

A beton sokszínűsége

The diversity of concrete

Diversitatea betonului

LECZOVICS Péter¹, mérnök-tanár
Dr. KÁSZONYI Gábor PhD²
¹Leczovics.Peter@ybl.szie.hu
²Kaszonyi.Gabor@ybl.szie.hu
Szent István Egyetem,
Ybl Miklós Építéstudományi kar

ABSTRACT

In the 1980's the demand for better quality concrete increased which was generated by the growing constructional, technological, and aesthetic need. For this reason new methods were created, for example self-leveling, self-compacting, reinforced, high-strength, self-healing concretes.

Present article introduces the components of the concrete, the possible grouping of these - and through some interesting and beautiful examples the authors are aiming to show the 'diversity' of concrete.

Keywords: congealed concrete, light-transmitting concrete, reinforced concrete

ÖSSZEFOGLALÓ

Az 1980-s években fokozottan előtérbe került a jobb minőségű beton iránti kereslet, amelyet a fokozott építési, technológiai, valamint a betonnal kapcsolatos esztétikai igények növekedése generált. Emiatt került sor az újabb és újabb betontechnológiai módszerek kidolgozására (pl.: önterülő, öntömörödő beton, szálerősített beton, nagyszilárdságú beton, öngyógyuló beton, stb.)

Cikkünkben a beton anyaga, összetevői szerinti csoportosítás néhány érdekes és szép példáján keresztül igyekszünk bemutatni a beton „sokszínűségét”.

Kulcsszavak: dermesztett homokbeton, fényáteresztő beton, szálerősített beton

BEVEZETÉS

Mitől lehet különleges egy beton? Korábban a testsűrűség alapján különböztettük meg a betonokat (könnyű-, normál-, nehézbeton), manapság azonban ez a csoportosítás több szempont alapján is kiegészítésre szorul. Így például napjainkban a különböző betonokkal, betonszerkezetekkel szemben előtérbe kerültek a folyamatosan növekvő műszaki tartóssági követelmények, a teljesítőképesség fokozása, amelyek a kemikáliák fejlesztési eredményeit, a technológiák fejlődését is sikeresen alkalmazzák.

A különleges betonok csoportosítása több szempont szerint lehetséges, így például:

- anyaga, összetevői,
- a szerkezet tulajdonságai szerint,
- a bedolgozhatóság, bedolgozási technológia,
- a megjelenési forma szerint, stb.

DERMESZTETT HOMOKBETON

A dermesztett homokbeton, vagy ahogy a köztudatban ismerik „gipszbeton” kifejlesztése az 1930-években kezdődött, és Sámsondi Kiss Béla (1899-1972) munkásságán alapszik. Az eljárás lényege, hogy olyan zsaluzatot – jelen esetben gipszsaluzatot (1.sz. kép) - alkalmaz, amely a frissbetonból rövid idő alatt a felszívja a vizet, ezáltal a friss beton megdermed. A nem tektonikus szerkezetek, a szövetszerkezetes cellarendszeres építési technológiát Párkányi Mihály folytatta, majd a 1980-s években dr. Kászonyi Gábor végzett alapkutatókat [1] az anyagvizsgálati jellemzők összefoglalására, az új anyagjellemzők meghatározására.

A gipszsaluzatban a dermesztett homokbeton szilárdulási üteme gyors, végszilárdsága pedig 30-50 %-kal magasabb a hagyományos betonnál. A 600x600 mm-s gipsztáblák távtartását beépített műanyag betétek biztosítják (1. kép), melyek alkalmasak a vékony acélbetétek befűzésére, helyzetének rögzítésére.

A dermesztett teherhordó homokbeton szerkezetkész monolit vasbeton héjszerkezet (2. kép), statikailag méretezett vasalással (BHB 55.50, Φ 3-8 mm), legalább C 12/15-X0-4-F4 minőségű dermesztett betonból készíthető. Az öntéshez alkalmazott „homokbeton” 500-800 kg/m³ cementadagolással (CEM I 32,5), 4 mm maximális szemnagyságú, folyamatos szemmegoszlású, I.o. homok adalékanyaggal készül.



1. kép
A gipszsaluzat



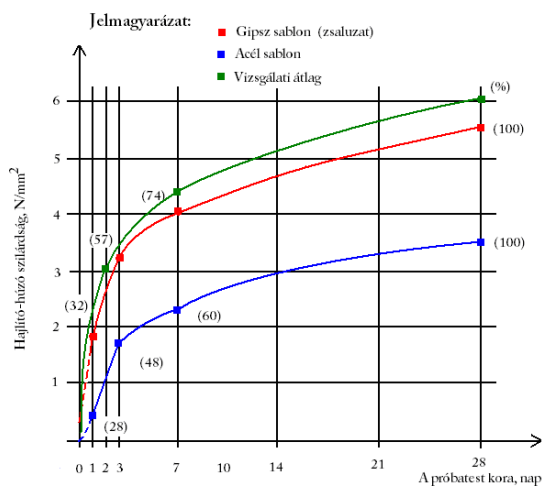
2. kép
*A dermesztett teherhordó
homokbeton héjszerkezet*

A maradó víz/cement tényező $\sim 0,25$, mely egyrészt az acélbetétek korrózióvédelmét biztosítja, másrészt a beton zsugorodási repedéseinek tágasságát és számát csökkenti. A nedves gipszsaluzat a szilárdulás kezdeti szakaszában az utókezelést biztosítja.

A gipszsaluzat dermesztő hatását, valamint hajlító-húzó szilárdság, illetve a nyomószilárdság változását a homokbeton korának függvényében az 1-2. ábrák szemléltetik. [2]

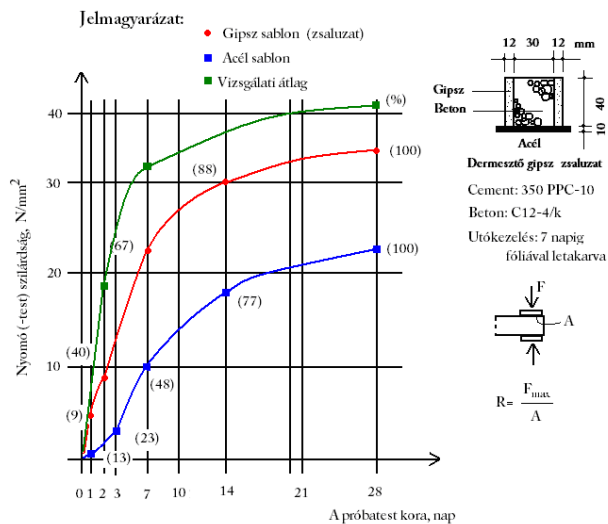
A szilikátbázisú könnyűszerkezetes építési technológia alapvetően két gyártási fázisra bontható:

- a nedvszívó gipsz-zsaluzat gyártása,
- a szerkezetszerelés vasalással, homokbeton kiöntéssel.



1. ábra

A hajlító-, húzószilárdság változása a homokbeton korának függvényében, acél, ill. gipszsaluzat esetében



2. ábra

A nyomószilárdság változása a homokbeton korának függvényében, acél, ill. gipszsaluzat esetében

Általában alkalmazott szerkezeti formák: nyitott, illetve zárt szelvényű oszlopok, gerendák, bordás vagy dobozszerű födém- és falelemek. Hő- és hangszigetelési igény esetén a szerkezetek kettős héjúak, úsztatott, függesztett, pontonként rögzített síklemezzel, az üregekben elhelyezett hő- és hangszigetelő anyaggal.

A szerkezetből változatos formájú belsőépítészeti egységek, pl. lépcsők (3. kép), bútorok, építészeti tagozatok alakíthatók ki, melyek teherbíró funkciókat is ellátnak.



3. kép

Készül a beltéri lépcső

FÉNYÁTERESZTŐ BETON

Számtalan törekvés, fejlesztés célja az összefoglaló néven fényáteresztő betonok létrehozása, megvalósítása. A témakörrel kapcsolatosan egy korábbi cikkben [3] felvázoltuk a fény és a beton „társításának” lehetőségeit. Kétségtelen tény, hogy a témakör kiemelkedő terméke az optikai szálakat tartalmazó LiTraCon (4. kép) – azaz fényáteresztő – elnevezésű termék, amely magyar találmány. A világ számos országában mutatták be, és alkalmazzák ma már egyre szélesebb körben. Szerencsére hazánkban is egyre népszerűbb a folyamatos fejlesztés alatt álló LiTraCon termékcsalád, így alkalmazásának szép példáival találkozhatunk egyre gyakrabban (5. kép).

Műszaki paraméterek:[4]

Formátum: előregyártott blokk

Alkotóanyagok: 96 % beton / 4 % optikai kábel

Testsűrűség: 2.100 – 2.400 kg/m³

Optikai szálméret: 0,002 – 2 mm

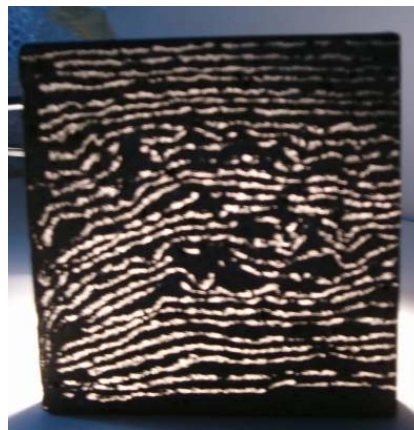
Optikai szálak képe: pontos, sávos, organikus

Blokk méretek: 300 x 600 mm

Vastagság: 25 – 500 mm

Szín: szürke, fekete, fehér

Felület: polírozott

Nyomó szilárdság: 50 N/mm²Hajlító szilárdság: 7 N/mm²

4. kép

A fényáteresztő beton

A fényáteresztő beton megjelenése – különösen természetes vagy mesterséges megvilágítással – az optikai szálak elhelyezkedésének variálásával változatosabbá tehető (6. kép).



5. kép

A Kitelepítettek emlékműve a Szarvas téren

6. kép

Az optikai szálak különböző elhelyezkedése

A folyamatos fejlesztés eredménye a LiTraCon pXL, melyben egy speciális, műanyag csapokból álló idom vezeti át a fényt (7. kép). Az elnevezésében a felületen szabályosan megjelenő fénypontokra, pixelekre utal a „p”, az XL pedig a nagy elemméretet hangsúlyozza. A műanyag színezhető, ezáltal különleges fényhatások érhetőek el.

A pixelbeton anyagköltsége lényegesen alacsonyabb, emellett előállítása is egyszerűbb és olcsóbb az optikai szálal LiTraCon-hoz képest, valamint teljes egészében iparosítható.

MŰSZAKI PARAMÉTEREK:[4]

Formátum: előregyártott, erősített panel

Alkotóelemek: 96% beton, 4% PMMA

Testsűrűség: 2100-2400 kg/m³

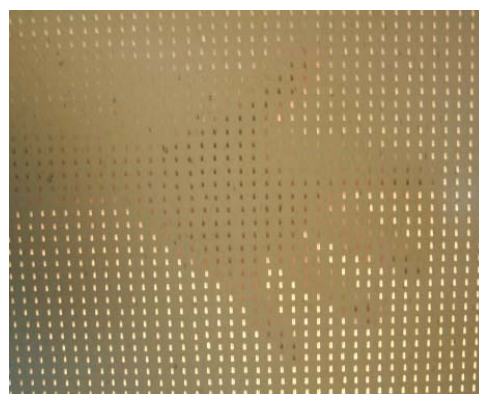
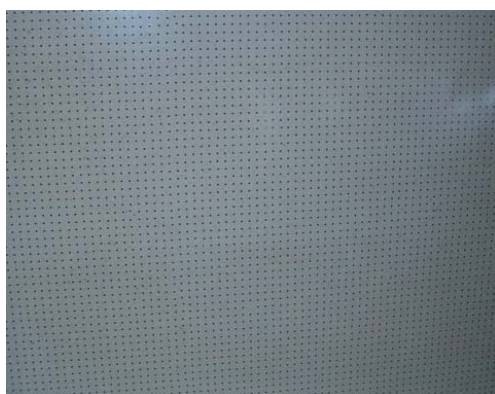
Felületképzés: polírozott, csiszolt, mosott

Vastagság: 40mm és 60mm

Panelméretek:

40 mm vastagságnál max. 1200 x 600mm

60 mm vastagságnál 3600 x 1200mm



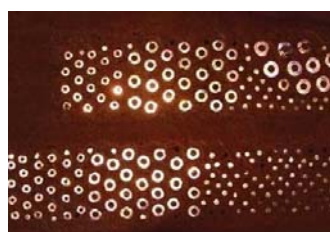
7. kép

A Litracon pXL, azaz a pixelbeton

A LiTraCon termékcsalád mellett számos irányzat, törekvés is ismert a beton fényáteresztő képességének megvalósítására. Nemcsak betontechnológusok, de iparművészek, belsőépítészek is törekednek a különböző transzparens anyagok pl. üveg, műanyag társítására a betonnal. Egyrészt a hagyományos üvegfeldolgozást, -technikát fejlesztik tovább, másrészt a betontechnológia újdonságait alkalmazva hoznak létre korszerű és érdekes megoldásokat. Ennek szép példáit mutatja be a 8. kép, ahol az üveg mellett ismételt megjelennek a műanyagok különböző formái.



a.)



b.)



c.)



d.)

8. kép

Variációk az üveg és beton (a-c)[3], valamint műanyag és beton társítására (d)

ÖNTÖMÖRÖDŐ BETON

Az 1980-as évektől a betonokkal szemben fokozottan előtérbe került a minőségi, technológiai követelmények szigorodása, az esztétikai igények növekedése. Az igények teljesítését döntően befolyásolta, hogy a

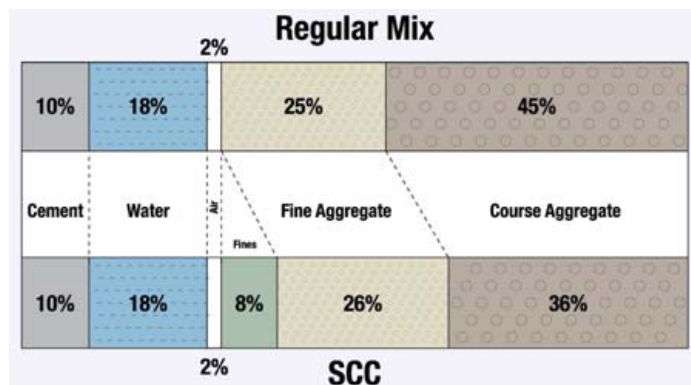
jól képzett, a kivitelezésben dolgozó munkaerő struktúrája is jelentősen változott, azaz a követelmények közé került az „emberi tényező” minimalizálása. Így született meg az öntömörödő beton technológia – elsőként Japánban –, és terjedt el világszerte.

Az öntömörödő beton (ÖTB) – angolul Self Compacting Concrete (SCC) – jellegzetességei az összetétel alapján:

- az önsúlyta hatására üregmentesen ki tudja tölteni a tetszés szerinti alakú zsaluzatot és vasalatot,
- szétosztályozódás nélkül, önállóan légtelenítődik,
- szinte tökéletesen kiegyenlítődik.

Az ÖTB (SCC) technológia előnyei:

- kevesebb élőmunka igény (kb.20%)
- energia igény csökkentése,
- gyors beépíthetőség.



3. ábra

A beton és az öntömörödő beton elvi összetétele[5]

Az öntömörödő beton receptúrális alapja, hogy kialakított szemcseváz szerkezetben ($d_{max}=16mm$) a finomrész tartalom mennyiségét megnövelik, és egymásra épülő kísérletekkel állapítható meg az ideális összetételű keverék. A hagyományos és öntömörödő beton összetételének összehasonlítását a 3.sz. ábra mutatja be. A kifejlesztett öntömörödő beton technológiája új konzisztencia vizsgálati eljárások kidolgozását vonta maga után pl.: blokkoló gyűrűs, L-dobozos, blokkoló rácsos vizsgálat U-alakú edényben, Kajima dobozos vizsgálat, stb.

Ezen vizsgálati módszerek (a folyósság (viszkozitás), a zárványképződési hajlam, az önkiegyenlítő képesség, az önlégtelenítő képesség, a szerkezeti stabilitás) elsősorban a beépíthetőséget helyezik előtérbe.

A kidolgozott új konzisztencia vizsgálati eljárások közül a legelterjedtebb a terület, valamint blokkoló gyűrűs vizsgálat. A terület mérésével az ÖTB folyósságát, viszkozitását állapíthatjuk meg, a blokkoló gyűrűs vizsgálatnál (9.sz. kép) az előbbieket mellett a zárványképződési hajlamot is jól ellenőrizhetjük. E két eljárás akár a beépítés helyszínén is alkalmazható konzisztencia vizsgálat.



9. kép

A blokkoló gyűrűs vizsgálat

Az öntömörödő betonokról elmondható, hogy a hagyományos betonokhoz képest mikrostruktúrájuk jobb, szilárdulásuk a korai (1-2 hetes) szakaszban gyorsabb. Azonos, vagy jobb húzószilárdsággal rendelkeznek mint a vibrált betonok, alkalmasak nagy teljesítőképességű betonok előállítására. Jól tervezhető a beton összetétele, azonban elkészítése nagyobb technológiai fegyelmet igényel (vízadagolás). Továbbá jó minőségű

felületet ad, ezért látszó-, illetve látványbeton készítésére is kiválóan megfelel. Ez utóbbi jellemzésére mutatunk be néhány szép példát a már megvalósult beépítésekről (10-11. sz. képek).



10.sz. kép *A stockholmi reptér 83 m magas tornya*[6]



11.sz. kép *Széchy Tamás uszoda (Budapest, Margitsziget)* [7]

SZÁLERŐSÍTETT BETON

Az emberiség a természetes anyagú szálak előnyös hatását, alkalmazását a különböző építőanyag termékekben évezredek óta ismeri. A technikai fejlődés eredményeképpen megjelentek az iparilag feldolgozott anyagok – pl.: acélszálak –, majd a különböző típusú mesterséges (műanyag) szálak.

A szálerősítés alkalmazását beton esetében az 1874-es évre vezetik vissza, amikor A. Berand fémhulladékot kevert a betonba. Az ugrásszerű fejlődés a XX. század második felére tehető, a műanyag szálak megjelenésével [8], és további fejlődés várható a nanotechnológia eredményeinek felhasználásával.

A vasbetonban a beton a nyomást, a hajlító- húzó igénybevételeket a vasalás veszi fel. Ez utóbbi „kiváltása” lehetséges a finomabb, egyenletesen eloszlalt szálak alkalmazásával.

Az alkalmazott műanyag szálak (hossz: 5-40 mm) mennyisége betonokban általában 1 kg/1 m³ beton (12.sz. kép), homokbetonokhoz 5-10 kg/1 m³ beton. Az acélszálak mennyisége 25 kg/1 m³ beton. A különböző szálak alkalmazásának előnyei:

- nő a hajlító-húzószilárdság,
- javul az alaktartósság,
- csökken a repedésérzékenység,
- nő az ütésállóság és a kopással szembeni ellenállás



12. kép
Szálerősített beton törésképe

A szálerősített frissbetonok konzisztencia vizsgálata eltér a hagyományosnak tekinthető konzisztencia vizsgálatoktól, de megjegyzendő, hogy a vizsgálati eljárások még kevésbé kidolgozottak.

A szálanyagok bedolgozására többféle megoldás is született. A frissbetonba történő adagolása a keveréknek az általánosan elterjedt, de ismert olyan megoldás is (SIFCON betonok[9]), amikor a szálakat előre elhelyezik az öntő formában (zsaluzat), és utána kerül sor a betonnal történő kiöntésre. (13.sz. kép)



13. kép
SIFCON beton készítése[9]

A szálerősítést hazánkban elsősorban ipari padlók (acélszál) készítésénél alkalmazzák. A műanyag szálerősítést egyedi tervezésű, speciális igényeket is kielégítő, vékonyfalú elemek gyártásánál alkalmazzák.

Külföldön igen elterjedten alkalmazzák a szálerősítést karcsú szerkezetek kialakításánál (14.sz. kép), időjárásnak kitett szerkezetekben (útbetonok, térbetonok) a szálerősített homokbetonokat pedig vékony (2cm vastagságú elemek) – homlokzatburkolatok, erkélymellvédek – készítéséhez.



14. kép
Az Ördög hídja (Pont du Diable), 1,8 méter magas szerkezet, amely 70 métert (Rudy Ricciotti) hidal át alátámasztás nélkül [10]

FELHASZNÁLT IRODALOM:

- [1] dr. Kászonyi Gábor: Dermesztett teherhordó homokbeton szerkezetek tervezése és létesítése Magyarországon Építésszervezés és építéstechnológia konferencia, „Innovatív módszerek és technológiák” ÉTE konferencia kiadvány, Budapest, 2009. p. 51-56
- [2] Polyák Ágnes: Dermesztett teherhordó homokbeton szerkezetek szilárdsági vizsgálatai roncsolásos és roncsolásmentes eljárásokkal II. TDK-dolgozat, 2009,OTDK, (t.v.: Leczovics Péter)
- [3] Leczovics P.- Réfi Á.: Fény a betonban, Technika Műszaki Szemle 2013/1 p.24-.25.
- [4] Réfi Ágnes: A „sokszínű” beton, TDK-dolgozat, 2013, OTDK, (t.v.: Leczovics P.)
- [5] http://www.icfmag.com/articles/features/Self_Consolidating_Concrete.html,2013. okt.
- [6] http://www.cement.org/tech/cct_SCC.asp,2013.okt.
- [7] <http://epiteszforum.hu/szechy-tamas-uszoda>, 2013.okt.
- [8] <http://www.betonopus.hu/notesz/szalerositesu/szalerositesu.pdf> , 2013. okt. 20.
- [9] http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika,materialy_i_technologie,artykul,wspolczesne_fibrokompozyty_cementowe,2701, 2013. okt. 16.
- [10] <http://hg.hu/cikk/epiteszet/11792-ordoghidtol-a-hajlekony-betonig> 2011.03.27