Beton- és vasbeton szerkezetek roncsolásmentes vizsgálata Proceq-nap

A fél évszázada alapított svájci cég, a Proceq SA elsősorban a beton- és vasbeton szerkezetek roncsolásmentes minőség- és állapotellenőrzésére alkalmas vizsgálóeszközök fejlesztésére és gyártására szakosodott. Vizsgálóeszközeiket a magas- és mélyépítés, az út- és hídépítés területén széles körben használják hazánkban is. Így a vizsgálati tapasztalatok kölcsönös kicserélésének személyi feltételei adottak voltak ahhoz, hogy a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék segítő közreműködésével a hazai szakértők részvételével megszervezhesse a céget hazánkban tíz éve képviselő Atestor Kft. a Proceq-nap rendezvényt a gyártó cég szakértőinek bevonásával. A készülék-bemutatóval egybekötött szakmai napon, március 24-én, zsúfolásig megtelt a BME Oktatási Klubja.

A színvonalas tapasztalatcsere lényegét, az eszközkínálat rövid áttekintését az elhangzott előadások – melyek vetítettképes változatai a www.atestor.hu honlapon megtekinthetők – alapján foglaljuk össze beszámolónkban.

Betonszerkezetek helyszíni ellenőrzése

A témakört átfogóan Bindseil professzor tekintette át felvezető előadásában [1].

Állapotellenőrzést végzünk új vagy felújított építmény átvételekor, vagy az üzemeltetés során keletkezett károk felmérése céljából a helyreállítás előkészítése és/vagy a terhelhetőség, a maradék élettartam megállapítása érdekében, illetve az építmény terhelhetőségének növelhetőségét szolgáló átépítési tervek elkészítése céljából.

A betonszerkezetekben keletkező károkat okozhatja hibás tervezés és/vagy kivitelezés; a szerkezet anyagának elégtelen ellenállása a természetes öregedéssel, illetve a változó általános környezeti hatásokkal szemben; a tervezettet meghaladó túlterhelés (pl. ütés, földrengés, tűz); a tervezettől eltérő használat, hasznosítás.

***A rendelkezésünkre álló roncsolásmentes (rm) vizsgálati módszerek* (és a Proceq cég vizsgálóeszköz-kínálata** – lásd még a BII oldalon is) a következők:

- dinamikus keménységmérés (**Schmidt-kalapácsok**) a beton nyomószilárdságának ellenőrzéséhez;
- a felületi betonréteg és más bevonat tapadási szilárdságának kvázi rm mérése (**Dyna készülékek**);
- elektromágneses eljárás a betonvas helyzetének, méretének, illetve a fedőbeton vastagságának meghatározásához (pl., a korszerű **Profometer 5 készülék**);
- a fedőbeton áteresztőképességének, illetve villamos ellenállásának mérése (**Torrent,** illetve a Wenner–Proceq-féle **Resi készülék**);
- elektrokémiai potenciál mérése a betonvas korrózió kimutatásához (**Canin készülék**);
- ultrahangvizsgálat a belső anyaghiányok kimutatására, illetve a betontömörség (szilárdság) ellenőrzésére (**Tico készülék**);
- vizuális vizsgálat, szükség szerint video-endoszkóppal is;
- vizsgálat radarral;
- radiográfiai vizsgálat.

Rámutatott az előadó, hogy egyrészt az egyes vizsgálati módszerek végrehajtását, az észlelések értelmezését, másrészt a minőségi követelményeket szükséges lenne szabályozni, ám ma még ez nem teljes körű, és e tekintetben mind a nemzeti, mind a nemzetközi előírásrendszer – bele értve a szabványokat is – hiányosak. Nagyon fontos viszont az észlelések, a mért adatok statisztikus értékelése a hisztogramokat legjobban leíró statisztikai függvények (normál-, lognormál-, Neville-eloszás – ez utóbbi a normál eloszlásnál matematikailag egyszerűbben kezelhető) alkalmazásával meghatározva az 5% valószínűséggel előforduló minimális és maximális értékeket. Végezetül egy előre gyártott elemekből épített harminc éves szálloda állapotellenőrzésének példáján szemléltette az egyes vizsgálati módszerek rendszerbe szervezett alkalmazását.

