

SZÁLAK LEHETSÉGES KÁROSODÁSA BETONBAN VALÓ KEVERÉS SORÁN



Czóbul Olivér – Balázs L. György

Kedvező tulajdonságai miatt világszerte egyre szélesebb körben alkalmaznak szálerősítésű betont. Mint ismeretes, a szálerősítésű betonok tulajdonságait jelentősen befolyásolja, hogy milyen szálakat és mekkora mennyiségben alkalmazunk. A gyártói leírásokból, saját méréseinkből tudhatjuk, hogy a szálaknak milyen a húzószilárdsága, hossza, felületi jellemzője, alakja a keverés előtt. A megszilárdult beton tulajdonságait azonban a szálak bekeverését követő jellemzői határozzák meg. Felmerül a kérdés, hogy vajon a szálak tulajdonságát befolyásolja-e számottevően a betonban való keverés folyamata. Jelen kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy a különféle anyagú és alakú szálak hogyan viselkednek betonban való 5 - 30 perc keverés során. Azt tapasztaltuk, hogy egyes szálak keverés hatására károsodhatnak. A károsodás jellemző módja és mértéke nagymértékben függött a szál jellemzőitől. Jelen cikkünkben összefoglaltuk az általunk vizsgált szálak jellemző károsodási módjait.

Kulcsszavak: szálerősítésű beton, száljellemzők, szálak károsodása, roncsolódás, szálrövidülés, szálfelület kopása, keverés hatása

1. BEVEZETÉS

Már 1874-ben A. Bernard alkalmazott szabálytalan alakú vas-hulladékot a beton tulajdonságának javításához (Maidl, 1995). Majd 1965-ben J. P. Romualdi szerzett szabadalmat acélhuzal erősítésű betonra (Palotás, 1977). Azóta a szálerősítésű betonnal kapcsolatos kedvező tapasztalatok miatt egyre több fajta, egyre jobb tulajdonságú szálát fejlesztettek ki.

Napjainkban sokféle alakú (pl.: sima, bordázott, kampós végű, gömb végű, hullámos, csavart), átmérőjű (0,2 mm – 1,2 mm), hosszúságú (13 mm – 60 mm) és bevonatú (pl. galvanizált, réz bevonatú) acélszál létezik. Nem is beszélve arról, hogy más anyagú szálakat is nagy sikerrel alkalmaztak. A teljesség igénye nélkül, léteznek acél, műanyag (pl. polietilén, polipropilén, poliamid, modifikált poliolefin), üveg, szén és bazalt szálak is (1. ábra).

A szálerősítésű betonok megfelelő tulajdonságának eléréséhez nagyon fontos, hogy a szálak egyenletesen elkeveredjenek

a betonban. Ezért a szálgyártók megadják a szálak bekeverésének javasolt módját (száraz, vagy nedves keverés), illetve a minimális elkeveredési időt, amennyit keverni kell a betont a szál adagolását követően.

Fontos kérdés azonban, hogy milyen hatással van a szálak tulajdonságaira és így a szálerősítésű beton tulajdonságaira, ha a minimálisan előírt, vagy annál hosszabb ideig keverjük a szál beadagolását követően a betont. A keverés hatására a szálaknak mely tulajdonságai változnak kedvezően, illetve hátrányosan? Vajon a szálak károsodhatnak-e és ha igen, akkor milyen mértékben?

Jelen kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy a különféle anyagú és alakú szálak hogyan viselkednek eltérő időtartamú (a szálak adagolását követő 5-30 perces) keverés hatására.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Szinte nincs olyan tulajdonsága a szálerősítésű betonoknak, ami ne függene a szálak tapadásától (Naaman, Najm, 1991). Több kutatás (Feng, Sun, Wang, Shi, 2014; Halvax, Lublőy, 2013; Kopeckó, 2002; Zile, Zile, 2013) foglalkozott az elmúlt években is a különböző anyagú szálak tapadásával.

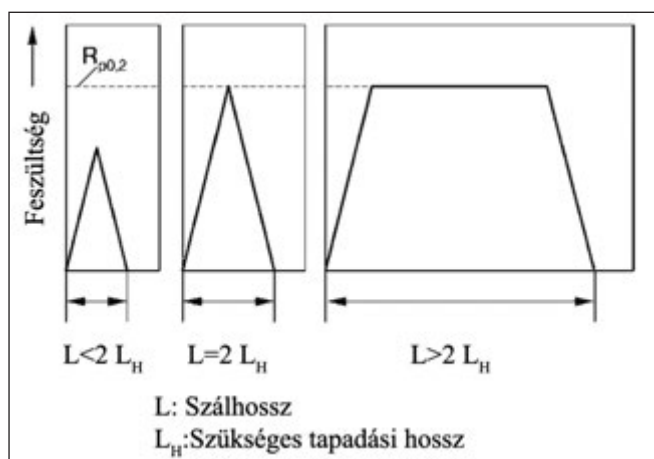
Balázs és Polgár (1999) szerint a szálak tapadása elsősorban a szálak anyagától, alakjától, felületi kialakításától, az ágyazóanyag mechanikai tulajdonságaitól, a száltartalomtól és a terhelési sebességtől függ. Ebből következik, hogy a szálak felületének, alakjának változása is szinte minden tulajdonságát befolyásolja a szálerősítésű betonoknak.

