



Az EM Effektív Mikroorganizmusok hozzáadásával kevert beton néhány tulajdonságának vizsgálata és a kész építmények vizsgálata

Nobuyuki Sato Hachinohe Institute of Technology, Graduate School, Civil Engineering
Teruo Higa University of the Ryukyus, Agricultural Department, Graduate School
Masami Shoya Hachinohe Institute of Technology, Graduate School, Civil Engineering
Shuichi Sugita Hachinohe Institute of Technology, Graduate School, Civil Engineering

Összefoglalás

A jelen években a betonépítmények állagromlása komoly társadalmi problémát jelent Japánban. A probléma megoldására tudósok és mérnökök részvételével kutatások műszaki fejlesztések sorozata indult el. A múltban számos megoldást és anyagot javasoltak, de az idők során egyikük sem váltotta be a hozzájuk fűzött reményeket. Egy japán kutatócsoport által kifejlesztett EM-kultúra figyelemreméltó teljesítményt nyújtott a mezőgazdaság és a környezetvédelem területén. Jelen vizsgálat során az EM-termékek 4 különböző fajtáját használták fel annak a vizsgálatára, hogy használhatók-e ezek az anyagok a beton adalékanyagaiként és segítenek-e az állagromlás megelőzésében? A kutatás eredményei azt mutatják, hogy lehetséges az állagromlás megelőzése az EM segítségével. Az alábbi tapasztalatok kültéri kísérletek eredményei:

1. Az új adalékanyagok rendkívül erős a felületi aktivitása, légbeszívása (air entraining agent = AE), azaz gázosító hatása és a vízredukáló hatása, tehát az összetapadt részecskék szétszórásához szükséges képesség.
2. A keményedés 3. és 7. napján mért nyomószilárdság értékek kerültek összehasonlításra. Az adalékanyag keverék erőssége 30-50%-kal nagyobb volt a kontrollhoz viszonyítva, ami a kezdeti erősség növekedését mutatja.
3. Gyorsított kísérlet során 5%-os CO₂ tartalom, 60%-os páratartalom és 20°C mellett a megfigyelések a karbonátosodás teljes megszűnését mutatták. Ez az eredmény komoly előrelépést jelenthet a beton állagromlásának megakadályozásában.

Bevezető

A Japán betonépületek idő előtti állagromlásáról, mint komoly társadalmi problémáról a hírközlés már több, mint 20 évvel ezelőtt beszámolt. Az állagromlás okai nem csak az anyagokra és felhasználásukra terjednek ki, hanem technikai, társadalmi és etikai kérdéseket is felvetnek. Ilyen megfontolások mellett kezdődött el ez a kísérlet, amely során a beton tulajdonságait vizsgálták az EM Effektív Mikroorganizmusok hozzáadásának hatására. A tesztek alapján a friss beton munkálhatósága javult, a kezdeti erősség jelentősen növekedett és a karbonátosodást szinte teljesen sikerült megszüntetni. A megfigyelés kiterjedt az élettartalom vizsgálatára is a semlegesítés során.



2. Anyag és módszer

2.1. A kísérlet anyagai

A következő anyagokat használták a kísérlet során:

1. cement: a Sumitomo Osaka Cement Co. által gyártott hagyományos Portland cement (sűrűség: 3,16g/cm³)
2. finom aggregát: diabáz őrölt homok (telített, felületszáraz állapotban mért sűrűség: 2,87 g/cm³, FM=2,55)
3. durva aggregát: kemény homokkő zúzalék (telített, felületszáraz állapotban mért sűrűség: ?, g/cm³, FM=?)
4. adalékanyag: AE hatóanyag (természetes úton gyantásított AE hatóanyag), vízredukáló hatóanyag (nagy hatékonyságú vízredukáló hatóanyag polycarboxilsavból)
5. EM-anyagok: EM-No.1., EM-No.3., Manju, EM-kerámia

Az EM rövid leírása: az EM alkotóelemei tartalmazzák 5 családba és 10 nemzetségbe tartozó mikroorganizmusokat (tejsavbaktérium, élesztő, actinomycetes, kapocsspórás, illetve petespórás gombák, fotoszintetizáló baktériumok). Ezen kultúrák tenyésztése váltogatva anaerob és aerob körülmények között történik és számos termék előállításánál használják őket, a kívánt hatás elérésétől függő kombinációban. Jelen kísérlet során négyféle terméket használunk fel.

