni ellenállóképes-
sége a helyszínen készített ugyanezen fajtájú
cementbetoncsatornáéval azonosnak tekinthető.

4. Lábatlani „Ferrari” típusu „S 54” jelű cement
felhasználásával készült 50 cm belméretű, kör-
szelvényű, 6 fm hosszú betoncsőcsatorna
próbaszakasz

(L.: 1. és 4. ábrákat.)

Az építés ideje :

1936. július hó.



4. ábra. XI. Major utcában épített
próbacsatorna. IV. jelű helyszínrajz

Az építés helye:

Budapest XI., Major utca és Bornemissza utca kereszteződésénél levő tisztítóaknától nyugati irányban a Major utca folytatásában, a Bornemissza téren, kereken 34,40—40,40 m-ig, vagyis 6 m hosszban (l. 4. ábrán a IV. jelű helyet).

A cső készítésénél használt homokoskavics szemszerkezete

A csőkészítésnél felhasznált dunai homokoskavics szemszerkezete a következő volt:

0—1 mm szem nagyságú rész	15 súly%
1—5 mm szem nagyságú rész	30 súly%
5—15 mm szem nagyságú rész	55 súly%

A homokoskavics finomsági modulusa: 5,48.

A csövek cementtartalma

A beépítésre került betonesövek lábatlani „S 54” jelű (C 500 s) cementtartalma 375 kg/m³.

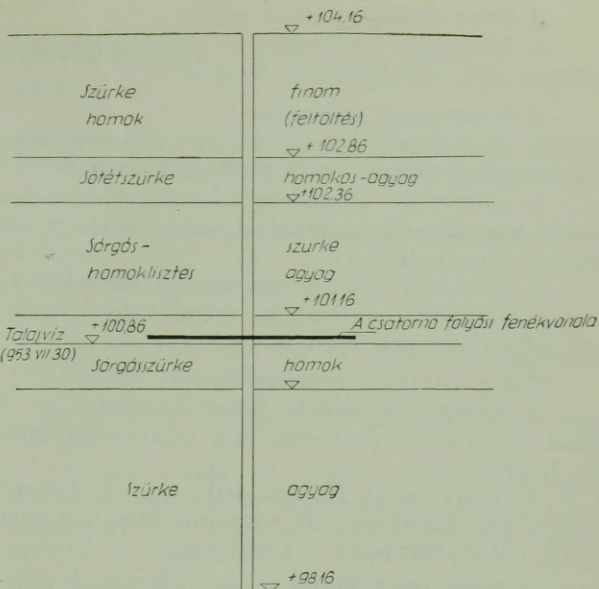
Vízcementtényező

A csövek betonjának vízcementtényezője 0,48—0,50 értékek között ingadozott.

A beton plasztikus volt.

A keverővíz minősége

A beton készítésénél keverővízként budapesti vízvezetéki vizet használtunk fel.



5. ábra. A Bornemissza téri talajfeltáró fúrás (1953. VII. 30) IV. jelű próbacsatornánál

Keverés módja

A betont bedolgozás előtt, benzinmotoros meghajtású forgódobos, 100 l űrtartalmú betonkeverőgéppel 2 percig kevertük.

5. táblázat

Javaslat a szulfáttartalmú talajvízben (≤ 5000 mg/l SO₄) alkalmazható betonesaternákra, azok összetételére és minőségi követelményeire, ha a talajvíz ptt értéke $\geq 6,5$

Legkisebb falvastagság, cm	Anyag- és minőségjellemzők	Mértékadó szulfáttartalom a talajvízben (SO ₄ , mg/l)		
		400 mg/l-ig	401—2500 mg/l	2501—5000 mg/l
2,5—12 (Üzemben előregyártva)	A beton szilárdsági osztálya ...	B 400	B 400	B 400
	Cementminőség és mennyiség (kg/m ³)	C 500 450—500 kg/m ³	C 500 S (S 54) 450—500 kg/m ³	C 500 S (S 54) 450—500 kg/m ³
	Adalékanyag szemszerkezet; osztály és finomsági modulus ...	II. o. 5,00—5,50	II. o. 5,00—5,50	II. o. 5,00—5,50
	Vízcementtényező	0,35—0,40	0,35—0,40	0,35—0,40
>12 (Helyszínen készítve v. üzemben előregyártva)	Frissbeton pórustérfogat	1,00%	0,5%	0,5%
	A beton szilárdsági osztálya ...	B 280	B 280	B 400
	Cementminőség és mennyiség (kg/m ³)	C 500 300—400 kg/m ³	C 500 S (S 54) 300—400 kg/m ³	C 500 S (S 54) 450—500 kg/m ³
	Adalékanyag, szemszerkezet; osztály és finomsági modulus ...	II. o. 5,00—5,50	II. o. 5,00—5,50	II. o. 5,00—5,50
	Vízcementtényező	0,40—0,50	0,40—0,50	0,40
	Frissbeton pórustérfogat	1,00%	1,00%	0,5%

Megjegyzés: 1. A friss betontól az agresszív talajvizet addig távol kell tartani, míg a beton a 28 napos korban előírt kockaszilárdságnak legalább 60%-át el nem éri. Ez az idő 20 °C betonhőmérsékletnél kereken 10 nap, mely a betonhőmérséklet változásától függően megfelelően emelkedhet vagy csökkenhet.
2. Acélbetétek alkalmazásánál az acélbetétek takarása 2,5—5 cm falvastagságnál legalább 1 cm, 5,1—10 cm-es falvastagságnál legalább 2 cm és 10,1—30 cm falvastagságnál legalább 3 cm legyen.

A beton bedolgozásának módja

A betonnak vasformákba való bedolgozása gondos kézi bedolgozással történt.

A betoncsövek utókezelése :

A szóbanlevő betoncsövek teljesen zárt, huzatmentes helyen, vasformában készültek.

A vasformát a csövekről — figyelemmel a beton plasztikus konzisztenciájára — csak 24 óra múlva távolítottuk el.

A vasforma eltávolítása után a csöveket 14 napig budapesti vízvezetéki vízzel való locsolással, állandóan nedvesen tartottuk.

Talaj- és talajvízviszonyok

A talajvízviszonyok közel azonosak az I. alatt ismertetett próbacsatorna talajviszonyaival (l. 5. ábrát).

A talajvízszint 100,65—101,51 m A. f. értékek között ingadozik. SO_4 tartalma átlagban 3250 mg/l, pH értéke pedig 7 körül van.

A betoncsövek beépítése

A szóbanlevő betoncsövek a készítésüktől számított 6 hét múlva kerültek beépítésre.

A talpas, hornyos betoncsövek illesztésénél a horonyhézagok kitöltésére és a felső habarcsgyűrű készítésére 1:2 súly szerinti keverési arányú „S 54” jelű cementtel készült habarcsot, a vállig érő illesztési oldalgyűrű készítésére pedig 400 kg/m³ „S 54” jelű cementadagolású betont használtunk.

A talajvizet a csatornától, a beépítés elkészülésétől számított 14 napig, nyílt víztartással távol tartottuk. Az illesztési gyűrűt attól az időtől, mikor a habarcs és a beton olyan szilárdságot ért el, hogy a locsolással való nedvesen tartás benne kárt nem okoz, budapesti vízvezetéki vízzel való locsolással, a nyílt víztartás befejezéséig, állandóan nedvesen tartottuk.

A próbacsatornaszakasz vizsgálata

A szóbanlevő próbacsatornaszakaszt, annak építésétől számított 12 év múlva : 1948-ban, 17 év múlva : 1953-ban, 22 év múlva : 1958-ban és 26 év múlva : 1962-ben belülről megvizsgáltuk és azon semmiféle káros elváltozást nem észleltünk.

Összefoglalva : a szóbanlevő próbacsatornával kapcsolatban megállapítható, hogy 26 év múlva átlagosan 3250 mg/l SO_4 tartalmú talajvízben (pH 7 körül) kifogástalan állapotban van.

C) Összefoglalás

Az ismertetett próbacsatornák vizsgálata és a vizsgálatok értékelése alapján javasolom szulfáttartalmú talajvizek hatásának kitett csatornák építésénél a következőket :

a) „Citadur” bauxitcementbeton nem alkalmazható ;

b) „S 54” (C 500 s) jelű, tömör azbesztcement — (eternit) csövek a talajvízben 5000 mg/l SO_4 tartalomig alkalmazhatók, ha a talajvíz pH értéke nagyobb 6,5 értéknél ;

c) Az „S 54” (C 500 s) jelű cement felhasználásával helyszínen készített csatornák alkalmazhatók az 5. táblázatban foglaltak betartása mellett ;

d) Az „S 54” (C 500 s) jelű cement felhasználásával készített „K” (különleges) minőségű vízzáró és szilárdsági követelményeknek megfelelő (MSZ 15450. sz. szabvány) betoncsövek alkalmazhatók az 5. táblázatban foglaltak egyidejű betartása mellett.

IRODALOM

[1] Szabó János: A főváros újabb csatornaépítései, különös tekintettel az agresszív talajvizekre. (Magyar Mérnök- és Építész Egylet közlönye, 1935. 23—25. szám.)

Az egyesület hírei

A Központ Hírei

Az Egyesület Elnöksége március 19-én ülést tartott, melyen megvitatta a Városrendezési Szakosztály beszámolóját és megtárgyalta az 1963. évben a Magyar Építőművész Szövetséggel közösen rendezendő Országos Városrendezési Tanácskozás tervezetét.

Az április 9-én tartott ülésén az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem oktatási reformjával kapcsolatos javaslatot tárgyalta.

Mindkét ülésén ezeken kívül az Elnökség folyó ügyekkel foglalkozott.

Az Épületszerkezeti Szakosztály március 12-én taggyűléssel egybekötve vitadélután rendezett a vezetés feladatairól a fejlődő építőipari szervezetben. A megnyitót Kilián József, az építésügyi miniszter első helyettese tartotta, az előadó Kercsmár György volt.

Az Egyesület közösen a Magyar Agrártudományi Egyesülettel március 11. és 12-én kétnapos Mezőgazdasági Építési Anketot rendezett.

Az ankétról e lap hasábjain részletesebben fogunk beszámolni.

A Mérnöki Létesítményi Szakosztály március 20-án előadást rendezett az alábányászott területen folyó építkezések kérdéseiről. A nagy érdeklődéssel kísért előadás előadói: Martos Ferenc, Kocsis Nándor és Solymosi Sándor voltak.

Az Egyesület Filmbizottsága március 28-án a következő építőipari filmeket mutatta be: 4. sz. Építőipari Híradó, Korszerű lakásépítés (francia), Monolitikus építkezés Gdanskban (lengyel), 200 m-es kémény építése, Építünk (az új lakótelepek építéséről szóló film).

Az Épületszerkezeti és Technológiai Szakosztály közösen a Közgazdasági Szakosztállyal és az Építésgazdasági és Szervezési Intézettel április hónapban az építőipari költségvetési és árrendszer továbbfejlesztési kérdéseit tárgyaló előadássorozatot rendezett, melyet klubdélután keretében egy összegező és értékelő vitaülés zárt be.

A csatornák korróziója

SZABLYA FERENC

Az ország legnagyobb csatornahálózata a fővárosban található. Hossza légvonalban több mint félszáz szelvényalakokkal és a kor jellemző anyagból, a Budapest—Leningrád közötti távolsággal egyenlő. A főváros csatornahálózata állandóan növekedik. Minden időben itt vagyunk tanúi a legkiterjedtebb építési tevékenységnek, amelyből önként következik, hogy a csatornának anyagára, élettartamára és egyéb műszaki jellemzőire, itt áll a legtöbb tapasztalat rendelkezésre.

A csatornák építésénél a múltban, mind a szelvényalak megválasztásában, mind pedig a méretezés tekintetében, a németeket követtük. Az építési alapanyag, sorrend szerint: kő, téglá, román-cement, portland-cement, bauxit-cement és a most használatos cementfajták. Az építési technológiát a beton korszerű technológiájának fejlődése jellemzi és a csatornaépítéseknel még további fejlődési lépéseket állítottunk fel a szak tudás érvényesülésének arányában.

A főváros csatornahálózatának összefüggő emlékei a XIX. század elejére nyúlnak vissza. A szenny- és csapadékvizeket, a budai oldalon, először a nyílt hegyi vizeket szállító árkokban, Pesten pedig, egymástól független, legfeljebb néhány utcát összefogó zárt csatornán keresztül vezették a Dunába. Az erőteljes csatornaépítkezés a főváros fejlődésével párhuzamosan indult meg. A Duna jobb partján a nyílt árkokat fokozatosan beholtították és így tagolt hálózati rendszer alakult ki. Viszont a bal parton, a földrajzi adottságoknak megfelelően, összefüggő főgyűjtő-gyűjtő csatornázási rendszer keletkezett.

A fővárosi csatornahálózat túlnyomórészen egyesített rendszerű, ami azt jelenti, hogy a szenny- és csapadékvizek közös vezetékben kerülnek levezetésre.

A volt peremvárosoknak, 1950-ben, a fővároshoz történt csatolásukkal alakult ki a mai Nagy-Budapest. E nagy jelentőségű esemény nagy feladatokat rótt a Fővárosi Csatornázási Művekre, mert a peremvárosok csatornahálózatai sok tekintetben ismeretlenek és meglehetősen elavultak voltak már.

A zavartalan üzemeltetést, karbantartás és felújítást a TMK (Tervező Műhely Karbantartás) szolgálja. Már a munkálatokat megelőzően a csatornahálózattal kapcsolatos kérdések egész sorát kell tisztázni, nevezetesen: a csatornák életkorára, építési anyagára, továbbá az elhasználódási idejükre vonatkozó adatokat.

A közcsonnahálózat választott időlépcsői a következők:

1. Az 1895-ös év előtti idők.

a) A Ferencvárosi szivattyútelep üzemeltetése az 1894—95 körüli időkben kezdődött el. Ugyanezen időpontra készültek el a pesti oldalon levő főgyűjtők nagy része is. A régi csatornák kőből, téglából és végül román-cementből készültek.

2. Az 1910-es esztendő.

b) Elméletileg befejeződött a román-cement felhasználása és megkezdtek a portland-cement

alkalmazását, noha 1910—18 között a két cementfajtát több csatornaépítésnél keverve alkalmazták.

3. Az 1926-os esztendő.

Gazdaságilag a fenti időpont a stabilizáció kezdete, amely jobb és rendezettebb munkavégzést tett lehetővé.

4. Az 1945-ös esztendő.

A felszabadulás éve. A Fővárosi Csatornázási Művek megalakulása.

A közcsonnahálózat anyagadatainak megszólása:

a) Kő, téglá és vegyes szelvényanyagok. A mészkőnek csatornaépítéseknel történt alkalmazása az 1780 körüli évektől körülbelül 1850-ig tartott. A téglaszelvényt 1860-tól, mész- és cementhabarcsba rakva, mintegy 50 éven keresztül alkalmazták. A XIX. század közepe táján a két építési anyagot, több esetben, vegyesen használták fel. A TMK és a belső javításoknál szerzett tapasztalatok alapján az ilyfajta csatornák üzemeltetését ideje mintegy 140 esztendőre tehető. A kőszelvények építésénél alkalmazott kemény mészkő elveszti nedvességét a szabad levegőn, porlad, ami a törőérték jelentős csökkenését eredményezi. Ezért kerüljük ilyen esetekben a hosszabb időt igénylő feltárást.

b) A román-cementbeton alkalmazása az 1860—70 közötti években indult meg és az 1910 körüli években fejeződött be. A felhasználás ideje alatt a szilárdsági értékek feljegyzését mellőzték. E csatornák törőértékeit így csak napjainkban állapítottuk meg. Több száz vizsgálat átlaga 40 kg/cm² körüli értéket mutat. Olyan esetekben, amikor a szelvény boltozati része kaparható, a tapasztalatok 30 kg/cm² alatti értéket mutatnak. Tapasztalataink szerint 55 év körüli időre tehető az ilyfajta csatornák üzemeltetésének ideje.

c) A bauxitcement az 1928—32 körüli években volt használatos, még pedig a Lágymányos a XIII. és XIV. kerület agresszív talajvizes területein. Az alkalmazott és jelenleg is használatos cementfajták közül ez ígérkezik csatornaépítéseknel a legrövidebb élettartalmúnak. Törőértéke jelenleg átlagosan az 50 kg/cm² érték körül mozog. Sok helyen azonban a csatornák állapota megegyezik a román-cementből épült csatornák jelenlegi állapotával. A bauxit-cement csatornák hossza a közcsonnahálózat egészéhez viszonyítva minimális.

d) A portland-cement alkalmazása az 1910-es években kezdődött meg és különböző fajtái még ma is használatosak. 1910 után, mintegy 8—10 évig román-cementtel keverve is több helyen alkalmazták. Ott, ahol a csatornába káros ipari szennyvizek nem kerültek, a régebbi pc. csatornáknál ma is átlagosan 150 kg/cm² körüli törőértéket találtunk. A beton anyagára káros ipari vizektől mentes szakaszokon az üzemeltetés ideje 80 évre tehető.

A főváros közcsonatnahálózata (törzscsonatna, házi-, tetőleflyó-, víznyelőbekötések) az 1962. szeptemberi állapot szerint, kereken 1872 km volt.

A törzscsonatnahálózat (főgyűjtő, gyűjtő, utcai mellékcsonatna) ebből 1386 km.

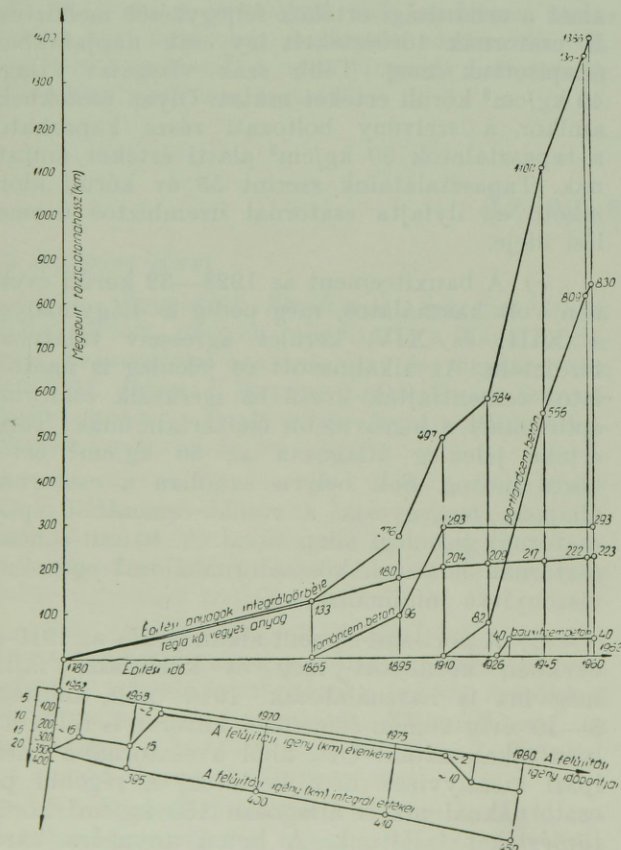
Az előzőekben ismertett elvek szerint, a törzscsonatnahálózat életkor, anyag, valamint amortizációs adatai az 1. és 2. táblázatok szerint alakulnak:

1. táblázat

A főváros törzscsonatnahálózatának anyag és elhasználdás szempontjából való megoszlása

Törzscsat. anyaga	Megépült hossz (km)	A csatna élet-tartama (év)	100 %-os elhasználdás	
			km	%
Tégla, kő, vegyes anyag stb.	223	140	66	30
Román-cementbeton	293	55	253	86
Pc. beton	830	80	(20)	(2,4)
Bauxitcement b. ...	40	50	(10)	(25)
Összesen	1386	—	319 (30)	—

Megjegyzés: a pc., valamint a bauxit-cement betonoknál a zárójelben megjelölt hosszúság a tapasztalatok alapján közelítő érték.



1. ábra. A Fővárosi törzscsonatnahálózatának fejlődése építési anyagoként 1870 és 1962 között

Az ismertett adatok alapján a törzscsonatna-hálózat anyagainak időben történő változásait, valamint a felújítási hossz alakulását az 1. ábra mutatja:

A felsorolt adatok kerületekre, vízgyűjtő-területekre és mellékcsonatnákra szétbontva adják meg TMK munkálatainknak alapját. TMK szabályzatunk a közcsonatnavizsgálat állandó és visszatérő vizsgálatánál, két alapgondolatból indul ki. Az egyik az a ható tényező, amelyet a főváros élete gyakorolt a csatnahálózatra, még pedig a vízvezetési igény növekedésével, a közúti- és villamosforgalom fokozódásával, a korszerű vágányfelépítmények és útburkolatok kialakításával, valamint a káros ipari szennyvizek hatásaival. A másik hatás a csatnahálózat természetes elhasználdásának eredményeként mutatkozik.

A TMK vizsgálatok és az ismertett adatok szemléltetően bizonyítják, hogy milyen komoly tényező a korrózió a csatnahálózatnál. A csatnák korrózióját külső vagy belső okok idézik elő, így az agresszív talaj, talajvíz, illetve a káros hatású ipari szennyvizek, biológiai bomlások a csatnák falán és hasonló okok.

Még 1930-ban Kelenföldön a nagyobb mértékű lakóház építkezések a csatnahálózat fejlesztését indították meg. Ezzel együtt fokozottan jelentkeztek az agresszív vizek okozta károk is. A korrózió ellen akkor a szulfátálló anyagokkal védekeztek. A csatnák kőagyagsövekből, aszfalthabarcba rakott pillér és klinker téglafalazatból készültek igen magas építési költséggel.

Később több kísérleti csatnaszakasz épült, főleg S 54 jelű cementtel. A kísérleti szakaszok eredményeivel Hunyady Domokos cikke foglalkozik.

Sok csatnánk épült már S 54-jelű cement felhasználásával kedvező eredménnyel.

Az agresszív talajvízben építendő csatnák anyagára vonatkozólag az MNOSZ—15300—53 R ajánlott szabvány (Csatna tervezés és méretezés. Közcsonatnák) tartalmaz részletes előírásokat.