A szálak megfelelő kihasználásához – a megfelelő tapadáson kívül – fontos, hogy a bekevert szálak kedvező hosszúsággal rendelkezzenek. Ha túl rövidek a szálak, akkor a betonból könnyen kihúzódnak, és így a szálak lehetséges teherbírását nem használjuk ki eléggé (2. ábra).

Ahogy azt már a bevezetőben is írtuk, a szálak egyenletes elkeveredése kiemelten fontos. Balázs és Polgár (1999) is

1. ábra: Betonhoz alkalmazható néhány jellegzetes szál



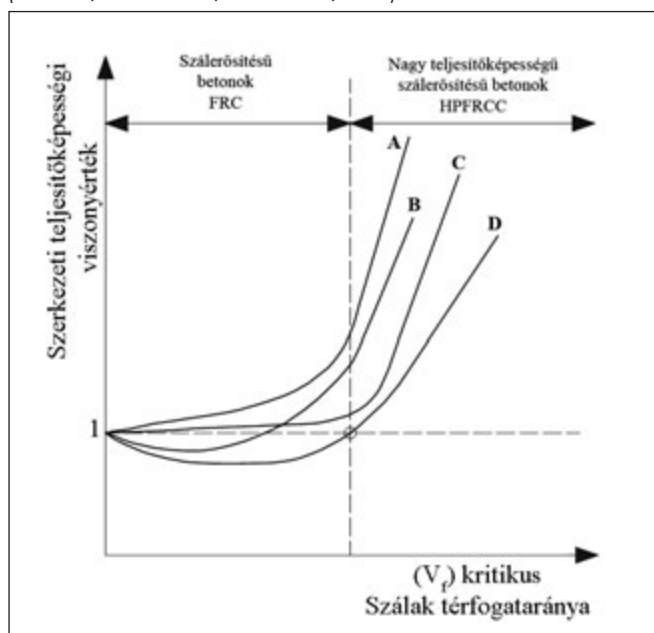


2. ábra: Húzófeszültség a szálak ágyazási hosszától függően (Wischers, 1974)

felhívta a figyelmet arra, hogy ha a szálakat nem megfelelően dolgozzuk be, akkor a szálak a beton tulajdonságait kedvezőtlenül is befolyásolhatják (3. ábra). A nem megfelelő elkeveredés miatt egyes részeken túl sok szál lesz és a cementpép nem tudja megfelelően körülvenni, melyeknek így nem lesz megfelelő tapadásuk a betonhoz, míg más részekre a tervezettnél kevesebb szál jut. A kevesebb szál pedig a tervezettnél kevésbé fejti ki hatását. Ennek elkerülésére a szálgyártók meg szokták adni a minimális elkeveredési időt, amennyit keverni kell a betont a szál betonba való adagolását követően.

Ahhoz, hogy a szálak a megszilárdult betonban egyenletesen helyezkedjenek el, nem elegendő, hogy egyenletesen elkeveredjenek, hanem fontos, hogy a bedolgozás során se osztályozódjanak szét a beton többi alkotóelemétől. Az acélszálak testsűrűsége hozzávetőlegesen 7850 kg/m^3 . Emiatt túlzott tömörítés esetén lesüllyedhetnek a szerkezeti elem aljára. A műanyag szálak testsűrűsége hozzávetőlegesen 890 kg/m^3 . A beton többi alkotóeleméhez képesti kisebb testsűrűsége miatt a műanyag szálaknál pedig fennáll a felúszás veszélye. Ennek megfelelően a szálerősítésű betonok készítésénél külön figyelmet kell fordítani a megfelelő szálelkeveredésre és bedolgozásra, hogy a szálak jól ismert, kedvező tulajdonságukat végezetül ki tudják fejteni.

3. ábra: Szálerősítésű beton jellemzőjének lehetséges alakulása a száltartalom növelésével (Sematikus ábra: A, B, C, D görbék: különböző szálak, illetve bedolgozási viszonyok esetére vonatkozóan (Naaman, Paramasivan, Balázs et al., 1996)



Korábbi kutatások foglalkoztak a szálerősítésű betonok tartóssági kérdéseivel is. Kimutatták, hogy a beton lúgos kémhatása miatt egyes szálak (pl. üvegszálak egyes típusai) idővel károsodhatnak a betonban (Kopeckó, 2004), míg az acélszálakat épp a beton lúgos kémhatása védi a korróziótól. Arról azonban eddig kevés ismeretünk van, hogy keverés hatására a különféle szálaknak milyen lehetséges károsodási módjai vannak.