Az rm módszerek alkalmazásának tapasztalatai

A szilárdsági jellemzők ellenőrzése. Erre a célra a dinamikus keménységmérő, a **Schmidt-kalapács** a legrégebben szabadalmaztatott és használt eszköz, amely az előfeszített rugó felszabadított energiájával a lecsiszolt mérési felületre merőlegesen rálőtt ütőcsap visszapattanási magasságával jellemzi a keménységet, és amely értékből a vizsgált anyagra jellemző, az ütésirányt is figyelembe vevő átszámítási táblázatból (diagramból) az anyag nyomószilárdságára is következtethetünk. Kivitelét és méréstartományát tekintve számos változat közül választhatunk. A 10–70 MPa nyomószilárdságú beton vizsgálatához, például választhatjuk a 2,207 N.m ütőenergiájú, egyszerű kivitelű, közvetlen leolvasású N, illetve a beépített regisztrálóval szerelt NR típust, vagy a Digi-Schmidt 2, illetve (a szabadalmi oltalom fél évszázados évfordulójára utaló) Digi-Schmidt 2000 ND elektronikus egységgel szerelt típusokat. Ez utóbbiak minden korszerű igényt, szabványos vizsgálati és minőségbiztosítási előírást kielégítenek: az ütésirány és a beton életkor korrekció automatikus, és az előzetesen lecsiszolt felületeken elvégzett 10–10 mérés átlagértékeivel – az előválasztással megjelölt átszámítási táblázat alapján – a készülék kijelzi a beton nyomószilárdságának legvalószínűbb értékeit is. A mért adatokat a készülék tárolja, illetve azok PC-re átvihetők.

A 25 MPa-nál kisebb nyomószilárdságú könnyűbeton, vagy téglafal, vakolat stb. vizsgálatához kis ütőenergiájú ingás kalapácsokat fejlesztettek ki.

Az alkalmazási tapasztalatok a következők:

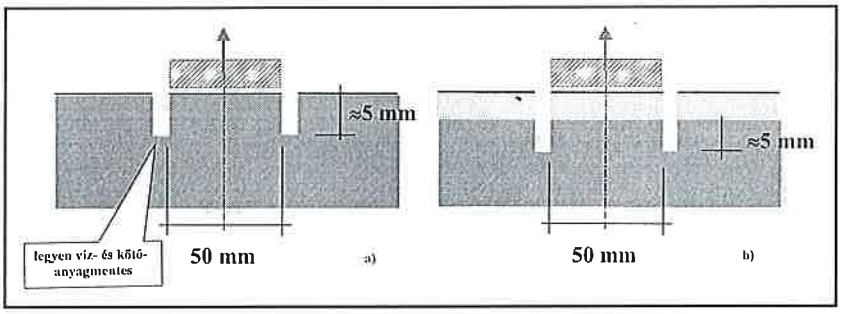
Egyöntetű volt az előadók és a hozzászólók véleménye a tekintetben, hogy a Schmidt-kalapács nélkülözhetetlen eszköz, de ha csak ezzel mérünk, akkor az eredmények elsősorban a betonszerkezet egyes elemei szilárdsági homogenitásának (a relatív szórásra alapozott [5, 6]) megítélésére alkalmas. A szilárdságra átszámított értékeket tájékoztató adatként kell kezelni.