A belső korróziót az ipari szennyvizek okozzák. A csatnázási szabályrendelet és több más építési jogszabály egyöntetűen előírja, hogy a közcsonatna hálózatba olyan szennyvizet, amelyek a közcsonatnák építési anyagát megtámadhatják, bebocsátani nem szabad. Mégis belső korróziók bőven vannak, ami a csatna rendellenes használatára mutatnak. A Fővárosi Csantnázási Művek újabban rendszeresen vizsgálja az ipari üzemek szennyvizeit. Az ipari szennyvizeknek a csatnába történő bevezetését külföldön rendeletek részletesen szabályozzák.

Nálunk a vonatkozó rendelkezés a Fővárosi Tanács Végrehajtóbizottságának a 881/1962. sz. utasításában most jelent meg.

A korrózió hatását a román-cementből készült betoncsatnáknaál 1957-ben kezdtük behatóan vizsgálni. A csatnákbaól próbakockákat vésztünk ki és a kivésett kockák törőszilárdsági értékeit laboratóriumokban határoztuk meg. A megejtett nagyszámú vizsgálat eredményeit a 2. ábra mutatja.

Építési időszak

1895 előtt	%	1896—1910	%	1911—1926	%	1927—1945	%	1946—1960	%	1961—62	%	Összesen
276 km	20	221 km	16	87 km	6	516 km	37	264 km	19	22 km	2	1386 km

A fővárosi törzsesatornahálózatának „anyag” adatai

3. táblázat

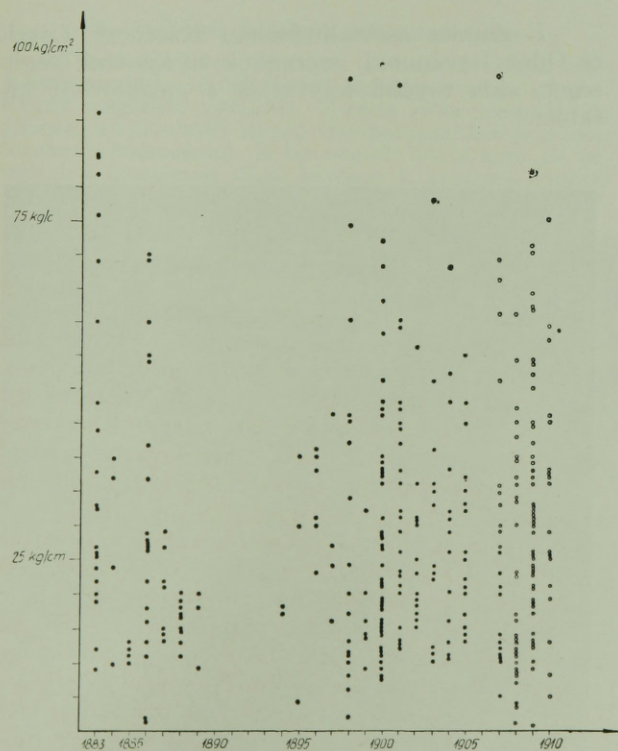
Román-cement b.	%	Pc. beton	%	Bauxitcement b.	%	Tégla, kő, vegyes anyagstb.	%	Összesen
293 km	21	830 km	60	40 km	3	223 km	16	1386 km

Az 1908-ban épült XI. ker. Műgyetem rakpart csatornájának törőszilárdsága 12, 13, 9, 8, 12, 4, 36 kg/cm², az 1902-ben épült Calvin téri csatornáé 19, 16, 56, 19, 30, 17 kg/cm², az 1899. évben a XIII. ker. Gömb utca csatornáé 29, 24, 16, 14, 27 kg/cm², az 1901. évben épült Tavasz utcai csatornáé 20, 29, 13, 42, 31—23 kg/cm² volt.

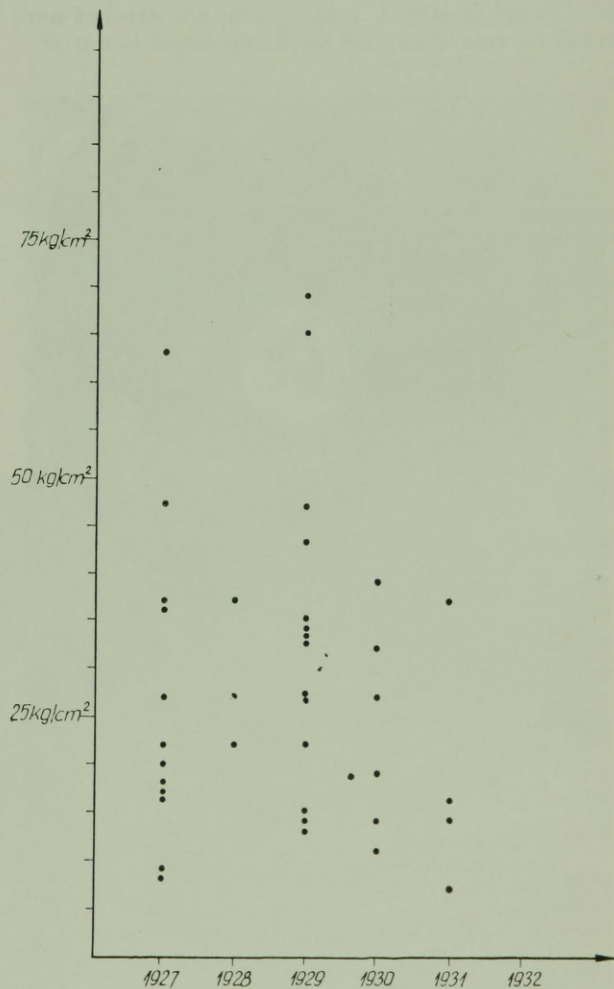
A megvizsgált csatornáknál a belső „vízzáró” vakolat leomlott, a csatorna betonfala 1—3 cm vastagságban kaparható volt és ez alatt a réteg alatt húzódtott meg az a beton, melynek törőszilárdsági értékeit a fentiekben ábrázoltuk.

Az ábrára tekintve megállapítható, hogy a románcement-csatornák tetemes része már felújításra szorul. Különösen az utóbbi években volt tapasztalható a törőszilárdsági érték rohamos csökkenése, mely körülmény komoly aggo-

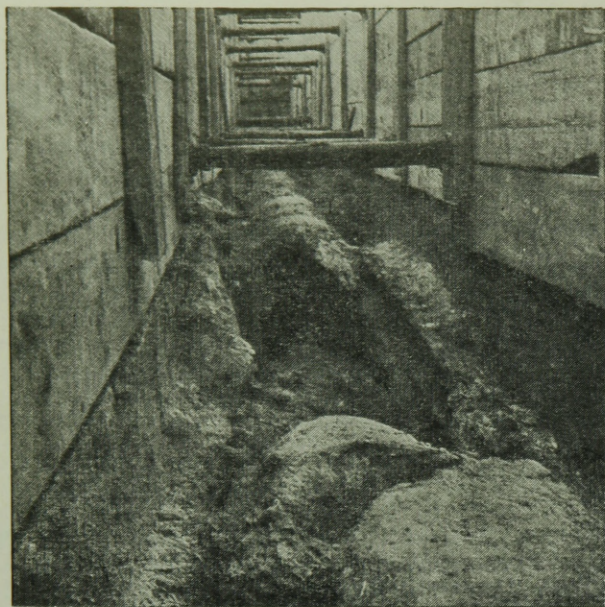
dalomra ad okot, mert hiszen több kilométer hosszú csatornát kell néhány év alatt újjáépíteni. E megállapítás szakkörökben is meglepetést keltett. Az építésre megérett csatornák összefüggő hálózatként jelentkeztek, amiből arra is lehet következtetni, hogy a korrózió nál esetleg a cementanyag minősége is közrejátszhatott, esetleg nem megfelelő nyersanyag jutott az égető kemencékbe. A csatornák rohamos pusztulása megállapított



2. ábra. Román-cementből épült közcsatornákból véselt próbakockák törési eredményei



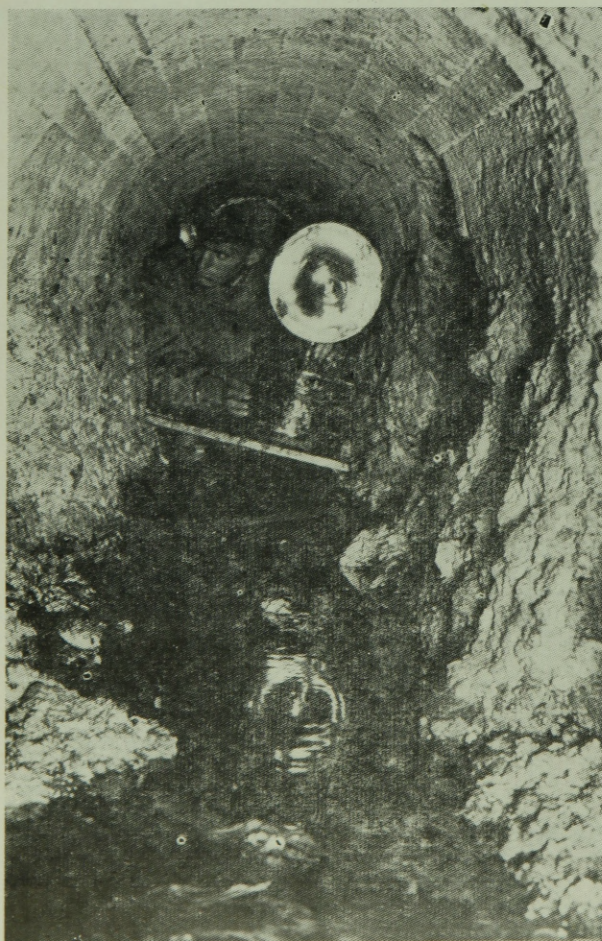
3. ábra. Bauxitcementből épült közcsatornákból véselt próbakockák törési eredményei



4. ábra.

tény. A tudományos kutatás feladata a tényleges okok felkutatása.

A fenti adatokból megállapítható, hogy a vizsgált beton 90%-a a 70 kg/cm², 75%-a az 50 kg/cm² és 50%-a a 35 kg/cm² törőértéket nem éri el és volt 5 kg/cm² törőszilárdságú beton is.



5. ábra.

A vizsgálatokat szűkebb keretben a bauxit-cement betonoknál is elvégeztük. A kapott eredményeket a 3. ábra mutatja.

Az ábrákon a kiugró értéket (100 kg/cm² felett) nem tüntettük fel.

1960—62. években mintegy 400 próbakockát vizsgáltunk meg. Ezek 90%-a az 50 kg/cm², 75%-a a 35 kg/cm² és 50%-a a 25 kg/cm² törőérték alatt maradt. A XI. ker. Ecsed utcában 13, 15, 22 kg/cm², a XI. ker. Albertirsai úton 91, 35, 69, 47, 33, 35, 65 kg/cm² és a XIII. ker. Röppentyű utcában 34, 33, 27, 19, 11, 27 kg/cm² törőértékű betont találtunk.

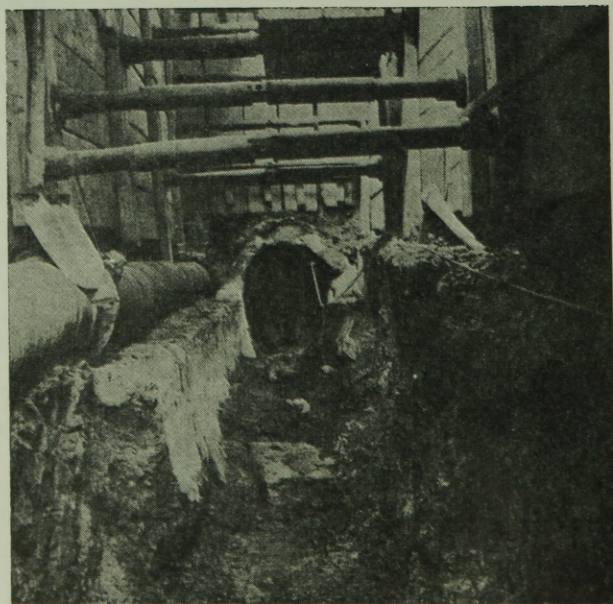
Az ábráról a már ismert tanulságok vonhatók le, hogy a bauxitcement alkalmazásához fűzött remények a csatornáknál nem teljesültek és a ma feladata a bauxit-cement csatornák most már költséges átépítése. A következő képek a korrózió hatását és a tönkrement csatornák átépítési munkáját mutatják.

A csatornák menti épületek tömbbeton alapjai Biczók Imre vizsgálatai szerint ma is jók.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a csatornák korróziójával mélyebben kell foglalkoznunk, mert a korrózió okozta károk most már sokszáz milliórendűek.

Népgazdaságunk teherviselő képessége nem teszi lehetővé, hogy csatornáinkat az igen költséges klinker téglából vagy devizát igénylő kőagyagsövekből építsük. Így mindent el kell követnünk, hogy betoncsatornáinkat korrózióállókká tegyük, hiszen a betoncsatornák élettartamának néhány évvel való meghosszabbítása is komoly értéket jelent.

E munka összeállításában Kazinczy László és Ódor István okl. mérnökök nyújtottak segítséget, akik tovább folytatják a megkezdett kutatást.



6. ábra.

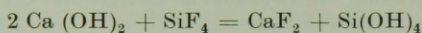
Vasbeton tartályszerkezetek védelme SiF_4 gázkezeléssel

KOVÁCS JÓZSEF

1. Bevezetés

Több hazai és külföldi folyóirat hasábjain beszámoltunk már azokról az eredményekről, amelyeket az Építéstudományi Intézet kutatásai folyamán elért, a betonnak szilíciumtetrafluorid gázzal való utókezelése terén. E beszámolókból ismertettük az előregyártott betonelemek utókezelésének, valamint a SiF_4 gáz előállításának módszerét. Az intézet eredményei alapján az É. M. 12. Betonelemgyártó Igazgatóság segítségével ipari üzem létesült a Szentendrei Cementáruiipari Vállalat telepén, amely ma már megfelelő kapacitással rendelkezik saválló burkolólapok, betonesővek, azbeszt-cementesővek és lapok stb. gázkezelésére. A gázkezelt saválló betontermékeket hagyományos anyagok helyett (pl. keramitlap, kőgyagcső) lehet alkalmazni az IME-46-60 sz. előírás alapján egyes területeken.

A szilíciumtetrafluorid gáz hatása a beton kőgyagára a cementre ismert. A gáz elsősorban a hidratációs folyamatokban keletkező „szabad mésszel” lépreakcióba:



A reakció folyamán savakban gyakorlatilag oldhatatlan kalciumfluorid és kovácsav keletkezik. A kovácsav jó pórustömítést biztosít, így növeli a folyadékszűrőkapacitást. Kísérleteink folyamán sikerült igazolni, hogy nemcsak a mézhidroxid, hanem egyéb vegyületek is átalakulnak a gáz hatására. A különböző módon viszonylagos tisztasággal előállított hidroszilikátok a SiF_4 gáz hatására teljes ellenállást mutattak savakkal szemben, a nyomószilárdság pedig — hasonlóan a betonéhoz, csak annál kisebb mértékben — növekedett. Az egyéb vegyületekkel feltételezett reakciók mechanizmusának tisztázása a további kutatás feladata.

A telepített üzemmel kapcsolatos kutatás befejezése után kidolgoztuk vasbeton tartályoknak építési helyszínen történő gázkezelését. Ezzel azt a célt kívántuk elérni, hogy olyan egyszerű technológiát adjunk az építőiparnak, amellyel gazdaságosan biztosítani lehet a tartályok belső felületeinek védelmét.

2. Vasbeton tartályok SiF_4 gázkezelése

A betonra káros anyagok a tárolótartályok szerkezeti anyagát tönkreteszik, amennyiben nem biztosítunk megfelelő védelmet. E célra világviszonylatban jelenleg is különböző típusú védőbevonatokat és burkolatokat alkalmaznak. A bevonatok közül igen jól beváltak a bitumenes alapú bevonatok, amelyek hazánkban is jól ismertek. (ÉKIN 149, Albit H stb.). Alkal-

maznak vízüveges bevonatokat is egyes olajfajták és olyan savak tárolásakor, amelyek a vízüvegre nincsenek romboló hatással. Az utóbbi évek folyamán mindinkább előtérbe kerültek a műanyagalapú bevonatok, amelyeket különféle típusú műanyagokból állítanak elő. Ezeket az anyagokat hazánkban ma még csak ipari kísérleti szinten alkalmazzák. Ilyen ismertebb anyagok:

BSH 50 jelű PVC-PVA kopolimer, vinilkopolimerek, diophán, Keragelith P_2 , oppanol és neoprén disperzió stb.

A bevonatok elkészítése általában egyszerű technológiával történik és egyes műanyag bevonatok tartóssága is megfelelő. A gyakorlati tapasztalatok szerint azonban a vékony bevonat könnyen megsérülhet és különböző behatásokkal szemben nem nyújt védelmet, lekopik, eltűnik.

Ezért olyan helyeken, ahol erősebb kémiai, mechanikai és hőhatások léphetnek fel, a tartályokat burkolatokkal látják el. A burkolatok hagyományos anyagai: keramitlap, kőgyag, klinker, sav- és tűzálló anyagok, üveg, porcelán, vas és különböző fémek, műanyag-téglák, széntégla stb. E burkolóelemeket különböző habarcsokkal a tartályfalra ragasztják, majd az ütköző-hézagokat gittek segítségével tömítik.

A burkolatok elkészítése hosszadalmas és költséges. A gyakorlati tapasztalatok szerint tartósságuk megfelelő. Hazánkban a burkolóelemek gyártása korlátozott, ennek következtében azok beszerzése nehézségekbe ütközik. A bevonatok és burkolatok készítése helyett célszerűnek látszott tehát olyan módszer kidolgozása, amely magában a beton keresztmetszetében alakítja ki a korrozív hatásoknak ellenálló védőréteget.

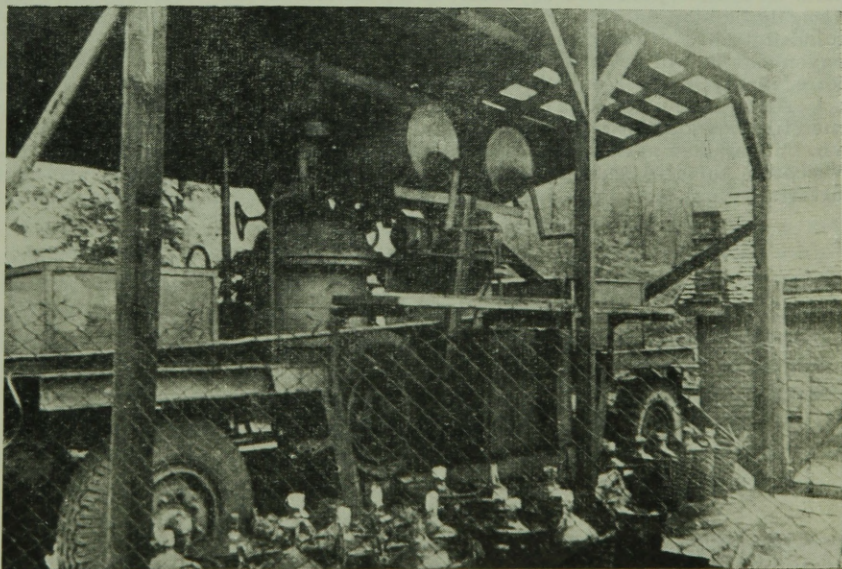
2.1. Mobil gázfejlesztő berendezés

Az építési helyszínen történő gázkezeléshez a szilíciumtetrafluorid gázt a helyszínen kell előállítani. Szükséges volt tehát olyan berendezés létrehozása, amely a helyszínre vontatható és ott üzemeltethető. A tervezésnél a telepített üzemben szerzett tapasztalatokat használtuk fel és ennek alapján készítettük el az átalakított gépkocsi utánfutó alvázra épített gáztermelő berendezést (lásd ábrát).

A berendezés a következő egységekből áll:

2 db. reaktor

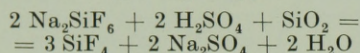
2 db. poradagoló tartály



1. ábra. Mobil gázfejlesztő berendezés

1. db. gáztisztító tartály
1 db. kénsavtartály
valamint vákuumszivattyú és egyéb tartozékok (műszerek, elektromotorok, fűtőtestek stb.)

A SiF_4 gáz előállítása hazai anyagokkal történik a következő reakcióegyenleg alapján:



A gázfejlesztők egyidőben, de egymástól függetlenül, külön-külön is üzemeltethetők. A végtermékként keletkezett savas iszapot az e célra a helyszínen készített iszapgödörbe továbbítják, és ha szükséges, semlegesítik. A két gázfejlesztőt folyamatosan működtetve, 8 óra alatt kb. $176 \text{ m}^3 \text{ SiF}_4$ gáz termelhető.

2.2 A tartályok előkészítése és gázkezelése

Folyadékártó tartályoknál általában alapvető követelmény a szerkezeti beton belső felületére szigetelő cementvakolat készítése. Ez gázkezelés esetén is szükséges. E célból a gázkezelésre került tartályok belső felületein 3 rétegű, 20 mm összvastagságú szigetelővakolatot készítettek. A vakolat felületét vassimítóval simították, majd 14 nap elteltével csiszolóvasszal átcsiszolták.

Az első ipari kísérlet folyamán zárt rendszerű, 275 hl űrtartalmú bortartályt gázkezelünk. A boriiparban alkalmazott tartályokat jelenleg üveglapbéléssel látják el. Az üveglapokat cementhabarcs segítségével ragasztják fel és ugyancsak cementhabarcs hézagolást alkalmaznak. Erre azért van szükség, mert egyrészt a szőlő kisajtolt leve a must, másrészt maga a bor is a betonra káros anyagokat tartalmaz. A cement szabad mésztartalma a borban nem kívánatos savcsökkenést idéz elő, a beton felülete nyálkássá, a bor pedig zavarossá válik, íze, színe és szaga megváltozik. A bortároló tartályokat tekintetbe az erjesztés folyamán keletkező túlnyomásra, úgy méretezik, hogy kb. 1,5 atmoszféra igénybevételre tartósan alkalmasak. Ez lehetővé tette, hogy a gázkezelést egy atmoszféra túlnyomáson hajtjuk végre. Célszerűnek látszott azonban a gázkezelés megkezdése előtt a tartályban levő levegő eltávolítása, ezért többszöri vákuum és nyomáspróbát hajtottunk végre. E ciklusvizsgálatok után megállapítottuk, hogy a cementszigetelés sem a vákuumozás, sem pedig a túlnyomás hatására sérüléseket nem szenvedett. Az elővizsgálatok után a tartályból a levegőt kiszivattyúztuk, majd helyébe SiF_4 gázt áramoltattunk. A vákuum mértéke 400 mm/Hg volt. A gáz fokozatos betáplálásával max 1 att. túlnyomást létesítettünk. A gázkezelés időtartama 72 óra volt. A fel nem használt gáz eltávolítását levegő, majd vízzel történő hajtottuk végre. A tartály vízzel történő feltöltése folyamán ellenőriztük a víz pH értékét. Megállapítottuk, hogy a másodszori feltöltés folyamán a víz kémhatása már semleges volt.