3. ELVÉGZETT KÍSÉRLETEINK

Kutatásunk során két fajta acél anyagú (egy bevonat nélküli és egy réz bevonatú) szálát, három fajta makro műanyag szálát, két eltérő hosszúságú bazalt szálát vizsgáltunk. (Az MSZ EN 14889-2:2007 szabvány alapján makro műanyag szálak nevezzük azokat a műanyag szálakat, amelyek átmérője nagyobb $0,3 \text{ mm}$ -nél.)

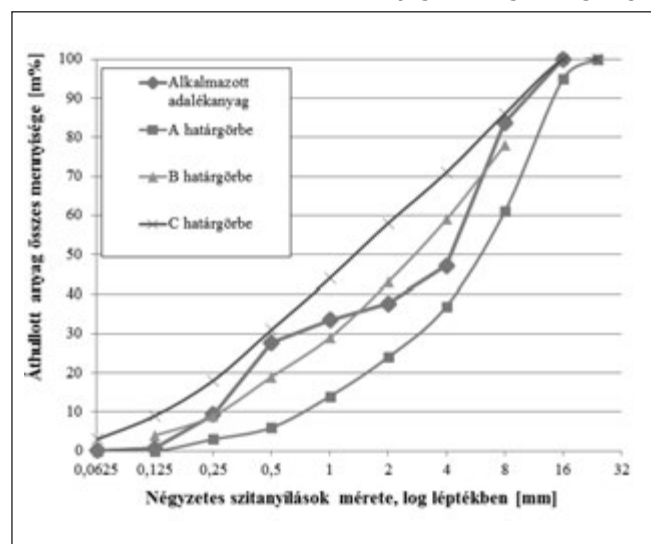
Mindegyik keverésnél azonos betonösszetételt és konzisztenciát (F4 konzisztencia osztályt) alkalmaztunk. A keverékeknél kvarckavics adalékanyagot használtunk amelynek szemmegoszlási görbéje a 4. ábrán látható ($d_{\max}=16$, finomsági modulus = 5,6). A keverékeknél 380 kg/m^3 CEM I 42,5 N típusú cementet és 0,43 víz-cement tényezőt alkalmaztunk. Az egyes keverékeknél a szál típusát, a száltartalmat és a folyósító adalékszer (Glenium C300) mennyiségét változtattuk. A betonkeverést minden esetben függőleges tengelyű kényszerkeverővel végeztük. A szálak adagolása minden esetben a már megkevert friss betonhoz történt.

Kifejlesztettünk egy eljárást, amivel akár a kisméretű (néhány μm hosszúságú) szálakat is – további sérülés nélkül – el tudtuk különíteni a friss betontól. Ennek köszönhetően vizsgálni tudtuk a szálak tulajdonságainak változását a keverés előtti állapothoz képest.

4. A SZÁLAK JELLEMZŐINEK VÁLTOZÁSA BETONBAN VALÓ KEVERÉS HATÁSÁRA

Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy a különféle szálak jellemzői eltérően módosulnak a keverési idő változtatásával. A szál anyagától, gyártási technológiájától, bevonatától, méretétől, felületi kialakításától függően eltérő sérülési módokat tapasztaltunk. Vizsgálataink alapján a károsodási módokat

4. ábra: A kísérleteinkhez használt adalékanyag szemmegoszlási görbéje



legjobban a szálak anyaga határozta meg, így az *1. táblázatban* összefoglaltuk a különböző anyagú szálak jellemző sérülési módjait.

1. táblázat: Szálak lehetséges károsodási módjai friss betonban való keverés során

Szál típusa	Sérülési típusa	
acélszál	alak deformációja	
	felületi bevonat kopása	
makro műanyag szál	kopás	felületi mintázat kopása
		száanyag kopása
		felület bolyhosodása
	szálvégéről kiinduló károsodás	szálasodás
		szálvég szétnyílása
		szál szétválása
	szál roncsolódása	zúzódás
		szál megnyílása
		bemetsződés
		szálrövidülés ill. szálszakadás
adalékanyag benyomódása a szálba		
bazalt mono szál	szálrövidülés	

A bevonat nélküli *acélszál* esetén nem tapasztaltunk jelentős változásokat a keverés hatására. A keverés során egyes szálak kis mértékben meghajoltak, alakjuk deformálódott. Ez azonban feltehetően nem befolyásolja jelentősen a szálerősítésű beton jellemzőit. A réz bevonatú acélszálak esetén, az alak deformációján túlmenően a keverés során a bevonat fokozatos kopását is tapasztaltuk (5. ábra).

A *makro műanyag szálak* keverése során azt tapasztaltuk, hogy a szálak felülete a keverés hatására megváltozott. A szálak felületi mintázata elkezdett lekopni és a felület elkezdett bolyhosodni, így a felület érdessége is folyamatosan változott (6. ábra). Azt tapasztaltuk, hogy a keverési idő növelésével a százfelület bolyhosodása fokozódott. A bolyhosodás minden

általunk vizsgált makro műanyag szálon megfigyelhető volt. A különféle makro műanyag szálak bolyhosodásának mértéke eltérő volt a szálak anyagától, átmérőjétől és felületi kialakításától függően.

