

BARITMIX-1 adalékanyaggal készült öntömörödő beton

SZENDREI ZSOLT • BME Építésmérnöki Kar • szendrei.zsolt@t-online.hu

NAGY BERNADETT • BME Építésmérnöki Kar • nagy.detti@gmail.com

DR. SALEM GEORGES NEHME • BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék • sgnehme@yahoo.com

Self-compacting concrete with aggregate BARITMIX-1

A few years ago emerged the idea of utilization of the materials occurring in the waste rock pile of Rudabánya aiming at the liquidation of the environment load caused by these industrial by-products. In the course of our investigations carried out at the Construction Materials and Engineering Geology Chair of the Budapest Technical University we dealt with the preparation of a self-compacting concrete made with BARITMIX-1 aggregate originating from the Rudabánya waste rock pile. Our experiments aimed at the production of a heavy concrete prepared with the Rudabánya BARITMIX-1 heavy aggregate that could also be used in the construction industry and besides, it would be self-compacting. We kept in mind the importance of environmental aspects: utilization of the material of the waste rock pile, protection from radiation and saving the energy used for concrete vibration.

1. Bevezetés

1.1 A bánya története

Rudabánya és környéke nagy bányászmultra tekint vissza, már a neolitikum idején is működött bánya a területen. A kr. előtti 6. évezredben megindult a rézércstermelés. A vasércbányászat körülbelül a Kr. e. 5. században kezdődött, először valószínűleg a korábbi rézércbánya meddőjéből nyerték ki a vasércet. A bánya kisebb-nagyobb szünetekkel üzemelt egészen 1985. december 31-ig.

1986-1988-ban elvégezték a szükséges felszámolási és rekultivációs munkákat, azóta szünetel a hatalmas külszíni fejtés [1].

2005 elején kezdtek el foglalkozni a meddőhányóban található, jelenleg veszélyes hulladéknak nyilvánított anyagok hasznosításával, sokat téve ezzel a környezetvédelem érdekében is. A kísérletekkel mi is ehhez a törekvéshez csatlakozunk, felhasználva a meddőhányóban található baritot öntömörödő nehézbeton készítéséhez.

1.2 Baritmix1

Az öntömörödő beton nehéz adalékanyagaként a rudabányai-II meddőhányó BARITMIX-1 nevű, baritot nagy mennyiségben tartalmazó anyagát használtuk. Az MSZ EN 4798-1:2004 szabvány szerint az adalékanyag akkor minősül nehéz adalékanyagnak, ha szemtestsűrűsége kiszáritott állapotban nagyobb, mint 3000 kg/m³.

A barit (BaSO₄) színe fehér, sárgás, szürke, kékes, de lehet barna és vöröses is. Keletkezése során a mélyből feltörő oldatok közepes és magas hőmérsékleten átítatják a környező kőzetfeleségeket, azokat átalakítják.

Gyakran fordul elő üledékes kőzetekben, másodlagosan, mint mállástermék, szulfidos Pb-, Ag- Cu-teléreken, ritkán bauxit- és széntelepeken.

Lehet cseppkőszzerű, gumós, szemcsés, önálló telérkitöltés és legyezőszerű baritrozsa is.

Használják nehézbeton adalékanyagként, karton és műnyomó papírok készítéséhez, a fehér festék alapanyagául, valamint a mélyfúrásoknál a fúróiszap nehezebbé tételére. A kémiai iparban kénsav és bárium vegyületeket állítanak elő belőle [2].

Szendrei Zsolt

1987-ben született Budapesten. 2005-ben érettségizett a Szent László Gimnáziumban. A középiskolai évek alatt angol nyelvből középfokú nyelvizsgát szerzett. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építésmérnöki Karának negyedéves hallgatója, szerkezeti szakirányon. Várhatóan 2010-ben fog diplomázni.