E kísérleti tartályt 3 év óta alkalmazzák bor tárolására és must erjesztésére egyaránt. A tapasztalatok és vizsgálatok alapján a szakértők az eljárást megfelelőnek minősítették. Az ipari bevezetés első lépéseként 17 db, egyenként 300 hl űrtartalmú bortartály került gázkezelésre, amelyek kb. 1 év óta kifogástalanul üzemelnek.

Az új technológiával más területen végzett nagyméretű ipari kísérlet volt a pécsújhegyi szénmosó üzem vb. bunkereinek gázkezelése. E munka keretében 66 db. vasbeton tartályt gázkezelünk, összesen $12\,000 \text{ m}^3$ űrtartalommal.

A tartályokat különböző minőségű és rendeltetésű szénkezelő osztyályozására, valamint széniszap tárolására alkalmazzák. A flotáció végrehajtásához agresszív anyagokat tartalmazó vizet használnak, amely a munkafolyamatok közben a szénből további agresszív anyagokat vesz fel, amelyek a betonfelületeket megtámadják. E korróziós igénybevétel mellett mint igénybevétel a szén koptató hatása is jelentkezik a tartályok feltöltése és ürítése folyamán.

A tartályok előkészítését, valamint a gázkezelést hasonló módon végeztük, mint a bortartályoknál. E tartályok azonban felső részükön nyitottak voltak, ezért a gázkezelés idejét kellett meghosszabbítani. A tartályok felső részét ideiglenesen lezártuk, majd a SiF_4 gázt hét napon át tartottuk az egyes tartályokban. A gázfejlesztő kapacitásához alkalmazkodva egyidőben több tartályt gázkezelünk. E tartályok első csoportja három év óta üzemel, meghibásodást a rendszeres ellenőrzések során nem tapasztaltunk.

2.3 Korróziós vizsgálatok

A tartályok kezelése folyamán ellenőrző próbatesten mérjük a gázkezelés hatásosságát. E célból $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$ méretű próbahasábokat helyeztünk el a tartályokban, amelyeket a következő szempontok alapján vizsgálunk:

korrózióállóság

nyomószilárdság

kopással szembeni ellenállás.

A korrózióállósági vizsgálatokhoz 10%-os sósav és 10%-os kénsavoldatot alkalmaztunk. A súlyváltozás mértéke átlagosan a következő volt:

	24 óra	240 óra
10%-os sósav	2,01	2,12%
10%-os kénsav	1,64	1,96%

Mint látható, a súlyváltozás mértéke minden esetben a megengedett 3%-on belül volt.

A nyomószilárdság vizsgálatok eredménye szilárdságnövekedést mutatott és ennek következtében a próbatesten koptatással szembeni ellenállása is közel 55%-kal volt nagyobb a normál betonhasábok kopási ellenállásánál. Fenti vizsgálatokon kívül megvizsgáltuk a gázkezelt tartályfelületeket is. A 20%-os sósav és 10%-os kénsav oldatokkal lecsepegtetett felületek pezsztést nem mutattak. A tartályszerkezetben kialakult védőréteg vastagsága 5—8 mm között volt.

Mint már említettem, e technológiával egész tartálysorok egyidőben történő gázkezelése is lehetséges. Ez lehetővé teszi a tartályok jobb kihasználását azáltal, hogy azok a kívánt célra rövidebb idő alatt igénybevehetők. Emellett a technológia bevezetése a népgazdaság számára igen jelentős megtakarítást eredményez a hagyományos burkolatokkal szemben. A bortartályok üveggel történő bélelése $160 \text{—} \text{Ft/m}^2$. A gázkezelés kb $50 \text{—} \text{Ft/m}^2$.

A kísérleteket tovább folytatjuk az egyéb iparágakban is (sör, konzervipar), melynek folyamán megállapítjuk, hogy az eljárás mely területen alkalmazható. A gázkezelő berendezést a Budapesti Mélyépítő Vállalat üzemelteti és elvégezte a Dunamenti Hőerőmű 200 m magas vb. kéménye hőszigetelő perlitbélelésének gázkezelését.

Vasbeton kémények és hűtőtornyok korrózió elleni védelme

V É S S E Y E D E

Ipari üzemek korszerű építkezéseinél egyre fokozottabb mértékben kerül sor — különösen a nagyobb méretű létesítmények esetében — vb. kémények és hűtőtornyok építésére. Az ilyen típusú műtárgyaknál a vasbetonnak mint építőanyagának előnye nemcsak a kedvezőbb szerkezeti megoldásokban (elérhető nagyobb magasság, jobb hatásfok stb.), hanem az olcsóbb és gyorsabban kivitelezhető építés lehetőségeiben is rejlik. Nyílt kérdés azonban, hogy az előnyök mellett milyen mértékű ezen építmények tartóssága s karbantartási költségeik hogyan viszonyulnak pl. a téglából emelt kéményekéhez, vagy a fa hűtőtornyokéhoz. Vb. hűtőtornyokat mintegy 30 éve építenek hazánkban s ma már újabb erőműveinknél a faanyagot mindinkább háttérbe szorítva, kizárólag ezek épülnek, sok esetben jelentős méretekben. A vb. kémények építése nálunk csupán 10 éves múltra tekint vissza. Jelentősebbek a Dunaújvárosi Vasmű 2 db 80 m-es, előregyártott elemekből készült és 2 db 100 m-es monolit, továbbá az Oroszlányi Erőműben 120 m-es előregyártott elemekből épült kémény, melyek széntüzelésre, valamint a Dunamenti Erőmű 200 m-es monolit, pakura-tüzelésre épült kéményei.

A viszonylag rövid megfigyelési idő tapasztalatai azonban — főleg a hűtőtornyok esetében — arra intenek, hogy a vasbeton mint szerkezeti anyag a régebben használt anyagoknál lényegesen korrózió-érzékenyebb és ezért nemcsak a meglévő objektumok karbantartására kell nagyobb gondot fordítanunk, hanem már a tervezési munkák során figyelemmel kell lenni a szükséges korrózióvédelemre is.

Közleményünkben szándékosan mellőztük az elméleti vonatkozásokat, a részletekbe menő okfejtéseket és főleg az építési gyakorlatok számára fontos átfogó szempontokra, irányelvekre térünk ki. Az ÉM Földmérő és Talajvizsgáló Vállalatnál számos vizsgálati és tervezési munka során szerzett évtizedes tapasztalat alapján a továbbiakban két vizsgálati és egy tervezési munka főbb eredményeinek összefoglalásával szándékozunk a felerőlt károsodás-problémákra rávilágítani.

1959-ben vizsgáltuk a tatabányai (I. sz.) Erőmű IV. sz. hűtőtornyát, majd 1962-ben az Ajkai Erőműt. Ugyanebben az évben került sor a Dunamenti Erőmű kéményének felső-, külső korrózióvédelmére vonatkozó tervezésre is, melynek során alkalmunk volt nemcsak megismerkedni a káros hatások elleni védelemnek az egész kéménytestre kiterjedő problémáival, hanem néhány tapasztalatközléssel részt venni abban a nagy jelentőségű munkában, melyet e téren a kémény tervezője, Thoma József (MÉLYÉPTERV) és Szabó Miklós (Gyárkéményép. V.) végeztek.

Korróziós vizsgálatok

Vállalatunknál kidolgoztuk a felszerkezeti beton-, és vb. létesítmények korróziós vizsgálati, javaslattevési metodikáját, amelyet a mindenkor

helyi adottságok, körülmények figyelembevételével, kisebb módosításokkal jóformán minden vizsgálatnál alkalmazunk. Ezeket a következőkben felsoroljuk anélkül, hogy azokat indokolnánk, ill. az elvi részletek ismertetésébe bocsátkoznánk.

A) Fizikai vizsgálatok

Vasbeton szerkezeti és szilárdsági vizsgálata

- a) roncsolással (próbavésetekkel, töréssel),
- b) roncsolás nélkül (műszerekkel és radioaktív izotópokkal).

Vasbetétek kiosztási, méretczési, szilárdsági és korróziós vizsgálata

- a) roncsolással (feltárással, szakító próbával),
- b) roncsolás nélkül (röntgendiagnosztikával).

B) Vegyeszeti vizsgálatok

Korróziós hatások, technológiai vizsgálata. Betonminták vegyivizsgálata (cementtartalom, vízdoldhatók, higroszkóposság stb.).

C) Biológiai vizsgálatok (Csak hűtőtornyoknál.)

Mohák és algák kártételének vizsgálata. Faszerkezetek károsodás vizsgálata.

D) Általános jellegű vizsgálatok

Építési adatgyűjtés, területi kitettség, helyszíni viszonyok, Károk felmérése, fotodokumentáció.

E) Javaslat

A korrózió elleni védelem tervezésére, a károk helyreállítására és karbantartási munkára.

A vizsgálatok tartama az építmény nagyságától és állapotától függően 2—3 hét helyszíni-, és további 2—4 hét labormunka. Költsége 20—40 000 Ft. A vizsgálathoz célszerű állványzatról és segédszemélyzetről a megbízó gondoskodik.

A vasbeton kémények és hűtőtornyok károsodási folyamatai

A kémények és hűtőtornyok korróziója egy mástól eltérő módon megy végbe, ennek megfelelően e folyamatokat elkülönítve tárgyaljuk.

A vb. kéményeknél leghatásosabb ágensek a hő és az égéstermékek. Ennek megfelelően a károsodás iránya főleg belülről kifelé haladó s a védekezés súlypontja is a vb. köpeny belső oldalán van, hő és saválló szigetelőburkolat, burkolatrendszer alakjában (1. ábra).

A hazai kéményeknél a vb. szerkezetekre, a tüzelőanyagok magas kéntartalma jelenti a legfőbb veszélyt. Az eléggé kén, a füstgázokban SO_2 alakjában jelenik meg, amelyek egyrésze még a kéményen belül SO_3 -ra oxidálódik. Ez utóbbi a vízgőzzel kénsavat képez. A permet kénsavtartalma elérheti a 20—30%-ot.

A Dunamenti Erőmű 200 m-es kéménye

— ellentétben a legtöbb hazai vb. kéménnyel, melyeknél barnaszénrel tüzelnek — pakuratüzelésre épült. Kétféle anyagot fognak felhasználni: a szovjet eredetű romaskinoi nyersolaj lepárlásból

visszamaradó és a nagylengyeli pakurát. Ezek, valamint a füstgázuk valószínűsíthető, lényegesebb műszaki adatai az ERŐTERV közlése alapján a következők:

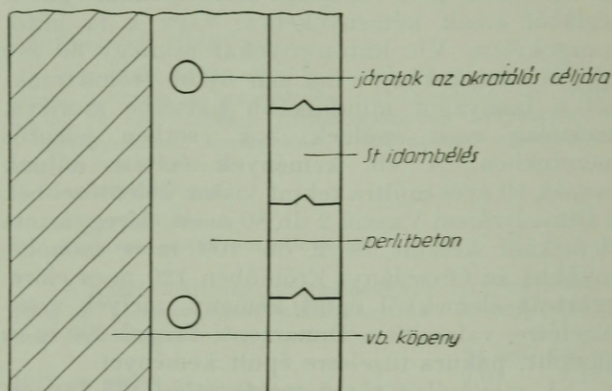
Tüzelőanyag	Pakura		Füstgázban térf. %		
	S	V ₂ O ₅	vízgőz	SO ₂	SO ₃
	tartalma, %				
Romanskinói pakura	2—3	0,0075—0,0052	7,8	0,12—0,13	0,002
Nagylengyeli pakura	4—5	0,015—0,075	7,8	0,20—0,22	0,003

A füstgáz harmatpontja kb. 140 C°.

A vanádiumpentoxid tartalmat azért közöljük, mert mint katalizátor fokozza az SO₂-nek SO₃-ra történő átalakulását s így közvetve szerepe van korróziós vonatkozásokban is. Egyébként a vanádiumtartalomnak csak 6—800 C° hőmérsékletnél van szerepe a vasszerkezetek korróziójában, ilyen hőhatással azonban adott esetben számolnunk nem kell. Meg kell jegyeznünk, hogy egyes hazai szénfajtáink égetésénél keletkező füstgázok a közölt pakurajellemzőknél még kedvezőtlenebbek is lehetnek.

A tervezők — jobb híján — a kémény belső burkolatát fecskefark horonnyal illeszkedő, speciális profilú, kézi előállítású kálvízűveges habarcsba rakott ST idomokkal javasolták megoldani. Ezek minősége nem haladta volna meg a MSz. 3557—57-ben meghatározott III. o. ST tégl minőségeket (vízfelvétel max. 10%, nyomószilárdság 200 kg/cm², mérettűrés 2—2,5%, savoldhatóság 2,5%).

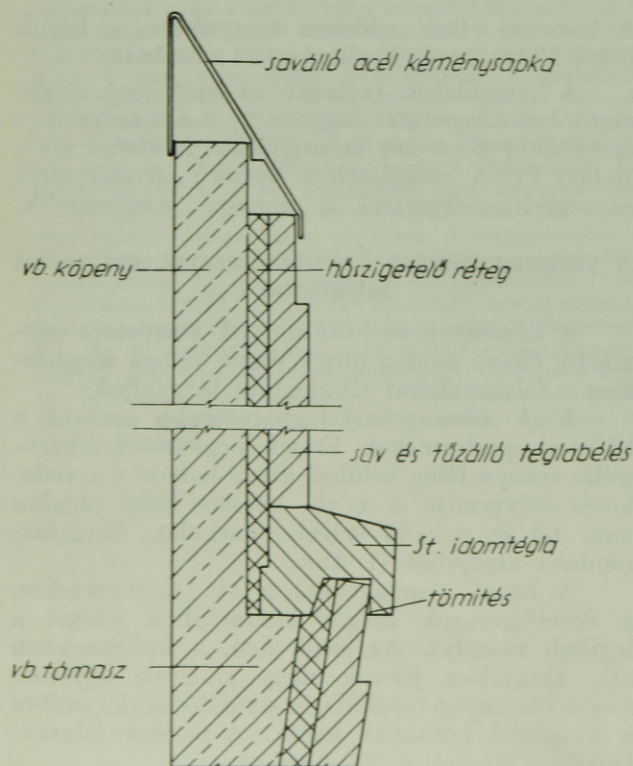
Mivel a téglákat előállító Kőbányai Kerámiai Tűzállóanyaggyár sem más vállalat, a kémény



2. ábra. Dunamenti Erőmű kéménybélésének vázlata

béléséhez szükséges nagy mennyiségű idomtégla I. o. minőségben való legyártását nem tudta vállalni, import lehetőségére pedig nem volt mód, javasoltuk, hogy az idomok belső felületét az égetéssel együtt ráégetett mázzal lássák el. Így a pakura elégecekor keletkező, erősen kénsavas lecsapódások káros hatásainak kitett kerámia felület — az elvégzett kísérletek szerint — teljesen zárt pórusú lett, az üvegyszerű, sima felület révén vízfelvétele 0-ra csökkent, a korom, pernye és por tapadásának lehetősége pedig redukálódott.

A hornyos illeszkedésű ST téglaidombélés és a vb. köpeny között (2. ábra) hőszigetelő réteggel kb. 20 cm vastag perlitbetont helyeztek el, melyet e célra kialakított függőleges járatok segítségével SiF₄ gázzal a helyszínen okratálnak. Hőszigetelési célokra az okratált perlitbeton betervezése — az igen kedvezőtlen korróziós adottságokra való tekintettel — a hazai gyakorlatban még nem alkalmazott újítás. A sav- és hőálló szigetelő rétegek megfelelő kivitelezéséhez jelentős műszaki érdekek fűződnek. Ha ugyanis a szigetelés a második kémény felépülte előtt romlana el, a vasbetonköpeny a több száz fokok hő- és agresszív hatásoktól fokozatosan szétporlik, tönkremegy. A káros hatású gáz, gőz és permet pedig az okratálás céljára, valamint a hőszigetelés fokozására készített járatokba kerülhet, miáltal a perlitbeton rétegen keresztül, belülről kifelé irányuló támadás érhetné a vb. köpenyt. Az ilyen károsodás üzemközben nem javítható, tehát feltétlen az erőmű átmeneti üzemszüneteltetését tenné szükségessé. Nincs okunk azonban feltételezni, hogy



1. ábra. Korszerű vb. kémény köpeny és bélés vázlata

az okratált perlitbeton betervezése az illetékesek részéről nem a legkedvezőbb kísérleti, ill. tapasztalati adatok alapján történt és a bélésrendszer helyszíni kivitelezése — főleg az okratáláshoz a megfelelő száraz munkahelyi feltételek biztosítása — a célnak megfelelően sikerülni fog.

A bélésrendszert 10 m-es szakaszonként körülfutó vasbeton konzolok tartják. Az ST idomréteget a vb. köpenyhez csatlakozó vaskapcsok merevítik.

A monolit vb. hengerköpeny zömmel csúszózszerűen készült, nyáron 350 kg/m^3 , hűvösebb időben $400\text{--}450 \text{ kg/m}^3$ cementadagolással, nagy vízcementtényezővel, kézi tömörítéssel. A gépi meghajtású csúszózszerű elörehaladása $0,67\text{--}3,00 \text{ m}$ volt, átlag napi $2,07 \text{ m}$. Naponta kb. 17 m^3 betont dolgoztak be. A külső felületet simították. Az eredeti tervekben még 600-as pc. használata szerepelt. Mivel azonban ezzel a cementfajttal korrózióállóság tekintetében kedvezőtlen tapasztalataink voltak, javasoltuk az S 54-es cement alkalmazását.

Annak eldöntése érdekében, hogy a csúszózszerű megkövetelte kezdeti szilárdsági viszonyok miképpen alakulnak az előtervezett és az általunk javasolt két cementfajta között, az ÉAKKI-val kísérleteket végeztünk. Az eredményeket a következő táblázat tünteti fel.

Betonkészítési adatok

Törési kor	Nyomószilárdság, kg/cm^2			
	cement adagolás kg/m^3 , adalék V/c	Selypi S 54 350 I. 0,45	Tatai 600 350 I. 0,45	Tatai 600 330 II. 0,58
7 óra	nem kiszaluzható			
12 óra		6	22	14
24 óra		55	56	43
3 nap		181	171	112
7 nap		208	253	171
14 nap		255	402	252
28 nap		352	413	301

Az eredményekből kitűnik, hogy ugyanolyan adagolású, azonos vízcementtényezőjű Selypi S 54-es cementből készült beton esetében az 1—3 napi szilárdság közel egyező, vagy még nagyobb mint a tatai 600-as cementből előállított betoné. Ezt a körülményt hasonló építmények vonatkozásában korrózió elleni védelem céljából nagyon fontosnak tartjuk. Az igen jó minőségű, hazai S 54-es cementtel eddig sem hűtőtornyot, sem kéményt nem építettek, feltehetően tervezőink a múltban tartottak az elérhető esetleges kisebb kezdeti szilárdsági értékektől, s így az építési időtartam meghosszabbodásától. Thoma József a kémény tervezője vonatkozó szakmai (ÉTE) beszámolójában közölte, hogy az S 54-es cement a kémény építésénél minden igénynek megfelelt és nem maradt el az előtervezett homogén pc-vel szemben. Magunk részéről reméljük, hogy ezt követően tervezőink más hasonló építkezésnél is áttérnek a károsodásra kisebb mértékben érzékeny

szulfátálló S 54-es cement használatára, amellyel nagymértékben növelhető a károsodásoknak kitett építmények élettartama.

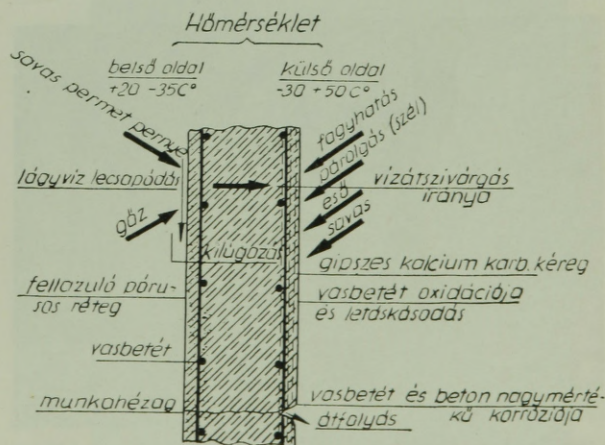
A vasbetéteket takaró betonrétegnek igen nagy jelentősége van a vb. különösen azonban az acél korróziójának meggátolásában. Víz és O_2 jelenlétében a vas felületén ferrohioxidhártya keletkezik, ami a további károsodást meggátolja mindaddig, amíg ismét oxigén nem jut hozzá, melytől vízben oldhatatlan ferrihidroxiddá alakul át, a passzíváló oxidhártya tapadásra megszűnik, a géles korróziótermék a beton pórusaiba nyomul, az O_2 a fémvassal ismét $\text{Fe}(\text{OH})_2$ -t képez és a folyamat kezdődik előlről. A felhalmozódó korróziótermékek vízfelvétellel duzzadva lefedezik a betonréteget a vasbetétekről, melyek takaratlan állapotban néhány év alatt teljesen tönkremennek. A beton kémiai vasvédelméről eltekintve, tehát a takaróréteg vastagsága, tömörsége, szabályozza az oxigén hozzájutását a vasbetétekhez, így azok pusztulását is. Ilyen típusú műtárgyaknál a takaróréteg vastagságot legalább $3\text{--}3,5 \text{ cm}$ -ben kell előírni.