Ugyanabból a keverékből, azonos keverési idő után kiszedett szálak bolyhosodásának mértéke is eltérő volt. Ez azzal magyarázható, hogy a szálakat eltérő hatások érték a betonban. Volt, amelyik szál közvetlenül érintkezett a keverődob szélével, vagy lapátjaival, míg más szálak kizárólag a betonmátrixszal érintkeztek. Sőt, egyes esetekben egy szál hossza mentén is szemmel látható különbségeket tapasztaltunk.

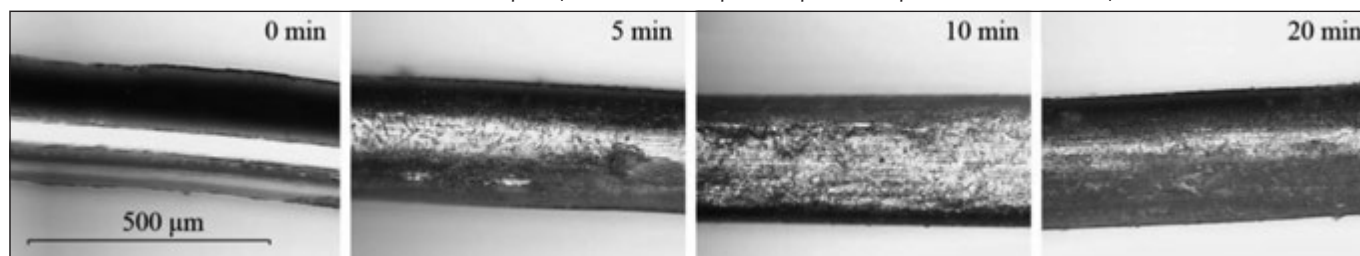
A keverés hatására (már 5 perc keverés után is) megfigyelhetőek voltak egyes makro műanyag szálak végétől kiinduló károsodások. A keverés során a szálak vége kezdetben elkezdett szálasodni (7.a. ábra), majd a szálvég szétnyílása következett be (7.b. ábra). A szétnyílás fokozatosan terjedt keverés közben a szál hossza mentén, míg végül a szál két vékonyabb részre szétvált (7.c. ábra). Volt olyan szál is, amelyiknél a szálnak mind a két vége elkezdett szétnyílni a keverés hatására.

A betonban való keverés közben voltak olyan szálak, melyeket erős mechanikai hatás ért. (A keverőlapátok és a dob fenéklemeze, illetve palástja közötti részbe adalékanyag szemek szorulhatnak be, melyek a keverő fokozott kopását eredményezhetik (Rácz, 2008). Előfordulhat, hogy a beszorult adalékanyag mellé műanyag szálak kerülnek, így lokális sérülés keletkezhet a makro műanyag szálon.)

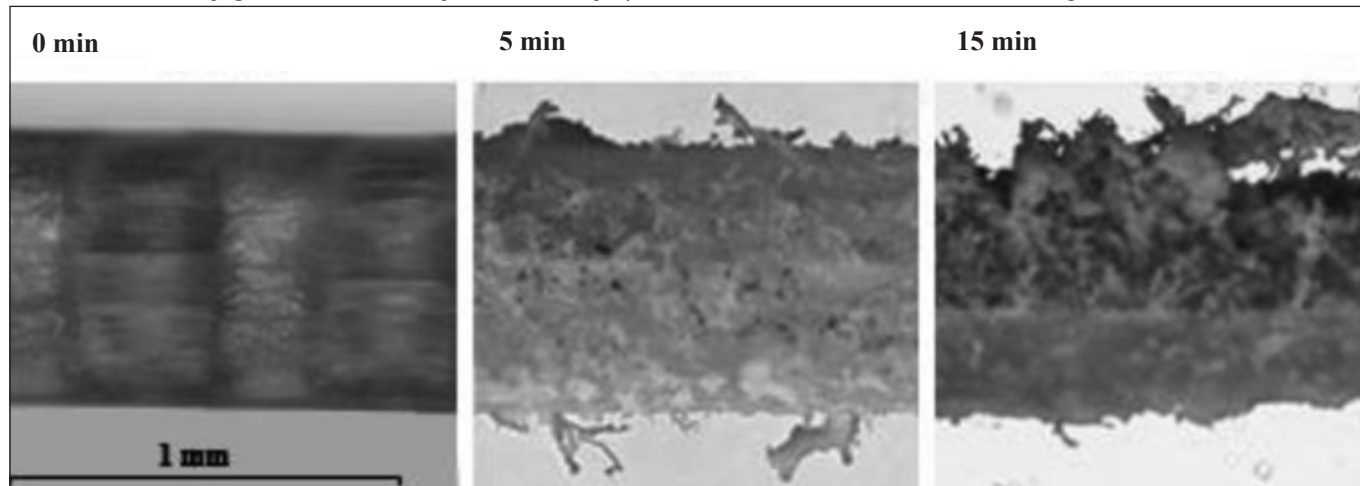
Vizsgálataink során megfigyeltünk olyan makro műanyag szálat, amelyen lokális zúzódást (8.a. ábra) tapasztaltunk. Egyes esetekben a zúzódásnál a szál megnyílása (8.b. ábra) következett be, míg más esetben bemetsződés (8.c. ábra) alakult ki. Nagyobb lokális behatás esetén, illetve a keverés közben fellépő igénybevételek miatt szálszakadás (szálak rövidülése) következett be.