Nagy Bernadett

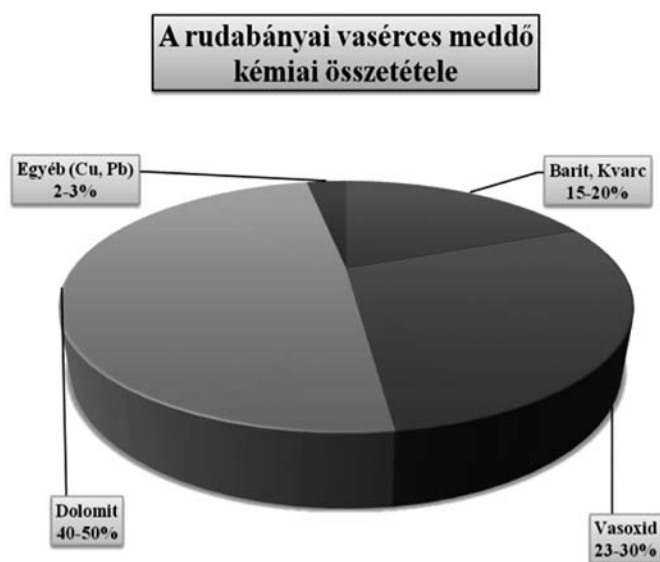
1987-ben született Budapesten. 2005-ben érettségizett a Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnáziumban. A középiskolai évek alatt angol és olasz nyelvből középfokú nyelvizsgát tett. 2005 óta a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építésmérnöki Karának nappali tagozatos hallgatója, szerkezeti szakirányon. Várhatóan 2010-ben fog diplomázni.

2007-ben a kari TDK szerkezeti szekciójának első helyét nyerték el az Öntömörödő nehézbeton című munkájukkal. A 2009-es OTDK-n ugyanebben a témában indulnak.

Dr. Salem Georges Nehme

(1963) okl. építőmérnök (1992), vasbetonépítési szakmérnök (1996), egyetemi docens, a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék labor-és vezetője. Fő érdeklődési területei: nagyszilárdságú betonok és habarcsok területén végez kutatásokat. Az öntömörödő betonok tartóssági kérdései és összefüggése a porozítással még ismeretlenek (mészkezelés hatása a tartósságra), emiatt a kutatásai erre a témakörre is irányulnak. Az öntömörödő betonok és acélszálalás öntömörödő betonok alkalmazása a beton és vasbeton megerősítésében további, eddig még kiaknázatlan lehetőségeket nyújt. Betontechnológia különleges betonok területén pl. az öntömörödő betonok tömegbetonként való alkalmazásának és problémáinak megoldásával (hőmérséklet-eloszlás okozta repedések megszüntetése), tömegbetonok minőségellenőrzésével, látszóbetonokkal, nehéz adalékanyagokból betonok készítésével, a nehézbetonok vizsgálataival, másodlagos (építési -, bontási) építőanyagok újrahasznosításával, vasbeton szerkezetek megerősítése szénlammellával, vasbetonszerkezetek tartósságával foglalkozik. Acélszál-erősítésű vasbeton lemezek átszuródási teherbírásának növelése acélszálakkal. A fib Magyar Tagozat tagja.

A BARITMIX-1 tulajdonságaira vonatkozó adatok Dr. Salem G. Nehme tanulmányából, továbbá a Pólus Kincs Zrt. által közzétett termék adatlapjáról származnak (1. táblázat és 1. ábra).



1. ábra A BARITMIX-1 összetevőinek százalékos megoszlása
Fig. 1. Percentile distribution of the components of BARITMIX-1

| | |
|---|------|
| Maximális szemcse nagyság (mm) | 8 |
| A finomsági modulus átlagértéke | 4,35 |
| Átlag tömörítetlen állapot halmazsűrűség (kg/m ³) | 1847 |
| Átlag tömörített állapot halmazsűrűség (kg/m ³) | 2056 |
| Piknométeres sűrűségvizsgálat eredménye (kg/m ³) | 3360 |

1. táblázat A BARITMIX-1 adalékanyag tulajdonságai
Table 1. Properties of the raw material of BARITMIX-1

„A vizsgált anyag sötétszürke színű, szemcsés, nagy finomrész-tartalommal. Erős, fehér színű kivirágzás látható az időjárásnak kitett felületeken. A szemcsék helyenként 10–20 cm-es kemény rögökké állnak össze, mivel az anyag 1989 óta szabadban van, egy helyen tárolva.” [3]

A vizsgálatok során kiderült, hogy a kisebb szem nagyságú rész szulfáttartalma mintegy 1,0 tömeg%.

1.3 Az öntömörödő beton

Az öntömörödő beton nevéhez hűen tömörítési energia közlése nélkül, pusztán a gravitációs erő hatására tömörödik, levegőtelenedik, a zsaluzatot hézagmentesen, légzárványok nélkül kitölti. Ennek oka, hogy viszkozitása a nagy finomrész-tartalomnak és a folyósítószer alkalmazásának (2. és 3. táblázat) köszönhetően kicsi.