A kémény $0\text{--}175 \text{ m}$ szinten kívülről, különösebb módon védve nem lesz, csupán a betonfelület permetezéssel végrehajtott fluatizálására kerül sor. A nagy magasságra való tekintettel, légiforgalmi szempontok miatt, szakaszonként bemázolják piros—fehér színre a betonfelületet. Mázolásra a könnyen felújítható, olcsó műanyag-mázak (Wallkyd) jöhetnek számításba. A felületi kezelésnek, ill. a festésnek a káros külső hatások elleni védelemben van jelentősége. A füstgázokból lecsapódó kénsavas permet és a füsttől szennyezett csapadék ráhullik a száraz meleg betonfelületre, ahol felszívódik, bekonzentrálódik, esetleg reakcióba lép a beton anyagával és mint kénsavas só, a pórusokban kristálynymást idéz elő.

Vb. hűtőtornyok károsodása

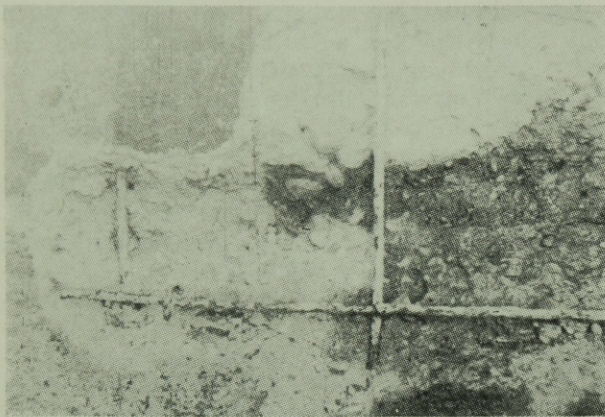
A hűtőtornyok vasbeton-köpenyénél két ellentétes irányú korróziós folyamattal kell számolnunk a 3. ábra szerint.

Mint jellemző példát, két vonatkozó vizsgálatunkat említjük meg: a tatabányai és az ajkai erőművek hűtőtornyainak korrózióvizsgálatát.

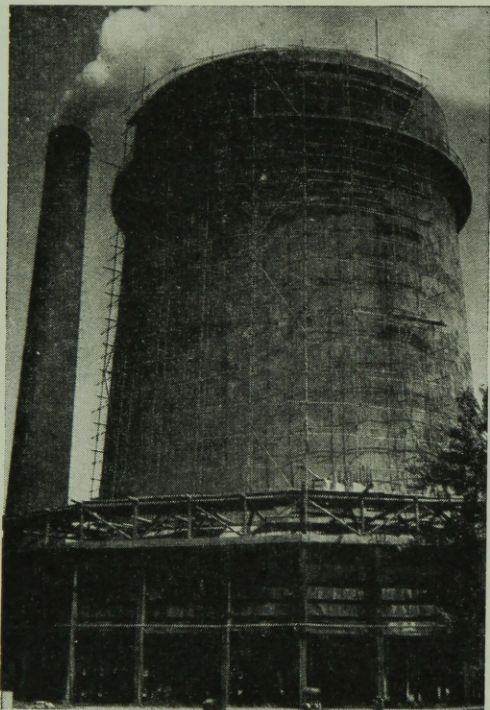


3. ábra. A hűtőtornyok vb. köpenyén jelentkező korróziós ágensek és folyamatok

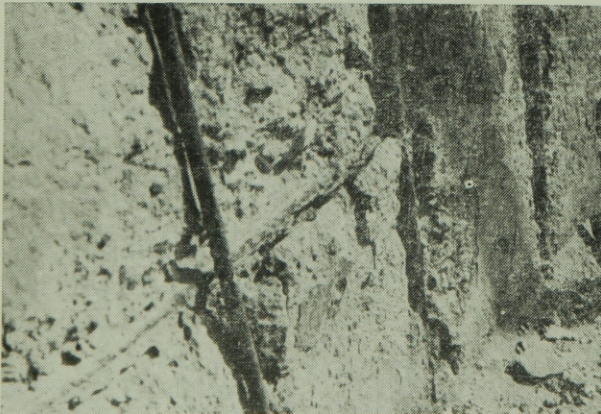
A Tatabányai I. sz. Erőmű IV. hűtőtornya 1950—51-ben épült, hiperbolikus kürtőjű, monolit, természetes szellőzésű, 5000 m³/óra teljesítményű.



1. fénykép. Átgipszesedett külső kéreg és nagyobb mértékű letáskódás a Tatabányai Erőmű hűtőtornyán



2. fénykép. Az Ajkai Erőmű hűtőtornya a kémény szelárnyékában füstkároknak van kitéve



3. fénykép. Vas- és betonkorrozó az Ajkai Erőmű hűtőtornya kéményfelőli oldalán. Megfigyelhető a kedvezőtlenül vékony betontakaró réteg a vasbetétek felett

Betonfala alúl 38, felül 10 cm vastag, magassága 45 m, felső Ø-je 15 m.

Már 1958-ban az ÉTI is vizsgálatokat végzett a károk okainak megállapítására. Az FTI-ben 1959-ben végeztünk hasonló vizsgálatot. A torony betonköpenye ismeretlen adagolású, valószínűsíthetően 500-as pc-vel készült. Az egyenetlen betonminőség nemcsak a korróziós károkra, hanem a kiviteli fogyatékokosságra is rámutatott (60—240 kg/cm² nyomószilárdság). Értesülésünk szerint az építkezést több ízben hosszabb-rövidebb időtartamra abbahagyták és hideg időben is betonoztak. A köpeny falán számos munkahézag, átfolyás keletkezett. A belső betonfelület szabálytalan helyi eloszlásban kézzel morzsolhatóvá vált. A belső beton anyaga vízdoldhatók tekintetében általában feleannyi SO₄ iont tartalmazott, mint a külső réteg. Ugyanígy alakult a beton CaCO₂ tartalma is. (1. fénykép).

E vizsgálatnál a hűtőtorony környékén deszt. víz tartalmú lapos tálat helyeztünk ki, 24 órára, a lecsapódások kémiai vizsgálata érdekében. E vizsgálatok azzal a meglepő eredménnyel jártak, hogy a területre hulló SO₄ ion mennyisége kb. 0,2—0,4 kg/m²/év. Az erőműben naponta kb. 1000 t tatabi barnaszén égetnek el, melynek éghető kén tartalma 3,6—4,2%. A kéményeken keresztül a levegőbe jutó összes kénmennyiség napi több t-ra rúg. A hűtőtorony kéményektől az uralkodó széljárásal ellentétes, tehát kedvező irányban helyezkedik el. A széljárás irányát tervezőink, a tornyok telepítésénél nem minden esetben veszik figyelembe, jóllehet a levegőből a kürtőn keresztül a hűtővízbe hulló és ott oldódó més, szulfátdús pernye nemcsak korróziós, hanem a vízlágyítás effektusa vonatkozásában is káros.

A két erőműnél megvizsgáltuk a cirkuláló hűtővizek kémiai jellemzőit és az alábbi eredményeket kaptuk.

	Ajkai Erőmű	Tatai Erőmű
pH	8,1	7,0
p-Lúg	1,60	
m-Lúg	6,02	2,62
Összes kem., n. k. f.	25,67	11,56
Na, mg/l	104,8	42,5
Ca, mg/l	72,7	27,6
Mg, mg/l	67,5	33,5
Cl, mg/l	32,0	10,0
HCO ₃ , mg/l ...	172,0	159,0
CO ₃ , mg/l	96,0	
SO ₄ , mg/l	327,4	148,2
Vizsg. idő	1962. IX. 5.	1959. XII. 4.

Amíg az ajkai nagy összkeménységű és szulfát-tartalmú víz a hűtőrendszerben lerakódásokra hajlamos, addig a tatai víz, a vizsgálat időpontjában vaskorrozívnak minősíthető. Az ajkai víznél mutatózó, hátrányos szulfát és keménységi értékek a hűtővízbe hulló pernyéből is vehetik eredetüket, nemcsak a víz bekonzentrálódásából. Új hűtőtornyoknál igen nagy mennyiségű kalcium-hidroxid meg oldatba a betonszerkezetekkel

érintkező, viszonylag lágy víz hatására. Ha a hűtőtornyokat szabad mész-szegény, pl. S 54-es cementből fogják építeni, a betonszerkezet ki-lúgozódó kalcium tartaléka nem fogja terhelni a lágyítókat.

Az Ajkai Erőmű hűtőtornya ugyancsak természetes szellőzésű, felfelé kissé keskenyedő, csanakakúp köpenyű, 6000 m³/óra teljesítményű. 1942—43 években épült, monolit vb. köpennyel, ismeretlen adagolású, valószínűleg 500-as pc-vel. A hűtőtorny a kéménytől szélárnyék irányában, kb. 50 m távolságban van. (2. fénykép.) Ezért a hűtőtornyra állandóan jelentős mennyiségű kén-sav permet hullik. A torony falán számos letáskásodás látható, főleg a kéményfelőli oldalon. Ugyanitt jelentősen átgipszesedett a vb. köpeny külső kérge, mintegy 3—4 cm vastagságban. (3.—4. fénykép) A betonköpeny viszonylagos tömörség-jellemzőit radioaktív izotóppal reflexiós módszerrel, függőállványról vizsgáltuk meg. Ezek az eredmények arra utaltak, hogy a kéményfelőli oldalon, valamint alulról felfelé lényegesen korrodáltabb, lazább állapotú a beton. Mindkét torony néhány átvészt készítettünk a beton szilárdsági jellemzőinek vizsgálata érdekében. A beton vizsgálati eredmények a következők voltak:

	Ajkai Erőmű	Tatai Erőmű
Térf. súly, kg/m ³		
max.	2320	2350
min.	2080	2000
átl.	2200	2200
Nyomószil., kg/cm ²		
max.	131	288
min.	113	111
átl.	122	184

Az Ajkai Erőmű hűtőtornynál a kiviteli munka alaposabb volt s munkahézagok, kisebb átfolyások csak 1—2 helyen fordulnak elő. Mégis számos letáskásodás, a feltárodott vasbetéték teljes pusztulása, az átgipszesedés és a szilárdság csökkenése bizonyítja a torony jelentős mértékű károsodását.

A hűtőtornyok nagy ellensége a fagy, mely az átszivárgásoknál, átfolyásoknál, továbbá az éles sarkokkal kialakított szerkezeteken felületi letáskásodásokat idéz elő. A laza beton igen érzékeny a fagyhatásra. Ha különböző nedvességtartalmú és tömörségű, egymás felett fekvő betonrétegek átfagynak, úgy a fagy hatására a felületi réteg leválik (5—6. fénykép). Ezért vakolatok alkalmazása a torony külső felületén, nem célszerű. Fagykárrel általában az alsóbb szinteken kell számolni, ahol a porlasztott víz permetező hatása és a páralecsapódások jóformán állandóan nedvesen tartják a betonszerkezetet, melynek felületére télen vastag jégpáncél rakódik le.

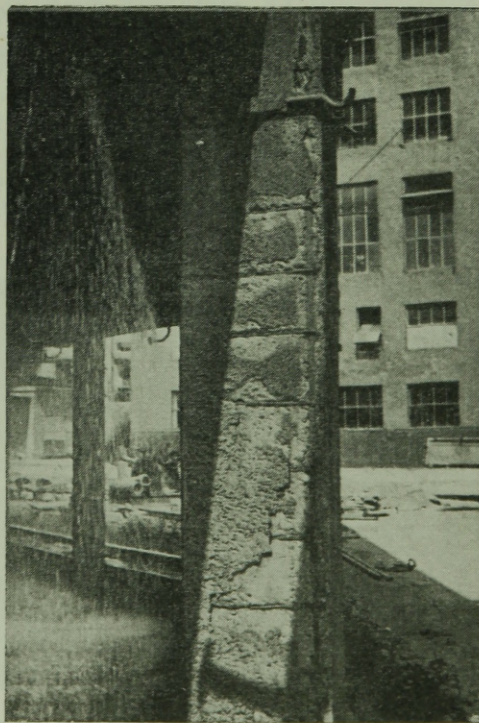
Bár az előregyártott elemek illesztésénél nagyobb a hibalehetőség, ill. a valószínűség munkahézagok keletkezésére, mégis pl. a tatai (általunk nem vizsgált), előregyártott elemekből épült hűtő-



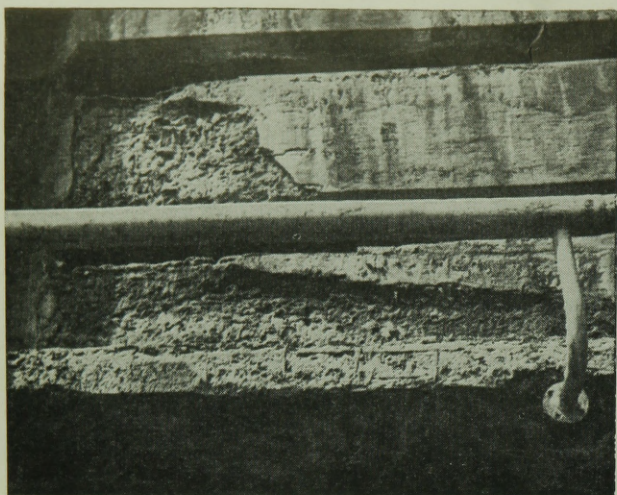
4. fénykép. Letáskásodásokból eredő betontörmelék az Ajkai Erőmű hűtőtorny körüljáróján

tornyok annak ellenére, hogy régebben működnek, kisebb kárt szenvedtek, mint a vizsgált monolit-szerkezet. A kiviteli munka tehát bármely módszer alkalmazunk is, igen nagy gondosságot igényel. A csúszó zsuluzásos módszer szélesebb körű alkalmazása ezen a téren is valószínűleg a legjobb eredményt fogja biztosítani, mivel így állítható elő a leghomogénebb minőségű, egyenletes tömörségű és szilárdságú, munkahézag-mentes, korrózió tekintetében legkevésbé érzékeny betonköpeny.

A toronyok belső felületére hordott 0,5—1 mm vastag, rendszerint bitumen alapú máz, a felhordást követően néhány év alatt lepusztul, melyben nagy szerepe van, főleg a kürtők É-i oldalán elszaporodó moha-, és algatelepeknek. E növények tapadó fonalai átbújnak a mázhártya pórusain és lefeszítik a védőbevonatot. E védőhártyának az lenne a szerepe, hogy a torony belső oldalán lecsapódó vízpárának diffúziós mozgását akadá-



5. fénykép. Fagykár a vékony takaróréteggel épült tataibányai hűtőtorny vb. oszlopain



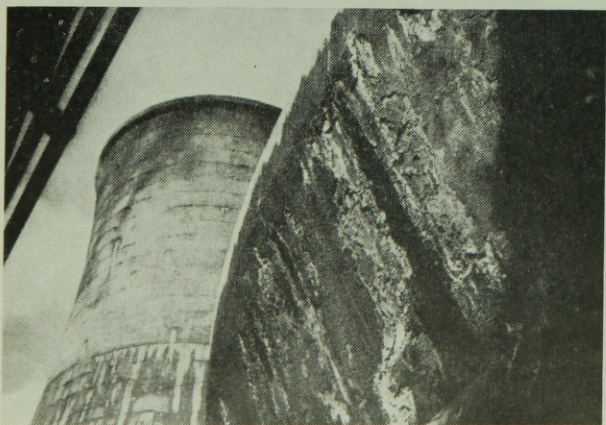
6. fénykép. Fagykár a tatabányai hűtőtorony vb. szellőzőszerkezetén

lyozza meg a betonban. Az alga és mohatelepek kárt tesznek a betonszerkezet tartósan nedves, külső oldalán is (7. fénykép).

Vb. kémények és hűtőtornyok korrózió elleni védelme

Az előbbieken ismertetett károsodási folyamatok elleni védelem módja eltérő aszerint, hogy már meglevő — esetleg rongálódott —, vagy a tervezés állapotában levő műtárgyról van szó.

A meglevő építményeknél olyan kivitelű konstrukciós, vagy anyagminőségi adottságokkal kell számolnunk, amelyek az egyébként általánosítható védelmi elveket kifejezetten a konkrét műtárgyhoz szabják, rendszerint korlátozzák. Különbséget kell tennünk egy jól megépített, de az idők folyamán korrodált építmény javítása, vagy egy fogypatékosan kivitelezett létesítmény meliorációja között. Az utóbbi eset mindig kedvezőtlenebb, mert a korrózió jellegzetessége, hogy felszínre hozza a rejtett hibákat, kártételével növeli a tervezési vagy építési mulasztásokból eredő szerkezetrongálódást. Ilyen esetben a védelem nemcsak problematikusabb, de rendszerint költségesebb is, sőt az is előfordulhat, hogy a károsodás terjedése meg sem szüntethető, csupán ütemét csökkenthetjük.



7. fénykép. Alga-mohatelepek hatására keletkező jellegzetes biológiai korrózió, a tatabányai III. sz. hűtőtorony víztálcáján. Háttérben a IV. sz. hűtőtorony munkahézagainál jelentkező átfolyások és károsodások láthatók

A tatabányai erőmű hűtőtornya jó példája annak az esetnek, amikor a gyenge kivitelű betonköpenyen, rövid használati idő után, ugyanazok a korróziós ágensek lényegesen nagyobb károsodást idéztek elő, mint amilyeneket tapasztaltunk, a kénsavas lecsapódások „esője” alatt 20 éve álló ajkai, jó minőséggel készített torony esetében. Gyakorlatilag az a helyzet, hogy egy pórusos, laza betonköpenyen, vagy köpenyhelyeken intenzíven zajlik le a károsodás folyamata, eredményesebben hatnak az ágensek, mint a tömör, egyenletes betonközegben. A kémiai és fizikai hatásokra egy kisméretű munkahézágon is rohamosabban tágul, növekszik a nyílás, mint egy folyamatosan megépített, de laza struktúrájú betonköpenyen átszivárgásból előálló betonhibánál.

A javítási munka hátránya az, hogy az újonnan felhordott betonpótlások nem tapadnak tartósan és kellően a régi felülethez. A kicserélt köpenyrészek határvonalain legtöbbször hézagok, átszivárgási helyek keletkeznek még akkor is, ha a kürtőfal pótlásánál fecskefark, vagy horonyalakú átvéssel történik az újra betonozás. A tatabányai hűtőtoronynál belülről, a falon átmenő javítások területén túlerő felületen végrehajtott, többretegű, vízzáró vakolást javasoltunk. Ez a megoldás csak a fagymentes kürtőszakaszon válik be.

Javítási munkálatokra főleg a tavaszi és őszi hónapok a legkedvezőbbek. Akár kéményről, akár hűtőtoronyról lévén szó, a letáskásodások javításánál frissen fel kell vésni, portalánítani, jól elő kell nedvesíteni a felületet. A vasbetétekről le kell verni és kefével el kell távolítani a rozsdaréteget, az elpusztult, vagy keresztmetszetük 20—30%-ánál nagyobb mértékben korrodált vasbetéteket pótolni kell. A gondosan, leírt módon előkészített felületre vékonyrétegű cementtej fröcskölést célszerű alkalmazni. A betonpótlásokhoz általában 350 kg/m³ 500-as cement adagolású, nem túl nedves konzisztenciájú betont kell használni. Általános elv az, hogy a javításhoz minden esetben olyan minőségű betont állítsunk elő, mint amilyen a javítandó szerkezeti anyag. A javított betonfelületeken vizes utókezelést kell alkalmazni. Különösen fontos ez nyáron.

A kürtő lábazatát képező oszlopoknál és szerkezeteknél — mint említettük — a fagykár dominál. Ezek javítása a fellazult rétegek leverése után rabitzhálós körülköpenyezéssel célszerű. Az a tapasztalat, hogy a kör-, sokszögű vagy lekerekített szelvényű vb. oszlopok felülete, sarokélei kevésbé pusztulnak le, mint a négyszögleteseké.

A korrózió folytán a betonban bekövetkezett kémiai állapotváltozás (belső kilúgozás, külső gipszes kéreg kialakulása, vasbetétek $\varnothing$ -, és a beton szilárdságcsökkenése stb.) javítási munkával fel nem számolható. A betonban pl. lekötött, felhalmozott szulfáttartalom káros hatása a javítási munkák után is elkerülhetetlenül érvényesül. Idősebb, károsodott építményeknél a jó karbantartás csupán csökkenteni tudja a károsodási folyamatokat, miáltal növelhető az élettartam.

A károsodások tapasztalati példáin okulva, a korrózió elkerülésének legcélszerűbb módja a tervezés során végrehajtott, korszerű, preventív védelem, a gondosan ellenőrzött kellő körülmények között, megfelelő évszakban végrehajtott minőségi kivitel. Az alábbiakban összefoglaljuk a megelőző védelem néhány legfontosabb, elvi szempontját.

A szerkezet olyan külső kialakítása, amelyel a károk elkerülhetők.

Szulfátálló cement és általában olyan építési szerkezeti anyag használata, amely a korrózióra kevésbé érzékeny. Legalább 2 cm vastag beton takaróréteg a vasbetétek felett. Tömör, munkahézag mentes, egyenletes struktúrájú beton készítése, legalább 350 kg/m³ cementadagolással. A hűvösebb időjárás — ha ez elkerülhetetlen — bizonyos mértékig, nagyobb (400—450 kg/m³) cementadagolással kompenzálható.

A káros hatásoknak kitett egész betonfelület kémiai passzíválása, ezen túlmenően az arra alkalmas felületeken a felújítható műanyagos mázolás elvégzése.

Karbantartási munka rendszeres elvégzése, ill. az ehhez szükséges szerkezeti kialakítás, állványzat, körüljáró biztosítása már a tervezésnél.

A műtárgy (hűtőtornyoknál) kedvező elhelyezése a területen úgy, hogy a füstszennyezés szélpáztájába ne essék.

A hűtőtornyok technológiai vonatkozásban legkényesebb része a nedves hőcseréhez szükséges hűtőszervezet, melynél 1 m³/óra cirkuláltatott hűtővízhez kb. 6—30 m², korrózióra igen érzékeny hűtőfelületet kell építeni (4). Ezek között a csatornák, szórólécek nagy mennyiségű és jó minőségű fenyőfa-anyagok használatával e szerkezet élettartama 6—10-szerese lehet, a gyengébb minőségű luc- vagy jegenyefenyőből előállítottakénak. Korróziós vizsgálataink során szerzett tapasztalataink alapján e kérdés hazai megoldására kétirányú megoldást láttunk lehetségesnek:

A hazai anyagú falécek műanyaggal történő impregnálása. Ez esetben a szegezést és erősítést műanyagos, jó szilárdságú ragasztással lehetne pótolni.