A beton szilárdsági (MSZ 4720 szerinti) minősítésekor a roncsolásmentesen, statisztikai értékeléssel meghatározott nyomószilárdság csak akkor tekinthető a szabványos hengeres próbák törővizsgálatával meghatározott szilárdság várható értékével azonosan megbízható adatnak, ha a Schmidt-kalapácsos mérés ultrahangos méréssel párosult [6]. Ehhez a korszerű Digi-Schmidt-kalapács és a **Tico ultrahangos készülék** együttes alkalmazása ad lehetőséget, mégpedig: A Tico készülék szoftverje bemenő adatként kezeli a Schmidt-kalapáccsal mért *R* visszapattanási értéket, amelyet a keménységmérés környezetében elvégzett ultrahangos mérés figyelembevételével – a széles körű, összehasonlító roncsolásos és rm vizsgálati adatbázisát hasznosítva – számít át szilárdságra [7]. Viszont, a szerkezeti elemből kifúrt hengeres mintákon törővizsgálattal mért szilárdság várható értékét a szabvány – az előző 1-hez képest – 1,15-szörös szorzóval veszi figyelembe. Ám ez az eljárás idő- és költségigényes! Ezért ezzel egyenértékű az ún. kombinált eljárás [6]. Viszont a magminta kivételéhez szükséges a betonvas-kereső Profometer előzetes használata, hogy nehogy a betonvasba fúrjunk!

A Schmidt-kalapács nem használható akkor, ha a beton felületkezelt (pl. vékonyan műgyantával) [6], vagy részlegesen, hiányosan felületjaví-

tott [4]; ha a környezet hőmérséklete 5°C alatt, illetve 30°C felett van (a rugóállandó megváltozása okozta hiba) [5], ha a beton felületi rétege megfagyott. Például, egy 1970-ben épült vasbeton áteresz erősen károsodott felülete miatt a Schmidt-kalapácsot nem tudták használni, ezért csak a laboratóriumi törővizsgálatokhoz tudtak 50 mm átmérőjű kifúrt mintákat venni [4].

A tapadási szilárdság meghatározása akkor szükséges, amikor a betonszerkezet felületét védelem, vagy megerősítés céljából bevonattal látják el, illetve ha a károsodott felületet javítani kell, akkor a javítás előtt – mivel az eredeti felület húzószilárdságának ismeretében készítik elő a felületet a javítóréteg felviteléhez –, majd ezt követően a réteg tapadási szilárdságát is ellenőrzik [1]. Erre a célra fejlesztette ki a Proceq a **Dyna készülék családot**. A korszerű, elektronikus kijelzővel működtethető Dyna Z típussal, szabályozott terhelési sebességgel végezhető el a vizsgálat. Ennek lépései: az acél vizsgálóbélyeget (Ø 50 mm) a kétalkotós ragasztóval – amelynek tapadási szilárdsága a vizsgálni kívánt nagyobb – a beton magfúróval (a vizsgálni kívánt mélységnél 5 mm-nél mélyebbre) kijelölt és megtisztított felületére felragasztjuk, majd a megszilárdulást követően a készükkel húzó erőt működtetünk a réteg töréséig (*1. ábra*). A területegységre vonatkoztatott leszakító erő – a vizsgálat céljától függően – a beton felületi húzószilárdsága, vagy a vizsgált réteg tapadási szilárdsága [1, 3]. A Dyna készüléket jó vizsgálati tapasztalatokkal használják a hídszerkezeteknél alkalmazott felületi bevonatok tapadási szilárdságának ellenőrzéséhez [5].

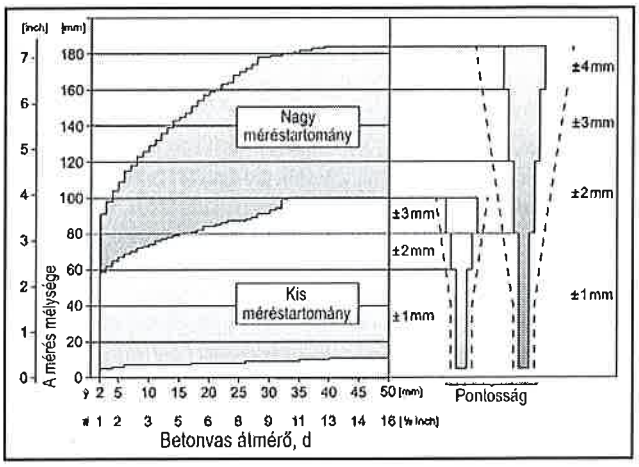


1. ábra. A beton felületi húzószilárdságának (a), ill. a javító réteg tapadási szilárdságának (b) mérése a Dyna készülékkel (elvi vázlat), [1]

Megjegyezzük még, hogy kiegészítő tartozékkal a Dyna készülék alkalmassá tehető a betonba ágyazott, a befalazott tiplik, kampók kiszakításához szükséges erő mérésére.