| Összetétel | Adalékanyag (tömeg%) | Adalék-szer | v/c | Kohósalaktartalom a cementhez képest (tömeg%) | |
|------------------|----------------------|-------------|--------------|---|----|
| 1. | 0/6 mm BARITMIX-1 | 60,32 | Glenium C300 | 0,44 | 20 |
| | 0/4 mm homok | 8,82 | | | |
| | 4/8 mm kavics | 8,82 | | | |
| | 8/16 mm kavics | 22,04 | | | |
| 2. | 0/6 mm BARITMIX-1 | 54,38 | Glenium 51 | 0,43 | 5 |
| | 0/4 mm homok | 13,08 | | | |
| | 4/8 mm andezit | 9,31 | | | |
| | 8/16 mm andezit | 23,24 | | | |
| 3. | 0/6 mm BARITMIX-1 | 54,38 | Glenium 51 | 0,43 | 0 |
| | 0/4 mm homok | 13,08 | | | |
| | 4/8 mm andezit | 9,31 | | | |
| | 8/16 mm andezit | 23,24 | | | |
| referencia beton | 0/6 mm BARITMIX-1 | 0,00 | Glenium 51 | 0,43 | 30 |
| | 0/4 mm homok | 54,98 | | | |
| | 4/8 mm kavics | 20,00 | | | |
| | 8/16 mm kavics | 25,02 | | | |

2. táblázat Betonösszetételek
Table 2. Concrete compositions

| | |
|---------------|--|
| cement | CEM I 32,5 RS (420 kg/m ³) |
| kohósalak | |
| adalékanyagok | barit (Baritmix-I.) |
| | homok |
| | andezit/kavics |
| víz | |
| adalékszer | Glenium C300/ Glenium 51 |

3. táblázat Felhasznált anyagok
Table 3. Materials used

A vizsgált öntömörödő nehézbeton előállításához öntömörödő jellegénél fogva kevesebb energia szükséges, mint a hagyományos betonéhoz, hiszen nem kell vibrálni. Ez a tény napjaink energiaproblémái között nem hanyagolható el.

A MSZ 4798-1:2004 szerint a betonokat többek között a testsűrűség alapján kell osztályozni. A kiszáritott állapotban 2000 kg/m³-nél nagyobb és legfeljebb 2600 kg/m³ testsűrűségű betont közönséges (normál tömegű) betonnak, a 2600 kg/m³-nél nagyobb testsűrűségű betont nehézbetonnak nevezzük. Az általunk készített, barittartalmú, öntömörödő beton 2500–2600 kg/m³ közé eső testsűrűségű közönséges beton volt.

2. Kísérletek

2.1 A kísérletek ismertetése

4 betonösszetételt készítettünk, referenciabetonnak a BARITMIX-1 adalékanyag nélküli öntömörödő betont választottunk, ehhez hasonlítottuk a BARITMIX-1 adalékanyaggal készült öntömörödő beton összetételeket, amelyek a 2. táblázatban találhatóak.

Kísérleti állandó volt a cement fajtája és mennyisége, valamint a közel állandó a víz/cement tényező. Változó volt az adalékanyag összetétele és az adalékszer fajtája, valamint az örölt granulált kohósalak mennyisége. Nehéz adalékanyagként a rudabányai BARITMIX-1-et használtuk.

2.2 Vizsgálati módszer

Vizsgáltuk a különböző összetételű betonok blokkolási hajlamát, átfolyási idejét, testsűrűségét, nyomószilárdságát, vízzáróságát, fagyállóságát, kopásállóságát, zsugorodását. A következőkben az eredmények ismertetése olvasható.

2.3 Blokkolási hajlam

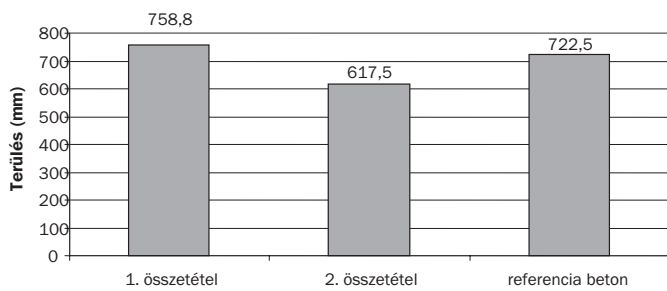
A blokkoló gyűrűs vizsgálattal egy bedolgozáskor fellépő jelenséget szemlélítettünk, történetesen azt, hogy az adalékanyag szemek feltorlódhatnak a betonacélok között, így a beton esetleg nem tudja hézagmentesen kitölteni a zsaluzatot külső beavatkozás nélkül.

Az öntömörödő beton blokkoló gyűrűn keresztül mért területe 700-800 mm között kell (2. ábra), hogy legyen az FVB vizsgálat (Fließfähigkeit-Viskosität-Blockier → folyóképesség-vizkositás-blokkolódás) alapján [4].



2. ábra Az 1. összetételű és a 2. összetételű [saját] beton területe
Fig. 2. Cone slump of concrete: composition 1 and composition 2 (own).

A 3. ábrán látható, hogy az andezites keverék területe kisebb, tehát erősebb a gyűrű hatása. Ez azzal magyarázható, hogy az andezit szögletes szemei könnyebben összeakadnak, és jobban akadályozzák a beton terülését a vasalás elemei között, mint a kavics gömbölyű szemei.



3. ábra Blokkológyűrűvel mért terülés
Fig. 3. Cone slump measured with a blocking ring

Ezt igazolja az a megfigyelés is, hogy a szétterült kavicsos beton vastagsága a gyűrű közepétől a beton széle felé haladva egyenletesen csökken, míg az andezit adalékanyagos betonban ugrás van a gyűrűből kilépve.

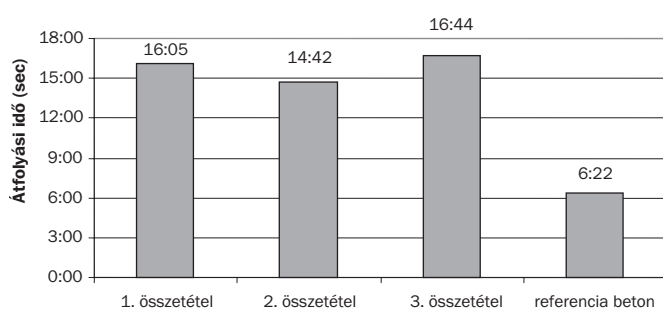
Tehát bedolgozhatósági szempontból előnyösebb a kavicsos beton, de az általános követelményeknek az andezit tartalmú is megfelel.

A 3. összetételű betonon nem végeztük el ezt a vizsgálatot.

2.4 Átfolyási idő

Az átfolyási idővel [4] szintén a friss beton egy lényeges tulajdonságát jellemezhetjük. Az átfolyási időt befolyásolja a víz mennyisége, a víz/cement tényező, a szemcsék alakja, mérete, a beton sűrűsége.

Öntömörödő beton esetében 12-15 másodperc az elvárható érték, de az általunk készített betonnal, figyelembe véve annak nagyobb testsűrűségét és a zúzott adalékanyag alakját (szögletes alakú), 18-20 másodperc is megfelelő. Ez jól érzékelhető a 4. ábrán. A kisebb testsűrűségű referenciabeton átfolyási ideje a legkisebb, markánsan elkülönül a többtől.

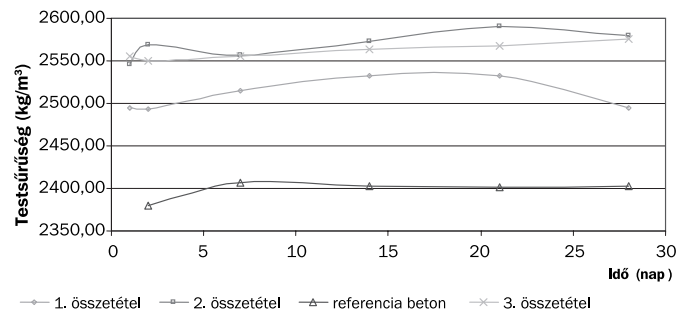


4. ábra Átfolyási idő
Fig. 4. Flow-through time

2.5 Testsűrűség

Kísérletünkben 2500 és 2600 kg/m³ közötti testsűrűségű betont készítettünk, ezt az értéket nehéz adalékanyag hozzáadásával értük el.

A 5. ábrán a különböző összetételű betonpróbatetek testsűrűségét tüntettük fel a koruk függvényében. Testsűrűség szempontjából a legjobban a 2. és 3. összetételű beton felel meg, mert ezek esetében a beton elérte a 2550 kg/m³ testsűrűséget. A kavics tartalmú beton testsűrűsége 2500 kg/m³ és 2550 kg/m³ között van.

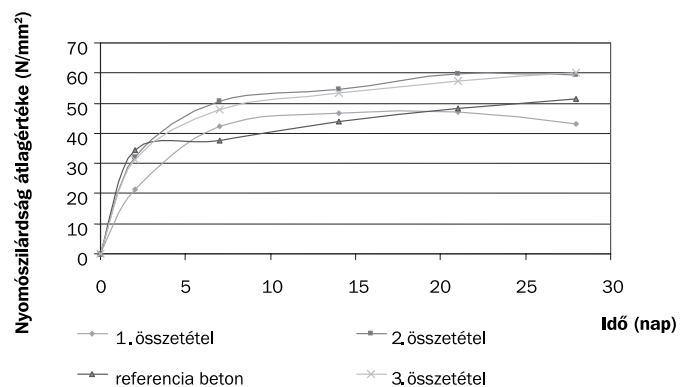


5. ábra A különböző betonösszetételek testsűrűsége a víz alatt tárolt próbatetek korának függvényében ábrázolva
Fig. 5. Mass density of various concrete compositions as related to the age of specimens stored in water.

Nagyobb testsűrűség esetén csökken a beton felezési rétegvastagsága ¹³⁷Cs-mal (gamma-energia 0,66 MeV) és ⁶⁰Co-tal (gamma-energia 1,25 MeV) szemben, ennek következtében a belőle készült sugárvédő szerkezet vékonyabb lesz.

2.6 Nyomószilárdság

Az 6. ábrán az általunk készített beton nyomószilárdságának átlagértékét tüntettük fel 28 napos korig. Szilárdság szempontjából a legjobbnak a 2. összetételű beton bizonyult (4. táblázat). A 3. összetétel összetevői a 2. összetételtől csak az őrlött granulált kohósalak-tartalomban különböznek. Így látható, hogy milyen mértékben befolyásolja a hidraulikus kötőanyag a szilárdulás folyamatát.



6. ábra Nyomószilárdság 15×15×15 cm-es kockán mérve
Fig. 6. Compressive strength as measured on cubes sized 15 × 15 × 15 cm

| | 1. össze-tétel | 2. össze-tétel | 3. össze-tétel | referencia-beton |
|--|----------------|----------------|----------------|------------------|
| Átlagos nyomószilárdság (N/mm ²) | 43,26 | 59,4 | 59,96 | 51,52 |

4. táblázat A nyomószilárdság átlagértékei 150 mm méretű kockán mérve
Table 4. Average compressive strength values measured on cubes of 150 mm edge length

A folyósító adalékszer kötéslassító hatása miatt az 1. összetételű beton szilárdulási folyamatát ábrázoló görbe laposabb, mint a többi.

A 7 napos szilárdsági értéke a referenciabetonnak a legrosszabb. Ez azért fontos megállapítás, mert meghosszabbíthatja a zsaluban tartás idejét, így többlet költséget eredményezhet.

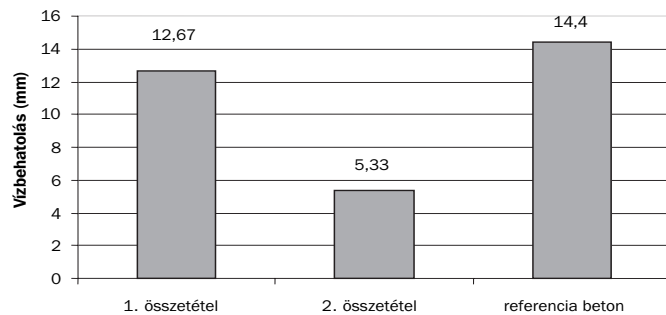
2.7 Vízzáróság

A vízzárósági vizsgálatot az MSZ EN 12390-8:2001 és az MSZ 4798-1:2004 szerint végeztük 72 órán keresztül 5 bar nyomáson, és a vízbehatolás alapján osztályoztuk a próbatesteket.

Az ideális pórustartalom elérése érdekében több dologra is figyelni kell a beton készítése során. Gondos tömörítéssel lehet elkerülni a makropórusok kialakulását és növelni a vízzáróságot. A beton öntömörödő jellegével kiküszöbölhettük a bedolgozás okozta kivitelezési problémákat.

Az adalékanyag egyenletes szemmegoszlásával is növelhető a vízzáróság.

A vízzárósági vizsgálatot az 1. és a 2. összetételű betonon, valamint a referenciabetonon végeztük. Ha megnézzük a mért eredményeket a 7. ábrán, akkor azt látjuk, hogy a 2. összetétel a legjobb, de még a referenciabeton is az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerinti legszigorúbb XV3(H) környezeti osztálynak megfelelő v20 vízzárósági osztályba esik.

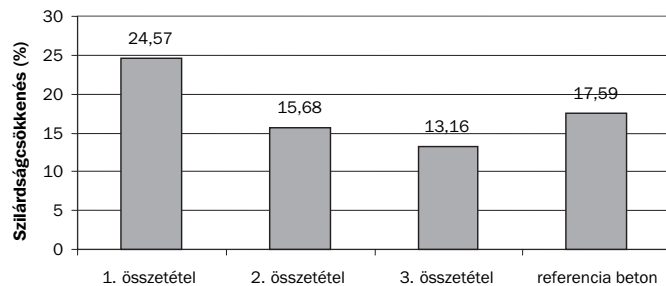


7. ábra A víz behatolása a próbatestekbe a vízzárósági vizsgálat során
Fig. 7. Water penetration into the specimens in the course of water-tightness testing.

2.8 Fagyállóság

A fagyállóság vizsgálatot 3%-os NaCl-oldatban 50 cikluson keresztül végeztük az MSZ 4798-1-2004 alapján.

Az általunk vizsgált próbatestek szilárdságcsökkenését a 8. ábra mutatja. Leolvasható, hogy az 1. összetétel esetében volt a legnagyobb a szilárdságcsökkenés, ez túl is lépi a megengedett 20%-ot. Az eredmény oka lehet, hogy a vizsgált összetételek közül ebben legmagasabb a víz/cement tényező. Legkedvezőbbnek a 3. összetétel bizonyult.



8. ábra A nyomószilárdság csökkenése a fagyállósági vizsgálat során
Fig. 8. Decrease of the compressive strength during freeze and thaw tests

2.9 Kopásállóság

A megszilárdult beton kopásállóságát az MSZ 4715-4:1987 szerint vizsgáltuk.

A vizsgálat során a próbatestek térfogat csökkenését vizsgáljuk meghatározott intenzitású mechanikus száraz, illetve vizes koptatás során.

Ez azért lényeges követelmény, mert a beton, mint ipari padló ki lehet téve gördülő, súrlódó, csiszoló, csúszó igénybevételeknek, illetve súlyos tárgyak okozta sérüléseknek.

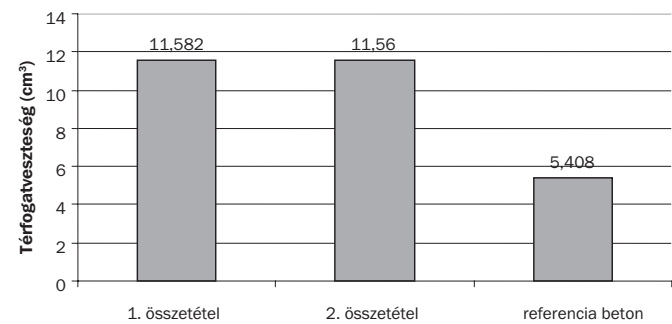
A beton kopásállóságában fontos szerepe van az adalékanyagoknak. Kemény adalékanyag felhasználásával javul a beton kopásállósága.

Az adalékanyag szemmegoszlására is érdemes figyelmet fordítani, mert befolyásolja a keverék vízigényét, s ezen keresztül a beton kopásállóságát. Ezért célszerű elérni, hogy az adalékanyag legnagyobb szemmagysága a lehető legnagyobb legyen, szemmegoszlása az "A" és "B" görbék közé essen.

Öntömörödő beton esetében annak ellenére, hogy sok a finomrész, és a d_{max} sem a lehető legnagyobb, lehet különlegesen kopásálló betont készíteni az alap konzisztencia csökkentésével és folyósítószer alkalmazásával.

A bedolgozott frissbeton levegőtartalma legfeljebb 1 térfogat% lehet.

Munkánk során Böhme-féle koptatógépet használtunk, és vizes koptatást végeztünk. A koptatást az 1. és 2. összetételű betonokon, valamint a referenciabetonon, összetételenként három próbatesten végeztük el, és ezek átlaga szerepel a 9. ábrán, az 5. táblázatban és a 10. ábrán.

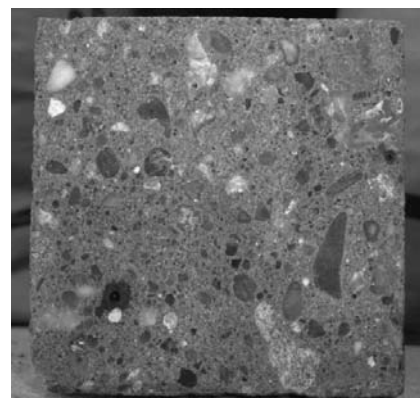


9. ábra Az egyes betonok térfogatvesztése a kopásállósági vizsgálat során
Fig. 9. Volume loss of individual concretes in the course of wear resistance tests.

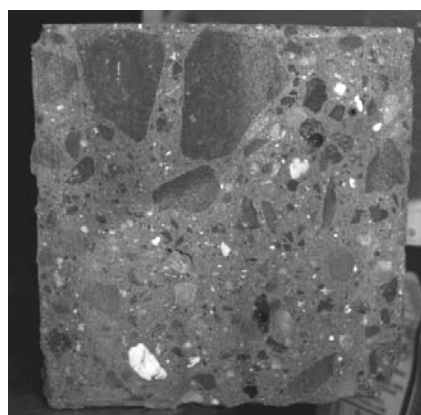
Követelmény MSZ 4719 alapján

| | |
|-----------------|------------------------|
| 1. összetétel | igen kopásálló |
| 2. összetétel | igen kopásálló |
| referenciabeton | különlegesen kopásálló |

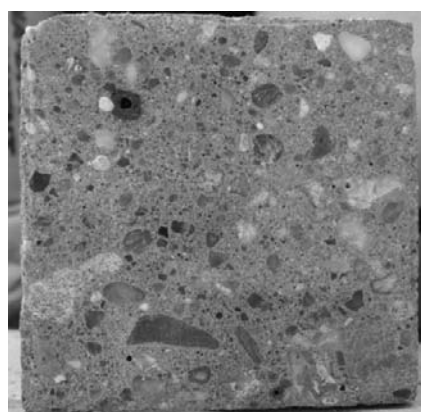
5. táblázat Különböző összetételű betonok kopásállósága
Table 5. Wear resistance of concretes of different composition



a)



b)



c)

10. ábra: Koptatott felületek; a) 1. összetétel; b) 2. összetétel; c) referenciabeton
Fig. 10. Worn off surfaces; a) composition 1; b) composition 2; c) reference concrete

A 9. ábrán látható, hogy kopásállóság szempontjából a legjobbnak a referenciabeton bizonyult. Az 1. és 2. összetételekkel készült kísérleti öntömörödő betonok térfogatvesztése meglepően nagy az egyéb öntömörödő betonokhoz képest, de még így is különlegesen/igen kopásálló kategóriába tartoznak.

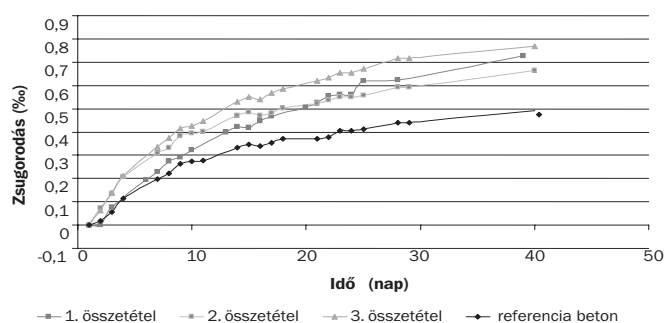
Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a kísérleti betonban nem elhanyagolható mennyiségű BARITMIX-1 adalékanyag van, amelynek csekély ellenállása van a koptatással szemben. A 2. összetételű betont andezit zúzottkővel készítettük, amely kevésbé rideg, mint a referenciabeton kavicsa, de ez sem tudta ellensúlyozni a BARITMIX-1 kopásra gyakorolt kedvezőtlen hatását.

2.10 Zsugorodás

Sugárvédő szerkezetek esetén fontos a zsugorodás mértéke. A vastag szerkezeteken keletkező repedések számát és nagyságát minimalizálni kell. Ehhez szükséges, hogy a zsugorodás a lehető legkisebb legyen.

A zsugorodást 70×70×250 mm méretű próbatesteken vizsgáltuk, a mérési pontok távolsága 200 mm volt.

A 11. ábrából látható, hogy a referenciabeton zsugorodása a legkisebb, a 3. összetételű beton zsugorodása a legnagyobb.



11. ábra A különböző összetételű betonok zsugorodása
Fig. 11. Shrinking of concretes of different composition.

Az andezit és a kavics tartalmú betonok körülbelül azonos mértékben zsugorodnak, de az első héten, illetve a 28. napon túli zsugorodásban eltérnek. A 2. összetételű beton a betoneozást követő első héten gyorsabban zsugorodik, de a 20. nap körül a zsugorodási görbe már laposabban emelkedik, mint az 1. összetételű beton görbéje. Bár a kavics adalékanyagú beton meredeksége kisebb, a végértéke nagyobb.

Megállapítható, hogy a BARITMIX-1 rontja a zsugorodási tulajdonságokat, az őrlt granulált kohósalak viszont javítja. Nehézbeton készítésekor erre fokozottan figyelni kell, hiszen sugárvédő szerkezetekben nem keletkezhetnek átmenő repedések, tudatosan kell megoldani a zsugorodás okozta feszültség csökkentését. A beton zsugorodását csökkenti a gyakori és alapos utókezelés. A felszínről kiinduló repedések megnyílásának elkerülésére sűrű kéregvasalást lehet alkalmazni, a statikailag betervezett hosszvasalás is gátolja a zsugorodást.

3. Összefoglalás

Összefoglalásként értékeltük a beton összetételeket az elvégzett vizsgálatok szempontjából, amivel szemléltetni szeretnénk a mérési eredmények közti különbségeket. Ezt mutatja a 6. táblázat.

| | 1. össze- tétel | 2. össze- tétel | 3. össze- tétel | referencia- beton |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| Vizsgálat neve | minősítés | minősítés | minősítés | minősítés |
| Blokkolási hajlam | igen jól megfelelő | megfelel | | jól megfelelő |
| Átfolyási idő | megfelel | jól megfelelő | megfelel | igen jól megfelelő |
| Vízzároság (vízbehatolás) | megfelel | igen jól megfelelő | | jól megfelelő |
| Kopásállóság (térfogatvesztés) | megfelel | megfelel | jól megfelelő | igen jól megfelelő |
| Fagyállóság (nyomászilárdságvesztés) | megfelel | jól megfelelő | igen jól megfelelő | megfelel |
| Átlagos nyomószilárdság | megfelel | igen jól megfelelő | igen jól megfelelő | jól megfelelő |
| Zsugorodás | megfelel | megfelel | megfelel | igen jól megfelelő |
| Testsűrűség | megfelel | igen jól megfelelő | jól megfelelő | nem felel meg |
| Hajlító-húzó szilárdság | megfelel | jól megfelelő | | igen jól megfelelő |

6. táblázat A kísérleti eredmények értékelő táblázata
Table 6. Evaluation table of the test results

A 2. összetételű beton a referenciabetonnal összehasonlítva közel egyező végeredményt kapunk. A kavics tartalmú, 1. összetétel szerinti beton értéke gyengébb, mint a 2. összetételhez tartozóé. Bár a kohósalak bizonyos vizsgálatok kimenetelét befolyásolta, az általunk felállított értékelési rendszerben azonos minősítést ért el a kohósalakot tartalmazó 2. összetétel és az ettől csak a kohósalak tartalmában különböző 3. összetétel.

Kiemelten jó értékeket kaptunk a kopásállósági és a fagyállósági vizsgálatokra.

Az öntömörödő nehézbeton kutatások a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéken még csak most kezdődtek, de biztató eredményekkel kecsegtetnek. Jelenleg több kutatás is folyik ebben a témában. Vizsgálják, hogyan lehet nagyszilárd-ságú betont előállítani, illetve a sugárelnyelő képesség meghatározására végeztek felezési rétegvastagság vizsgálatot. A jövő nagyon sokszínűnek ígérkezik. A kutatandó területek száma végtelen: szál erősítés, nagyobb testsűrűség elérése, fagyállóság és vízzáróság követelményének szigorítása. A látszóbetonként való felhasználás sincs kizárva, mert szép a felülete és sötét-szürke színe van.

Az a jövőre vonatkozó elképzelés, hogy a barit meddőhányó újrahasznosítása és az energiatakarékosabb helyszíni betonbedolgozás szemlélete egyesül, ezzel hosszú életű és virágzó jövőt teremt az öntömörödő, barit adalékanyagos beton felhasználásának.

Felhasznált irodalom

- [1] www.rudabanya.hu
- [2] Buday T. - Tóth L.: *Sugárvédő beton és habarcs* pp 10-11 Felsőoktatási Jegyzetellátó, 1969
- [3] Nehme, S. G. - Balázs L. Gy.: *Tanulmány a Rudabányai-II meddőhányó BARITMIX 1 nevű adalékanyagból nehéz beton gyártásához szükséges mérések elvégzéséről* Kutatási jelentés. pp 1-4, Budapest, 2007.
- [4] Grübl, P., Lemmer, C. (2001a), *Anforderungen an die Frischbetoneigenschaften von SVB*, November 2001 Leipzig, Bauwerk Verlag GmbH Berlin, pp.25-50.
- [5] MSZ 4798-1:2004: *Beton. 1 rész. Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség, valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon*
- [6] MSZ EN 12390-8:2001: *A megszilárdult beton vizsgálata. 8. rész: A vízzáróság vizsgálata*
- [7] MSZ 4715-4:1987: *A megszilárdult beton vizsgálata. Mechanikai tulajdonságok roncsolásos vizsgálata*
- [8] MSZ 4719-1982: *Betonok*