

A **fib** MAGYAR TAGOZAT LAPJA

VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF **fib**



Barta János

FESZÍTETT VASBETON HÍD ÉPÜLT NYITRÁN

66

Szabó András

AZ ÁRKÁD SZEGED ÜZLET- HÁZ TARTÓSZERKEZETEI, TERVEZÉS ÉS MEGVALÓSÍ- TÁS

71

Dr. Kovács Tamás – Dr. Szalai Kálmán –
Dr. Balázs L. György

BETONSZERKEZETEK TE- HERBÍRÁSI VIZSGÁLATA A GLOBÁLIS BIZTONSÁGI TÉNYEZŐS ELJÁRÁSSAL

77

BME ÉPÍTŐMÉRNÖKI SZAKMAI7

88

Czoboly Olivér Attila – Dr. Lublóy Éva –
Dr. Balázs L. György –
Dr. Nehme Salem Georges

A BETONÖSSZETÉTEL EGYES ELEMINEK HATÁSA A HÓTERHELEST KÖVETŐ, MARADÓ NYOMÓSZILÁRD- SÁGRA

89

SZEMÉLYI HÍREK

DR. TRÄGER HERBERT KÖSZÖNTÉSE
85. SZÜLETÉSNAPJÁN

FÖLDI ANDRÁS KÖSZÖNTÉSE
70. SZÜLETÉSNAPI ALKALMÁBÓL
TAMÁS LÁSZLÓ (1929-2012)
EMLÉKÉRE

DR. MISTÉTH ENDRE SZÜLETÉSÉNEK
100. ÉVFORDULÓJÁRA

94

2012/3

XIV. évfolyam, 3. szám

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Träger Herbert

Szerkesztőbizottság:

Beluzsár János

Dr. Bódi István

Csányi László

Dr. Csíki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Madaras Botond

Mátyássy László

Polgár László

Telekiné Királyföldi Antonia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

Lektori testület:

Dr. Deák György

Dr. Dulácska Endre

Dr. Janzó József

Királyföldi Lajosné

Dr. Knébel Jenő

Dr. Lenkei Péter

Dr. Loykó Miklós

Dr. Madaras Gábor

Dr. Orosz Árpád

Dr. Szalai Kálmán

Dr. Tassi Géza

Dr. Tóth Ernő

(Kéziratok lektorálására más
kollégák is felkérést kaphatnak.)

Alapító: a **fib** Magyar Tagozata

Kiadó: a **fib** Magyar Tagozata

(**fib** = Nemzetközi Betonszövetség)

Szerkesztőség: BME Építőanyagok és

Mérnökgeológia Tanszék

1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.

Tel: 463 4068 Fax: 463 3450

E-mail: fib@eik.bme.hu

WEB <http://www.fib.bme.hu>

Az internet verzió technikai

szerkesztője: Bene László

Tervezőszerkesztő: Halmai Csaba

Nyomdai kivitelezés: Navígar Kft.

Egy példány ára: 1275 Ft

Előfizetési díj egy évre: 5100 Ft

Megjelenik negyedévenként

1000 példányban.

© a **fib** Magyar Tagozata

ISSN 1419-6441 online ISSN: 1586-0361

Hirdetések:

Külső borító: 220 000 Ft+áfa

belső borító: 180 000 Ft+áfa

A hirdetések felvétele:

Tel.: 463-4068, Fax: 463-3450

Címlapfotó: Az NS209 gyorsforgalmi út hídja
építés közben Nyitrán

Fotót készítette: Balázs L. György

TARTALOMJEGYZÉK

- 66** Barta János
FESZÍTETT VASBETON HÍD ÉPÜLT NYITRÁN
- 71** Szabó András
**AZ ÁRKÁD SZEGED ÜZLETHÁZ
TARTÓSZERKEZETEI, TERVEZÉS ÉS
MEGVALÓSÍTÁS**
- 77** Dr. Kovács Tamás – Dr. Szalai Kálmán – Dr. Balázs L. György
**BETONSZERKEZETEK TEHERBÍRÁSI
VIZSGÁLATA A GLOBÁLIS BIZTONSÁGI
TÉNYEZŐS ELJÁRÁSSAL**
- 88** **BME ÉPÍTŐMÉRNÖKI SZAKMAI7**
- 89** Czoboly Olivér Attila – Dr. Lublós Éva – Dr. Balázs L. György –
Dr. Nehme Salem Georges
**A BETONÖSSZETÉTEL EGYES ELEMEINEK
HATÁSA A HÓTERHELÉST KÖVETŐ, MARADÓ
NYOMÓSZILÁRDSÁGRA**
- 94** **SZEMÉLYI HÍREK**
Dr. Träger Herbert köszöntése 85. születésnapján
Földi András köszöntése 70. születésnapja alkalmából
Tamás László (1929-2012) emlékére
Dr. Mistéth Endre születésének 100. évfordulójára

A folyóirat támogatói:

Vasúti Hidak Alapítvány, Duna-Dráva Cement Kft., ÉMI Nonprofit Kft.,
A-Híd Zrt., MÁV Zrt., MSC Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft., Lábatlani Vas-
betonipari Zrt., Pont-Terv Zrt., Strabag Zrt., Swietelsky Építő Kft., Uvater Zrt.,
Mélyépterv Komplex Mérnöki Zrt., Hídtechnika Kft., Betonmix Mérnökiroda Kft.,
BVM Épelem Kft., CAEC Kft., Pannon Freyssinet Kft., Stabil Plan Kft., SW Um-
welttechnik Magyarország Kft., Union Plan Kft., DCB Mérnöki Iroda Kft., BME
Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéke,
BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke

BETONÖSSZETÉTEL EGYES ELEMEINEK HATÁSA A HŐTERHELÉST KÖVETŐ, MARADÓ NYOMÓSZILÁRDSÁGRA



Czóbuli Olivér Attila – Dr. Lublóy Éva – Dr. Balázs L. György – Dr. Nehme Salem Georges

A vasbetonszerkezetek tűz utáni viselkedésének megítéléséhez fontos ismerni, hogy a hőterhelést követően hogyan alakul a beton maradó nyomószilárdsága, és ezt milyen mértékben befolyásolja a beton v/c tényezője, péptartalma, víz illetve cement mennyisége. Kísérleteink során CEM I 42,5 N-S típusú cement és kvarc-kavics adalékanyag felhasználásával készített beton esetén vizsgáltuk az összetétel hatását a 20 °C, 50 °C, 150 °C, 300 °C, 500 °C és 1000 °C maximális hőterhelést követő maradó nyomószilárdságra. Vizsgálatainkat a hőterhelést követően, lehűlt állapotban végeztük.

Kulcsszavak: tűzállóság, maradó nyomószilárdság, pórusszerkezet, péptartalom, v/c tényező

1. BEVEZETÉS

A betonösszetétel tervezése hosszú időn át az előírt nyomószilárdság elérésére korlátozódott. Ujhelyi János: *Beton ismeretek* című egyetemi tankönyvében (Ujhelyi, 2005) a következőképpen ír a várható nyomószilárdság meghatározásáról: „várható nyomószilárdságot a víz-cement tényezőbből lehet becsülni”. Ennek megfelelően a beton szilárdsági, esetleg tartóssági jellemzésére egyik fő jellemzőként a v/c tényezőt használják.

A szerkezeteinket érő különféle hatások miatt a nyomószilárdságon kívül a betonok egyéb tulajdonságai, pl. várható használati élettartama, fagyállósága, tűzállósága is fontos szerepet kaptak.

A szerkezetek tűzállóságának jelentőségét hangsúlyozza, hogy az elmúlt évtizedekben számos épület- és alagúttűz következett be világszerte. Ezek közül csak néhány nagyobb került be a köztudatba. Egyik legújabb tüzeset hazánkban, az Aréna Pláza földszintjén található, 500 négyzetméteres ruházati boltjában volt 2012. augusztus 8-án. Szerencsére a telepített tűzvédelmi berendezések megfelelően működtek, így a vasbetonszerkezet komolyabb károsodást nem szenvedett (nol.hu, 2012).

Megdöbbentő adat, hogy Magyarországon 2000. és 2005. között évi átlagban 24000-nél is több tüzesetet regisztráltak. Ebből 6300-nál több a lakóingatlanokban következett be (langlovagok.hu, 2010).

Nem csak épületszerkezeteket veszélyeztethet tűz. A Mont Blanc alagútban 1999. március 24-én és a Gotthard alagútban 2001. október 24-én következett be tüzeset (Vass, 2001). Az alagúttűzek mindig speciálisak, hiszen ott viszonylag gyorsan, magas hőmérséklet alakul ki. Ezekben az esetekben gyakori tönkremeneteli mód a betonfelület réteges leválása (1. ábra).

A sok tüzeset miatt világszerte kiemelt téma a szerkezetek megfelelő tűzállóságának biztosítása. Tűz esetén szükséges, hogy ismerjük a különböző építőanyagok magas hőmérséklet hatására való viselkedését és a szilárdságuk alakulását (Janson, Boström, 2004).

A betonösszetétel hatását a beton tűzállóságára már többen



1. ábra: Gotthárd alagút betonfelületének réteges leválása (polizia.ti.ch, 2008)

vizsgálták, és megállapították, hogy a betonösszetétel jelentősen befolyásolja a hőterhelést követő, maradó tűzállóságot, illetve szilárdságot.

Már az 1940-es éveket megelőzően kutatásokat végeztek a beton mechanikai tulajdonságainak alakulására magas hőmérsékleten (Schneider, 1988). Azóta is több kutatás foglalkozott a betonösszetétel hatásával a beton tulajdonságainak változására magas hőmérsékleten (Omer, 2007).

Korábbi kutatásaink azt jelezték, hogy a betonok magas hőmérséklettel szembeni viselkedését jelentős mértékben befolyásolja a cement típusa, a v/c tényező és az adalékanyag típusa is (Balázs, Lublóy, 2009b).

Fehérvári és Nehme vizsgálati eredményei szerint (Fehérvári, Nehme, 2009) a v/c tényező növekedésével csökken a beton hőtűrése.

Legtöbb tanulmány a v/c tényező hatását vizsgálja a beton tulajdonságának hőterhelés során bekövetkező változására. Jelen tanulmányunkban megvizsgáltuk, hogy a v/c tényezőtől kívül a péptartalom és a víz, illetve cement tényleges mennyisége hogyan befolyásolja a hőterhelést követő, maradó nyomószilárdságot.

2. TŰZTERHELÉS HATÁSA A VAS-BETONSZERKEZETEKRE

A vasbetonszerkezetekben a tűz hatására a következő változások következhetnek be (Balázs, Lublőy, 2009a):

- anyagszerkezeti változások, amelynek okai lehetnek:
 - a cement és az adalékanyag eltérő hőtágulása,
 - belső vízgőznyomás,
 - a keresztmetszeten belüli, illetve az elem menti eltérő hőmérséklet,
- túlzott lehajlások (beleértve a hő hatására bekövetkező kúszás és fajlagos alakváltozás okozta növekményt),
- túlzott repedezettség,
- a beton és a betonacél közötti tapadás és lehorgonyozóképesség leromlása,
- betonfedés réteges leválása,
- teherbírásvésztés (beleértve a stabilitásvesztést és az át-szúródást).

A hőmérséklet emelkedésével a beton szilárdsági jellemzői megváltoznak, sőt a beton lehülése után sem nyeri vissza eredeti tulajdonságait, mivel a hőterhelés hatására a beton szerkezetében visszafordíthatatlan folyamatok játszódnak le. A különböző hőmérsékleten a betonban végbemenő fizikai és kémiai folyamatokat az 1. táblázat foglalja össze.

Thielen (1994) megállapította, hogy a beton hőterhelés

1. táblázat: A betonban lejátszódó folyamatok a hőmérséklet függvényében

Beton hőmérséklete	Folyamat
1200 °C	Az olvadás kezdete
800 °C	A kerámiai kötés bomlása
700 °C	A kalcium-szilikát-hidrátok bomlása
600 °C	A kúszás erőteljes növekedése
500 °C	Kalcium-hidroxid bomlása
100–400 °C	A betonfelületek réteges leválása szempontjából kritikus tartomány
300 °C	A kvarckavics adalékanyagú betonok szilárdságvesztésének kezdete, néhány adalékanyag dehidratációja
100 °C	Hidro-termikus reakciók, a kémiailag kötött víz távozásának kezdete

2. táblázat: A vizsgált beton összetételei

Paraméter	Mix1	Mix2	Mix3	Mix4	Mix5
c [kg/m ³]	360	360	360	410	320
v [kg/m ³]	216	180	144	164	192
v/c [-]	0,6	0,5	0,4	0,4	0,6
péptartalom [l/m ³]	332	296	260	296	295
0/4 mm frakció [%]	40				
4/8 mm frakció [%]	25				
8/16 mm frakció [%]	35				

hatására való szilárdsági tulajdonságainak változása a cement típusától, az adalékanyag típusától, a v/c tényezőtől, az adalékanyag-cement tényezőtől, a beton kezdeti nedvességtartalmától és a hőterhelés módjától függ.

Más kutatók nagy hangsúlyt fektettek a betonok hőterhelés utáni maradó nyomószilárdsága kapcsán a beton pórusrendszerének alakulására. Hinrichsmeyer (1987) szerint: a kvarckavics adalékanyagú betonoknál 150 °C-ig a cementkő porozitása, valamint az adalékanyag és a cementkő közötti kontaktzóna porozitása nő. Az adalékanyag és a cementkő közötti kontaktzónában 150 °C-ig repedések keletkezhetnek, amit az adalékanyag és a cementkő különböző hőtágulásával magyarázhatunk. A cementkő struktúrája 450 °C-ig stabil, de mikrorepedések már e hőmérséklet alatt is kialakulhatnak. 450 °C – 550 °C között azonban a portlandit bomlása miatt a pórusok száma megnő. Majd 650 °C-ig a cementkő felépítése nem változik. E felett a CSH vegyületek bomlása megkezdődik, és a kapillárisok száma megnő. 750 °C felett a pórusok átmérője nagymértékben növekszik. Mindezen változások következtében a maradó szilárdság változását figyelhetjük meg a betont érő maximális hőmérséklet függvényében (lásd 5. pont: Kísérleti eredmények).

3. KÍSÉRLETI PARAMÉTEREK

Jelen kutatásunk során a betonösszetétel hatását vizsgáltuk a beton hőterheléssel szembeni ellenálló képességére, azon belül elsősorban a maradó nyomószilárdságra vonatkozóan. Vizsgáltuk a v/c tényező, a péptartalom, a látszólagos porozitás, illetve a víz- és a cementtartalom hatását a betonok hőterheléssel szembeni ellenállására.

Öt eltérő beton receptúrát állítottunk össze (2. táblázat). Ahhoz, hogy a cement típusának, illetve az adalékanyag típusának hatását a hőterhelés hatására való szilárdságváltozásra kiküszöböljük, minden betonkeverékhez azonos típusú cementet (CEM I 42,5 N-S) és azonos adalékanyagot (kvarckavics) használtunk. Továbbá az adalékanyagok szemmegoszlása is megegyezett a keverékekénél (0/4 mm frakcióból 40%; 4/8 mm frakcióból 25%; míg 8/16 mm frakcióból 35%).

A Mix1, Mix2 és Mix3 keverékek azonos mennyiségű cementet tartalmaztak, míg a v/c tényező, a péptartalom, illetve a víz mennyisége eltérő volt. A Mix2, Mix4 és Mix5 keverékek esetén a péptartalom egyezett meg, míg a v/c tényező (ugyanúgy, mint a Mix1, Mix2, Mix3 keverékek esetén) 0,6, 0,5, illetve 0,4 volt. A Mix1, Mix5 keverékek esetén a v/c tényező 0,6 volt, míg a cement mennyisége, a víz mennyisége és a péptartalom eltérő. A Mix3 és a Mix4 keverékek esetén a v/c tényező 0,4 volt, a cement mennyisége, a víz mennyisége és a péptartalom volt eltérő.

4. A KÍSÉRLETEK LEÍRÁSA

A hőterhelést követő maradó nyomószilárdságot 60 mm átmérőjű és 120 mm magasságú henger alakú próbatesteken vizsgáltuk. A henger alakú próbatestek előkészítése során a felső és az alsó felületét egymással párhuzamosra csiszoltuk.

A betonkeverékek konzisztenciáját Glenium 323 típusú folyósító adalékszer adagolásával állítottuk be. Minden keveréknek az átlagos területi átmérője 600 mm volt, tehát az MSZ EN 206-1:2002 szerint F5 területi osztályba tartoztak.

A próbatestek utókezelését vegyes tárolással végeztük (7 napos korig vízben, majd laborlevegőn). A próbatesteket 28 napos korukban hőterheltük. Minden keverék esetén 3-3 próbatesten megvizsgáltuk a hőterhelés nélküli, az 50 °C-os;

150 °C-os, 300 °C-os, 500 °C-os és az 1000 °C-os maximális hőterhelésnek alávetett próbatestek maradó nyomószilárdságát. A próbatesteket az EN 1991-1-2:2002 által magasépítési szerkezeteknél, zárt belső térben való tűzhöz előírt normatív tűzgörbéhez közel azonos fűtési görbének megfelelően fűtöttük fel a hőterhelés hőmérsékletére. Majd a próbatesteket 1 órán keresztül tartottuk a maximális hőmérsékleten. A beton maradó nyomószilárdságát a próbatestek kihűlését követően 2 órán belül vizsgáltuk.

Ezt követően meghatároztuk a betonok relatív maradó nyomószilárdságát, amelynek kiszámításakor a viszonyítási érték az adott keverék hőterhelés nélküli próbatestjén mért átlag nyomószilárdság értéke volt 20 °C-on mérve.

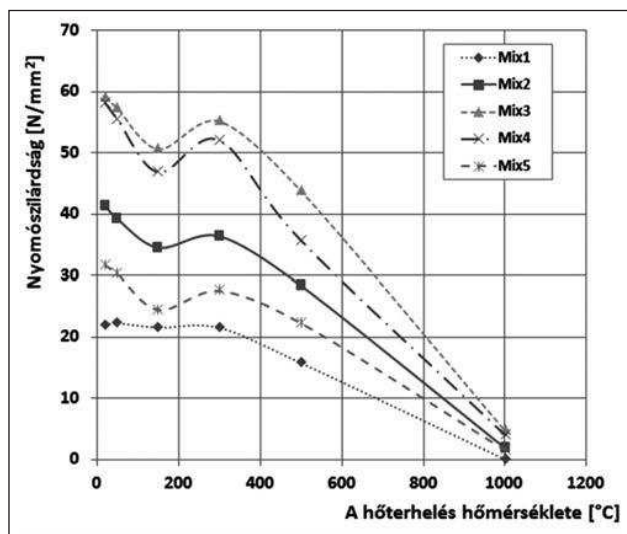
A látszólagos porozitást azonos keverékből származó, szintén henger alakú próbatesteken (csiszolt felső és alsó felületű) határoztuk meg.

5. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK

A beton próbatestek maradó nyomószilárdságának átlagértékeit a 3. táblázatban foglaltuk össze.

A beton próbatestek 28 napos korban levő nedvességtartalmát és látszólagos porozitását a 4. táblázatban foglaltuk össze.

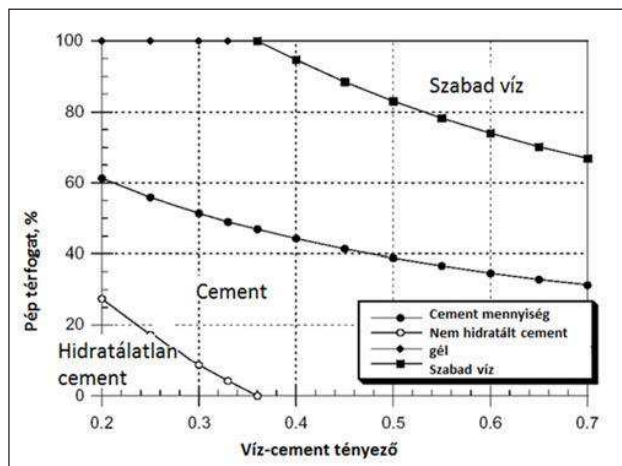
A v/c tényező csökkentésével a maradó nyomószilárdság növekedését tapasztaltuk, mind 20 °C-on, mind a hőterhelést követően (50 °C, 150 °C, 300 °C, 500 °C, 1000 °C) (2. ábra). A jelenség valószínűleg azzal magyarázható, hogy a v/c tényező csökkentése miatt a betonban a kapillárisok mennyisége csökken és a gélpórus, illetve a légpórus mennyisége csak kis mértékben nő (3. ábra). Az azonos v/c tényezőjű keverékek (Mix1 és Mix5 keverékeknel $v/c=0,6$; illetve Mix3 és Mix4



2. ábra: A vizsgált betonok maradó nyomószilárdsága (minden pont 3 mérési eredmény átlaga)

3. táblázat: A vizsgált betonok hőterhelést követő, maradó nyomószilárdsága (minden érték három mérési eredménye átlaga) [N/mm²]

T (°C)	Mix1	Mix2	Mix3	Mix4	Mix5
20	22,0	41,4	59,1	58,2	31,7
50	22,3	39,2	57,3	55,5	30,3
150	21,6	34,5	50,6	46,9	24,4
300	21,5	36,4	55,2	52,1	27,5
500	15,8	28,4	43,8	35,7	22,3
1000	-	1,9	4,7	4,0	1,5



3. ábra: A v/c tényező és a péptartalom hatása a beton pórusszerkezetére, víz alatti tárolás esetén (Neville, 1996)

4. táblázat: A vizsgált betonok porozitása (minden érték egy mérési eredménye)

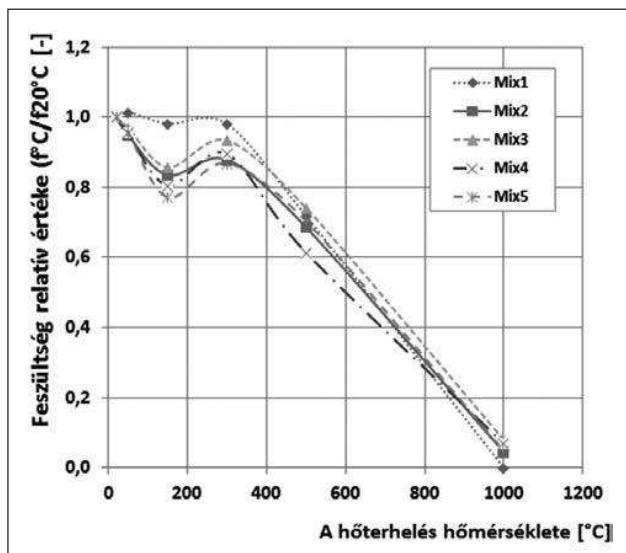
	Mix1	Mix2	Mix3	Mix4	Mix5
Maximális nedvességtartalom [m%]	6,48	4,80	3,36	3,86	5,20
Vizsgálatot megelőző, légszáraz állapotban mért nedvességtartalom [m%]	2,16	1,57	1,16	1,27	1,63
Látszólagos porozitás [V%]	3,63	2,77	1,99	2,28	2,97

keverékeknel $v/c=0,4$) esetén a péptartalom csökkentésével a maradó nyomószilárdság növekedett minden hőterhelési érték esetén. A látszólagos porozitás figyelembevételével megállapítható, hogy a kisebb látszólagos porozitású keverékeknek a kezdeti és a maradó nyomószilárdság értéke nagyobb, mint a nagyobb látszólagos porozitású keveréké.

A tömörebb betonstruktúrának és a kevesebb eltávolzni képes víznek köszönhetően a beton kezdeti és maradó nyomószilárdsága nagyobb, mint a nagyobb látszólagos porozitással, illetve v/c tényezővel rendelkező keverékeknek, abban az esetben ha a felület réteges leválása nem következik be.

150 °C maximális hőterhelésnél minden keverék esetén a maradó nyomószilárdság csökkenését figyeltük meg. Majd a 300 °C maximális hőterhelést követően a maradó nyomószilárdság ideiglenes növekedését tapasztaltuk. Megfigyelhető volt, hogy a 150 °C-os hőterhelésnél a maradó nyomószilárdságban tapasztalható völgy mérete csökken a látszólagos porozitás növekedésével, mivel nagyobb látszólagos porozitás esetén a próbatestekből a hőterhelés hatására a víz gyorsabban el tud távozni.

A relatív maradó nyomószilárdság vonatkozásában a Mix2, Mix3, Mix4 és Mix5 keverékeknel hasonló tendencia figyelhető meg (4. ábra). A Mix1 keveréknél azonban a 150 °C-os maximális hőterheléshez tartozó relatív maradó nyomószilárdság nagyobb volt, mint a többi keveréknél (5. táblázat). Ez valószínűleg a nagy vízmennyiség és péptartalom miatt kialakuló kapilláris rendszerrel magyarázható. A kiterjedt kapillárisrendszeren keresztül viszonylag könnyen el tudott



4. ábra: A vizsgált betonok relatív, maradó nyomószilárdsága (minden érték 3 mérési eredmény átlaga)

5. táblázat: A vizsgált beton próbatestek relatív, maradó nyomószilárdsága

	Relatív, maradó nyomószilárdság [-]				
T (°C)	Mix1	Mix2	Mix3	Mix4	Mix5
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
50	1,01	0,95	0,97	0,95	0,96
150	0,98	0,83	0,86	0,81	0,77
300	0,98	0,88	0,93	0,90	0,87
500	0,72	0,69	0,74	0,61	0,70
1000	-	0,04	0,08	0,07	0,05

távozni a betonban található víz. A szerkezeti betonok esetén azonban nem elegendő, hogy a relatív maradó nyomószilárdsága nagy, hanem azt a kezdeti és a maradó nyomószilárdsággal együttesen kell vizsgálni. A Mix1 keverék relatív maradó nyomószilárdsága 300 °C maximális hőterhelésig nagyobb, mint a többi keveréké, azonban a kezdeti és a maradó nyomószilárdság tényleges értéke kisebb, mint a többi keveréknél.

A 0,4 v/c tényezőjű keverékeknél a kisebb péptartalmú Mix3 keveréknek (péptartalom=260 l/m³) minden hőterhelési érték esetén nagyobb relatív maradó nyomószilárdsága volt, mint a Mix4 keveréknek (péptartalom=296 l/m³). Azonban a 0,6 v/c tényező esetén ellenkező tendencia figyelhető meg, tehát a nagyobb péptartalmú Mix1 keveréknek (péptartalom=332 l/m³) 20 °C – 500 °C közötti maximális hőterhelési érték esetén nagyobb relatív maradó nyomószilárdsága volt, mint a Mix5 keveréknek (péptartalom=295 l/m³). A 0,6 v/c tényezőjű keverékeknél a relatív maradó nyomószilárdság esetén bekövetkezett tendenciaváltás valószínűleg azzal magyarázható, hogy a kezdeti (hőterhelés nélküli) nyomószilárdságnál a 0,4 v/c tényezőjű (Mix3 és Mix4) keverékek között viszonylag kicsi eltérés (rendre 59,1 N/mm² és 58,2 N/mm²) volt, míg a 0,6 v/c tényezőjű (Mix1 és Mix 5) keverékek esetén jelentős eltérés (rendre 22,0 N/mm² és 31,7 N/mm²) figyelhető meg (3. táblázat).

4. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéken egy kísérletsorozatot végeztünk annak megállapítására, hogy mely paramétereknek van fontos szerepe a beton maradó nyomó-

szilárdságára a hőterhelést követően. Jelen vizsgálat során paraméterként választottuk a v/c tényezőt, a péptartalmat, a víz- illetve cementtartalmat.

A v/c tényező csökkentésével a kezdeti és a hőterhelést követő maradó nyomószilárdság növekedését tapasztaltuk. Az azonos v/c tényezőjű keverékek esetén a péptartalom csökkentésével a maradó nyomószilárdság növekszik minden hőterhelési érték esetén. Ez valószínűleg azzal magyarázható, hogy a tömörebb betonstruktúrának és a kevesebb eltávozni képes víznek köszönhetően a beton kezdeti és maradó nyomószilárdsága nagyobb, mint a nagyobb látszólagos porozitással, illetve v/c tényezővel rendelkező keverékeknek, mellyel azonban nő a felület réteges leválásának veszélye.

Kísérleti eredményeink alapján megfigyelhető volt, hogy a betonok hőterhelést követő maradó nyomószilárdságát jelentősen befolyásolja a betonban kialakuló kapilláris rendszer. Minél nagyobb a beton látszólagos porozitása, annál kisebb a beton kezdeti és a hőterhelést követő maradó nyomószilárdsága.

Megfigyeltük továbbá, hogy 150 °C maximális hőterhelésnél a maradó nyomószilárdságban tapasztalható völgy mélysége csökken a látszólagos porozitás növekedésével, azonos korú próbatesteket vizsgálva.

A relatív maradó nyomószilárdság esetén négy keveréknél (Mix2, Mix3, Mix4 és Mix5) hasonló tendencia figyelhető meg, míg a Mix1 keveréknél, 150 °C-os maximális hőterhelés esetén számított relatív maradó nyomószilárdság nagyobb volt, mint a többi keveréknél. Ez valószínűleg a Mix1 keverékben levő nagy vízmennyiség és péptartalom miatt kialakuló kapilláris rendszerrel magyarázható. A kiterjedt kapillárisrendszeren keresztül akadálytalanul el tudott távozni a betonban található kötött víz.

Tehát a betonok hőterheléssel szembeni ellenállásának javítása szempontjából fontos a betonban kialakuló kapilláris rendszer is, melyet nagymértékben befolyásol a beton v/c tényezője, péptartalma, tényleges víz- és cementtartalma.

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ez úton szeretnénk megköszönni Hinkel Szilvia építőmérnök hallgatónak a kísérletek során nyújtott segítségét.

6. HIVATKOZÁSOK

- Balázs L. Gy., Lublőy É. (2009a): „Magas hőmérséklet hatása a vasbeton szerkezetek anyagaikra” *VASBETONÉPÍTÉS* 2009/2, pp. 48-54
- Balázs L. Gy., Lublőy É. (2009b): „Concrete in Fire, Tűz hatása a betonra, Acțiunea focului asupra betonului”, *Műszaki Szemle*, 47. szám, 2009, pp. 3-10
- EN 1991-1-2:2002: Eurocode1: Actions on structures – Part 1-2_ General actions – Actions on structures exposed to fire, English version.
- Fehérvári, S., Nehme, S. G. (2009): „Betonösszetevők hatása a hőterhelésre”, *Építőanyagok*, 2009/2, 61. évfolyam, 2. szám, pp. 48-53
- Hinrichsmeyer, K. (1987): „Strukturorientierte Analyse und Modellbeschreibung der thermischen Schädigung von Beton”, Heft 74 IBMB, Braunschweig
- Janson, R., Boström, L. (2004): „Experimental investigation on concrete spalling in fire.” *Proceedings for Fire Design of Concrete Structures: What now?, What next?* (Eds.: P. G. Gambarova, R. Felicetti, A. Meda, P. Riva) Milan, Dec. 2-3, 2004, pp.115-120.
- kepek.origo.hu (2012): „Szombat délután kigyulladt Krasznahorka vára, tetőszerkezete teljesen leégett és a vár udvarában levő kápolna is lángra kapott Forrás: MTI/EPA”, http://kepek.origo.hu/galleriesdisplay/gdisplay?xml=/1203/Le_ge2012310172536/gallery.xml&rovat=nagyvilag (letöltve: 2012. 08. 24.)
- langlovagok.hu (2010): <http://www.langlovagok.hu> (2010 aug. 21-én letöltött statisztikát feldolgozva)
- Neville, A. M. (1996): „Properties of Concrete”, Fourth Edition, John Wiley and Sons, New York
- nol.hu (2012): „Tűz az Aréna Plázában”, http://nol.hu/mozaik/tuz_az_arena_plazaban (letöltve: 2012. 08. 23.)
- Omer, A. (2007): „Effects of elevated temperatures on properties of concrete”, *Fire Safety Journal*, Vol. 42, Issue 8, November 2007, pp. 516–522 polizia.ti.ch (2008): <http://www.polizia.ti.ch> (letöltve: 2008. 12. 15.)

Schneider, U. (1988): "Concrete at high temperatures – a general review", *Fire Safety Journal*, Vol 13, 1988, pp. 55-68

Thielen, K. Ch. (1994): „Strength and Deformation of Concrete Subjected to high Temperature and Biaxial Stress-Test and Modelling, (Festigkeit und Verformung von Beton bei hoher Temperatur und biaxialer Beanspruchung – Versuche und Modellbildung)”, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 437, ISSN 0171-7197, Beuth Verlag GmbH, Berlin

Ujhelyi, J. (2005): „Beton ismeretek”, ISBN 963 420 833 9, *Műegyetem Kiadó, Budapest*, 346 p.,

Vass, E. (2001): „Alagúttűz Svájcban, Kamionok ütköztek a kétszer egysávos úton”, <http://index.hu/kulfold/alagut1024/> (letöltve: 2012. 06. 07.)

Czoboly Olivér Attila (1988) MSc építőmérnök hallgató (BME Építőmérnöki kar). Alapdiplomát (BSc) szerzett 2011 BME. TDK Építőanyagok és magasépítés szekció I helyezett, OTDK különdíj. Fő érdeklődési terület: Beton és fa tűzállóság, nagyszilárdságú betonok. A *fib* Magyar Tagozat, az Építéstudományi Egyesület (ÉTE), a Zielinszki Szilárd Szakkollégium tagja.

Dr. Lublőy Éva (1976) okl. építőmérnök (BME Építőmérnöki Kar 2002), adjunktus a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén (2002). Fő érdeklődési területei: vasbetonszerkezetek viselkedése tűz hatására, tűzkárok mérnöki tanulmányai. A *fib* Magyar Tagozat tagja.

Dr. Balázs L. György (1958) okl. építőmérnök, okl. matematikai szakmérnök, PhD, Dr. habil, egyetemi tanár, a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék vezetője. Fő érdeklődési területei: beton, vasbeton és feszített szerkezetek

(anyagai, laboratóriumi vizsgálata és modellezése), szálerősítésű betonok, nem acél anyagú betétek megerősítések anyagai és módjai, erőátadódás a betonban, vasbeton tartó repedezettségi állapota, vasbeton szerkezetek tartóssága. A *fib* Magyar Tagozat elnöke, a *fib* elnöke 2011-2012-ben.

Dr. Nehme G. Salem (1963) okl. építőmérnök (1992) vasbetonépítési szakmérnök (1996) egyetemi docens a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén. Fő érdeklődési területei: betontechnológia, beton porozítása, tömegbetonok vizsgálatai és problémáinak szakértése, öntömörödő beton, szálerősítésű betonok, építőanyagok minőségellenőrzése, beton roncsolásmentes vizsgálata és minősítése, vasbeton szerkezetek szakértése, újrahasznosított adalékanyagokból készült beton. A *fib* Magyar Tagozat tagja.

INFLUENCE OF PARTICULAR COMPONENTS OF CONCRETE COMPOSITION TO RESIDUAL COMPRESSIVE STRENGTH AFTER TEMPERATURE LOADING

Olivér A. Czoboly – Éva Lublőy – György L. Balázs – Salem G. Nehme
In order to evaluate the post fire performance of reinforced concrete structures it is important to know the residual compressive strength. In this respect the effect of water-cement ratio, cement paste content and water as well as cement contents may have considerable influence. In our study concrete mixes with CEM I 42,5 N-S cement and quartz aggregate were tested and the effects of composition on residual compressive strength in cold state were tested after 20 °C, 50 °C, 150 °C, 300 °C, 500 °C and 1000 °C temperature loading.



A BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék Tartószerkezet-rekonstrukciós Szakmérnöki képzésére a 2013-as évre meghirdeti a jelentkezést. A képzés időtartama 4 félév, kezdés 2013 februárjában. A képzés elsősorban meglévő épületek vizsgálatával és megerősítési technikákkal foglalkozik, továbbá tartalmaz elméleti, általános mérnöki és tervezési tárgyakat is. **Részletek a www.szt.bme.hu honlapon.**