A betonvas erősítés szerkezetének és méreteinek ellenőrzése. Ez a szilárdsági jellemzők rm meghatározása mellett a bármilyen (minőség-ellenőrzési, tényfeltárási) céllal szükséges állapotellenőrzés másik legfontosabb mozzanata. Erre a célra fejlesztette ki és tökéletesítette a Proceq cég a **Profometer betonvas-kereső** készülékek generációs, növekvő sorszámmal jelzett, típusait. A rm elektromágneses eljárás lényege: a betonszerkezet felületéről a szerkezetbe hatoló elektromágneses hullámok által a betonvasban gerjesztett örvényáram kölcsönhatását érzékelő, a felületen mozgatott, adó-vevőként működő szondával kimutatható a betonvasak egymáshoz képesti helyzete, a vasak átmérője és a vasalást fedő betonréteg vastagsága.

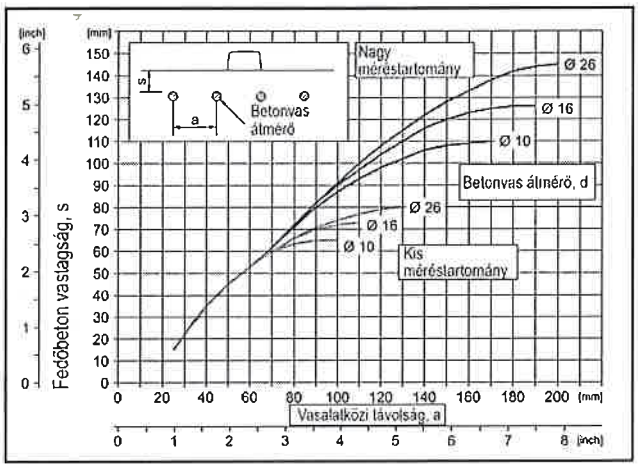
A **Profometer 5** a Proceq cég hasonló rendeltetésű készülékeinek új, legkorszerűbb generációja, amely impulzus örvényáramos elven működik. A korábbi (3., 4. sorszámú) készülékekhez képest az az előnye, hogy a mérőfej cseréje nélkül, az ún. univerzális mérőfejjel megmérhető – növelt, egész 180 mm-ig, mélység irányú méréstartományban – a fedőbeton vastagsága, a betonvas átmérője (a leggyakoribb fedőbeton-vastagságnál mm pontosan – *2. ábra* – a zavaró hatások: a vasszálak egymás melletti hatásának és a hegesztett kötésekről érkező jeleknek korrekcióba vételének eredményeként), valamint meghatározható a vasszálak helyzete. Ez utóbbit segíti a vas közeli helyzetre emelkedő magasságú – belső hangszórón vagy fülhallgatón hallható – hangjelzés



2. ábra. A betonvas átmérőjének mérési pontossága Profometer 5 készülékkel, [3]

is. A mindössze 1 kg tömegű, kompakt készülék ideális mérőeszköz még nehéz környezeti feltételek között is a sorozatmérések elvégzéséhez. Ezt könnyíti meg a készülék Scanlog modellváltozatának a használata, amelynek útmérővel ellátott ScanCar kocsijával a mérőfejet kímélő módon, egyszerűen és kényelmesen végezhetünk méréseket a vasbeton szerkezetek (pl. hidak) kiterjedt felületein. A Profometer 5 előnye még, hogy érzéketlen a külső zavarokra, és kiváló a mérés- és hőmérséklet stabilitása. A készülék kalibrálása a használat során változatlan marad. Működőképességét, ha kell, a vele szállított tesztpanellel ellenőrizhetjük. Az új ProVista szoftver egyrészt kiszámítja és megjeleníti a mért adatok statisztikáját, térképét; másrészt lehetővé teszi – a szabványos interfészen át – az egyszerű adatátvitelt a PC-vel történő kiértékeléshez, és kifejezetten felhasználóbarát [3].