A szórólécek céljaira műanyag profilécek készítése. Ezeket szintén ragasztással lehetne egymáshoz erősíteni. E lécek hullámos, perforált kivitelben felületükben növelhetők lennének, előállításuk extrudálva vagy lemezből hajlítva történhetne. A fagy- és bizonyos mértékű hóálló,

eltömődési veszély elkerülésére alkalmas profilú, ritka közül alátámasztásra méretezhető lécezet, gombakármentes, vízálló, ragasztható anyagból, könnyen javítható kivitelben kellene elkészíteni.

Megoldandó feladat a tornyok belső felületének korrózióvédelme az eddigi bitumenes mázak helyett műanyagokkal. E célra figyelembe jöhetnek az epoxigyanta, neoprén, hypalon, klórkaucsulakk stb. Ezek vízállók, jól tapadnak a betonhoz, tartósak, felújíthatók és nem jelentenek túlzott költséget.

Javasolható, hogy valamely felújításra kerülő hűtőtornyunknál, annak belső felületén, a torony teljes magasságában, kb. 1—2 m széles sávokban felhordva, próbamázolásokat végeztessen a beruházó a felsorolt műanyagokkal. Néhány év üzemeltetés után hasznos következtetéseket lehetne levonni a használható anyagok tekintetében és összehasonlítást lehetne tenni a torony többi részén alkalmazott bitumenes mázakkal. Mivel a belső mázolás és felújítás csak száraz betonfelületre lehetséges, az ilyen munkát 1—2 hetes üzemszüneteltetést követően, függőállványról, festékszóró gépekkel lehetne elvégezni.

Kísérleteket igényelne továbbá a hűtővízbe kevert, olyan növényi fitocid hormonok használata, amely vasra nem korrozív hatású, de sok ezerszeres oldatban is alkalmas az algák, mohák tartós elpusztítására.

Összefoglalás

Közleményünkben összefoglaltuk a százhalombattai Dunamenti Erőmű kéménye tervezésénél és néhány erőmű hűtőtornyán végzett vizsgálatainknál szerzett, korróziós vonatkozású tapasztalatainkat.

Ezekből gyakorlati következtetéseket vonunk le a már meglevő építmények javítására és a preventív védelemre.

IRODALOM

1. K. K. Mc. Kelevy—M. Brooke: The Industrial Cooling Tower New-York Elsevir P. Co. 1959.
2. M. Zar: Concrete Chimneys. Journal of the American Concrete Institute 1962. No. 3.
3. C. Hoffmann: Dampfkraftwerke-Bautechnische Probleme Teubner Verlag Leipzig 1959.
4. Zathureczky Árpád: Hűtőtornyok üzemeltetése és karbantartása. Műszaki Könyvkiadó, 1962.
5. Véssey Ede: Vasbeton hűtőtornyok korróziója és védelme, FTI kiadvány, 1960.

Műanyagbevonatok nitrogénműtrágyagyárak felszerkezetének korrózió elleni védelmében

CZERNY GYÖZŐ—MEDGYESI IVÁN—TÓTH SÁNDOR

A vegyi üzemek tervezése során, az épületszerkezetek korrózió elleni védelmével kapcsolatosan számos olyan probléma merül fel, melyek gazdaságos és korszerű megoldása gyakran jelentős kutatómunkát igényel. Ilyen kutatómunka vált szükségessé a már épülő TVK Nitrogénműtrágyagyár esetében is. A hasonló technológiájú, rövidebb-hosszabb ideje működő hazai műtrágyagyárakban ugyanis megállapítható, hogy az elfolyó salétromsav és az ammóniumnitrát tartalmú műtrágyapor megtámadja a közvetlen vegyi igénybevételnek ki nem tett épületszerkezeteket is, mint a felszerkezetek, födémek stb., különösképpen azért is, mert a nitrogénműtrágyapor káros hatásával nem is számoltak. Ez okból több kisebb-nagyobb rekonstrukció is szükségessé vált. E kedvezőtlen tapasztalatok alapján a TVK Generáltervezési Főosztálya elrendelte az új műtrágyagyár összes épületszerkezeteinek korrózió elleni védelmének megtervezését és kivitelezését.

A tervezéshez — megfelelő adatok hiányában — szükséges kísérleti munkát a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat a TVK Lakkfesték és Műgyantagyára közreműködésével, 1961. év elején kezdte meg. E munka egyik részletéről, nevezetesen a vasbetonszerkezetek védelmére irányuló vizsgálatokról számolunk be, két korróziós ágens: a műtrágyapor és a salétromsav esetében.

A védendő épületszerkezetek anyaga és a várható vegyi igénybevétel

Az új üzem, helyszínen betonozott, vagy előre gyártott, utófesztített vasbetonszerkezetei 600-as portlandcementből, B 280 és B 400 betonminőségben készülnek.

Épületen belül a technológiai készülékek környezetében számolni kell esetenkénti nagymértékű vegyi igénybevétellel: így max. 35 °C hőmérsékletű tömény salétromsav oldattal és kb. 90%-os, max. 170 °C hőmérsékletű ammóniumnitrát oldattal. Egyéb helyeken a készülék, vagy a csővezetékek esetenkénti meghibásodásából eredő elárasztás, átázás léphet fel. Ezen túlmenően figyelembe kell venni a falfelületekre lerakódó nitrogén műtrágyaport és az egyes üzemszerekben a légteret szennyező salétromsav gőzöket.

A vasbeton-épületszerkezetek külső felületeire korróziós veszélyt jelentenek a levegőt szennyező nitrózus gáz, ill. az abból már a levegő nedvessége hatására képződő híg salétromsav oldat, továbbá a nitrogénműtrágyapor.

Az állandó koncentrált igénybevételeknek kitett szerkezetek korrózió elleni védelmének kialakítása a szaktervezési gyakorlatban megoldott. Az *időszakos koncentrált vegyi hatásoknak*, valamint az *állandó műtrágyapor és kis töménységű savgáz káros hatása* elleni védelem módszerei nincsenek

kidolgozva. A hagyományos védelem alkalmazása ilyen körülmények között, különösképpen nagy felületeken nem gazdaságos, gyakorlatilag sem valósítható meg.

Korszerű anyagokat felhasználó, az igénybevétel jellegét és a szerkezeti anyag minőségét figyelembe vevő, megfelelő felületvédelem kidolgozása volt célunk.

Azonban az e célra alkalmasnak vélt — zömmel műanyagalapú — hazai gyártmányú anyagoknak a fenti igénybevételekkel szemben tanúsított ellenállóképessége nem ismeretes, a külföldi kísérleti adatok pedig nem vehetők át, mivel ezek csak egyes gyárak termékeire vonatkoznak. Az utóbbiak miatt a tervezési munkával párhuzamosan el kellett végezni a megfelelőnek látszó bevonati anyagok korrózióállósági célvizsgálatát.

Korrózióállósági vizsgálatok

A kísérleti munkánk a megfelelő műanyagalapú lakkok és festékek kiválasztására, ezekből bevonatrendszerek kialakítására, valamint laboratóriumi és kitéli korróziós vizsgálatokra terjed ki.

Bevonatrendszerek kialakítása

Irodalmi adatok, valamint az elővizsgálataink eredményei alapján kiválasztottuk a legmegfelelőbbnek látszó hazai termékeket.

Emfix poli(vinil-acetát)-alapú vizes diszperziós festék,

Klorotex klórkaucuk-alapú zománc,

Resistan poliuretángyanta-alapú zománc,

Silonit 7607 szilikongyanta-oldat,

Wallkyd alkidgyanta-alapú oldószeres falfesték.

A vizsgált lakkok és festékek mind a várható vegyi igénybevételnek, mind a betonban levő bázikus hatásnak ellenálló rutil titán-dioxid pigmenttel készültek.

A festékek a beton védelmére való alkalmazhatóságának egyik alapvető feltétele azok *betonfelülethez való jó tapadása*.

A műanyagfestékek, ill. lakkok betonra történő közvetlen felhordása gyakran nem végezhető el sikeresen, mert a beton felülete hidrofíl, a festék, ill. lakk általában hidrofób jellegű, a két anyag összeférhetetlen. Ezért a tapadás biztosítása érdekében általában közvetítő réteg alkalmazása szükséges.

A bevonatok kialakításánál megkívánt légszáraz beton is tartalmaz vizet, ez a hőmérséklet emelkedés hatására kiterjed valamint, főleg növekvő gőztenziója miatt, a felület felé ható nyomást fejt ki. Ha a létrejövő nyomás nagyobb, mint a bevonat tapadása, a bevonat leválik, ill. ha a nyomás nagyobb, mint a bevonat szilárd-

sága, a bevonat átszakad. Ha a beton és a műanyag között olyan anyagok vannak, melyek a betonból kifelé törekvő víztartalmat felveszik, puffer hatást fejtenek ki, a bevonatot lefeszítő hatás megszűnik. Az utóbbi problémát is megoldó közvetítő rétegek minőségére vonatkozólag hazánkban a Műanyagipari Kutató Intézet végzett vizsgálatokat.

Időálló műanyagbevonat betonfelületen történő közvetlen kialakítását a cementkő kalciumvegyületeiből eredő bázicitás is akadályozza, megbontva az elszappanosodásra hajlamos műanyagokat (pl. Emfix, Wallkyd). Az ilyen műanyagfestékek felhordása előtt a betonfelületet semlegesíteni kell, erre gyakorlatilag legjobban a fluatózás vált be (fluát-tartalmú anyagok a hazai gyártmányú Betonol típusok). A fluatózás eredményeként nemcsak a betonkéreg bázicitása csökken, hanem e kéreg tömörsége, korrózióállósága is növekszik, alkalmazása ezért is célszerű.

Célunknak megfelelő közvetítőréteg kialakítására több anyaggal számos laboratóriumi kísérletet és nagy felületen, próbafestést végeztünk. Ezek alapján megállapítottuk, hogy a Klorotex és Resistan felhordásához közvetítőréteg szükséges és e célra, a vizsgált anyagok közül leginkább a Wallkyd 1 : 1 arányú lakkbenzines oldata felel meg.

Szintén ezen vizsgálatok alapján határoztuk meg az egyes festékekből kialakítható legkedvezőbb sajátságokkal rendelkező, bevonatrendszerek felépítését. Összehasonlíthatóság érdekében a további vizsgálatoknál az összréteg vastagságot, a Silonit 7607 bevonatrendszer kivételével, 100—150 mikronnak választottuk.

Emfix-bevonatrendszer

A betonfelület Betonol N-el történő kezelése után Emfix alapozó majd két réteg Emfix-külső festék felhordása következik.

Klorotex-bevonatrendszer

A betonfelület Betonol N-el történő semlegesítését Wallkyddal való alapozás, majd 5 réteg Klorotex felhordása követi.

Resistan-bevonatrendszer

A betonfelület Betonol N-es kezelése után Wallkyddal való alapozás következik. Az átszáradt alapra két réteg Resistan hordandó fel.

Silonit 7607 bevonatrendszer

A Betonol SZ-es semlegesítés után kétszeri Silonit 7607 kenés szükséges.

Wallkyd-bevonatrendszer

A száraz betonfelület semlegesítése Betonol N-el történik. Az alap 1 : 1 arányban hígított Wallkyd, majd két réteg Wallkyd kerül felhordásra.

A felsorolt bevonat rendszerek között a légtérsteresztő képesség szempontjából alapvető különb-

ség van. A Klorotex és a Resistan bevonatrendszerek gyakorlatilag teljesen légzáróak, míg a többi három „lélegző” bevonatrendszer.

Korrózióállósági vizsgálat módszere

A műanyagbevonatok betonon történő vizsgálatával kapcsolatosan sem hazánkban, sem külföldön egységes módszerek nincsenek. Ezért szükségesnek tartjuk a részletes vizsgálati metodika ismertetését.

Próbatestek

A vizsgálatokhoz használt $4 \times 4 \times 16$ cm méretű próbatestek 600-as portlandcementből készültek. A cementadagolás 350 kg/m^3 . Az adalékanyag 3 mm max. szemnagyságú homok volt.

A bedolgozott habarcs konzisztenciája kissé képlékeny (szétterülés: 17—19 cm). A próbatestek száraz térfogatsúlya 2100 kg/m^3 , nyomószilárdsága 140 kg/cm^2 .

A 28 napos korú próbatesteken alakítottuk ki az egyes bevonatrendszereket, és az utolsó bevonati réteg felhordása utáni 14. napon tettük ki a vegyi anyagok hatásának.

Laboratóriumi korrózióállósági vizsgálatok

Bevonatfajtánként 3—3 próbatestet az ellenőrző próbatestekkel együtt 1%-os salétromsav-oldatba állítottunk olyképpen, hogy a próbatestek felső síkja felett állandóan 100 mm magas vízoszlop alakult ki. A naponta cserélt oldat felületegységre számított mennyisége 15 ml volt. További próbatesteket ammónium-nitrát vizes pépbe mérítettünk. A vizsgálatok időtartama 30 nap volt.

Kitélti vizsgálatok

A vizsgálatokat a TVK műtrágyagyárhoz hasonló technológiájú Borsodi Vegyikombinát műtrágya üzemében, ill. salétromsav üzemében végeztük el négy helyen, részben állandó, részben időszakos vegyiigénybevételnek téve ki a próbatesteket. A megfigyelések 4—10 hónapon keresztül tartottak.

A kitélti vizsgálatok során igen nagy nehézséget jelentett, hogy a különböző szerelési, javítási munkák alkalmával a próbatestek egy része megsemmisült.

Korrózióállóság meghatározása

A korrózióállóság meghatározására többféle vizsgálati módszert alkalmaztunk.

Az értékelés során az igénybevehetőség két kategóriáját határoztuk meg:

időszakosan igénybevehető bevonatrendszer,
állandóan igénybevehető bevonatrendszer.

E feltételek meghatározására semmilyen előírás nem áll rendelkezésre, tehát az értékelést, általunk meghatározott önkényes szempontok alapján végeztük.

Felületi elváltozások

A laboratóriumi vizsgálatoknál 3—7 naponként történt a szemmel látható elváltozások jegyzőkönyvi rögzítése és szükség szerint fényképezése.

A kitéti vizsgálatoknál az értékelés havonként történt.

Állandóan igénybe vehető az adott kitéti körülmények között azon bevonatrendszer, mellyel védett szerkezeti anyag felületén a kísérleti periódus végén *semmilyen elváltozás* nem tapasztalható. *Időszakos igénybevételnek* megfelel az a bevonatrendszer, melyen a laboratóriumi vizsgálat első 3—5 napján semmilyen elváltozás nem tapasztalható; a vizsgálati periódus végén a bevonat nem színeződik el, és legfeljebb a felület 10%-ára kiterjedő 3 mm-nél nem nagyobb átmérőjű felhólyagosodás, felpuhulás található és a hólyagok alatt a beton épnek mutatkozik.

A kitéti vizsgálat esetében az értékelés a legalább 4 hónapi vizsgálati periódus végén hasonló elvek alapján történik, figyelembe véve a kitétel állandó, vagy időszakos jellegét.

Súlyváltozás

A súlymérés a laboratóriumban 3—7 naponként, a kitéti helyeken kb. havonta történt.

A súlyváltozás megengedhető mértékének megállapításánál a szilikon bevonatú építőanyagok értékelési konvenciójából indultunk ki. Ezeket már megfelelő eredménnyel alkalmaztuk atmoszferikus hatások vizsgálatánál.

Az ismétlődő eső, vihar igénybevételnek négyhat órás áztatás felel meg, abban az esetben, ha a próbatestek feletti víznyomás 100 mm-nél nem nagyobb. Megfelelőnek minősül a bevonat; ha a beton vízfelvétele ez idő alatt 2—3%-ot nem haladja meg.

Az időszakos üzemi igénybevételnek 5 napi laboratóriumi vizsgálati időt vettünk, hasonló vízszlop-nyomás mellett. Megfelelőnek azt a bevonatfajtát minősítettük, melynek alkalmazása esetén a beton próbatest súlynövekedése nem nagyobb mint 2—3%.

Állandó igénybevételnek megfelelő az a bevonat fajta, amelynek alkalmazása esetén 30 napos laboratóriumi vizsgálati idő után, a próbatest súlynövekedése a 2—3%-ot nem haladta meg.

A súlycsökkenést minden esetben kedvezőt-

len körülménynek minősítettük, mert ez csak építőanyag elmállásnak, feloldódásnak lehet következménye, ez pedig természetesen csak azután tud bekövetkezni, amikor a bevonat egy része, vagy teljes terjedelmében megsemmisült, védőhatást nem tud kifejteni.

A kitéti vizsgálatainknál a legalább 4 hónapos vizsgálati periódus végén kapott súlyváltozási értékek alapján határoztuk meg az igénybevehetőséget, a kitétel jellegét figyelembe véve.

Szilárdság változása

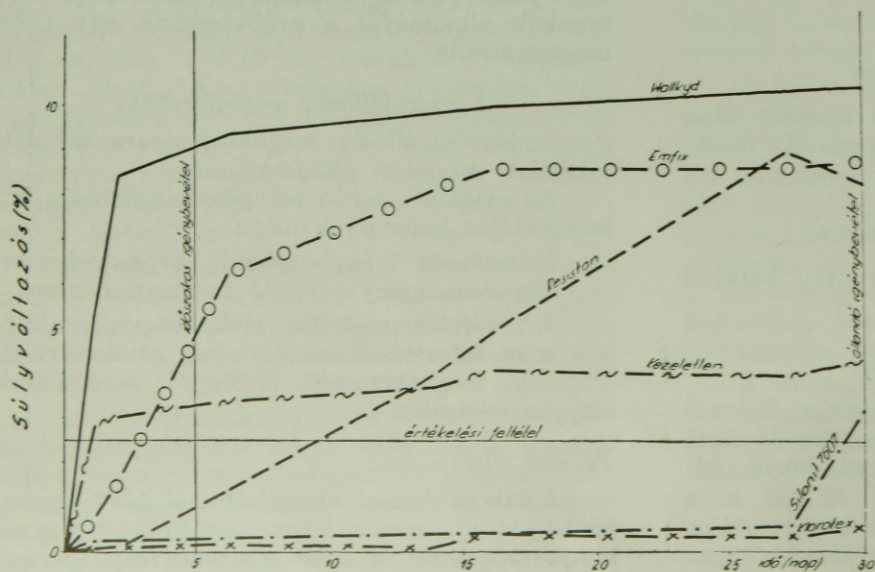
A vizsgálati ciklusok befejezése után az ép próbatesteket húzó-hajlító és nyomószilárdsági vizsgálatnak vetettük alá.

Állandó igénybevételre csak olyan bevonatrendszert tartunk alkalmasnak, mellyel védett építőanyag húzó-hajlító, ill. nyomószilárdsága a kitéti körülmények között lényegesen nem változik. *Időszakos igénybevételnek* olyan bevonatrendszer felel meg, melynél a vizsgálati periódus végén a próbatest szilárdságcsökkenése a 30—40%-ot nem haladja meg.

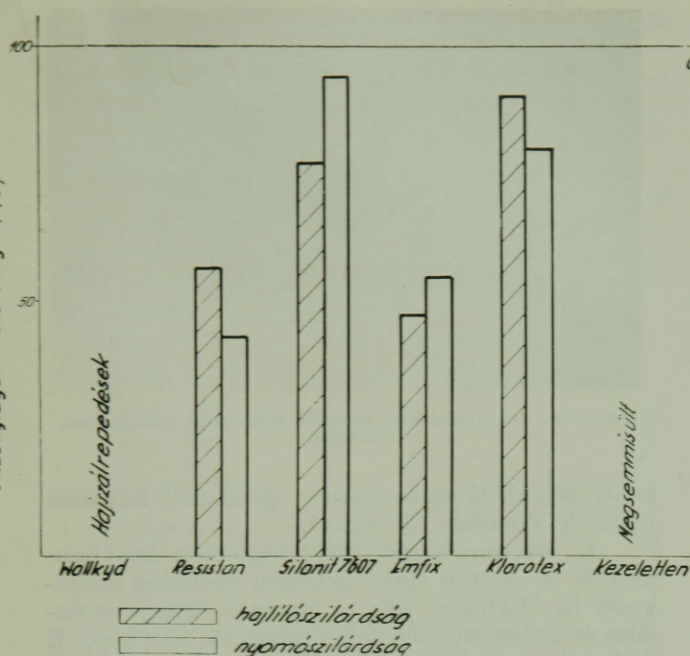
Kémiai elváltozások vizsgálata

A kémiai korrózió mértékének meghatározása, valamint az agresszív anyagok behatolási mélységének megállapítására a próbatest anyagát vegyvizsgáltuk. Ezek során esetenként meghatározásra került a pH érték, kalciumkarbonát tartalom, valamint a vízdoldható kalcium-, nitrát-, ammónium- és hidroxilion-tartalom.

Az értékelésénél vizsgáltuk az agresszív anyag behatolását, azaz ezen anyag koncentrációjának növekedését a próbatesten belül. Időszakos igénybevétel esetén megengedhetőnek minősítettük 10 000 mg/kg koncentrációnövekedést. Állandó igénybevételt kielégítő bevonatrendszerrel a koncentrációnövekedésnek a próbatest magjában nem szabad meghaladnia a 3000 mg/kg értéket. A próbatestek pH értékének, ill. kalciumkarbonát tartalom csökkenésének határértéke 0,5, ill. 1,0 pH, valamint 1 ill. 2% kalciumkarbonát a megengedhető igénybevétel jellegétől függően.