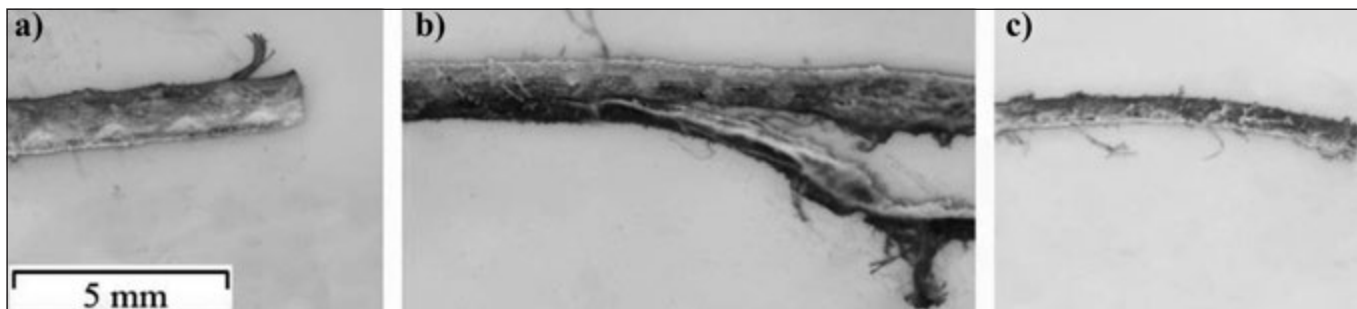
Mikroszkópos vizsgálatokkal kimutattuk, hogy a szálak bolyhosodott felületére a finomfrakció hozzátapadt, egyes esetekben az adalékanyag benyomódott a szálakba (9. ábra). Ennek hatására a makro műanyag szálak testsűrűsége megnőtt. Korábban a szálak úsztak a víz tetején (testsűrűségük hozzáve-

5. ábra: Réz bevonatú acélszál felületi bevonatának kopása (keverés nélkül, 5 perc, 10 perc és 20 perc keverést követően)

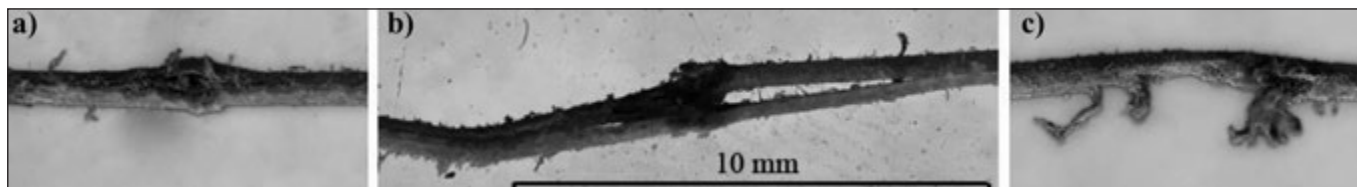


6. ábra: Makro műanyag szálak felületének bolyhosodása (a fényképek felett a szálak betonban való keverésének ideje látható)





7. ábra: Makro műanyag szálak végéről kiinduló károsodási folyamat
a) szálasodás, b) szálvég szétnyílása, c) szál szétválása



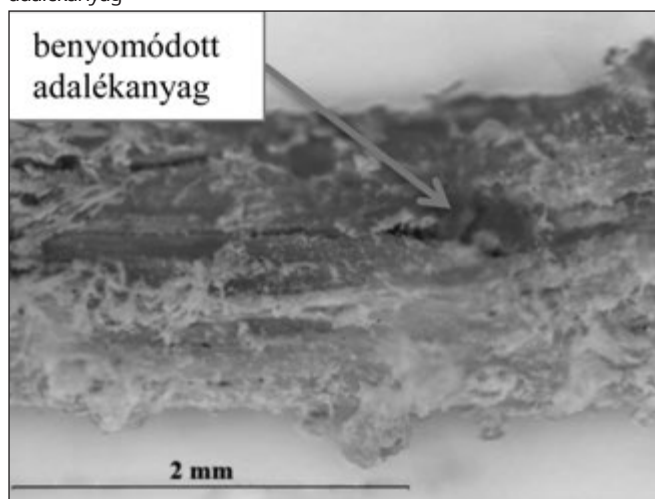
8. ábra: Makro műanyag szálak roncsolódása
a) zúzódás, b) szál megnyílása, c) bemetsződés

tőle egészen 890 kg/m^3 volt), keverés után azonban egyes szálak a vízben lebegtek (testsűrűségük hozzávetőlegesen 1000 kg/m^3 -re nőtt), míg más szálak elsüllyedtek (testsűrűségük nagyobb lett, mint 1000 kg/m^3).