A hazai előadók alkalmazási tapasztalatai a Profometer 4 (korábbi generáció) készülékre vonatkoznak [4–6]. Egyöntetű véleményük szerint a Profometer nélkülözhetetlen rm vizsgálóeszköz a vasbeton szerkezetek vasalási rendszereinek tényleges felmérésében. A helymeghatározás kellően pontos, ha a vasalás mentén haladva a két irányból elvégzett mérés eredményét átlagoljuk [6]. Nagy segítség a csekély roncsolással járó, helyi feltárások kijelöléséhez, továbbá a betonvas keménységének (szilárdságának) rm megméréséhez a Proceq-gyártású Equotip készülékkel [5], vagy a fúrt minták helyeinek kijelölésénél [4, 6]. Viszont a Profometer 4 készülékkel a vasátmérő háromszorosán belül lévő

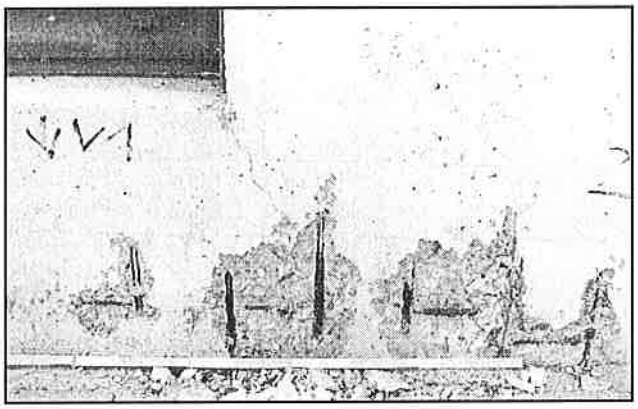


3. ábra. A Profometer 5 készülék felbontóképessége, [3]

vasak közötti távolság már nem mérhető (a Profometer 5 felbontása ennél lényegesen jobb – *3. ábra*); valamint, a villamosított vasúti vonalon lévő vasbeton műtárgyak vizsgálatát zavarja a felsővezeték mágneses tere [5] (a Profometer 5 a külső zavarokra nem érzékeny).

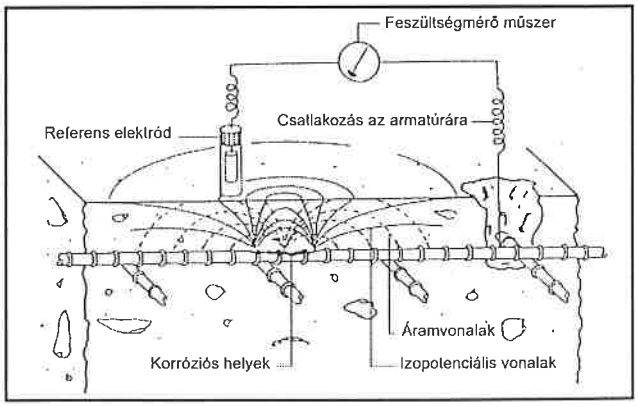
A betonvas korróziós állapotának felmérése. Ez a mindenkori állapotfelmérés harmadik legfontosabb, de összetett mérési és értékelési feladata.

Ugyanis a vasbeton – a kezdeti vélekedés ellenére – nem örök életű!, hanem csak addig „él", amíg a vasat körülvevő beton lúgos kémhatása (pH > 9) fennmarad. Ám a fedőbeton gázáteresztő képességétől függően a beton a műtárgy környezetének levegőjéből vizet, oxigént és szén-dioxidot vesz fel, melyek hatására karbonátosodási folyamat indul ki a beton felületéről befelé haladva, amelynek sebességét a pórusvíz szennyezettsége (a környezetből felvett klór-, nitrogén- és kén-dioxid ionok jelenléte) katalizálja. Ennek eredményeként a vas betonkörnyezetének pH-ja csökken, és ha helyileg, vagy kiterjedten a feltételek adottak, megindul a vas korróziója, amely elektrokémiai folyamat. Továbbá, mivel a karbonátosodás fajtérfogat-növekedéssel jár, ezért a fedőbeton finoman megrepedezik (a műtárgy felülete esetleg már barnásvörös rozsdafoltossá válik), majd a víz és fagy hatására le is pereghet, azaz a betonvas a felszínre kerülhet (*4. ábra*). Az országot járva, bizonyára mindenki látott már ilyen műtárgyat [2].