2.2. A beton típusa és keverése

A cementet és az egyéb anyagok az alábbi módon lettek összekeverve. A cél egy 5%-os légtartalmú 8 cm-es roskadású keverék. Ehhez a teszthez az EM-No.1, EM-No.3 és Manju-t használtunk fel – mindhárom anyag folyékony halmazállapotú. Vízben 15%, 10% és 5%-os töménységűre oldva, vízként használtuk fel őket. Az összekeverés után a teljes térfogatot alapul véve 15%, 10% és 5% EM-kerámiát kevertünk a cementhez.

W/C (%)	G _{max} mm	Termék típusa	s/a (%)	Egység térfogat (kg/m ³)					AE x C (%)	SP x C (%)
				W	C	Kerámia	S	G		
55	20	C55	425	169	307	-	834	1077	0,03	-
		Kerámia 5%				15,4	827	1068	0,03	0,18
		Kerámia 10%				30,7	820	1059	0,35	0,3
		Kerámia 15%				46,1	813	1050	0,04	0,35
		EM-No.1.5%				-	-	-	-	-
		EM-No.1.10%				-	-	-	-	-
		EM-No.1.15%				-	-	-	-	-
		EM-No.3.5%				-	-	-	-	-
		EM-No.3.10%				-	834	1077	-	-
		EM-No.3.15%				-	-	-	-	-
		Manju 5%				-	-	-	-	-
		Manju 10%				-	-	-	-	-
		Manju 15%				-	-	-	-	-

1. Táblázat A keverés paramétereit



2.3. A friss beton előállítási módja és tulajdonságai

(1) A friss beton előállítási módja

Kéttengelyes betonkeverő használata és a keverés ideje (1. cement + finom aggregátum + durva aggregátum: 1 perc, 2. 1+víz+EM: 1 perc)

(2) A friss beton tulajdonságai

Washington típusú légmérőt használtunk és folyamatos nyomást biztosítottunk (légkamra nyomás elv alapján). Ebben a tesztben az AE hatóanyagot kevertük a cementhez az elmunkálhatóság segítése érdekében. A friss cement 15%-os EM-No.1. tartalmával szintén tartalmazta az AE hatóanyagot, a már említett mennyiségben. A friss beton olyan mennyiségű levegőt fejlesztett, hogy műszeresen ki sem lehetett mutatni. Az EM-No.1. számos szerves savat, észtert, egyéb szerves vegyületet és rengeteg ásványi anyagot tartalmaz. Ezen vegyületek között hidrofil és hidrofób is található és diszperziót, valamint felületi aktivitást mutatnak. Hasonló hatást produkálnak, mint az AE hatóanyag, azaz gázfejlesztő hatást, valamint vízredukáló hatást. Amikor a beton kikerül az építkezés helyszínére és a friss beton a végleges helyére kerül, akkor rendkívül nagymértékben fejleszt gázt. Jelenleg az EM-et magában és az AE hatóanyaggal kombinálva vizsgáljuk. A hatásmechanizmust részleteiben vizsgáljuk. Jelen vizsgálat a JIS A 1128:1999-es szabvány szerint került kivitelezésre.

2.4. A beton nyomásvizsgálata

(1) A tesztanyag előkészítése

A tesztanyag előkészítése a JIS A 1132 szabvány alapján történt. Minden tesztadarab henger alakú 100 x 200 mm nagyságú. Egy könnyű, merev, műanyag keretet használtunk a hengerek kialakításához. A betont két rétegben öntöttük bele és egy lapvibrátorral tömörítettük. A préselési idő 3-5 másodperc/réteg a magas víz és kötőanyag tartalom esetén és 5-8 másodperc alacsony víz és kötőanyag tartalom esetén. Az így készített beton üveglapra helyeztük és egy nedves törülközővel fedtük le a kiszáradástól megóvandó. 48 óra elteltével vízkezelésre került sor, 20±3°C állandó hőmérsékleten vízáramoltatás mellett, amíg el nem érte az előre meghatározott anyagkort.

(2) A vizsgálat kivitelezése

A terhelési vizsgálat a JIS A 1108-as szabványnak megfelelően került elvégzésre.

2.5. Gyorsított karbonátosodás vizsgálat

(1) A vizsgálat kivitelezésének körülményei

A gyorsított karbonátosodás vizsgálatot általában egy magas koncentrációjú szénsavval töltött betonérelő kádban szokták végezni. A vizsgálat során 5%-os töménységben használtunk szénsavgázt, 20°C és 60%-os páratartalom mellett. Az anyag kora 2, 4 és 6 hét volt.

(2) Vizsgálati módszer

1) Amikor a 100 x 200 mm nagyságú teszhenger elérte a meghatározott anyagkort (28 nap), 6 napig szárítottuk egy hőszabályzott kamrában. Az alsó és felső felületek szilikon alapozóval lettek leszigetelve.

2) A fent említett környezeti feltételek mellett hajtottuk végre a gyorsított karbonátosodás vizsgálatot. 3 tesztadarabot használtunk 2, 4 és 6 hetes anyaggal.



www.biosimplex.hu info@biosimplex.hu ☎ +36203738986, +36202322400 ✉ 3529 Miskolc, Áfonyás u. 4.

3) Miután a tesztarabok elérték a szükséges anyagkort, nyomásmérő használata mellett feldaraboltuk őket. A vágási felszint tökéletesen megszáritottuk és fenolftaleint szórtunk rá.

4) Megmértük milliméteres egységekben az elszíneződés-mentes réteg vastagságát. A semlegesítődést 10 pont mélységben mértük, hogy megkapjuk az átlagos semlegesítődési értéket. A 10 pont 25 mm-nél kezdődik az alaptól mérve és 15 mm-es szakaszokra bontottuk a teljes mélységet az alap irányába számolva.

3. Az EM-et vizsgáló beton építmények pontvizsgálata

Az EM-et tartalmazó betonból már számos beton-építmény készült, mint pl. kórházak, iskolák, apartmanok, családi házak stb. A legfontosabb látható tulajdonsága az EM-et tartalmazó betonnak, a fényes, csillogó felület. Ebben a tanulmányban összesen 16 vizuális megfigyelést és tesztet végeztünk el az Okinawa prefektusban található épületeken. Ezen felül egyes épületeknél – a tulajdonos hozzájárulásával – konkrét mintákat tudtunk mérni a falakból és 100 mm-es hengeres betonmintákat vizsgáltunk. A következő eredmények születtek:

Repedésvizsgálat

A betonépítményeknél vizuális felmérést végeztünk a repedések keletkezéséről. A repedések közé soroltuk a térfogatcsökkenés, terhelés valamint az egyenetlen elhelyezés miatt bekövetkezett repedéseket.

A beton értékelése fizikai mérésekkel

A következő tesztekkel végeztük el:

1. Becsült nyomószilárdsági teszt, egy digitális Schmidt kalapács segítségével.
2. A felszín gáz permeabilitása, TORRENT mérőműszerrel mérve.
3. Ultrahangterjedés sebessége a betonban.

Semlegesítődési teszt

A beton felületét dörzspapírral dörzsöltük meg, majd fenolftaleines reagenssel (JIS K 8001) szórtuk be, ami a folyamat gyorsítását szolgálta. Szükség esetén a betonfelület mélyebben is be lett dörzsölve.

4. Teszteredmények és tárgyalásuk

A nyomószilárdsági teszt eredményei (EM-kerámiát tartalmazó betonnál)

Az 1. ábra mutatja a nyomószilárdság és az 5, 10 és 15% EM kerámiát tartalmazó beton kora közötti összefüggést, ahol a víz- és kötőanyag-tartalom 55% volt. A 3. ábra a nyomószilárdsági arányt. Ahogy a függvény is mutatja, a kor előrehaladtával az erősség is növekedik. A növekedési sorrend a kontroll anyag, 5%, 10% és 15% EM-kerámia. A 3. nap után a 10% és 15% EM-kerámia tartalmú beton erősebbnek bizonyult az 5%-os és a kontroll betonnál. A 7. és a 28. nap között az EM-kerámia tartalmú beton egyértelműen erősebb, azonban az 5%-os tartalmú beton nem változott észrevehetően. A 2. ábra a nyomószilárdsági arányt mutatja, ami alapján a 3. és 28. nap között ez az arány mindegyik EM-kerámiás beton esetében magasabb, mint a kontrollnál. Bármely kor esetén a magasabb EM-mennyiség magasabb arányt eredményez. Különösen a 10 és 15% esetében mutatkozik a különbség, már a 3. napon. Ezekre az eredményekre alapozva beállítottuk a levegőzöttség mértékét 5%-ra és végrehajtottunk légmennyiség korrekciót (2. és 4. ábra). Ha történt is változás, az az észlelhetőség szintje alatt volt, mivel a légtartalom közel azonos volt a kontrollhoz viszonyítva.

4.3 A nyomószilárdsági teszt eredménye (EM No.1-et tartalmazó beton esetén)

Az 5. ábra mutatja a nyomószilárdság viszonyát az anyagkorhoz, az 5, 10 és 15% arányban EM No.1-et tartalmazó beton esetén, amely 55% vizet és kötőanyagot tartalmaz. Ahogy a számszerű eredmények is mutatják az 5, 10 és 15%-os keverékek erőssége megegyezik, ellentétben a



www.biosimplex.hu info@biosimplex.hu ☎ +36203738986, +36202322400 ✉ 3529 Miskolc, Áfonyás u. 4. kontrollal. A 3. nap elteltével az EM-es beton erősebbnek bizonyul a kontrollhoz képest. A 7. és 28. nap között az 5, 10 és 15%-os keverékek ebben a sorrendben erősebbek a kontrollhoz képest. A 3. és 28. nap között az arány magasabb az EM-et tartalmazó keverékben, mint a kontrollban. A 7. napig az EM-es keverékben az arány eléri a 130%-ot. A 28. napra a arány 120%-ra, vagy az alá csökken. A 15%-os keverék kiegyensúlyozottan hozza a 120%-os arányt a 3. és a 28. nap között. Ezekre az eredményekre alapozva elvégeztük a légtartalom korrekcióját. A nyomószilárdságot ábrázoló kapott függvény megmutatja, hogy a korrekció után minden anyagkor esetén az erősség 10%-al növekedett, a korrekció előtti állapothoz képest. A nyomószilárdság a korrekciót követően, az 5%-os keverék esetében, kb. 15%-al emelkedett, minden vizsgált korban. A nagyobb EM-koncentráció nagyobb növekedést eredményezett.

4.5 A nyomószilárdsági teszt eredménye (EM No.3-at tartalmazó beton esetén)

A 7. ábra mutatja a nyomószilárdság viszonyát az anyagkorhoz, az 5, 10 és 15% arányban EM No.3-at tartalmazó beton esetén, amely 55% vizet és kötőanyagot tartalmaz. Ahogy a számszerű eredmények is mutatják a 3. napig a különböző keverékek erőssége közel megegyezik a kontrollal. A 7. napot elérve az 5, 10 és 15%-os keverékek ebben a sorrendben erősebbek a kontrollhoz képest. A 28. napot elérve a 10%-os keverék erőssége nem növekedett, sőt, a kontrollt is alulmúlja. A 3. napra az 5 és 10%-os EM-es keverékben az arány eléri a 140%-ot. A kor előrehaladtával az arány csökken. A 28. napot elérve 10%-al gyengébb a kontrollhoz képest. A nyomószilárdságot ábrázoló kapott függvény megmutatja, hogy a korrekció után minden anyagkor esetén az erősség 10%-al növekedett, a korrekció előtti állapothoz képest. A nyomószilárdság a korrekciót követően, az 5%-os keverék esetében, kb. 10%-al kisebb mértékű erősödést produkált, minden vizsgált korban. A 10%-os keverék, kb. 10%-os erősödést produkált minden vizsgált korban. Az anyag korának előrehaladtával a szilárdsági arány fokozatosan csökken.

4.7 A nyomószilárdsági teszt eredménye (Manju-t tartalmazó beton esetén)

A 9. ábra mutatja a nyomószilárdság viszonyát az anyagkorhoz, az 5, 10 és 15% arányban Manju-t tartalmazó beton esetén, amely 55% vizet és kötőanyagot tartalmaz. A 10. ábra mutatja a nyomószilárdsági értékeit a vizsgált betonkeverékeknek. A 3. napra a kontrollhoz viszonyítva erősebb a kezelt anyag. A 3. és 7. nap között az 5, 10 és 15%-os keverékek közel azonos erősségűek. A 28. napig a 10 és 15%-os keverékek növekedő erősödést mutatnak, a kontrollhoz hasonlóan. Az 5%-os keverék csak enyhe mértékű erősödést mutat. A nyomószilárdságot ábrázoló kapott függvény megmutatja, hogy az arány különösen magas a 3. napon, ugyanakkor az is kiderül, hogy a kor előrehaladtával az arány csökken. A szilárdsági arány növekedése az Manju oldat töménységével párhuzamosan növekedik. Ezekre az eredményekre alapozva, beállítottuk a standard légtérfogatot. A légtérfogat majdnem teljesen megegyezett a kontrollal, ami miatt csak kevés különbség volt megfigyelhető. A nyomószilárdsági értékek növekedtek minden keveréknél, minden korban. A nyomószilárdsági arány nem sokban változott.



4.9 A nyomószilárdsági értékek összefoglalása

A teszt során az EM-kerámiát, EM No. 1-et, EM No. 3-at és Manju-t tartalmazó betonkeverékek nyomószilárdságát vizsgáltuk. A kezelt keverékek szilárdsága minden körülmények között meghaladta a kontrollét, mind 55%-os víz és kötőanyag hozzáadása és korrekció mellett. A 10 és 15%-ban EM-kerámiát tartalmazó keverék már a 3. naptól kezdve erősebbnek bizonyult a kontrollnál. Az EM-kerámiát 5%-ban tartalmazó keverék szilárdsága megegyezett a kontrolléval, még a 28. napon is. Az EM No.1-et tartalmazó keverék szilárdsága jóval meghaladta a kontrollét. A növekedés aránya majdnem teljesen megegyezett az 5, 10 és 15%-os keverékek esetében. Az EM No.3-at 10%-ban tartalmazó keverék gyengébbnek bizonyult a kontrollnál a 28. napon. Az Manju-t 10 és 15%-ban tartalmazó keverék hasonló változást mutatott a 7. naptól kezdődően. A változás aránya csökkent a kor előrehaladtával. A fent említett tények bizonyítják, hogy az adalékanyagként használt EM növelheti a szilárdságot bizonyos mértékben. Különösen az EM No.1 és az EM-kerámiák mutattak ideális eredményt.

5 A gyorsított semlegesítési teszt eredményei

Az EM-kerámiát tartalmazó beton semlegesítési eredményei

Az EM-kerámiát tartalmazó beton kötési folyamatának eredményeit a 11. ábra mutatja. Az 5%-os EM-kerámia tartalmú keverék 50%-al kisebb neutralizációs mélységet mutatott a kontrollhoz viszonyítva. A 10 és 15%-os keverék 70%-al kisebb mélységet produkált a kontrollhoz képest. Ha 10% fölé emeltük a hozzáadott EM-kerámia mennyiségét, akkor a mélység nem változott számottevően.

5.3 Az EM No.1.-et tartalmazó beton semlegesítésének eredményei

A 12. ábra mutatja az EM No.1.-et tartalmazó beton neutralizációs folyamatának eredményét. Két hetes korban ennek a betonnak a semlegesítődési mélysége 70%-al alulmúlta a kontrollét. 4 hetes korban a neutralizáció a 10%-os keverék esetében volt a legmélyebb, a kontrollt 40%-al múlta alul. A 6. hétben a mélysége megközelítőleg azonos volt a 4 hetes korban mért értékkel. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy az EM No.1.-el kevert betonban nem gyorsul számottevően a neutralizáció folyamata.

5.5 Az EM No.3.-at tartalmazó beton semlegesítésének eredményei

A 13. ábra mutatja az EM No.1.-et tartalmazó beton semlegesítődési folyamatának eredményét. Két hetes korban ennek a betonnak a semlegesítési mélysége 60%-a volt a kontrollhoz képest. 4 hetes korban a 10%-os keverék esetében volt a legmélyebb, a kontrollt 60%-ban múlta alul. A neutralizáció mélysége a különböző keverékeknél 15, 5 és 10 %-os sorban követte egymást. A 6. hétben az EM No.3.-al kevert betonban a semlegesítődés mélysége csökkenő tendenciát mutatott. A kontrollal összehasonlítva az EM No.3.-al kevert beton általánosságban a neutralizáció mélységében csökkenő tendenciát mutat.

5.7 Az Manju-t tartalmazó beton semlegesítésének eredményei

A 14. ábra mutatja az Manju-t tartalmazó beton semlegesítési folyamatának eredményét. Két hetes korban ennek az 5% Manju-t tartalmazó betonnak a megkötési mélysége 70%-al alulmúlta a kontrollét. Az 5 és 10%-os keverékek esetén a csökkenés mértéke közel azonos. 4 hetes korban a semlegesítődés mélysége az 5%-os keverék esetében volt a legjelentősebb, a kontrollt 40%-al múlta alul. Ezen eredmények alapján az 5%-nál nagyobb mértékben hozzáadott Manju a neutralizációs mélységet nem változtatta meg jelentős mértékben.

5.9 A semlegesítési teszt eredményeinek összefoglalása



www.biosimplex.hu info@biosimplex.hu ☎ +36203738986, +36202322400 ✉ 3529 Miskolc, Áfonyás u. 4.

A semlegesítési teszt eredményei szerint a neutralizáció folyamata mindenféle EM-termékkel kevert beton esetében gátolt. Nevezetesen a neutralizáció mélysége az EM No.1. esetén volt a legcsekélyebb mértékű. Az Manju és az EM-kerámiák hasonló eredményt mutattak. A keverési arányok megváltoztatása nem befolyásolta a neutralizáció mélységét. Az összes EM termékkel összehasonlítva az EM No.3. hátráltatta legkisebb mértékben a neutralizációt.

6 Az EM-et tartalmazó betonépítmények helyszíni vizsgálata

1. A megjelenés vizuális vizsgálata

16 EM-betonból épült épületet vizsgáltunk meg. Minden építmény felülete fényes volt. Szárazságból fakadó összemenés nem volt tapasztalható. Pár nagyobb épület esetén megfigyelhetők voltak repedések, amelyek az alapzat süllyedéséből adódhattak. Az építmények 2-5 évesek voltak.

2. Fizikai vizsgálatok

A következőket vizsgáltuk:

1. Szilárdságmérés digitális Schmidt kalapáccsal. 16 EM-es betonból épített épület 20 pontját mértük. Az átlagérték 42 Nm/mm² volt. Az EM-et tartalmazó beton 10%-al nagyobb szilárdságot mutatott a kontrollhoz képest, ugyanabban a korban.
2. Ultrasonikus mérőt (TICO) használtunk a pulzus sebesség mérésére. Az ultrahang terjedése az anyagokban a sűrűségtől és a rugalmasságtól függ. A pulzusok sebessége összefügg az adott anyag minőségével és szilárdságával, ezért az ultrahang jól használható a homogenitás, repedések stb. mérésére betonépítményeknél. A 16 épület esetében az átlagos sebesség 4230 m/s volt, ami az építmények anyagának rendkívüli mértékű homogenitását jelezte.
3. Gáz-permeabilitás mérőt (TORRENT) használva mértük a beton gáz-áteresztését. Ez a mérőfelszerelés képes a gáz-áteresztést mérni fedett felületen, rövid idő leforgása alatt. A legnagyobb előnye ennek a felszerelésnek, hogy 2-kamrás burkolatot használ, aminek eredményeképpen bármilyen pont pontosan mérhető, anélkül, hogy egyéb pontok befolyásolnák a mérés eredményét. Az eredményeket a KT érték (légpermet abilitási koefficiens) írja le. A kisebb érték azt jelzi, hogy a légmentesség magas az adott közegben, tehát a beton minősége jó. Ezzel a felszereléssel 16 épületet vizsgáltunk meg. A KT érték meglepően alacsonynak bizonyult. Az átlagérték 0,86 KT (10-16m²) volt. A mérté értékek kb. fele 0,0036-os KT értéket mutatott. A készülék mérési határa 0,001 és 100 között mozog. A teszt eredményei azt mutatják, hogy az EM-betonból készült épületek esetén magas fokú légmentességről beszélhetünk.



7. Diskusszió

7.1 Az EM-et tartalmazó beton szilárdsági mutatói

Minden körülmények között magasabb erősségi szint volt megfigyelhető az EM kezelt betonoknál. Különösen az EM No.1 alkalmazása javította az erősséget. A 3, 7 és 28 napos betonoknál az erősség nem változott jelentősen az EM adagolás különböző arányaival. Magasabb korban a szilárdsági mutatók kisebb különbségeket mutattak.

A 7 napos betonban a pórusok méretbeli eloszlása magasabb térfogatoknál mutatott csúcsot, mint a kontrol betonban. Később, a 28. napnál nem mutatkozott eltérés.

A szilárdság a korai szakaszban (3-7 nap között) volt markánsan különböző, később ez a különbség csökkent. Ebben az időszakban a különbség 50 %-os is lehet, ami a zsaluzat korai eltávolítását is lehetővé teszi. Ez jelentős lehet a hideg időszakban történő betonozásnál, ahol eza fagy veszélyét csökkenti.

7.2 Az EM beton jellemzői

1. EM-No.1 folyékony adalék. AE hatást, vízigényt csökkentő hatást mutat. Gázosító hatásával levegőt bocsát a betonba. Az összetapadt szemcséket nagy hatékonysággal diszpergálja és javítja a beton folyékonyságát. A betonnal való munkák könnyebbé válnak. Alkalmassá válik nagy építmények, hidak betonozásához, ahol a magas szilárdság és a folyékonyság szükséges.

2. A korai szilárdság jelentősen javul. Az építkezés időtartama ezért rövidülhet. A beton sérülékenysége hideg időszakban csökken.

3. A száradási zsugorodással járó repedések nem voltak megfigyelhetőek, ami egyébként a beton egyik legnagyobb lehetséges hibája. Ennek teljes hiánya az EM alkalmazásának tudható be.

4. A gáz áteresztőképesség a felületi rétegekben sokkal kisebb, mint a közönséges betonnál. A beton neutralizációs mélysége és sebessége csökken.