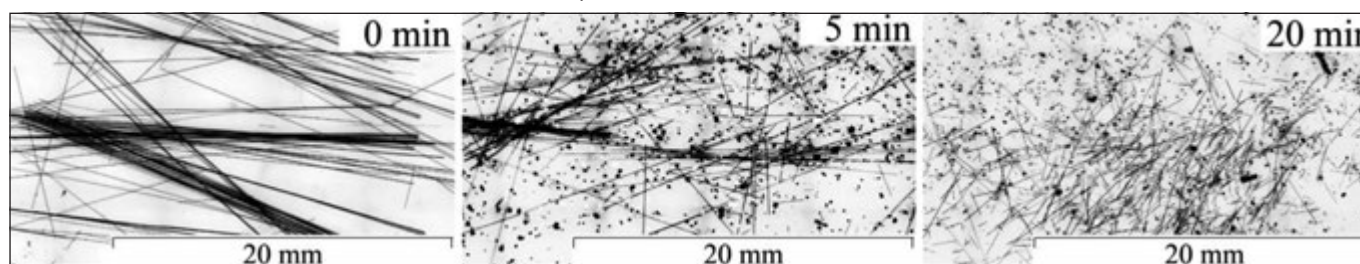
A mono bazaltszálak esetén azt tapasztaltuk, hogy a szálak a betonban való keverés hatására jelentősen lerövidültek (10. ábra). A szálak aprózódásának mértéke függött a szálak anyagától, bevonatától, illetve a szálhossztól.

Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy az általunk ismertett károsodási módok már 5 perc betonban való keverés után is megfigyelhetők voltak, azonban a keverési idő növelésével a károsodás mértéke és a károsodott szálak aránya folyamatosan nőtt. A keverés során tapasztalt szálsérülések akár a szálerősítésű beton egyes tulajdonságait kedvezően is befolyásolhatják

9. ábra: Keverés közben a makro műanyag szálakba benyomódott adalékanyag



10. ábra: Mono bazalt szál betonban való keverés hatására tapasztalható szálrövidülés



(pl. makro műanyag szál testsűrűség növekedése, felület érdesedése). Vannak olyan szálsérülések, amelyek várhatóan nem befolyásolják jelentősen a szálerősítésű beton tulajdonságát (pl. acélszálak alakjának deformációja). A szálak túlzott mértékű sérülése (szálszakadások, szálrövidülések, szálszétválás) akár ronthatják is a szálerősítésű betonok tulajdonságait.

Ennek megfelelően érdemes lenne megvizsgálni a felhasználás előtt, hogy az egyes keverési feltételek, betonösszetételek esetén milyen típusú és milyen mértékű szálsérülés tapasztalható, és annak milyen hatása van a szálerősítésű betonokra.

5. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Jelen kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy a különféle anyagú és alakú szálak hogyan viselkednek eltérő időtartamú (szál bekeverését követő 5 - 30 perces), betonban való keverés hatására. Kutatásunk során két fajta acél anyagú (egy bevonat nélküli és egy réz bevonatú) szálát, három fajta makro műanyag szálát, két eltérő hosszúságú bazalt szálát alkalmaztunk.

Kifejlesztettünk egy eljárást, amivel akár a kisméretű (néhány μm hosszúságú) szálakat is – további sérülés nélkül – el tudtuk különíteni a friss betontól. Ennek köszönhetően vizsgálni tudtuk a szálak tulajdonságainak változását a keverés előtti állapothoz képest.

Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy a különféle szálak tulajdonságai eltérően változnak a keverési idő növelésével. A keverés hatására néhány szálon károsodásokat lehetett megfigyelni. A szál anyagától, gyártási technológiájától, bevonatától, méretétől, felületi kialakításától függően eltérő károsodási módokat tapasztaltunk.

Az acélszálak esetén a szálak alakja deformálódott, illetve ha volt bevonata (réz), akkor az kezdett el lekopni. A makro műanyag szálak esetén a felület kopásán túlmenően a szálak több darabra való szétválását, illetve szálak rövidülését is

tapasztaltuk. A bazalt anyagú mono szálaikon hosszú idejű keverés esetén jelentős szálrövidülést tapasztaltunk.

Ugyanabból a keverékből, azonos keverési idő után kiszedett szálak károsodásának módja és mértéke eltérő volt. Ez azzal magyarázható, hogy a szálakat eltérő hatások érték a betonban. Volt, amelyik szál közvetlenül érintkezett a keverődob szélével, vagy lapátjaival, míg más szálak kizárólag a betonmátrixszal kerültek kapcsolatba. Egyes esetekben akár a szál hossza mentén is szemmel látható különbségeket tapasztaltunk a szálak állapotában.

Az általunk ismertett károsodási módok egy része már 5 perc betonban való keverés után is megfigyelhetőek voltak, azonban a keverési idő növelésével a károsodás mértéke és a károsodott szálak aránya folyamatosan nőtt.