1. ábra. Ammóniumnitrát pép korróziós hatásának vizsgálata laboratóriumban. Próbatesetek súlyváltozása



1a ábra. Ammóniumnitrát pép korróziós hatásának vizsgálata a laboratóriumban. Próbatetek szilárdsági változása

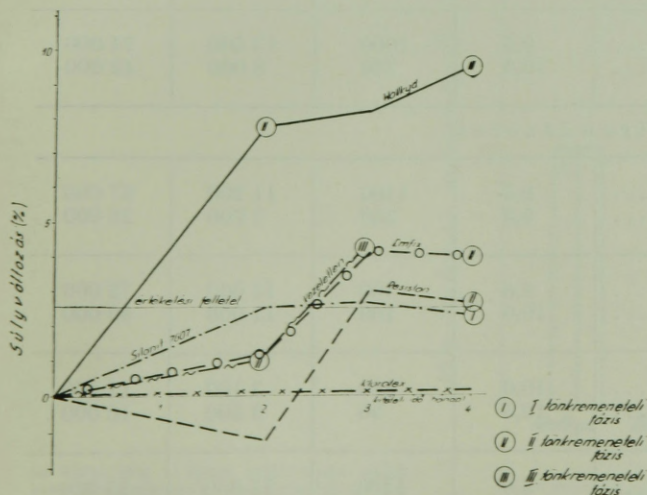
A vizsgálatok eredménye

Műtrágyapor, ammóniumnitrát-oldatok

A laboratóriumi és kitéli vizsgálatok eredményei alapján a korróziós folyamatok egyértelműen meghatározhatók, ill. három fázisra bonthatók valamint kijelölhetők az alkalmazható bevonatrendszerek.

A tönkremenetel első fázisa

A felületen szemmel látható változások nem mutatkoznak, a próbatest súlya azonban növekszik (1., 1a, 2. ábra). A próbatest kismértékben ammónia szagot áraszt. A próbatestbe diffundáló ammóniumnitrát-oldat elsődlegesen a beton szabad mésztartalmával reagál, jól oldható kalciumnitrát és ammóniagáz keletkezik, a gáz fesztítő, lazító hatása következtében a beton és a bevonat struk-



2. ábra. Műtrágyapor hatásának állandóan kitett próbatetek (BVK műtrágyaüzem) súlyváltozása

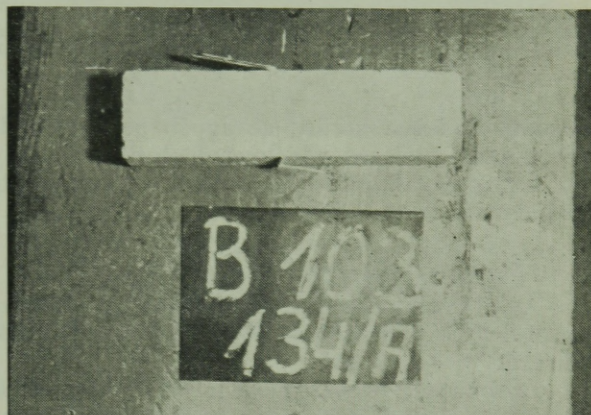
$$G_h = 45 \text{ kp/cm}^2$$

$$G_{ny} = 137 \text{ kp/cm}^2$$

turális mikroporozitása növekszik, következképpen az agresszív folyadéknak a próbatestbe való jutása meggyorsul.

A tönkremenetel második fázisa (1. fénykép)

A próbatest felületén megjelennek a tönkremenetel első látható jelei: a próbatest hajszálrepedezettsége. A próbatest már intenzív ammóniaszagot áraszt. A korróziós folyamat során a szabad mésztartalom elfogy és az ammóniumnitrát a cementkő kalcium-szilikátjait támadja meg.



1. fénykép. Ammóniumnitrát hatására kialakult károsodás második fázisa (Wallkyd bevonatrendszer)

A tönkremenetel harmadik fázisa (2. fénykép)

A hajszálrepedések mindjobban szétnyílnak és a próbatest enyhe nyomásra darabokra széthullik.

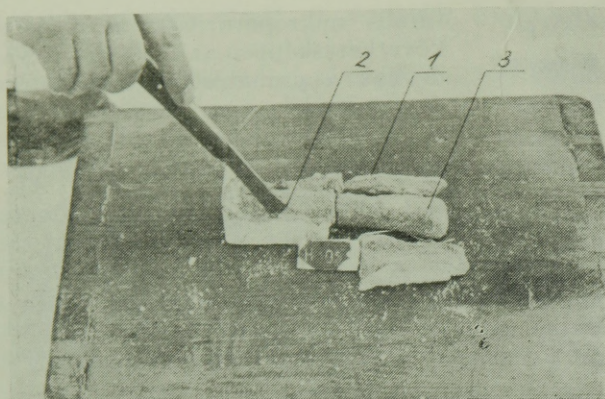
A széthullott próbatetek igen érdekes szerkezetet mutatnak (3. fénykép). Néhány milliméter vastag, viszonylag kemény felületi kérgen belül 1–2 cm $\varnothing$ -jú fellazult, nyákos gyűrű található, ahol a kalcium-szilikátok már teljesen felbomlottak. E gyűrűn belül egy viszonylag kemény mag helyezkedik el.

Az egyes bevonatrendszerekkel védett betonpróbatetek tönkremeneteli foka nem volt azonos.

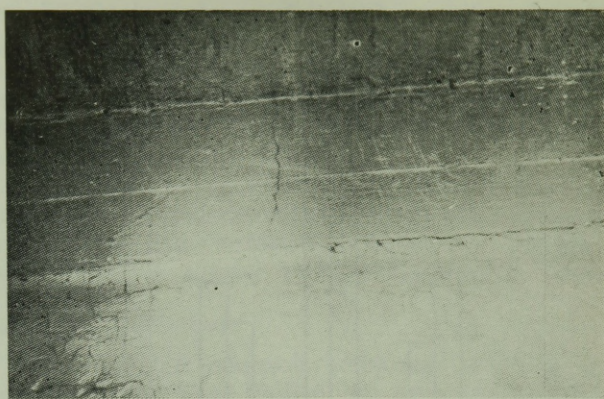
A Klorotex bevonatrendszerrel védett beton gyakorlatilag elváltozást nem mutatott. A Silonil 7607 bevonatrendszerrel védett próbatest a tönkremenetel első fázisában, a Resistannal védett a



2. fénykép. Ammóniumnitrát hatására kialakult károsodás harmadik fázisa (Wallkyd bevonatrendszer)



3. fénykép. Ammóniumnitrát hatására tönkrement próbatest szerkezete. (Wallkyd bevonatrendszer): 1. felületi kéreg, 2. nyákos gyűrű, 3. mag



4. fénykép. Ammóniumnitrát hatására tönkrement előregyártott betonelem

második fázisába került, az egyéb bevonatrendszerek csak időleges védelmet biztosítottak.

Ezt a megállapítást tükrözik a vegyvizsgálati eredmények is (1. táblázat).

Salétromsav-oldat

A salétromsav-oldat okozta korróziós folyamatot legegységesebben a súlyváltozási görbék tükrözik (3—4. ábra).

A bevonatrendszerrel ellátott próbatestek súlyváltozási görbéire jellemző egy kezdeti monoton súlynövekedési szakasz, külső látható elvál-

tozás nélkül. E szakaszban a próbatest folyadék felvétele dominál (I. fázis).

A betonpróbatest súlynövekedése maximumot ér el, ezután súlycsökkenési periódus következik be. Látható jele a bevonat felhólyagosodása és a betonfelület felpuhulása (5. fénykép). E szakaszban a folyadékfelvétel mellett megindul a korrózió okozta kismérvű morzsolódás, ami már súlyvesztést idéz elő. A tönkremenetel előrehaladtával a folyadékfelvétel és a morzsolódási veszteség kiegyenlítik egymást (II. fázis).

A folyamat előrehaladásával állandóan fokozódik, majd rohamossá válik a súlyvesztés.

1. táblázat

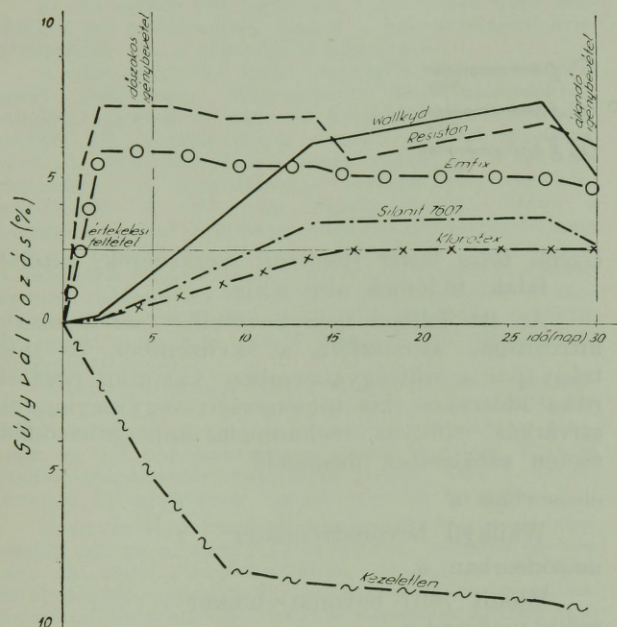
Ammóniumnitrát hatására a próbatest anyagában létrejött kémiai változás jellemzői a vizsgálat végén

Bevonatrendszer		pH	NH ₄ ⁺	Víz-oldhatók Ca++	NO ₃ ⁻
			mg/kg		
Igénybevételnek nem alávetett betonpróbatest		11,0	5	1 740	50
Légzáró bevonatrendszerek					
Klorotex	Külső 10 mm kéreg	10,0	260	2 500	8 700
	Belső mag	10,5	80	1 500	1 400
Resistan	Nyákos gyűrű	9,5	1000	13 500	74 000
	Belső mag	10,0	350	8 000	42 000
Lélegző bevonatrendszerek					
Emfix	Nyákos gyűrű	8,5	1100	11 200	67 000
	Belső mag	9,5	350	7 000	26 000
Wallkyd	Nyákos gyűrű	8,5	700	15 000	73 000
	Belső mag	10,0	100	11 000	50 000
Silonit 7607	Külső 10 mm kéreg	10,0	300	3 100	11 500
	Belső mag	10,5	90	3 500	10 000
Védetlen beton	Nyákos gyűrű	8,0	1400	15 000	55 000
	Belső mag	9,5	1000	13 000	50 000

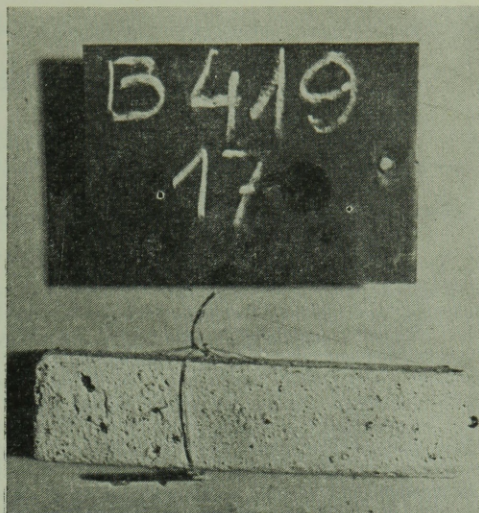
A bevonat teljesen fellazul, a próbatest anyaga szétesik (III. fázis) (6. fénykép).

A védelem nélküli próbatesteknél a súlynövekedési görbék kezdeti növekedési periódusa hiányzik, ezeknél azonnal súlyvesztés lép fel (III. fázis).

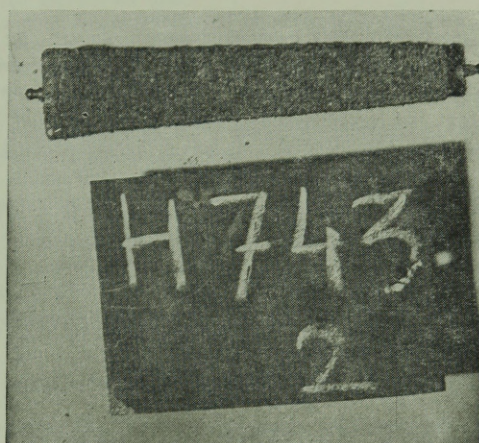
A Klorotex és Resistan bevonatrendszerrel védett beton 1%-os salétromsav oldatban lényeges elváltozást nem szenvedett csak kisebb mértékű súlynövekedést tapasztaltunk (I. korróziós fázis).



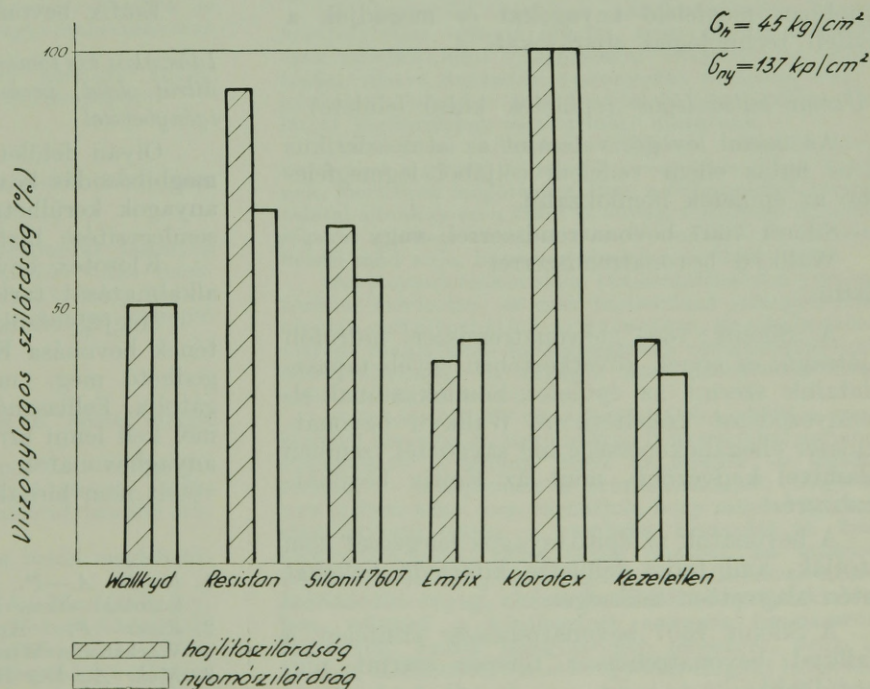
3. ábra. Híg (1%-os) salétromsav oldat korróziós hatásának vizsgálata laboratóriumban. Próbatestek súlyváltozása



5. fénykép. Salétromsav okozta bevonatfelhólyagosodás (Emfix bevonatrendszer)

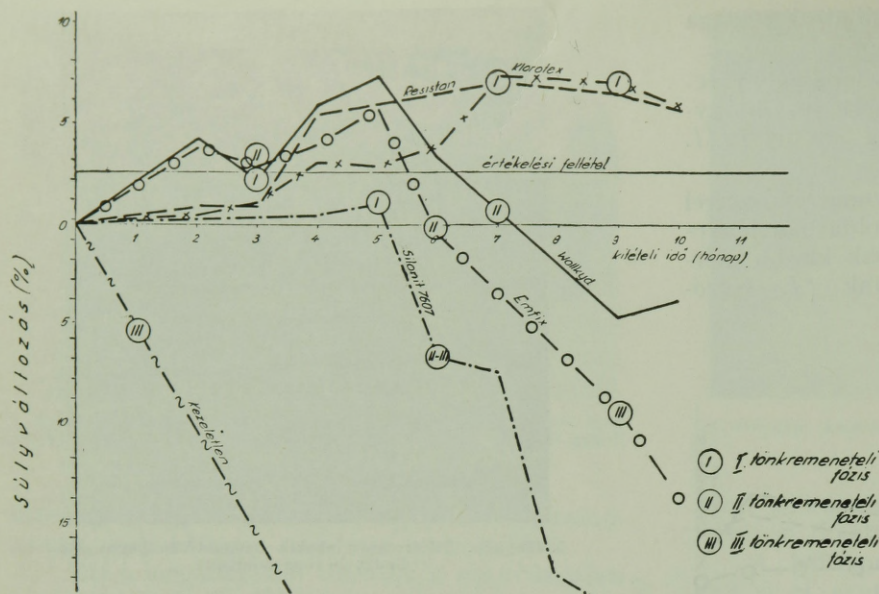


6. fénykép. Salétromsav hatására tönkrement betonpróbatest



3a ábra. Híg (1%-os) salétromsav oldat korróziós hatásának vizsgálata laboratóriumban. Próbatestek szilárdsági változása

4. ábra. Időszakosan nagy töménységű salétromsav oldat hatásának kitett próbatestek (BVK savüzem) súlyváltozása



Az egyéb bevonatrendszerek közül az időszakos hig savas igénybevételnek kismértékben a Wallkyd és Silonit 7607 bevonatrendszer felel meg (ezt párákamrában savgőzzel végzett vizsgálatok is igazolták). A bevonatlan próbatestek rövid idő alatt megsemmisültek.

Az időszakos, de nagy töménységű salétromsav igénybevételnek egyik bevonatrendszer sem felel meg. Viszonylag a legkedvezőbbben a Klorotex bevonatrendszer viselkedik. A Resistan bevonatrendszer egész rövid idő alatt elszíneződik.

Bevonatrendszerek felhasználási területe

Az ismertetett vizsgálatok elégségesnek bizonyultak ahhoz, hogy kiválasszuk a nitrogénműtrágyagyárak közvetlen vegyi hatásának ki nem tett épületszerkezeti felületi védelmére jelenleg legjobban megfelelő anyagokat és megadjuk a kiviteli technológiai eljárásokat.

Üzemi külső légtér (épületek külső felülete)

Az üzemi levegő, valamint az atmoszferikus káros hatás elleni védelem céljából legmegfelelőbb az épületek homlokzatát

Silonit 7607 bevonatrendszerrel, vagy

Wallkyd bevonatrendszerrel

ellátni.

A Silonit 7607 bevonatrendszer hidrofób sajátágú, és ennek következtében egyéb tapasztalataink szerint az épületek homlokzatának elszennyeződését késlelteti. A Wallkyd bevonatrendszer ellenállóképessége hig savgőzzel szemben valamivel kedvezőbb, mint az Emfix bevonatrendszeré.

A bevonatok az építőanyagok lélegzését nem gátolják, ami teljes felületre kiterjedő bevonat esetén alapvetően szükséges.

A Silonit 7607 bevonatrendszer szintelen, a Wallkyd bevonatrendszer tetszés szerint pigmentálható.

Üzemi belső légtér (felmenő szerkezetek, kitöltő falak, födémek alsó síkja)

Az itt fellépő igénybevétellel (salétromsav, nitrozusgáz atmoszféra a savüzemben és műtrágyapor a műtrágyaüzemben, valamint egészen ritka időszakos, kis töménységű vegyi anyag, elszívárgás, elfolyás technológiai önmeghibásodás) esetén savüzemben megfelelő

elsősorban a

Wallkyd bevonatrendszer,

másodsorban a

Silonit 7607 bevonatrendszer, műtrágyaüzemben

elsősorban a

Silonit 7607 bevonatrendszer,

másodsorban a

Emfix bevonatrendszer.

Időszakos kis töménységű salétromsav és ammónium-nitrát oldat, permet, valamint tömény nitrozusgáz igénybevétel

Olyan felületeken, melyekre a technológiai meghibásodás következtében időszakosan a fenti anyagok kerülhetnek, és ezen anyagok lemosása semlegesítése biztosított, a

Klorotex bevonatrendszer alkalmazását tartjuk célszerűnek.

Megjegyezzük, hogy a helyiség teljes felületének bevonása Klórkaucsuk-zománcsal nem engedhető meg, mert a bevonat a fal lélegzését gátolja. Felhasználás esetén mindenkor figyelemmel kell lenni arra, hogy a vizsgált vékony műanyagbevonatok nagyobb mechanikai igénybevételt nem bírnak el.

IRODALOM

1. Novák A.—P. Fejes: Épületszerkezetek védelme korrózió ellen. Bpest. Műszaki Könyvkiadó, 1960.
2. Rüter F.: Korrosionstabellen nichtmetallischer Werkstoffe. Wien. Leoben—Linz.
3. Mohr A.: Der Bauingenieur 5. 248 (1925).
4. Kiss B.: Magyar Kémikusok Lapja, 17. 180 (1962).

Újabb módszerek a betonszerkezetek korrózió elleni védelmében

Dr. B Á T O R I M Á R T A

A cement kötőanyag kötési és szilárdulási folyamatában három szakaszt különböztethetünk meg:

a) A vízfelvétel során kolloid-disperz eloszlású anyag keletkezik „sol” (látszólagos oldat) képződés.

b) A sol a kolloid-kémia szabályai szerint „gél” anyaggá koagulál, kicsapódik, mielőtt elveszti statikus elektromos töltését: kocsonyásodás. Ezek jelentik a cement hidratációját és kötését. A kötési idő kezdete a kocsonyává alakulás (megdermedés) kezdete, a kötési idő vége pedig a kicsapódás, koaguláció, azaz a kocsonyává dermedés vége.

c) Az előbbi két folyamat lejátszódása után kezdődik a gél beszáradása, illetve a lap- és tűszerű kristályosodása. Ez a szilárdulás folyamata.

A friss cementkő tehát heterogén rendszert képez, amely még nem hidratálódott cementszemcsékből, gélszerű anyagból és már jól képződött cementkristályokból áll. A friss beton tehát bonyolult rendszer, amelyben állandó változás megy végbe. Ez a cement-vízrendszer a szilárduláskor térfogatában csökken, zsugorodik. A gélanyag beszáradásával, illetve a kristályosodással járó zsugorodás és a felesleges fel nem vett víz elpárolgása következtében a betonban pórus- és kapilláris rendszer alakul ki, amely a cement tömörségének csökkenését és ennek folytán a beton vízzáró képességének csökkenését is jelenti, illetve okozza. Ez annál nagyobb, minél nagyobb az alkalmazott vízcement-tényező.

A cement hidratációjakor az eredeti klinkerásványbólleszakadt CaO vízfelvétellel (mészoldódás) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -dá alakul, ez az egyik gyenge pont, mivel ez kilúgozódhat, vagy az SO_4 ionokkal gipszzé alakul, majd az Al_2O_3 -al trikalciumszulfohidroalumináttá alakul, ami a beton-korrózió folyamatának legveszélyesebb formája.

Ezen veszély kiküszöbölésére szolgál, enyhe igénybevételek esetén, a hazai S 54-es cement, melynek égetése során a nagy vasoxidtartalom (Fe_2O_3) az Al_2O_3 -ot tetrakalciumaluminátferrit alakban lekötő és így trikalciumentelminát képződik, melynek képződése közben nem keletkezik nagymennyiségű kristályvíz. Így az eroziós hatás nem lép fel. Súlyosabb esetekben nem elégséges az S 54-es cement alkalmazása, hanem, az igénybevételektől függően, különféle védelmi megoldásokat kell alkalmazni.

Mint látható, már kismértékű vegyi hatások is kilúgozódást, illetve cserebomlásos vegyi átalakulásokat hozhatnak létre a betonban.

A következő felsorolás néhány korrozív anyag betonkárosító hatását foglalja össze, öt fokozatban.

Első fokozat:

(a felsorolt vegyszerekkel szemben a beton tökéletesen ellenálló)

Borkősav, butanol, oxálsav stb.

Meg kell említeni, hogy a borkősavat bizonyos esetekben (a borászatban) betonvédelmi célra használják, mert kalciumbitartarát képződik, mely sem a borban, sem a vízben, sem pedig a borban szereplő egyéb enyhe savakban nem oldódik.

Második fokozat:

(a felsorolt vegyszerekkel szemben a beton eléggé ellenáll)

Aceton, vízes és nem vízes állapotban, amilacetát, anilin, benzin, benzol, furfural, tiszta glicerín, klórbenzol, mésztej, szénkéreg, széntetraklorid, tetralin stb.

Harmadik fokozat:

(a felsorolt vegyszerekkel szemben a beton meglehetősen ellenálló)

Ammónia, barnaszén-kátrány és kőszénkátrány, cukoroldat, fényképeszeti előhívók (fekete-fehér), formaldehidoldat, 5%-os kálikú, klórmészoldat, kloroform, metilklorid, 10%-os nátriumhipoklorit (hipo), nitrobenzol, tej, tengervíz, lágyvíz stb.

Negyedik fokozat:

(a felsorolt vegyszerekkel szemben a beton kevésbé ellenálló).

Almasav és számos alifás és aromás sav stb.

Ötödik fokozat:

(a felsorolt vegyszerekkel szemben a beton nem ellenálló).

Vízes acetaldehid, vízes arzénsav, vízes benzolészav, benzinalkohol, brómvíz, citromsav, csersav, sósavas diazónium, dietiléter, ecetsav, ecetsavanhidrid, fényképeszeti előhívók (színes), etilacetát, etilalkohol (40 C°-on), fenol tiszta és vízes, savanyú fluorsók, folyasav, foszforsav, vízes glicerín, hangyasav (minden töménységben), hidrogénperoxid, kalciumbiszulfid, káli-lúg 20–50%-os, káliumperoxid, kénsav, salétromsav, kevertsav, száraz- és nedves kéndioxid, száraz és nedves kénhidrogén, klórecetsav, nedves klórgáz, klór-kénsav, klórvízoldat, kreozotolaj, tiszta és vízes krezol, krómsav, száraz és nedves nitrózus gáz, tiszta és vízes piridin, sósav, szulfid-lúg, tejsav, világítógáz, zsírok és zsírsavak stb.

Az ipar betonkorrozíós problémái sokrétűek. Általános korrózióellenálló anyagról nem beszélhetünk, az ipar vegyszerekkel dolgozó ágazatainak az elvégzendő műveletek természete szerint változó tulajdonságú anyagokra van szüksége.

Minden egyes anyagra fel lehet állítani egy hasonló osztályozást, mint amelyet a betonra megadtunk és felhasználásukat nekünk kell eldönteni, hogy a jelentkező igénybevételekkel szemben melyik alkalmazása a legkedvezőbb és leggazdaságosabb.

A korrózió elleni védelemben felhasználásra kerülő anyagok minden esetben azt a speciális célt szolgálják, amelyre éppen kiválasztottuk, mert az egyes anyagok — bizonyos körülmények között — ellentállóak ugyan, de úgyszólván mindegyikkel szemben állíthatunk olyan körülményeket, amelyeknek már megfelelni nem tudnak.

Az egyes anyagfélésegek kiválasztásánál figyelembe kell venni a felhasználó iparág sajátosságát, mert pl.: az élelmiszeriparban csak olyan műanyagok alkalmazhatók, amelyek mérgező anyagokat még nyomokban sem tartalmaznak, míg ipari savak ellen fenolgyantát vagy egyéb, egészségre ártalmas anyagot is alkalmazhatunk.

A korróziós kérdések tanulmányozása alapos körületekintést igénylő feladat, nem mindig elégséges csak laboratóriumi vizsgálatokat elvégezni, az oldhatósági, illetve duzzadási viszonyokat tisztázni, mert a gyakorlat, huzamos igénybevétel és egyéb, előre nem látott körülmények esetleg mást mutatnak.

Azokat az adatokat általában elfogadhatjuk, amelyeket a gyártó vállalatok prospektusaikban közölnek, mert ezek mögött általában a felhasználók tapasztalatai állnak és ezen kívül az anyagi felelősség. A nehézségeket sohasem az egyes támadó anyagok elleni védekezési mód adja, hanem a komplex támadó hatás.

Az elmondottak mellett támaszkodhatunk a laboratóriumi mérésekre, de csak tájékoztató jelleggel. Ezek alapján osztályozhatjuk az anyagokat, az alkalmazásra viszont csakis kellő tapasztalatokra támaszkodhatunk, amely főként az új anyagok használatbavétele alkal-mával megfontolandó.

A laboratóriumi vizsgálatok főként abból a szempontból lényegesek, hogy milyen behatásokkal szemben használható az anyag. Ezek az adatok — legtöbb esetben — hiányoznak a prospektusból, vagy ha van is ilyen adat, nem várhatjuk, hogy minden anyagra megtalálható legyen a nemleges bizonylat is. Ipari alkalmazás előtt, tehát olyan esetben, ha kiterjedt tapasztalatok még nem állnak rendelkezésre, akár a korrózióálló anyag, akár a korrodeáló anyag tekintetében, célszerű a kiválasztott anyagot üzemszerűen kipróbálni. Ennek legegyszerűbb módszere, hogy kis idomot, csődarabot, lemezt vagy más tárgyat helyezünk a reaktorba, kádba stb. és az üzemi körülmények között,

huzamosabb behatásnak tesszük ki. Néhány hetes ily módon végzett üzemi kísérlet után megállapíthatjuk az anyagon a korrózió mértékét, mechanikai minősítő vizsgálatot végezhetünk. Ekkor kitűnik, hogy az anyag hogyan állt ellen az üzemben az adott körülmények között. Ilyen vizsgálatból — rendszerint — biztos következtetést vonhatunk le arra nézve, hogy az anyag használható-e, és ha igen, előreláthatólag milyen élet-tartammal.

A beton korrózió elleni védelme néhány évtizedes múltra tekinthet vissza, ha a klasszikus vízüveg-habarcsokat és bitumenhabarcsokat is tekintetbe vesszük.

A műanyagipar fejlődésével azonban ugrásszerű változás következett be a beton korrózió elleni védelmének területén.

A következőkben tekintsünk meg néhány beton-korrózió ellen védő módszert a következő csoportosításban:

1. Betonpórus-zárás különféle módszerei.
2. Betonfelületeken alkalmazott összefüggő, hézagmentes bevonatok.
3. Fóliaszigetelések.
4. Vegyi hatásoknak ellenálló keramikus burkolatok.
5. Saválló aszfalt és saválló beton
6. Néhány korrózióálló hőszigetelő megoldás, mint a korrózió elleni védelem segédeszköze
7. Korrozív szennyvizek elvezetését szolgáló megoldások.

A felsorolt hét fejezet fontosabb módszerei a következők:

1. Betonpórus-zárás különféle módszerei

A beton, vasbeton ellenállását fokozhatjuk, ha egyrészt a támadási felületet minimálisra csökkentjük, másrészt a behatolás megállítására (korrózió-sebesség csökkentésére) minél tömörebbre készítjük a betont. Vasbetonnál ezenkívül fontos követelmény, hogy a vasbetét védelme érdekében a betontakarást növeljük a szokásos 2 cm-ről 5 cm-re.

A felület csökkentése a felületi pórusok lezárásával és a felületi símaság növelésével érhető el. Ezt a módszert jó bedolgozással, többrétegű vízzáró pc. vakolattal és annak felületi bevasalásával valósíthatjuk meg.

A tömörebb betont a megfelelő folyamatos szerkezet pórustömítő anyagok (aktivált bentonit) adják. Pórustömítő- és vegyi ellenállást növelő adalékok, műanyagdisperziók, bitumenemulziók stb. alkalmazása teszi lehetővé. Mindezekben kívül a mészszenyő-cementek (S 54), kohósalakcement stb. alkalmazása további segítséget nyújt.

Készen, megkötött és simított betonfelületeken további pórustömítést érhetünk el fluatózással, SiF_4 gázkezeléssel (okratálás), bőrkősavas kezeléssel stb. melyek ma már elterjedt alkalmazási módszerek.

Tekintsünk néhány alkalmazási módszert.

Töredezett betonfelületek javítása:

Az igénybevétel következtében megrongálódott, kitöredezett lépcsők, padlók, betonburkolatai a klasszikus módszerekkel nem javíthatók, illetve esetleges javításuk csak bizonyos habarcsvastagság — minimum 2 cm — kialakítása esetén lehetséges, azonban ezen esetekben is kétséges a javítás minősége a régi és új betonfelület tapadási nehézségei miatt.

Műanyagdisperziós cementhabarcsokkal bármilyen kis felületű kitorések, egyenetlenségek, meghibásodások kijavíthatókká válnak akár mm nagyságrendű vastagság felhordása esetén is. Ugyanakkor ezen habarcsok nem kívánják meg a cementhabarcsokra jellemző locsolási (utánkezelési) időszakot és így nagymértékben gyorsítják az üzemben felmerülő javítási munkákat, és a korrózió elleni védelem területén megfelelő szilárdságot biztosítanak a javított felületeknek, ami nagymértékben elősegíti a védőbevonat vagy védőburkolat tartósságát. Tapadóképesége nagyszerűen kihasználható a síma felületű burkolólapok ágyazására, ugyanis megfelelő összetétellel 17 kg/cm^2 tapadószilárdság is elérhető.

Nagy terhelésnek kitett (vaskerekű kocsik stb.) üzemi padlóburkolatok — amelyek kisebb változtatással

megfelelnek száraz vagy olajjal, híg savakkal dolgozó üzemekben — készíthetők az említett módszerrel.

Meglevő üzemek betonpadozatára készíthető műanyagadalékos cementhabarcsból durván, 1 cm vastagságban olyan koptatóréteg, amely nagymértékben rugalmas és kopásálló, az üzemekben és műhelyekben felmerülő mechanikai igénybevételeknek ellenállnak és ezáltal az említett helyeken eddig használatos keramitpadlóburkolat kiküszöbölhető.

2. Betonfelületeken alkalmazott összefüggő, hézagmentes bevonatok

A betonfelületeken alkalmazott összefüggő hézagmentes bevonatok a modern betonkorrózió elleni védelem legújabb kialakult módszerei. Ezen módszerek többfélék lehetnek, azonban mindegyikére vonatkozik az a megoldási módszer, hogy az alaprétegnek jól kell tapadnia a betonhoz, ezen kívül, az alkalmazási helytől függően, rugalmasnak kell lennie.

Természetesen más a megoldás, ha az épületen belüli vasbetonszerkezetek, gerendák, pillérek védelme a feladat, vagy abban az esetben, ha egy vegyipari műveget végző üzem padlóvédelméről kell gondoskodni.

A bevonatjellegű felületvédelem módszerei a következők lehetnek:

a) *Felületi itatás.* Ez esetben a rétegvastagság kicsiny, viszont a védőanyag mélyen a pórusokba húzódik, így a felületi védőréteg és a már nem védett beton között több cm vastag átmeneti réteg alakul ki, mely bár mérsékeltebben, de hathatós védelmet nyújt a felületi vékony bevonat sérülése esetén is, hosszú időn keresztül. Itt a behúzódott anyag adja a lefeszítés elleni tapadást, mely a pórusokba mélyen behúzódik.

b) *Pórusmentes, teljesen záró bevonatok, pl. epoxigyanta stb.* Ezek csak akkor felelnek meg, ha tapadási képességük nagyobb a jelentkező lefeszítő hatásnál.

c) Amennyiben a helyiség gőzt tartalmaz, vagy más kismolekulájú anyagot, mely a bevonatrendszeren áthatolva kondenzálódhat, — különösen a rossz hőszigetelés következtében — a lefeszítő hatás fokozódik. Ez esetben a tapadás nem kielégítő mérvét azzal fokozhatjuk, hogy a bevonatot nem képezzük ki pórusmentessé, miáltal a lefeszítő hatás csökken. Ezen eljárás természetesen csak az esetben alkalmazható, ha a kondenzálódó anyag korróziós hatása kismértékű.

Tekintsünk erre vonatkozó néhány példát.

A már említett műanyagadalékos padlóburkolat tartósan ellenáll, károsodás nélkül, vegyi- és mechanikai igénybevételeknek, ha felületét PVD, vagy PVC kopolimerdisperzióval itatjuk. Ily mértékű itatás esetén a padlófelület olajoknak és híg savaknak egyaránt ellenáll.

Vegyes igénybevételeknek kitett egyszerűbb csúszás- és hézagmentes padlóburkolatot készíthetünk, mely festődék, gyógyszerigényi üzemek, filmlaboratóriumok stb.-k céljait szolgálhatják, az alábbi módszerek szerint:

A betonaljzatra műanyagadalékos kiegyenlítő réteg után két réteg papírerősítésű PVD disperziós szigetelés készül, amelyre az előbb említett műanyagdisperziós cementhabarcs-padlóburkolat kerül 10 mm vastagságban. A vegyi ellenállás növelésére a műanyagdisperziós cementhabarcs felületén epoxigyantás bevonat készül kovaörlemény-szórással, csúszásgátlás céljából. Ezen hézagmentes padló kialakítási mód az alatta levő betonszerkezetet jól megvédi a vegyszeres hatásoktól, ugyanakkor tetszetős, biztonságos munkaterületet nyújt az ott dolgozók részére.

Összehasonlításként meg kell említeni, hogy ezen padlóburkolat helyett néhány évvel ez előtt a következő padlóburkolat készült volna: opanol szigetelőrétegre furángyantába rakott keramitlapburkolat, amely természetesen lényegesen drágább és csúszóssága miatt veszélyesebb, mint az előbb említett megoldás.

Az említett hézagmentes padlóburkolat alkalmazásával megoldottnak tekinthető a híg vegyszerekkel, olajokkal — amelyeknek hőmérséklete $80-100^\circ\text{C}$ is lehet — dolgozó üzemek korrózióálló padlóburkolata.

Nedves, gőzös üzemekben a vasbetonszerkezetek tönkremenését, az egyes korrózió hatású vegyszereken kívül, a beton kilúgozódása (pH értékének csökkenése), illetve annak következménye, a vasbetetek rozsdásodása idézi elő. Így aránylag alig kimutatható vegyi hatás esetén is a vízgőz okozta korrózióveszély fennáll és első-sorban az épület tartószerkezeteit és főleg fűdém-szerkezetét érinti.

A kérdés egyszerű védőbevonattal általában nem oldható meg, mivel — mint már említettem — a szerkezetek hőszigetelése az eddig tapasztalt esetek legnagyobb részében nem volt kielégítő, így a kismolekulájú vízgőz a bevonaton keresztül diffundál és a betonfelületen kondenzálódik. Így a védőbevonat ellenére a kilúgozódási veszély, ha csökkentett mértékben is, de továbbra is fennáll, sőt a kondenzációból eredő vízmennyiség adott helyen összegyűlve, a bevonat felépítődését, sőt átszakadását eredményezheti. További problémát jelent a hődifferencia, nedvesség, — kicsapódás stb. következtében előálló gombásodási hajlam, ami azonkívül, hogy egyes bevonatrendszerekre károsan hat, a felületet elcsúfítja, sőt a lecsapódó és visszacsapogó vízzel együtt az üzem termelvényeit szennyezheti.

Fentiek figyelembevételével került kidolgozásra az az eljárás, midőn a betonfelületekre műanyagis-perziás cementhabarcs kerül különböző tömítőszerekkel javítva, vízzáró vakolatszerűen. Ezen vakolat PVD disperziós itatást kap, amely a vakolat pórusaiba mélyen behúzódik, és így a védőbevonat adta hátrányokat kiküszöböli. Ezen felületet a továbbiakban epoxi-, poliuretán, klórkaucsuk stb. lakkozással lehet ellátni, amely a gombásodási veszélyt jelentősen lecsökkenti, ugyanakkor a helyiség megfelelő esztétikáját is biztosítja.

Epoxibevonatok, esetleg polieszterbevonatok készíthetők nemcsak mint padlóburkolatok, hanem enyhén savas és lúgos igénybevételek esetén, mint tartály-bevonatok is.

3. Fóliaszigetelések

alkalmazása ma már úgyszólván klasszikus szigetelési módnak tekinthető, ennél fogva nem célok ezek bővebb részletezése. Ezen szigetelésfajták feladata folyadékszűrő szigetelőréteg kialakítása s miután ezek általában puhák és sérülékenyek, ezért megfelelő kopás-ellenálló védőburkolattal kell őket ellátni. Szigetelési célokra számba jöhetnek a műanyagfóliák és lemezek széles skálája, valamint különféle gumi- és műgumi-féleségek. Mindenkor arra kell figyelemmel lenni, hogy a beton és a majdan rákerülő burkolat között rugalmas kiegyenlítő-réteget képezzen az említett szigetelés.

4. Vegyi hatásoknak ellenálló keramikus burkolatok

— mint az előző fejezetben láthatók — a legtöbb esetben a folyadékszűrő lágyszigetelés védelmét célozzák, melyek ágyazó anyaga a mindenkori igénybevételnek

megfelelően, korrózióálló műgyantahabarcs. Ezeknek ma már széles skálája ismeretes, pl. fenolgyanták, furángyanták, polieszter-gyanták, epoxigyanták stb.

5. Saválló aszfalt és saválló beton

A klasszikus módszerek közé tartozik vegyi üzemekben *saválló aszfalt* alkalmazása.

Saválló betont ugyancsak néhány évtized óta alkalmaznak saválló falazatok és bélések céljaira. Az eddig alkalmazott különféle vízüvegkötésű saválló betonok savállóak voltak ugyan, azonban folyadékszűrő nem, tehát alapszigetelés nélkül ezeket alkalmazni nem lehetett.

Két évvel ezelőtt bejegyzett magyar szabadalom folyadékszűrő, saválló betonra vonatkozik, amely az eddigiektől eltérően szilárd vízüveget is tartalmaz és ezért folyadékszűrő. Ugyanis a szilárd vízüveg cementfinomságúra őrölve kerül felhasználásra a saválló beton készítésekor. Ugyanezen körülmények miatt az így készített saválló beton vízálló is, mely körülménynél fogva szivattyúk alapjaként, valamint savtartály-alapokként és azokat körítő tálcák anyagaként használható fel legcélszerűbben és leggazdaságosabban, akár megvasalt állapotban is.

6. Korrózióálló hőszigetelő megoldások

Mint már több helyen említettem, a beton-korrózióelleni védelemtől el nem választható egyik fontos probléma:

a korrózióálló hőszigetelés.

Egy-két ilyen megoldás a következő:

szórt asbest szigetelés, amely nemcsak korrózióálló, hanem láng-, illetve tűzálló is. Másik alkalmazható hőszigetelő módszer — ahol annak hőállósága nem feltétlenül szükséges —, különféle műanyaghabok alkalmazása. Ilyen pl.: a polistírol-hab, amely megfelelő adalékanyag alkalmazásával önkilóttá tehető (Rövid időn belül a Hungária Műanyag- és Gumigyár is fog ilyen anyagot gyártani).

7. Korrózió szennyvizek elvezetésére

a klasszikus kőanyag csővezetékek alkalmazásán kívül különféle műanyagcsővezetéseket is lehet alkalmazni. Az igénybevételtől függően — amely nemcsak a kémiai igénybevételt, hanem a hőhatást is figyelembe veszi —, alkalmazhatók, Haweg, illetve Faolit csövek (100 C° feletti igénybevételt is elbír). Ezenkívül PVC, polietilén és polipropilén csővezetékek, olajvezetékek céljaira legalkalmasabb a poliformaldehid csővezeték.

Ezenkívül ma már Magyarországon is alkalmaznak hazai gyártású polietilén, valamint polipropilén szinterezett vascsővezetéseket. Minden esetben természetesen mérlegelni kell az alkalmazott csővezetékek gazdaságosságát.

Külföldi utak, Kongresszusok

Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság által rendezett 10 napos franciaországi és német szövetségi köztársasági tanulmányúton az Egyesület részéről

a Lakásépítési csoportban Bretán László, Kékesi Nándor és Messinger Géza,

az Ipari építési csoportban Breuer György és Pesti Tibor vettek részt.

Az Österreichischer Betonverein április 4—7-én tartott betonkonferenciáján az Egyesület küldötteként Csánk Elemér vett részt.

A Bukarestben április 19—21-e között rendezett feszített beton konferenciára az

Egyesület Kordik Lászlót és Scholtz Bélát küldötte ki.

A Deutscher Betonverein ez évi kongresszusán, melyet Essenben április 24. és 26-a között rendeztek meg, az Egyesület részéről Molnár Miklós vett részt.

Prof. Dr.-Ing. Sigurd Falk, a Braunschweigi Műegyetem tanára, április 8-án a Rayleigh—Ritz-féle módszer alkalmazása mérnökmechanikai feladatok megoldására az Hermite-féle interpolációs polinomok felhasználásával címmel tartott előadást. Az előadást a Közlekedéstudományi Egyesület közösen rendezte az Egyesülettel.

Gy. T.

Friss beton utókezelésének kialakítása és vizsgálata

Entwicklung und Prüfung von Nachbehandlungsmitteln für Frischbeton. Herbert Kleinert Institut für Stadtbauwesen und Strassenbau an der Technischen Universität Dresden. Silikat Technik 13 (392) 1962.

A közlemény ismerteti a friss beton utókezelésére használható olyan anyagokat, amelyek a szilárduló beton felületén filmbevonatot képeznek és ezáltal megakadályozzák a keverővíz nagyobb mértékű elpárolgását. Ezenfelül tárgyalja az alkalmazott utókezelő anyagokkal szemben támasztott követelményeket. A friss beton utókezelésére szolgáló párolgáscsökkentő bevonatok alkalmazásával — összehasonlítva a régi módszerrel — idő, anyag és gazdasági megtakarítás érhető el.

Az utókezelőanyagok hatékonyságát laboratóriumban és munkahelyi vizsgálatokkal ellenőrizték.

A laborkísérleteket megfelelő német előírás hiányában amerikai módszerekkel végezték. A film vízzáróságát a kezelt és kezeletlen próbatestek elpárologtatott vízmennyiségének különbségéből állapították meg. A CRD-C 300-55 és az ASTM-C 309-56 igen szigorú előírásainak az NDK-ban előállított 17-féle utókezelő anyag közül csak három felel meg. Ezek a friss beton speciális utókezeléséhez megfelelő parafin emulziók (Betonemulsion A₁—A₃). A munkahelyi kísérleteknél a betonmagminták nyomószilárdságát vizsgálták.

A Schwanse-Grossrudestedt kísérleti útszakasz régi módszerrel kezelt és utókezelőanyagokkal bevont mintái azonos eredményt mutattak. A berlin-schönefeldi repülőtér munkahelyén, előírás szerint és Betonemulsion A₃-mal kezelt próbakockák és hasábok nyomó és hajlító szilárdságában sem volt eltérés. Betonemulsion A₃-mal végzett egyéb kísérletek is rámutattak arra, hogy a szabvány szerinti utókezeléssel szemben ezen bevonat alkalmazása hátrányt nem jelent.

*

A beton viselkedése szulfát-, klorid- és savhatással szemben

Verhalten von Beton bei Sulfat-, Chlorid- und Saureangriffen. Von E. Hecker, Misburg Hann. Zement-Kalk-Gips 51. (513) 1962.

A cement és beton agresszív hatásokkal szemben mutatott érzékenységét igen kiterjedten tárgyalja az irodalom. Az ötéves (1956—61) kísérlet-sorozatból — a vegyipari létesítmények létesítéséhez — a beton-építőipar számára értékes eredmények állapíthatók meg, melyet különböző cement-fajtából előállított szulfát (magnézium-szulfát), klorid (ammónium-klorid) és savas (sósav) oldatba állított próbatestek vizsgálata adott. Habarcs és beton próbakockák különböző összetételű portland- és kohósalakportland-cementből készültek. A cikk ismerteti a vizsgálatok alapján a fenti ágensek hatását és azt a kötőanyag, tömörség, szemszerkezet, vízcement-tényező, valamint védő-

bevonat alkalmazásának vonatkozásában értékelni ki.

Eddigi ismereteinkkel megegyezően megállapítást nyert, hogy szulfát-hatásnak a kis C₃A-tartalmú portlandcementek jól, a különböző kohósalak portlandcementek változó mértékben jól ellenállnak. A kloridionok hatását adott ágensre nem lehetett egyértelműen kiértékelni, sósav oldatban a különböző cement-fajtákkal közel azonos eredményeket kaptak.

A beton tömörsége is éppoly jelentős, mint a megfelelő cementfajta kiválasztása. A kísérletek kiértékeléséből meghatározták a legkedvezőbb szerkezetet.

A víz-cement tényező növekedése csökkentette a beton ellenállóképességét.

Agresszív hatásokkal szemben új betonlétesítmény készítésénél figyelembe lehet venni megfelelő védőbevonat felhordását. A különböző anyagokkal végzett kísérleteknél a polyester bevonatok alkalmazása bizonyult a legmegfelelőbbnek.

*

Szükség van-e bebetonozott, ill. befogott vasszerkezetek bebetonozandó, ill. befogandó felületének mázolására

Sollen Stahlkonstruktionen, die zum Teil einbetoniert bzw. eingefacht werden, an den einzubetonierenden bzw. einzufachenden Stellen vorher gestrichen werden? K. A. van Oeteren, Mühlheim (Ruhr-Speldorf. Werkstoffe und Korrosion 13 (741) 1962.

A közlemény felveti azt a kérdést, hogy célszerű-e a falazatba épített vasszerkezetek felületét, valamilyen eljárással rozsdásodás ellen megvédeni.

A betonba, mészhabarcsba ágyazott vasfelület mindaddig védett, míg víz kilúgozás, vagy más agresszív tényezők hatására az ágyazó anyag védő hatása meg nem szűnik.

Felsorolja azokat a módszereket, amelyeket a gyakorlat e célra alkalmaz és ezt kritika tárgyává teszi. Ilyen módszerek pl. olajozás, cementpép bevonat, miniummázolás, mészhabarcs stb.

A cementpép önmagában jó védelmet biztosít, azonban a gyakorlatban nem cementpépet, hanem cementtejet hordanak fel, mert elmulasztják a gyorsan ülepedő cementpép állandó felkavarását.

A mázbevonat a vas és beton közötti tapadást csökkenti, ugyanakkor a kétrétegben felhordott ólomminium, vagy cinkkromát mázzal jó eredményeket értek el. Az építkezés folyamatosságának biztosítására célszerű gyorsan száradó, rozsdagátló, nedves időben és nedves felületre jól felhordható mázak alkalmazása.

*

Elektrokémiai vizsgálati módszerek a kloridok által okozott vaskorrózió kérdésében

Elektrochemische Untersuchungsmethoden zur Frage der Betonstahlkorrosion durch Chloride. C. A. Lobry de Bruyn, Den Haag und E. M.

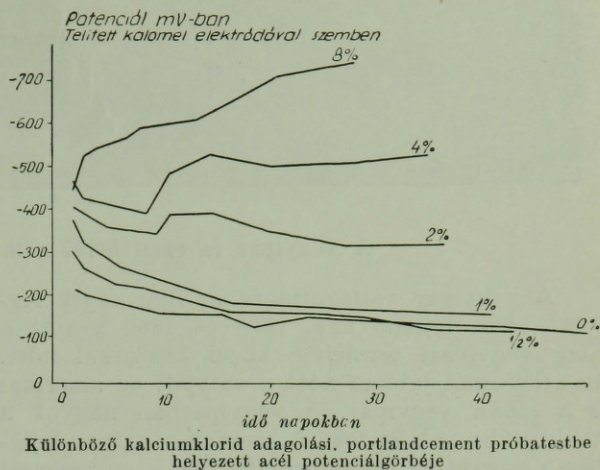
Az utóbbi években több kutatót foglalkoztatott az a kérdés, hogy mennyiben mozdítja elő kalciumklorid adalék, ill. kloridionok jelenléte a betonvas korrózióját.

Betonacél korrózióját a beton vízfázisának pH értéke, a pórusvíz agresszív anyagai és az oxigén hozzájárulása a vashoz, határozza meg.

Mivel a vaskorrózió folyamata elektrokémiai jelenség, a kloridadalék hatásának vizsgálatára elektrokémiai vizsgálatot alkalmaztak. Különböző kalciumklorid adagolású portlandcementbe ágyazott vasbetétek potenciál értékét mérték, szénsav kizárása mellett, nedves állapotban.

Fél és 1%-os — cementre vonatkoztatott — kalciumklorid adalék melletti potenciálgörbékből kitűnik, hogy a vaspotenciál eleinte negatív irányban tolódik el, de később a passzíváló hatás múlja felül a klorid-ionok aktiváló hatását. Ez azt igazolja, hogy a kötés előrehaladásával és a beton szilárdulásával a kalciumklorid komplexbe megy és a klorid-ionok aktivitása a vízfázisban lecsökken. Magasabb, 4—8% kalciumklorid adagolásnál a vaspotenciál negatív irányba tér el. Szilárd betonban a klorid-ionok hatása feltehetően más-ként érvényesül.

Ha figyelmen kívül hagyjuk, a katodikus oxigén hatását, csak a pH-érték és klorid-ion koncentráció okozza a korróziót. Csak a pH-érték



csökkenése után érvényesül a klorid-ionok korrozív hatása, mikor is az OH-Cl ion-koncentrációk viszonya a korrózióban döntő jelentőségű.

Portlandcementnél a klorid-ionok a szilárdulás alatt kevésbé oldódó komplexbe mennek, ugyanakkor a kötés következtében a rendelkezésre álló vízmennyiség is csökken. Trikálcium-aluminát tartalmú cementeknél a klorid-ion aktivitás az első napok után erősen csökken, ellentétben egyéb cement-fajtákkal. A C_3A mentes cementek alkalmazásánál a klorid-ionok mennyisége nem csökken, hanem növekszik. Nincs komplex képződés. Közbenső eredményt szolgáltat a gipszalak cement (Sulfatzement).
Dr. Toroczky Györgyné

A Területi Csoportok Hírei

Ez év február 18-án Egerben ünnepélyes keretek között megalakult az Egyesület *Heves megyei Csoportja*. A Csoport alakuló ülését a megyei tanács nagy tanácstermében tartotta. Az ülésen mintegy 120-an vettek részt és a megyei tanács végrehajtó bizottsága is képviseltette magát.

Március 25-én a fiatal Csoport műszaki továbbképző előadássorozata keretében a lakóépületek felújításának, korszerűsítésének tervezési és kivitelezési problémáiról és a műemlékek felújításának, korszerűsítésének tervezési és kivitelezési problémáiról és a műemlékek felújításáról rendezett előadást. Az előadó Patkó Károly volt.

A *Miskolci Csoport Vezetősége* március 25-én ülést tartott.

A Csoport rendezésében a következő előadások hangzottak el:

március 18-án dr. Székely Ádám: Épületek homlokzatképzése vakolattal; azok anyagai és technológiai;

április 3-án Németh István: Avas beépítésének ismertetése;

április 5-én Schäfer György: Építési és építészeti tapasztalatok a Német Szövetségi Köztársaságban;

április 8-án Belezna Géza: Épületek homlokzatképzése műanyagokkal; azok anyagai és technológiai.

A *Soproni Csoport* rendezésében

Winkler Oszkár a Balf-fürdő építészeti kérdéseiről március 14-én,

Csics Miklós a korszerű nyílászáró szerkezetekről április 9-én tartott előadást.

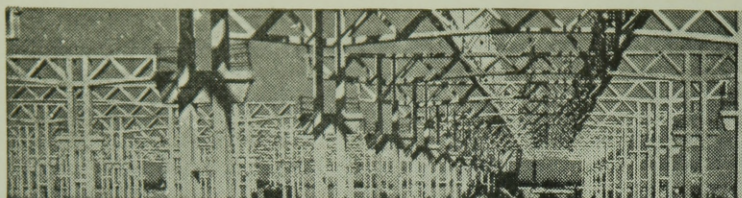
A *Győri Csoport* rendezésében március 28-án Mosonmagyaróváron Kilián József: A beton struktúrájának változása a kötés alatt és a szilárdulás gyorsítás újabb útjai címmel tartott előadást.

A *Szegedi Csoport* közösen a Magyar Építőművészek Szövetsége Szegedi Csoportjával két klubest rendezett. E klubesték keretében

március 22-én Király Sándor Színek alkalmazása az építészetben címmel,

április 6-án Koszta Dénes olaszországi tanulmányútról tartott előadást.

A *Székesfehérvári Csoport* rendezésében április 10-én Kékesi Nándor a szakipar jelenlegi feladatairól tartott előadást.



A vegyipar és ezen belül a műanyagok termelése és felhasználása

A vegyipar változatlanul az ipar egyik leggyorsabban fejlődő ága. 1938 és 1960 között a világ vegyipari termelése közel 380%-kal nőtt. Az átlagosnál jobban nőtt a szovjet, az amerikai és a japán vegyipar. A vegyiparban nagyok a strukturális változások. A szerves vegyipar fejlődése a szerves vegyipar fejlődését is szükségessé tette. A kén mellett fokozódó jelentőségre tett szert a klór és legújabban a fluor termelése. Míg 1939-ben az Egyesült Államokban jelentéktelen mennyiségben termeltek fluort, 1960-ban már 103 ezer tonna fluort állítottak elő. A mosószerek közül a szappan rovására a szintetikus mosószerek termelése növekszik. Európában 1955 és 1959 között a szappantermelés 32 ezer tonnával csökkent, a szintetikus mosószerek termelése 62 ezer tonnával nőtt (Műszaki-Gazdasági Tájékoztató, 1962. 4. sz.). Nő a növényvédőszer, a műtrágya, a gyógyszerek, a festékek, a műanyagok, műgumik, műszálak termelése. Az amerikai műtrágyaipar szintetikus ammónia termelése 1939-ben 0,3 millió tonna, 1960-ban 4,4 millió tonna volt. A szintetikus kaucsukok (műgumik) évenkénti termelése ma már több mint a természetes kaucsukoké.

A világ műanyagtermelése térfogatban számítva ma már több mint a nehéz színesfémek (réz ólom, horgany) termelése.

A világ súlyban számított textilnyersanyagtermelésében a műszálak és a szintetikus szálak termelése az alábbiak szerint növekvő részarányú:

1930.....	3%
1940.....	13%
1950.....	19%
1960.....	22%

A műanyagipar nyersanyagaként a szén terhére elsősorban a kőolaj és részben a földgáz tör előre. Ez a petrolkémia nagy fejlődését jelenti. Az acetilént és a naftalint is újabban kőolajból, illetőleg földgázból állítják elő; az acetilén nyersanyagául korábban szolgáló karbid termelése éppen azért nem fejlődik. Japánban és Olaszországban, ahol sem szén sem olaj nincs elegendő

mennyiségben, az újabb műanyaggyárakat földgáz bázisra telepítik.

Az elmúlt években a műanyagfélések közül a hőre lágyuló (polimerizációs) anyagok termelése gyorsabban nőtt, mint a hőre keményedő (polikondenzációs) anyagoké. A legnagyobb mennyiségben gyártott műanyagfélések: a polivinilklorid, a polietilén és a polisztirol.

A műanyagok egyik fontos területét a padlóburkolatok alkotják. Míg 1957-ben a Német Szövetségi Köztársaságban a melegpadló burkolatoknak csak 28,5%-a készült műanyagokból, addig 1961-ben ez az arány már 49,2%-ra nőtt (Boden, Wand, Decke, 1962. 4. és 5. szám). A területi arányok elsősorban a linoleum padlók arányának terhére tolódtak el. Az NSZK 1961. évi közel 39 millió m² műanyagpadló termeléséből 56% volt pvc. padló, 28% vinil-azbeszt lemezpadló és 16% aszfaltlap padló.

Magyarországon 1961-ben 3263 tonna fenoplaszt présport, 321 tonna pvc. port és 315 tonna kaprolaktámot állítottak elő. Ugyanebben az évben 6340 tonna pvc. port hoztunk be. (Statistikai Havi Közlemények, 1962. 8. sz.) A magyar műanyagtermelés lényegesen nagyobb a belföldi műanyagtermelésnél.

Az egy lakosra jutó évi műanyagtermelés az NSZK-ban 18 kg, az Amerikai Egyesült Államokban 16 kg, a Német Demokratikus Köztársaságban és Angliában 10 kg felett van.

A szocialista országok távlati terveikben a vegyipar nagyarányú fejlesztését tervezik. Ezt tartalmazzák a vegyiparral foglalkozó szovjet és magyar kormányhatározatok. Az 1959—1965. évi szovjet hétéves tervben a szovjet vegyipar meghatározott mértékben a termelését. Ezen idő alatt 140 új vegyi üzemet építenek és 131 meglévő üzemet kibővítenek és korszerűsítene.

A Szovjetunió Kommunista Pártjának XXII. kongresszusán elhangzottak szerint a szovjet vegyipar az 1960—1980 közötti 20 év alatt az 1960. évi 17-szeresére növekszik. Az egyes főbb cikkek termelési előirányzatának a Szovjetunióban a következő adatok jellemzik:

Termék és mértékegység megnevezése	1960	1970	1980	1980, ha 1960 = 1,0
Műtrágya, millió tonna	13,9	77	125 — 135	9 — 9,7
Műgyanták és műanyagok, millió tonna	0,3	5,3	19,0 — 21,0	57 — 63
Műszál és szintetikus szál, millió tonna	0,2	1,35	3,1 — 3,3	14,7 — 15,6

1980-ig a fejlett műanyagiparral rendelkező országokban elérhet 40—60 kg-ot az egy lakosra jutó műanyagtermelés. Ha ennek 20%-át az építő-

ipar használja fel, úgy ez azt jelenti, hogy a műanyagok építőipari felhasználása a jelenleginek sokszorosára növekszik.

Dr. Sebestyén Gyula

INHALTSVERZEICHNIS

<i>Imre Biczók</i> , mit Alpár-Medaille ausgezeichnet: Beurteilung der schadhafte Betonkorrosion	193
<i>Iván Medgyesi</i> : Neue technische Vorschriften des Korrosionsschutzes	197
<i>András Novák</i> : Einfluss des Korrosionsschutzes auf das Entwerfen von industriellen Gebäudekonstruktionen	202
<i>Domokos Hunyady</i> , Alpár-Medaille: Versuchskanäle in Grundwasser mit Sulfatgehalt	206
Vereinsnachrichten	214
<i>Ferenc Szablya</i> : Korrosion der Kanäle	215
<i>József Kovács</i> : Schutz der betonangreifende Materialien enthaltenden Stahlbetonbehälterkonstruktionen durch Behandlung mit SiF_4 Gas	219
<i>Ede Véssey</i> : Korrosionsschutz von Schornsteinen und Kühltürmen aus Stahlbeton	221
<i>Győző Czerny—Iván Medgyesi—Sándor Tóth</i> : Kunststoffüberzüge für Korrosionsschutz des Oberbaus von Stickstoffkunstdüngerfabrikgebäuden	228
<i>Márta Batori Dr.</i> : Neue Verfahren für den Korrosionsschutz von Betonkonstruktionen	235
<i>Frau Gy. Thoroczky Dr.</i> : Rundschau von ausländischen Zeitschriften	238
<i>Gyula Sebestyén Dr.</i> : Angaben der Bauindustrie der Welt	240

CONTENTS

<i>Imre Biczók</i> , Alpár-medal winner: Discerning the harmful corrosion of the concrete	193
<i>Iván Medgyesi</i> : The new technical prescription for the protection against the corrosion of the concrete	197
<i>András Novák</i> : Modifying effect of the protection against corrosion on the designing of the industrial building constructions	202
<i>Domokos Hunyady</i> , Alpár-medal winner: Test channels in ground-water containing sulfate	206
Society news	214
<i>Ferenc Szablya</i> : Corrosion of channels	215
<i>József Kovács</i> : Protection of reinforced concrete basins containing aggressive materials, by treatment with SiF_4 gas	219
<i>Ede Véssey</i> : Protection against corrosion of reinforced concrete chimneys and cooling towers	221
<i>Győző Czerny—Iván Medgyesi—Sándor Tóth</i> : Plastic housings for protection against corrosion of superstructure of nitrogenous fertilizer manufacture buildings	228
<i>Márta Batori dr.</i> : New methods for the protection against corrosion of concrete structures	235
<i>Mrs. Gy. Thoroczky</i> : Foreign periodical review	238
<i>Gyula Sebestyén dr.</i> : Particulars of the world building industry....	240

SOMMAIRE

<i>Imre Biczók</i> , Alpár-médaille: Jugement de la corrosion de béton nuisible	193
<i>Iván Medgyesi</i> : Les nouvelles prescriptions techniques de la protection contre la corrosion du béton	197
<i>András Novák</i> : Les influences modifiantes de la protection contre la corrosion à la rédaction des projets des constructions des bâtiments industriels	202
<i>Domokos Hunyady</i> , Alpár-médaille: Canaux d'essai dans des eaux souterraines contenant des sulfates	206
Nouveautés de la Société	214
<i>Ferenc Szablya</i> : Corrosion des canaux	215
<i>József Kovács</i> : Protection de constructions de réservoirs en béton armé par traitement avec gaz SiF_4	219
<i>Ede Véssey</i> : Protection contre corrosion des cheminées et des tours de réfrigération en béton armé	221
<i>Győző Czerny—Iván Medgyesi—Sándor Tóth</i> : Enductions plastiques pour la protection contre corrosion des superstructures des fabriques d'engrais azoté	228
<i>Márta Batori dr.</i> : Nouvelles méthodes pour la protection contre corrosion des structures en béton armé	235
<i>Mme. Gy. Thoroczky</i> : Revue des périodiques étrangères	238
<i>Gyula Sebestyén dr.</i> : Données de l'industrie du bâtiment mondiale	240

felhívjuk szíves figyelmét,

hogy a nagy érdeklődésre való tekintettel

Perényi—Faragó—Major:

MEZŐGAZDASÁG ÉS TELEPÜLÉS-TERVEZÉS

c. műve újból kapható.

A könyv első része Magyarország jelenlegi mezőgazdasági település-hálózatának áttekintését adja, ezen belül megvizsgálja a település-hálózat területenkénti, sűrűségi eloszlását és nagyságrendi szerkezetét. Nagyságrendenként külön-külön elemzi a településtípusokat, és az eredményt a földrajzi körülményekkel hasonlítja össze.

212 oldal.

Ára kötve 60,— Ft

Egyben közlünk még néhány beszerezhető szakkönyvet is:

Steopoe:

Betonminőség építéshelyi betonvizsgálat kötve 23,— Ft

Dr. Tamás Zoltán:

Tahiméteres táblázat gépi számításhoz 2. jav. és bőv. kiadás fűzve 6,10 Ft

Derecskei—Kárpáti:

Cserépkályhás munkák — Ipari Szakkönyvtár fűzve 13,— Ft

Kollányi—Mózes:

Épületbádogos munka — Ipari Szakkönyvtár kötve 22,— Ft

Sikota Győző:

Hollóházi kerámia fűzve 20,— Ft

Széchy—Maróti—Kölley:

Építőipari csőállványok fűzve 27,— Ft

Endrényi—Márkus—Toókos:

Szállítás az építőiparban kötve 39,80 Ft

Bubanyenkó:

Korszerű lakótelep építése kötve 48,— Ft

1963. első félévében megjelenő szakkönyvek:

Czenthe—Konrád:

Ferde hajlítás és ferde nagy külpontosságú nyomás — Új Technika kb. 13,50 Ft

Bocsor—Kappéter—Mikecz:

A szarvasmarhatartás épületei kb. 27,— Ft

Tomory László:

Mezőgazdasági építészet kb. 41,— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT könyvesboltjaiban

SZAKBOLT:

TECHNIKA KÖNYVESBOLT, Budapest, XI., Bartók Béla út 15.