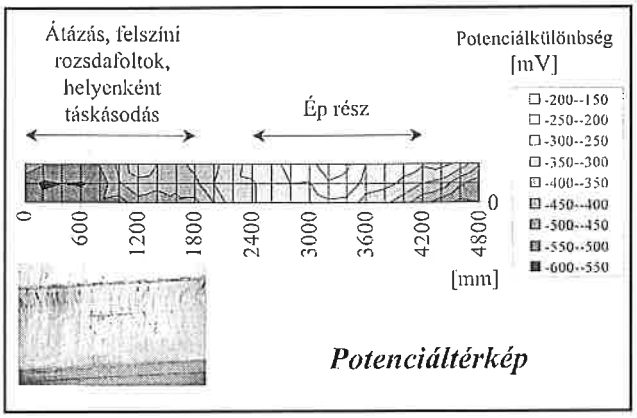
4. ábra.

Mivel a betonvas korróziója alapvetően elektrokémiai folyamat, ezért a vason a korrózió góca, az anód és attól távolabb, az ép szakasz, a katód között feszültségkülönbség lép fel. De feszültségkülönbség lép fel a beton felületére helyezett összehasonlító elektród és a betonvas között is, azaz ennek mérésével a korrózió mértékére következtethetünk. Ez a mérési elve a Proceq által kifejlesztett **Canin korrózióelemző** készüléknek (*5. ábra*, [2]), amelynek egyik pólusát a vizsgált műtárgy már szabadon lévő, vagy csekély helyi megbontással szabaddá tett vasalására csatlakoztatva és a másikat, az összehasonlító



5. ábra. A Canin korrózióelemző kapcsolási vázlata, [2]

elektródot (rézszulfát telített vizes oldatába merülő réz) pedig a nedvesített beton felületére helyezve (rúdelektród) vagy végig gördítve (kerékelektród) az U feszültségkülönbséget a hely függvényében megmérhetjük, és a műtárgy vizsgált vasbeton eleméről elkészíthetjük a korróziós állapotára jellemző térképet (pl. *6. ábra*, [2]). Mindezt, természetesen a készülék szoftverje automatikusan elvégzi és megjeleníti, illetve az eltárolt adatok (max. 120 ezer), további elemzés céljából, PC-re is átvihetők.



6. ábra. Potenciáltérkép. A Csörnöc-patak hídja (2000. nov. 13.), [2]

A mérést zavarja, ha az összehasonlító elektróddal hozzáférhető beton felületét villamosan szigetelő bevonattal kezelték, illetve javították (pl. polimerrel); vagy erős esőzés eláztatta; vagy ha a műtárgyba földelt vagy katódos védelemmel ellátott fémtárgy is van beépítve; vagy ha a közelben magasfeszültségű vezeték van [2].

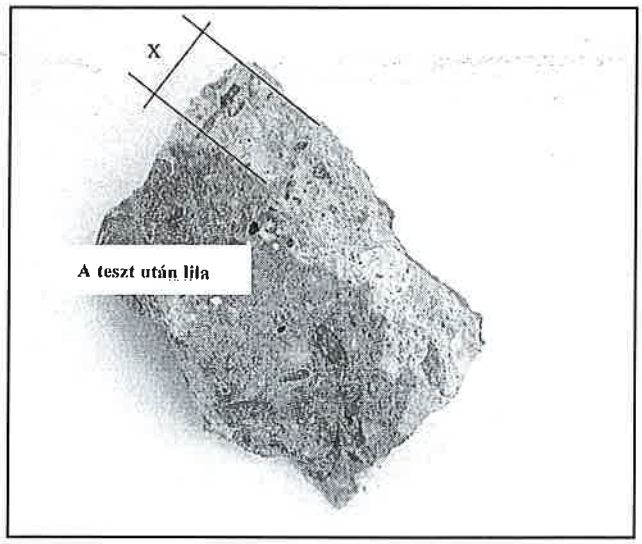
A tapasztalatok alapján, ha U > –200 mV, akkor 90% valószínűséggel a betonvas még nem korrodált, illetve, ha U < –350 mV, akkor 90% valószínűséggel a betonvas már korrodált; a –200 mV ≥ U ≤ –350 mV értékhatárok között nincs biztos válasz [1].