A keverés során tapasztalt szálsérülések akár a szálerősítésű beton egyes tulajdonságait kedvezően is befolyásolhatják (pl. makro műanyag szál testsűrűség növekedése, felület érdesedése). Vannak olyan jellegű szálsérülések, melyek várhatóan nem befolyásolják jelentősen a szálerősítésű beton tulajdonságát (pl. acélszálak alakjának deformációja). A szálak túlzott mértékű sérülése (szálszakadások, szálrövidülések, szálszétválás) akár a szálerősítésű betonok tulajdonságait ronthatják is.

Ennek megfelelően érdemes lenne megvizsgálni a felhasználás előtt, hogy az egyes keverési feltételek, betonösszetételek esetén milyen típusú és milyen mértékű szálsérülés tapasztalható, és annak milyen hatása van a szálerősítésű betonokra.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani a BME Polimertechnika Tanszékének a szálak mikroszkópos vizsgálatának lehetőségéért. Külön köszönjük dr. Morlin Bálint segítségét a vizsgálóberendezések betanításában. Köszönetünket fejezzük ki továbbá dr. Salem G. Nehmenek szakmai tanácsaiért, a betonreceptúraért és a kutatási anyagokért. Köszönjük továbbá dr. Kopecskó Katalinnak a szakmai tanácsait.

6. FELHASZNÁLT IRODALOM

- Balázs L. Gy., Polgár L. (1999): „A szálerősítésű betonok múltja, jelene és jövője”, *Vasbetonépítés* 1. évf., 1. szám, pp. 3-10.
- Feng J., Sun W. W., Wang X. M., Shi X. Y. (2014): „Mechanical analyses of hooked fiber pullout performance in ultra-high-performance concrete”, *Construction and Building Materials*, Vol. 69, pp. 403-410.
- Halvax K., Lublóy É. (2013): „Pull-out behaviour of steel fibres”, *Fibre Concrete 2013*, Czech Republic, Prague, 2013 September 12-13., pp. 1-10.
- Kopecskó K. (2002): „Bond of Glass Fibres in Concrete”, In: Balázs, G. L., Bartos, P. J. M., Cairns, J., Borosnyói, A. (szerk.) *Bond in Concrete; from research to standards: Proceedings of the 3rd International Symposium*, Budapest, pp. 799-808.

- Kopecskó K. (2004): „Durability of Glass Fibres”, In: di Prisco M, Felicetti R, Plizzari G A (szerk.) *Fibre-Reinforced Concrete, BEFIB 2004: Proceedings of the 6th RILEM Symposium on Fibre Reinforced Concrete (PRO 39)*. Varenna, Olaszország, 2004.09.22-24., pp. 583-592.
- Maidl B. R. (1995): „Steel Fibre Reinforced Concrete”, *Ernst & Sohn, ISBN-10: 3433012881*, 292 p.
- MSZ EN 14889-2:2007 (2007): „Szálak betonhoz, 2. rész: Polimer szálak, Fogalommeghatározások, előírások és megfelelés”, *Magyar szabvány, Magyar Szabványügyi Testület*, 1+27 p.
- Naaman, A. E., Najm H. (1991): „Bond-Slip Mechanism of Steel Fibers in Concrete”, *ACI Materials Journal*, 1991 March-April, pp. 135-145.
- Naaman A. E., Paramasivam P., Balázs L. Gy. et al. (1996): “Reinforced and prestressed concrete using HPFRCC matrices” – *proceedings of the 2nd Int. RILEM/ACI Workshop*, Ann Arbor USA, June 11-14, 1995. (eds. Naaman and Reinhardt), E & FN Spon London, pp 291-347.
- Palotás L. (1977): „Design and crack prediction of steel wire reinforced concrete”, *Steel wire reinforced concrete*, pp. 69-79., www.pp.bme.hu/ci/article/download/4148/3253 (letöltve: 2014. 12. 11.)
- Rácz K. (2008): „Betontechnológia gépei”, oktatási segédlet Szerkezetépítő szakmérnöki szak Betontechnológia ágazata részére, 156 p.
- Wischers G. (1974): „Faserbewehrter Beton”, *Beton* 24, Heft 3, pp. 95-99 és Heft 4, pp.137-141.
- Zile E., Zile O. (2013): „Effect of the fiber geometry on the pullout response of mechanically deformed steel fibers”, *Cement and Concrete Research*, Vol. 44, pp. 18-24.

Czoboly Olivér Attila (1988) okleveles szerkezet-építőmérnök, doktorandusz (BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék). Fő érdeklődési területek: szálerősítésű betonok (FRC), nagy teljesítőképességű betonok (HPC), szerkezetek állapotvizsgálata, rekonstrukciós lehetőségek, tűzkárok mérnöki tanulságai. A *fib* Magyar Tagozatának és a *fib* tagja. A *fib* Commission 9 „Dissemination of knowledge” titkára.

