Vízzáró betonok épületszerkezeti megoldása

Farsang Attila

BME Építészmérnöki Kar Épületszerkezettani Tanszék, FRT Raszter Építésziroda Kft.

Structural solutions for waterproof concretes

Nowadays an increasing number of buildings are designed by Hungarian engineers and produced by local contractors carried out with waterproof concrete structures. Still, in many cases the result is not the desired one: the utilised construction materials and the interior spaces are regularly penetrated by water that

causes water infiltrations and considerable structural damages. This paper deals mainly with the structural issues of the topic, and does not treat other important features such as the concrete technology. It tries to enumerate the most important relating principles, the characteristic structural faults and the typical detail designs.

1. Bevezető

Az épületen belül vízzáró betont a talajnedvesség, talajvíznyomás, és rétegvíz elleni terhelésnek kitett szerkezetek védelmére alkalmazhatunk, így elsősorban talajban lévő szerkezetként jelennek meg. Ezek lehetnek függőleges (falak, pillérek), ferde (rámpák, lépcsők) és vízszintes (alaplemezek) szerkezetek egyaránt. A vízzáró betonokat az épületek alapozásaként vagy annak kapcsolódó szerkezeteként készítik, így hibájuk akár az épület teljes károsodását is okozhatja. Ennél fogva nagy odafigyeléssel kell a feladat megfelelő, felelősségteljes elvégzéséhez fogni. A vízzáró beton készítéséhez napjaink legújabb építőanyagait, a beépítéshez szükséges korszerű segédeszközöket, valamint a legfrissebb betontechnológiai ismereteket kell alkalmazni. Ez felkészült tervezőket, és nem utolsó sorban hozzáértő kivitelezői gárdát követel meg az építés teljes folyamatában.

2. Jellegzetes tönkremenetek, hibahelyek

2.1. Általánosan

A rosszul kialakított szerkezeteket javítani nehéz (több szintnyi felmenő szerkezet, használat), a javított szerkezet már nem egyenértékű (rövidebb várható élettartamú) egy jól elkészítettel, és növeli az eredeti költségeket. A vízzáró betonok készítésével összefüggő munkafolyamatok csak alapos előkészítés, és fokozott ellenőrzés mellett végezhetőek el kellő sikerességgel. Ezek elmaradása esetén az ilyen szerkezetek rendszerint működésképtelenek, beáznak, károsodnak.

1. ábra. Munkahézag profil és duzzadó szalag
Fig. 1. Swelling bands and joint waterstop

Rengeteg hiba a munka leegyszerűsítésében gyökerezik, ezáltal sem a pincszinteket határoló falak, sem az alaplemezek, sem az egyéb szerkezetek részletképzései nem kerülnek megfelelő mértékű kidolgozásra. Senki sem hiányolja a kapcsolódó részletterveket: sem a beruházók, sem a tervezők, sem a kivitelező. A megfelelő eredmény eléréséhez minden esetben meg kell oldani a falak és alaplemezek találkozását, a liftaknák és egyéb süllyesztékek kapcsolatát, a gépészeti csőátörések falakon-, illetve a víznyelők, folyókák alaplemezen való átvezetésének részletképzéseit, a munkahézag- és dilatációképzéseket, valamint a rámpák és lépcsők kialakítási módját.

2.2. Munkahézagok

A nem vízzáró képességű/nem tömített vízszintes és függőleges munkahézagok, csőátvezetések esetén jelentős vízbetörések tapasztalhatók. Egyes esetekben nem tervezett (spontán) munkahézag is kialakulhat. Ez jellemzően akkor fordul elő, ha az időjárási viszonyok hirtelen megváltoznak, vagy késik a beton. Ha a munkahézagok tömítése elmarad, és a szerkezetben nedvességet átengedő, átmenő hézagok alakulnak ki.

2.3. Eltérő tulajdonságú szerkezetek

A nem azonos vízzáró képességű betonrészek esetén vízbejutás valószínűsíthető. Ez elsősorban a beton fészkesége, üregessége, vagy inhomogén anyagminősége esetén következhet be. Utóbbi a betonszállítók eltérő betonminősége, vagy a bedolgozás bizonytalansága (emberi tényező, időjárás, megfelelő segédeszközök hiánya) miatt gyakori.

Az elvékonyodó vízzáró szerkezetek a nedvességgel szembeni ellenállást rontják. Az alaplemez vastagsági csökkenése a leggyakrabban akkor fordul elő, ha a szerkezetben gépészeti csöveket és folyókákat vezetnek. Ilyenkor helyenként nem az előírt [1] szerkezetvastagság valósul meg.

2.4. Felületvédelem

Nem elegendő azonban csak az alulról és kívülről jövő nedvesség, illetve károsítók ellen védeni a vízzáró beton szerkezeteket. Amennyiben egyéb (pl. belső oldali hatások) tényezők gyengítik a szerkezetet, annak külső hatásokkal szembeni ellenállása jelentősen lecsökken. A betonvédelem elmaradásának következtében víz, olaj, sók, savak kerülhetnek a betonba. Mindez a rontják a szerkezetek szilárdságát, vegyi ellenállását, valamint csökkentik azok lúgosságát, növelik korrózióját.

2. ábra. Munkahézag profil (felületi szalag)
Fig. 2. Surface joint waterstop

2.5. Felhasználók

A hibák bekövetkezésének egy sajátos oka a felelőtlen használói magatartás. Ezen esetekben a tulajdonosok/üzemeltetők nem tartják be az épületre vonatkozó használati utasításokat, így nem a rendeltetésnek megfelelően használják azt. Funkcióváltások következtében (pl. új tulajdonos érkezik új elképzelésekkel) gyakorta a megváltozott funkció következtében új, és fokozottabb terheléseknek teszik ki a szerkezeteket. Ezáltal a szerkezetek tönkremennek, a használat megnehezül. Tipikus eset, hogy az eddig pinceszinti raktár a későbbiekben étteremként, sportcentrumként, üzletként működik tovább. Mások a szárazsági követelmények, és más szigetelési és gépészeti igény merül fel.

3. Javasolt megoldások

3.1. Alapelvek, követelmények

Jelentős félreértéseket okoz a vízzáróság fogalma körüli zavar. Ennek megértéséhez tisztázni kell a belső térre vonatkozó szárazsági követelményeket [1]. A teljes szárazság az állandó emberi tartózkodás céljára (lakás, iroda, munkahely, kórház, iskola), a nedvességre érzékeny technológiákkal működő, vagy ilyen anyagok tárolására szolgáló (papír, élelmiszer, vegyi anyagok, mikroelektronika) tereknél szükséges. Az úgynevezett „porszárazság” követelménynél a védett terekben a viszonylagos légnedvesség felső értéke a meghatározó. A viszonylagos szárazság esetén a szerkezeten valamennyi nedvesség áthatolhat, azonban ez a belső tér rendeltetésszerű használatához szükséges légállapot jellemzőket és az egészséges környezetet, valamint az épületszerkezetek állagát károsan nem befolyásolhatja.

A pincszinteken általában parkoló-terek készülnek, ahol külön igény hiányában, a viszonylagos szárazság is elegendő lehet. Azonban ehhez, illetve a felsőbb szinteken elhelyezett funkciókhoz, használati terekhez olyan járulékos helyiségek kapcsolódnak, melyeknek porszárazsági igénye van. Ilyenek lehetnek az állandó emberi tartózkodásra alkalmas területek, a lépcsőházak, az elektromos csatlóhelyiségek, trafók, és azon raktárhelyiségek, melyekben nedvességre érzékeny anyagokat tárolnak. Porszárazság (teljes szárazság) esetén még kis mennyiségű nedvesség sem kerülhet a belső terekbe, így mindig vízhatlan szige-

telésre van szükség. A vízzáró betonszerkezet önmagában nem alkalmazható, azt tehát valamely más szigetelési móddal kell kiegészíteni, kombinálni.

A betonnak, mint anyagnak a vízzáróságát akkor tekinthetjük elfogadhatónak, ha a szabványosan vizsgált [2] próbatesteken a vízbehatolás mértéke XV1(H) környezeti osztály esetén 20 mm, XV1(H) környezeti osztály esetén 40 mm, XV1(H) környezeti osztály esetén 60 mm [3]. Az építés során az egyes vízzárósági fokozatok megválasztása már közepes méretű épületnél is milliós költségbeli eltéréseket jelenthetnek, így ennek helyes kiválasztása komoly előkészítő munkát igényel. A korábbi szabályozás a betonokat gyengén vízzáró (vz2), mérsékelten vízzáró (vz4), vízzáró (vz6), és különlegesen vízzáró (vz8) beton kategóriákba sorolta [4]. A vz-jelölés melletti számérték az a bar-ban kifejezett víznyomás, amelynek az adott fokozatú beton megfelel – számos szakember ma is ezen háttérutdással dolgozik.

A beton vízzárósága alapvetően a cementkő vízzáróságától függ. A 0,4-nél kisebb víz-cement (v/c) tényező esetén a beton vízzárónak tekinthető. A 0,4-0,6 közötti érték esetén a beton (egyéb feltételek teljesülése mellett) általánosan vízzárónak tekinthető. A vízzáróság mellett a fagyállóság, és a kopásállóság is kapcsolódó alapkövetelmények lehetnek a betonnal szemben. Az elkészült beton kellő vízzáróságának eléréséhez rendkívül fontos a megfelelő utókezelés [5]. A betonnak, mint anyagnak a vízzáróságából nem lehet azonban a teljes szerkezet vízzáró képességére következtetni, mert valamennyi részletalakítás (munkahézagok, csőátvezetések, stb.), az időjárás, és a kivitelezés minősége jelentősen befolyásolja.

A vízzáró (vas)beton szerkezet az, amelynek 1 m² felületén, 1 nap alatt (24 óra), legfeljebb 0,2 liter nedvesség szivárog keresztül (jut a belső térbe). Jól szellőző helyiségben (vagy szabad térben) ez a vízmennyiség el is tud párologni, így a felületen nedvesség nem észlelhető.

3.2. Tervezési elvek

A tervezés során tisztában kell lennünk a talajmechanikai szakvélemény alapján meghatározott a mértékadó talajvízszint helyével, ezáltal a szerkezeteket terhelő vízoszlop magasságával, hogy meghatározhassuk, hogy a szigetelő szerkezeteknek mi ellen kell védekeznie. A talajvíz agresszivitására vonatkozó pontos adatokat, egyéb megjegyzéseket, szintén szem előtt kell tartani. A pincszintek szerkezetialakítása és nedvességvédelme vízzáró alaplemez

3. ábra. Toldás sütőéssel
Fig. 3. Butt-joints with melted wedges

4. ábra. Injektálható duzzadó szalag
Fig. 4. Injectable swelling band

és falszerkezet, bebetonozott műanyag munkahézag- és dilatációs szalagok (1. ábra), duzzadó szalagok (tömített hézagok), tömített csőáttörések, kiegészítő acéllemez szigetelések, a földemeken és a földperemeken bebetonozott műanyag szalagok együttes alkalmazásával oldható meg. Egy épület talajban lévő szerkezeteinek nedvességvédelme tervezésekor figyelembe veendő az is, hogy a betervezett, a nedvességhatások elleni védelmet biztosító szerkezetek hosszú távon, esetleges változások (süllyedések, repedések, vízszintmozgás, rezgések) esetén is nagy biztonsággal feleljenek meg az elvárásoknak. A munkafolyamatokat szaktervezőknek kell előkészíteni (épületszerkezeti-, és szigetelési szaktervezőknek, betontechnológusoknak, stb.). A készülő vízzáró betonok szakszerű kialakítását, hézagzárásainak, tömítéseinek elkészítését javasolt szak-kivitelezővel elvégeztetni.

3.3. A bemutatott szerkezetek

Az alábbi példa egy pincszinttel rendelkező épület, ahol garázs tér kap helyet (rámpan keresztüli megközelítéssel). A nedvesség elleni védelmet a szerelőbetonra készülő, a konkrét víznyomás függvényében méretezett, korlátozott repedés-tágasságú, meghatározott vízzárósági fokozatú, vízzáró alaplemez, valamint ugyanilyen vízzárósági fokozatú, méretezett vízzáró falszerkezet adja. Ezek pontos paramétereit, vízzárási tulajdonságait a betontechnológiai, és a statikai tervek adják meg. A szerelőbeton alatt tömörített, 15–20 cm vastag, homokos kavics réteg készül. A garázs funkció megengedi a viszonylagos szárazságot. A pincszint nagy részén általában önmagában elégséges a vízzáró alaplemez szerkezet. A parkoló szinten található egyéb helyiségek, lépcsőházi közlekedőterek, gépészeti terek esetén azonban porszárazsági követelmény teljesítése szükséges. Ezen igény biztosítására a felületre felülről bevonatszigetelés készül (a burkolati rétegek alá vagy járható módon), ami egyben a belülről/felülről jövő terhelések ellen is védi a szerkezeteket.

3.3.1. Alaplemez és fal

A lemezalap és a falszerkezetek határán, a munkák szakaszolásából, és a beton zsugorodásából adódóan, (tervezett) munkahézagok készülnek. Ezekon keresztül a víznyomás hatására nedvesség bejutása várható. Ennek megakadályozására a kialakult hézagokba műanyag szalagokat kell beépíteni, a faltest középvonalába. Ezen bordázott elem a vízút megnövelésével fejt ki hatását (a

munkahézagon bejutó víz útja a profilt kerülgetve megnő, nyomása lecsökken). A megoldást a statikus tervezők nem kedvelik, mert a betonacélok vonalvezetését nehezíti, így inkább a külső oldali, felületi szalagokat ajánlják (2. ábra). Utóbbi azonban kevésbé hatásos védelmet nyújt, és jobban ki van téve a mechanikai és egyéb sérülések veszélyének. Az elemek hosszoldása tompa ütközéssel (3. ábra), sűrűvel összedolgozva, esetleg lezáró tömítéssel biztosítva készül. Az elemeket a vasbeton szerkezetek vasalatával egy időben kell beépíteni. Az építés során megtámasztást, védelmet kell biztosítani. Az egyenesben tartást és a távolságtartást a vasalathoz legalább 25 cm-enként hozzáfogott fugaszalag-tartó csipesszel kell biztosítani. Cél, hogy a profilok ne térjenek ki a tervezett síkból. A sarkokon való átfordulás legalább 20 cm-es sugárral készíthető.

3.3.2. Süllyesztékek

A liftakna, a gépészeti akna, és egyéb süllyesztékek fenéklemeze és a leforduló alaplemez szakasz határán is munkahézag alakul ki. Itt a megnövekedett víznyomás miatt a műanyag szalag mellett duzzadó szalag ill. szalagok beépítése javasolt. A munkahézagba helyezett szalag a szivárgó vízzel való érintkezést követően megduzzad, és a kapcsolódó betonszerkezetekhez szorul, tömítéssel védi a mögötte elhelyezkedő helyiségeket. Egyes duzzadó szalagok utólagosan ki is injektálhatóak (4. ábra). A duzzadó profilok általában téglalap keresztmetszetűek, tömörek vagy többkamrásak, duzzadást késleltető bevonattal ellátottak. Utóbbira azért van szükség, hogy ne duzzadjanak már a betonozás ideje, illetve egyéb kisebb nedvességtérhelés hatására. Az elemeket a felmenő falak külső zónájában/közepén kell elhelyezni, a fal külső síkjától legalább 6 cm-re, mert másképp a víz könnyen megkerülheti, valamint duzzadáskor a betonszerkezet szélét lerepesztheti. Nagyobb víznyomás esetén több sorban kell az elemeket beépíteni. A hosszoldások legalább 15 cm-es átfedéssel (nem tompa ütközéssel) készülhetnek. A betonozás közbeni elmozdulás megakadályozására az elemek szegezéssel (legalább 20 cm-enként, szögbelövéssel), vagy rendszersaját ragasztóanyaggal rögzíthetők. A pincepadlóban található süllyesztékekben esetenként acéllemez szigetelést kell készíteni (5. ábra). A szerkezet készülhet bentmaradó zsaluzatként (az acélműanyaghoz rögzítve) vagy utólag elhelyezve. A lemezszerkezetek mechanikailag nem védettek, azokat átfúrni, átlukasztani nem szabad. Az acélfelületek bevonataként, fém szemcseszórásos tisztítás után, vegyszerálló,

5. ábra. Acéllemez szigetelés
Fig. 5. Steel plate insulation

rugalmas, korrózió- és olaj- elleni, védőréteg készüljön. A 6 mm vastag acéllemezről vízhatlan hegesztési varratokkal kialakított acéllemez szigetelést (a liftakna esetében kötelezően) körben, legalább 15 cm vastag, monolit vasbeton fal (dűbelezés elleni védőréteg, liftakna fal, valamint, leterhelő réteg egyben), valamint 20 cm vastag fenéklemez védje. Az acéllemez szigetelő "teknőket" felúszás ellen az alaplemez vasalatához m²-enként legalább 5 helyen le kell horgonyozni. Utólagos elhelyezés esetén gondosan ügyelni kell a hátúrinjektálásra, illetve az injektáló anyag helyes megválasztására.

3.3.3. Csőátvezetés

A falon átvezetett csővezetéseket, cső a csőben elv szerint (köpeny-cső és haszoncső), azokat talajnedvesség vagy talajvíznyomás ellen tömítve kell elkészíteni (6. ábra). Talajvíznyomás esetén a falközépen elhelyezett acélkarrima tövébe, a külső oldalon, duzzadó profil elhelyezése szükséges.

3.3.4. Felületvédelem, vízelvezetés

A betonszerkezetet érő terhelések (CO, CO₂, SO₂, NO₂ gázok, sók, csurgalékvizek, olaj, csapadék, UV-sugárzás, szélterhelés, stb.) miatt az alaplemez/lejt beton felső síkján, és a falszerkezet síkján színezhető, több rétegben felhordott bevonati réteget kell készíteni. Meg kell különböztetni beltéri és kültéri falra kerülő védelmi rétegeket. A kültérre a csapóeső, az UV-sugárzás, a szél, és egyéb károsítók fokozottabban terhelik.

Jelenleg hazai előírás minderről nem rendelkezik, így ennek hiányában a szakemberek a német előírásokat alkalmazzák. A különböző (OS1-OS11) besorolású felületek a gyalogos terheléstől az erőteljes gépjárműterhelésig kategorizálják a felületeket. A vonatkozó német irányelvek [4] útmutatása szerint a személygépkocsival járható rámpák, kerékvetők védelmére alapvetően az OS11 besorolású felületvédelmi rendszerek alkalmazhatók. A legújabb 2007-es irányelvekben már egy új kategóriát (az OS-13 nagyobb fokú mechanikai és kémiai követelményeket teljesít korlátozott repedésáthidalóképesség mellett az OS 11-hez képest), valamint a számozás helyett betűjeleket (pl. OS-A) is bevezettek.

3.3.5. Rámpák

A rámpalemezre készített, (javasoltan) fűtött betonfelület legfeljebb 4x4 méteres összefüggő táblából készülhet (szabályosan dilatálendő). A rámpaszerkezeten külön bevonatot kell készíteni, a szerkezetét érő terhelések, és a szükséges vízelvezetés miatt.

A lehajtórámpa lemez és az épület alaplemezének dilatációja (valamint a rámpafalak és a pincefal dilatációja) esetén mindkét szerkezetnek vízzáró képességűnek kell lennie. A dilatációs hézagot mind a lemezszerkezetek, mind a falszerkezetek között ásványi szálalás hőszigeteléssel kell kitölteni. A lemezek közötti dilatációs hézag felső lezárása vízhatlanságot biztosító, mindkét lemez szélére ledűbelezett, a hézagot áthidalni tudó, megfelelő teherbírású, acél dilatációs szerelvény készül, melyet a falra is fel kell vezetni legalább 20 cm magasságig. Efelett a függőleges dilatációs hézagot hátúrképzéssel ellátott, tartósan rugalmas poliuretánkittal kell lezárni. A víznyomás okozta feszültséget bordázott, hézagzáró, műanyag szalag vezeti le.

4. Összefoglaló

Vízzáró betonszerkezetekkel készülő épületek esetében gyakori jelenség, hogy a beépített építőanyagok és a belső terek rendszeresen nedvesednek, vízbetörések, jelentős szerkezeti károk keletkeznek. Ennek egyik oka, hogy a munkában résztvevők ezen technológiát rendszeresen, mint egyszerűsítést, olcsósítási megoldást alkalmazzák, ami óriási félreértés. Egy helyesen, az előírásoknak megfelelően kialakított vízzáró betonszerkezet, az összes kiegészítő elemével együtt nem egyszerűbb, és nem olcsóbb, mint a hagyományos nedvességvédelmi megoldások. Előnye elsősorban a munkavégzés gyorsaságában rejlik (amennyiben valaki ezt rutinszerűen, de emellett rendkívüli odafigyeléssel képes kivitelezni). A vízzáró betonoknál alkalmazott kevés számú építőanyaggal viszonylag kevés hibalehetőség jár együtt, ami összességében a munka meggyorsítását és jó minőségét eredményezheti.

6. ábra. Csőátvezetés rugalmas tömítése

Fig. 6. Pipe liners in the waterproof, flexible jointing

Hivatkozások

- [1] Talajnedvesség és talajvíz elleni szigetelések tervezési és kivitelezési irányelvei, ÉMSZ, 2001.
- [2] A beton vízzárósága MSZ EN 12390-8:2001 szabvány szerint vizsgálva
- [3] MSZ 4798-1:2004 Beton szabvány, 5.5.3. fejezet
- [4] A vízzáróságú betonok jele, követelményértékei MSZ 4719 szerint minősítve, az MSZ 4715-3 szerint vizsgálva
- [5] Cement-Beton Zsebkönyv, Duna-Dráva Cement Kft. kiadványa, 2007
- [6] OS-Oberflächenschutzsysteme, a „Beton épületelemek védelme és fenntartása” című DAfStb-irányelv szerint (2001, 2007)

Irodalom

- [1] Gottfried Lohmeyer-Karsten Ebeling: Ipari betonpadlók építése, 2001. Budapest, ÉTK
- [2] Technische Lieferbedingungen für Oberflächen-Schutzsysteme (Bundesmin. für Verkehr, Verkehrsblatt V.)
- [3] MÉASZ ME-04.19: 1995, 8. Vízzáró betonok
- [4] Herbert Kaltenböck: Weisse Wannen (nach ÖBV-Richtlinie), 2000.
- [5] Farsang Attila: Vízzáró betonszerkezetek repedései, Repedések a tetőn, falakon, Fórum Média, Budapest 2004.
- [6] Farsang Attila: Épületszerkezetek nedvesség elleni szigetelése, Vízzáró beton szerkezetek, Épületszigetelési kk., Dashöfer, Budapest 2006.
- [7] Farsang Attila: Underground Waterproof Structures, WTA Journal, WTA München 2006.
- [8] Farsang Attila: Vízzáró betonok részleteképzései, Magyar Építőipar, Magyar Ép. K., Budapest 2003/1-2