A Canin készülék hazai alkalmazói egybehangzóan megállapították, hogy a vizsgált vasbeton műtárgyak (leggyakrabban hidak, felüljárók) potenciál-térképe alapján a korróziós károsodás, az egyszerű szemrevételezéssel még nem látható, korai stádiumában felismerhető volt. Ezt az ajánlott kiegészítő vizsgálatok is igazolták. Így a vizsgálat alapján a szükséges védelem megtervezhető, kivitelezhető [2, 4].

A betonvas korróziós folyamatának ismeretében már érthető, hogy a fedőbeton minőségének, állapotának vizsgálata fontos része a vasbeton műtárgy állapotfelmérésének. Erre további vizsgálatok szolgálnak. Kárfelmérés esetén célszerű a Canin készülékkel felvett potenciáltérkép alapján kijelölni a vizsgálati helyeket.

A fedőbeton gázáteresztő képessége (permeabilitása) jellemző a beton minőségére és tartósságára. Értéke néhány perc alatt roncsolásmentesen ellenőrizhető a Proceq-gyártású **Torrent készülékkel.** A Torrent-módszer elve: a kettős vákuumkamrás fejet a beton felületére helyezve a vákuum létesítését követően a készülék méri a nyomásnövekedés időbeli változását, amelyből a szoftver a beton gázáteresztő képességére jellemző tényezőt meghatározza. Ha a beton nedves, akkor kiegészítésül meg kell mérni a **Resi készülékkel** a beton villamos ellenállását is. Ezen adatok alapján a készülék a beton szilárdsági osztályba sorolását is kijelzi. A Torrent készülékkel mért permeabilitás értékek jól megegyeznek más laboratóriumi módszerekkel (pl.: oxigén áteresztés, kapilláris szívás, klorid penetráció). Ezt a hazai felhasználó is megerősítette [5].

A beton karbonátosodott kéregvastagságának meghatározása helyi feltárással lehetséges, és a korróziós károsodás felmérésének fontos kiegészítő vizsgálata. A leválasztott fedőbeton töretét fenolftalein oldattal bekenve a még nem karbonátosodott rész lilára színeződik (*7. ábra*).



7. ábra. A beton karbonátosodott rétegének (x) kimutatása fenolftalein teszttel, [1].

Ha a Canin készülékkel felvett potenciál-térkép jellemző mezőihez rendelten meghatározzuk a karbonátosodott kéregvastagság 5% valószínűséggel előforduló legnagyobb $c_{0,95}$ értékeit és ezt összevetjük a fedőbeton vastagságának Profometerrel meghatározott, 5% valószínűséggel előforduló legkisebb $s_{0,05}$ értékeivel, akkor a betonvas korróziós állapotára következtethetünk. Ugyanis, ha a -200 mV $\geq$ U ≤ -350 mV potenciálmezőben mért adatokra fennáll a $c_{0,95} > s_{0,05}$, akkor a betonvas korróziója már nagy valószínűséggel elkezdődött. Viszont az U < -350 mV mezőkre a $c_{0,95} >> s_{0,05}$, míg az U > -200 mV mezőkre a $c_{0,95} << s_{0,05}$ a jellemző.

Megjegyezzük, hogy a helyszíni feltárással járó vizsgálatokhoz szükséges eszközöket (szerszámokat, vegyszereket, mérőeszközöket stb.) a Proceq által összeállított **diagnosztikai mérőbőrönd** tartalmazza [8].

Összefoglalás

A Prpoceq-nap végül is sokszínű és hasznos tapasztalatcsere fórumnak bizonyult. Az előadók mindegyike hangsúlyozta, hogy a beton- és vasbeton szerkezetek állapotfelmérésének terjedelmét a konkrét feladat célja szerint kell az egyes vizsgálati módszerek rendszerbe szervezett alkalmazásával megtervezni.

A szóba jöhető roncsolásmentes módszerek egymást kiegészítő alkalmazására is szükség lehet, amint egy, mondhatni rossz minőségben, 1970-ben megépített vasbeton áteresz felújításához szükséges állapotfelmérés példáján [4] hallhattuk. Itt, – a már említetteken kívül –, a georadarral (900 Hz-es antennával) kimutatott belső üregek közül a felszínről feltárhatókon elvégzett videokamerás vizsgálatok megmutatták az eredeti betonkeverék cementhiányos rossz minőségét, a durva és egyenlőtlen szemnagyságú kavicsadalék alkalmazását. Infravörös hőmérsékletméréssel a belső üregek mellett elsősorban az átnedvesedett tartományokat és az azokba ágyazott betonvas korrózióját lehetett láthatóvá tenni.

Ugyanakkor, mint említettük, az erőtani felülvizsgálathoz a beton homogenitására kiváló áttekintést adó Schmidt-kalapácsos módszert minden esetben ki kell egészíteni, éppen ennek alapján célszerűen kijelölhető helyekről, a szerkezetből kifúrt minták laboratóriumi törővizsgálatával.

Egybehangzó volt a résztvevők véleménye a tekintetben, hogy a meglévő beton- és vasbeton szerkezetek állag és erőtani felülvizsgálatához nélkülözhetetlenek a Proceq-gyártmányú vizsgálóeszközök.

Lehofer Kornél

Az elhangzott előadások és hivatkozások

1. *Prof. Dipl. Ing. Peter Bindseil* (Fachhochschule Kaiserslautern, Fachbereich Bauingenieurwesen): On-site inspection of concrete structures: state-of-the art NDT methods and practical applications (Betonszerkezetek roncsolásmenets vizsgálatának gyakorlatáról)
2. *Dr. Borosnyói Adorján* (BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék): Vasbeton szerkezetek korróziós állapotfelvétele roncsolásmentes módszerrel. Elektromos potenciálmérés Canin műszerrel. (lásd még: Anyagvizsgálók Lapja 2002/4., p. 114.)
3. *Marcus Fischli* (Proceq SA): Profometer 5 rebar locator (Betonvaskereső) – Dyna pull-off and extraction tester (Kötés- és rétegszilárdság vizsgáló) – Canin half-cell instrument (Korrózióvizsgáló), ill. készülék-bemutató
4. *Orbán Zoltán* (Pécsi Egyetem Pollack Mihály Kar): Vasúti vasbeton szerkezetek állapotvizsgálata és felújításának segítése roncsolásmentes vizsgálatokkal
5. *Vértes Mária* (ÁKMI – Állami Közúti Műszaki és Információs Kht., Győri Minőségvizsgáló Osztály): Hídépítések és hídfelújítások kontroll vizsgálata Proceq műszerekkel
6. *Dr. Ódor Péter – Dr. Varga László* (BME Hidak és Szerkezetek Tanszék): Proceq műszerek alkalmazása a vasbeton szerkezetek vizsgálatánál
7. *Proceq SA:* Betonelemek vizsgálata ultrahanggal, Anyagvizsgálók Lapja 1998/1., p. 27.
8. *Mohácsi Gábor:* Az épület- és építménydiagnosztika néhány hordozható eszköze, Anyagvizsgálók Lapja 2004/1., p. 9.

Az építőipar igényei szerinti vizsgálókészülékek széles választékát kínálja az ELE és a proceq hazai képviselője az ATESTOR Kft.

Válasszon igényei szerint

a beton, a cement, az aszfalt és a talaj vizsgálatához szükséges ***ELE laborkészülékek***, valamint az építmények, beton- és vasbeton szerkezetek, műtárgyak ***roncsolásmentes minőség- és állapotellenőrzéséhez nélkülözhetetlen Proceq készülékek közül!***

Tájékozódjon honlapunkon: www.atestor.hu és **keressen minket** a 319-1-319 telefonon, vagy személyesen új telephelyünkön:

Budapest, I. Aladár u. 19.