Dr. Balázs L. György (1958) okl. építőmérnök, matematikai szakmérnök, PhD, dr. habil. egyetemi tanár, a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék vezetője. Fő érdeklődési területei: beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek (anyagai, laboratóriumi vizsgálata és modellezése), szálerősítésű betonok (FRC), nem acél anyagú (FRP) betétek, megerősítések anyagai és módjai, erőátadódás betonban, vasbeton tartó repedezettségi állapota, vasbetonszerkezetek tartóssága. A *fib* TG 4.1 „Használhatósági határállapotok” munkabizottság és a Special Activity Group 2 „Dissemination of knowledge” elnöke, valamint további *fib* bizottságok tagja. A *fib* Magyar Tagozat elnöke. A *fib* tiszteletbeli elnöke.

POSSIBLE DETERIORATION OF FIBRES INFLUENCED BY MIXING IN CONCRETE

Olivér Czoboly – György L. Balázs

Favourable experience with fibre reinforced concrete (FRC) resulted in its increasing use world wide. The properties of fibre reinforced concrete are mostly influenced by the fibre type and the amount of fibres. Fibre properties (tensile strength, length, surface characteristics, shape and density) are normally defined by the fibre producers. However, the properties of hardened FRC are influenced by the properties of fibres existing after mixing.

The question is if the properties of fibres can be significantly influenced by the mixing procedure? Herein we studied how the 5 to 30 minute mixing in concrete influences the fibre properties with different fibre materials and fibre shapes. According to our experimental study some of the fibres were deteriorated during the mixing in concrete. The type of deterioration and the degree of deterioration significantly depended on the properties of fibre. The typical deterioration types of the tested fibres were summarized in our article.

VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF **fib**



Dr. Almási József – Varvasovszky Péter

**EGY AUTÓIPARI
GYÁRTÓCSARNOK
TARTÓSZERKEZETI
TERVEZÉSÉNEK
TAPASZTALATAI**

74

Dr. Borosnyói Adorján

**BETONSZERKEZETEK
HELYSZÍNI RONCSOLÁSMENTES
VIZSGÁLATI EREDMÉNYEINEK
ÉRTÉKELÉSE GEOSTATISZTIKAI
MÓDSZERREL**

81

**CCC2015 konferencia -
Hainburg 2015**

85

Dr. Lublói Éva – Dr. Balázs L. György –
Kapitány Kristóf – Dr. Barsi Árpád –
Földes Tamás

**TŰZKÁROSODOTT
VASBETONSZERKEZET
VIZSGÁLHATÓSÁGA CT-VEL**

86

Czoboly Olivér – Dr. Balázs L. György
**SZÁLAH LEHETSÉGES
KÁROSODÁSA
BETONBAN VALÓ KEVERÉS
SORÁN**

91

SZEMÉLYI HÍREK

**Dr. Zsigovics István köszöntése
65. születésnapján**

96

2014/4

XVI. évfolyam, 4. szám

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Träger Herbert

Szerkesztőbizottság:

Dr. Bódi István

Dr. Csíki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kopecskó Katalin

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Dr. Lublőy Éva

Madaras Botond

Mátyássy László

Polgár László

Dr. Salem G. Nehme

Telekiné Királyföldi Antonia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

Lektori testület:

Dr. Dulácska Endre

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, Műegyetem 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: Czoboly Olivér

Tervezőszerkesztő: Halmai Csaba

Nyomdai kivitelezés: Navigar 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:

Infinity Tower Dubai Marina

Foto: Dr. Balázs L. György

TARTALOMJEGYZÉK

- 74** Dr. Almási József – Varvasovszky Péter
EGY AUTÓIPARI GYÁRTÓCSARNOK TARTÓ-SZERKEZETI TERVEZÉSÉNEK TAPASZTALATAI
- 81** Dr. Borosnyói Adorján
BETONSZERKEZETEK HELYSZÍNI RONCSOLÁS-MENTES VIZSGÁLATI EREDMÉNYEINEK ÉRTÉKELÉSE GEOSTATISZTIKAI MÓDSZERREL
- 85** **CCC2015 KONFERENCIA - HAINBURG 2015**
- 86** Dr. Lublőy Éva – Dr. Balázs L. György – Kapitány Kristóf – Dr. Barsi Árpád – Földes Tamás
TÚZKÁROSODOTT VASBETONSZERKEZET VIZSGÁLHATÓSÁGA CT-VEL
- 91** Czoboly Olivér – Dr. Balázs L. György
SZÁLAK LEHETSÉGES KÁROSODÁSA BETONBAN VALÓ KEVERÉS SORÁN
- 96** **SZEMÉLYI HÍREK**
Dr. Zsigovics István köszöntése 65. születésnapján

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 Vasbetonipari Zrt., Pont-Terv Zrt., Swietelsky Építő Kft., Uvater Zrt.,
Mélyépterv Komplex Mérnöki Zrt., Hídtechnika Kft.,
Betonmix Mérnökiroda Kft., CAEC Kft., SW Umwelttechnik Magyarország Kft.,
Union Plan Kft., DCB Mérnöki Iroda Kft.,
BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék,
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék