

Gipszbeton szerkezetek tervezési módszereinek továbbfejlesztése

Dr. Kászonyi Gábor

főiskolai tanár

Ybl Miklós Műszaki Főiskola, Budapest

1. A dermesztett beton szerkezet és építésmód rövid története

A dermesztett beton („szövetszerkezetes” ill. „gipszbeton”) építési mód kialakulása Sámsondi Kiss Béla munkásságán alapszik, és hazánkban fél évszázados múltra tekint vissza. A szakirodalomból jól ismert saját háza (Budapest, XII. Dayka Gábor u. 83.) 1941-44-ben épült. Az építési mód akkori tapasztalatait „Szövetszerkezetes épületek” c. könyvében foglalta össze. /1./

Munkássága a II. világháború után több vonalon folytatódott, a kipróbált technológiai megoldások az építésmód műszaki gyakorlatát gazdagították, bizonyítva életképességét, aktualitását. Az ÉTI-ben a 60-as években végeztek betondermesztéssel és gipszszaluzattal kapcsolatos mechanikai alapvizsgálatot, eljárást dolgoztak ki gipszszaluzatban dermesztett beton előállításának lehetséges technológiájára. Kísérleti épületeken („Diogenes” szállítható hétvégi ház, „Maisonette-ház” Budafok) vizsgálták az anyag és szerkezet viselkedését.

A laboratóriumi és helyszíni vizsgálatokkal párhuzamosan tudományos igényű javaslatok születtek a dermesztett beton szerkezetek tervezési jellemzőinek meghatározására. Párkányi Mihály foglalkozott „nem tektonikus szerkezetek” a szövetszerkezetes cellarendszeres építési mód kérdéseivel. /2./

E szerkezet anyagvizsgálati jellemzőinek összefoglalására, kísérleti eredmények alapján történő pontosítására ill. új anyagjellemzők meghatározására végeztem alapkutatásokat 1984 és 87-ben Kászonyi Gábor (BME Építőanyagok Tanszék). /3./

Az építész tervezőkkel - egyben a technológia szabadalmazóival Szövényi István, Czoch Andrea, Ónodi Szabó Lajos, Albert Tamás építészekkel együttműködve az 1970-es évek elejétől együttműködve fokozatosan dolgoztuk ki a „szövetszerkezet” vizsgálatait és méretezési elveit.

2. Anyag, szerkezet, technológia ismertetése

2.1. Általános meghatározás:

A dermesztett betonok olyan speciális vékonyfalú teherhordó anyagok ill. szerkezetek, melyek tömörítése a bedolgozáshoz szükséges többlet vízmennyiségnek az előregyártott zsaluzat általi gyors elszívásával történik.

Nedvszívó zsaluzatként a gipsz alkalmazása célszerű, alacsony testsűrűsége, egyszerű gyárthatósága, „kész felület” kialakítási lehetősége miatt.

A gipszbeton felületész monolit vasbeton héjszerkezet, mely statikailag méretezett vasalással legalább C 12-4/ F minőségű dermesztett homokbetonból készül.

2.2. A dermesztett beton anyag: speciális szemszerkezetű, magas cementtartalmú (600-1000 kg/m³), nagyszilárdságú homokbeton, méretezés szerinti 3-8 mm-es vasalással (CI5.H., BHB 60.50., B60.40.), 25-40 mm szerkezeti vastagsággal.

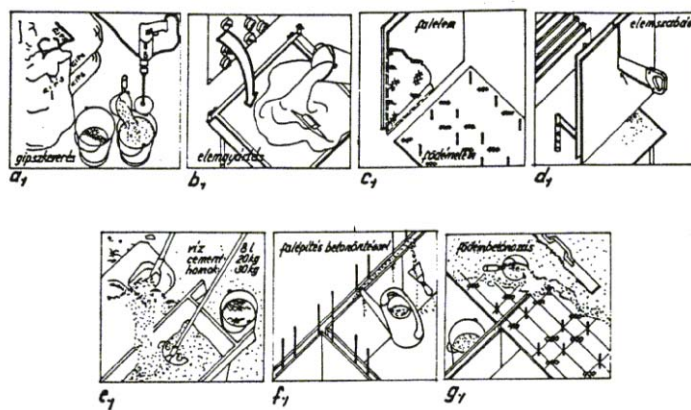
A cementkötésű építőanyagok közül mind az adalék szemnagysága, mind a fajlagos cementtartalom alapján az armocementhez (ferrobetonhoz) áll legközelebb. Jelentős eltérést a bedolgozott anyag alacsony „maradó” víz-cementtényezője jelent a dermesztett beton javára, mivel ez, valamint a dermesztésből fakadó nagy tömörség jelentősen növeli a szilárdságot, ugyanakkor csökkenti a zsugorodás mértékét /2./ , /4./ , /6./ ,

A gipszrétegek közé öntött beton hidrosztatikus nyomása kiküszöbölhető /2./

2.3. Az építési technológia 2 alapvető fázisra bontható:

- a gipsz zsaluzóelemek előregyártása,
- az elkészült táblából horizontális és vertikális elemek összeszerelése, a bordák vasalása és folyós konzisztenciájú homokbetonnal való kiöntése.

A 600x600 mm táblaméretű zsaluzó gipszelemek könnyen szabhatók. A gipsztáblák távtartását beépített műanyag betétek biztosítják, melyek alkalmasak a vékony acélbetétek befűzésére, helyzetének rögzítésére is (1. ábra).



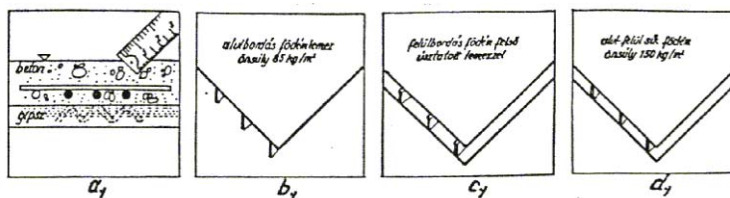
1. ábra

Dermesztett beton szerkezeti elemek gyártási fázisai

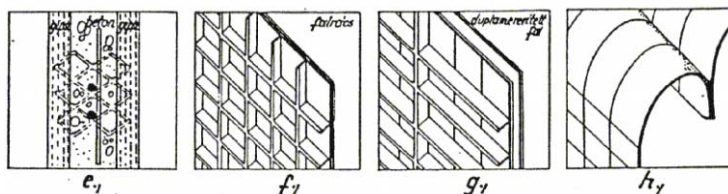
2.4. A deresztett beton szerkezet ill. építési rendszer

Anyag, szerkezet és technológia szétválaszthatatlan egysége. (2. ábra)

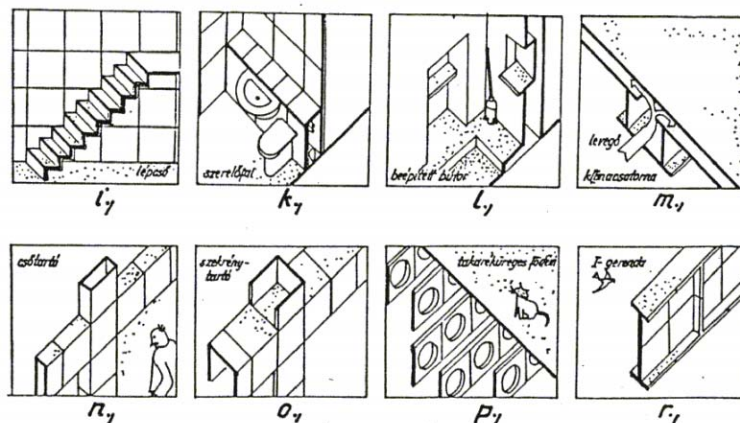
2.4.1. A vízszintes teherhordó szerkezetek (födémek):



2.4.2. A függőleges teherhordó szerkezetek (falak):



2.4.3. Építési segédstruktúrák:



2. ábra

3. Eredmények az anyagvizsgálatok területén

Helyszíni vizsgálati eredmények és laboratóriumi kísérletek alapján meghatároztam a bentmaradó gipsz-zsaluzatos vékonyfalú vasbeton szerkezetek célszerű anyagösszetételét.

3.1. Betonösszetétel meghatározása

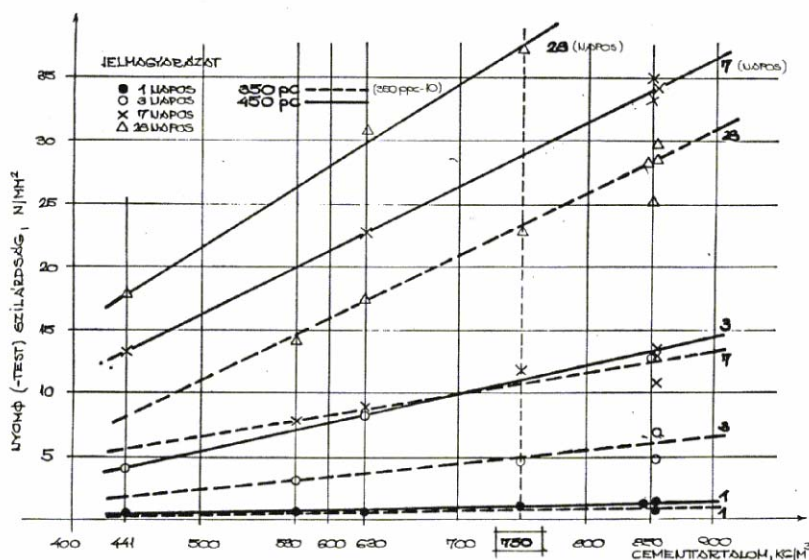
A betonösszetételt a Bolomey-Palotás képlet, valamint korábbi kísérletek empirikus adatai alapján határoztam meg, három anyagtani jellemző szilárdságra gyakorolt hatásának pontosításával. Ezek:

- a cement mennyiségének és minőségének hatása a dermesztett homokbeton szilárdságára ill. szilárdulási ütemére,
- a cementtartalom és az adalékanyag tömegének optimális aránya dermesztett betonok összetételében,
- a gipsz zsaluzóelem nedvességelszívó („dermesztő”) hatása a dermesztett homokbeton önthetőségére ill. szilárdságára.

3.1.1. A cement hatása a beton tulajdonságaira

Anyagvizsgálati kísérleteim során a dermesztett betonok készítéséhez alkalmazott cementekre vonatkozóan az alábbi összefüggéseket tapasztaltam:

- A szilárdságilag szükséges cementmennyiség a normál betonok esetében alkalmazott számítási képletekkel meghatározható.
- A cementadagolás növelésével, valamint nagyobb kötőerejű cement alkalmazásával – hasonlóan a normál betonokhoz – a dermesztett betonok szilárdsága nő, ugyanakkor a magasabb cementadagolású dermesztett betonok szilárdsági szórása nagyobb.
- (A cementtartalom további növelésével valószínűleg elérhető lenne egy optimális (maximális) szilárdsági érték, mely felett túltelített betonoknál - a szilárdság csökkenő tendenciát mutatna. Az általam vizsgált gyakorlati tartományban az összefüggés lineárisnak tekinthető).
- A mechanikai tulajdonságok – bár a cementadagolás hatása egyértelműen bizonyítható – döntőbb mértékben függenek a testsűrűségtől. ($\rho_t \approx 1950 \text{ kg/m}^3 - 2250 \text{ kg/m}^3$)



3. ábra

A nyomószilárdság változása a cementtartalom függvényében különböző korú dermesztett betonok esetén

- A dermesztett betonok maradó víz-cementtényezője laboratóriumi vizsgálataim szerint: $x_m = 0,24 - 0,25$
- A nagy mennyiségű portlandcement adagolás révén a betonacél korrózió a minimumra csökken, így az egyébként alkalmazandó (előírt) betonfedés vastagsága cca 1/3 mértékűre redukálható.

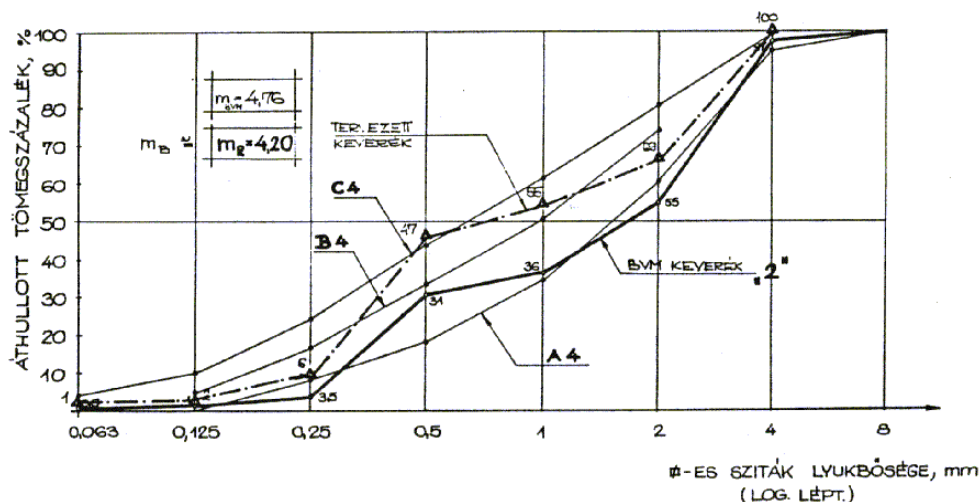
3.1.2. Adalékanyag szempontjából a dermesztett homokbeton általában megfelelő, ha:

- adalékanyaga *inert* (a cement kötését nem befolyásolja),
- az adalékanyagban a finom (0,063/0,25) frakció (H_f) és cement (C) együttes tömegének és a durva (0,25/4) homokfrakciónak (H_d) aránya:

$$\frac{C + H_f}{H_d} \cong 1.0$$

- kívánatos az öntési tapasztalatok alapján, hogy a C/H tömegarány 0,8 - 1,0 közötti értékű legyen.
- A 0,25/ 1 folyami homok „rosszul vezethető” habarcsot eredményez, csomóssá teszi a pépet, folyamatos szemmegoszlású adalékkeverékekben a tömegaránya 35 % alatt megfelelő.

Önálló adalékanyagként a 0,25/ 1 nem alkalmazható.



4. ábra

A Dunaújvárosi kísérleti elemek betonjánál tervezett ill. felhasznált adalékkeverék

3.1.3. A vízmennyiség meghatározásánál a normál kavicsbetonoknál szokásos $x=v/c$ víz-cementtényező helyett az:

$$x_r = \frac{v}{C + H_f}$$

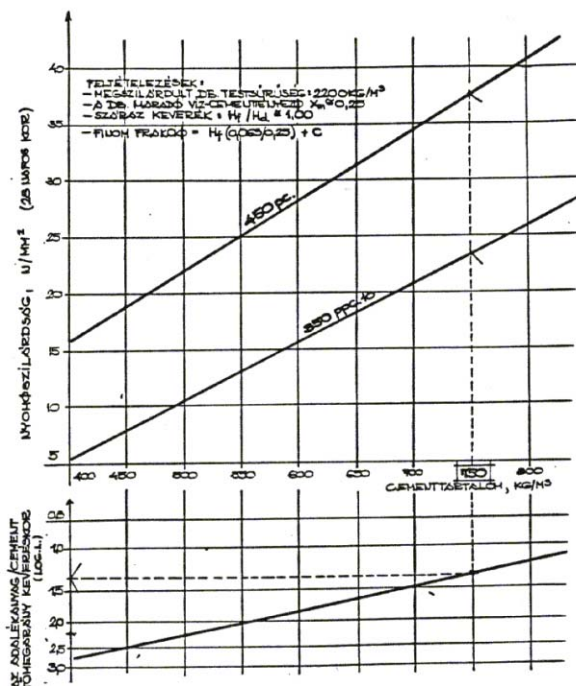
módosított víz-cementtényezővel kell számolni az adalékanyag nagy fajlagos felületének figyelembevételével.

- A keverővíz meghatározásánál a *gipsz zsaluzóelemek nedvszívó képességét* 25-28 % értékben javasolom felvenni. (~ 6,72 kg/m²)

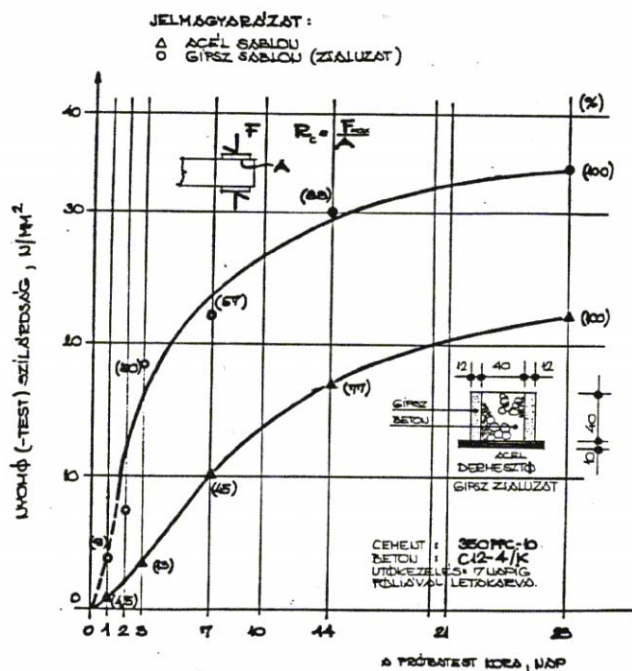
3.1.4. Tervezési nomogram dermesztett betonok összetételének meghatározására

Korábbi vizsgálatok eredményeinek összefoglalása és szintézise eredményeképpen a dermesztett betonok speciális tulajdonságait is figyelembe vevő tervezési nomogramot állítottam össze, melyet az 5. ábra mutat.

A nomogram alkalmas számított, szilárdságilag szükséges cementtartalom (C) ismeretében, adott cementminőség esetén, a nyomószilárdság előrebecslésére, illetve az adalékanyag – az önthetőség szempontjából megfelelő – tömegének közelítő meghatározására.



5. ábra
Nomogram dermesztett betonok
összetételének meghatározása



6. ábra
A nyomó-/test/ szilárdság változása
a beton korának függvényében

4. A szilárdsági jellemzők meghatározása

Laboratóriumi mérések alapján kimutattam, hogy a vízszívás következtében a beton szilárdulási folyamata jellegében azonos a vízzáró zsaluzatban készült beton szilárdulási folyamatával. Egyes gyakori hazai cementfajták esetére kimutattam a vízszívás (gipsz zsaluzat dermesztő hatása) hatását a nyomószilárdság (4.1) ill. a hajlító-húzószilárdság (4.2) nagyságára és időbeli alakulására.

4.1. A nyomószilárdság értéke és időbeni változása

A nyomó (test-) szilárdság átlagos értéke 28 napos korban (R_c):

- acélsablonban készült testeken 21,0 N/mm²;
- gipszsaluzatba öntött testeken 34,0 N/mm² volt. (Tervezett betonminőség: C12, cement: váci 350 ppc-10., szilárdulási hőmérséklet 20±2 °C.).

A szilárdulás ütemét acél-, ill. gipszsaluzatba öntött testeken a 6. ábra szemlélteti.

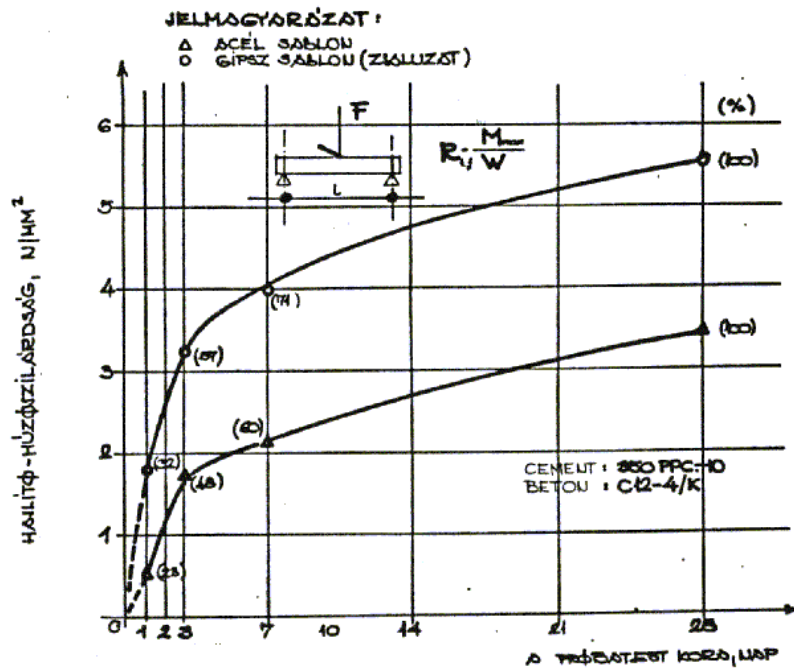
A gipszsaluzatban dermesztett betonok szilárdulása lényegesen gyorsabb a fémsablonba öntött betonokénál. A nyomószilárdság 28 napos korban mért értéke a dermesztett betonok esetében átlagosan cca. 50 %-kal magasabb, mint a fémsablonban készült betonoké.

4.2. A hajlító-húzószilárdság átlagos értéke és időbeni változása

A hajlító, -húzószilárdság átlagos értéke 28 napos korban (R_{tf}):

- acél sablonban készült testeken 3,51 N/mm²;
- gipszsaluzatba öntött testeken 5,60 N/m² volt. (Tervezett betonminőség: C12, cement: váci 350 ppc-10., szilárdulási hőmérséklet 20±2 °C.)

A szilárdulás ütemét acél-, ill. gipszsaluzatba öntött testeken a 7. ábra szemlélteti.



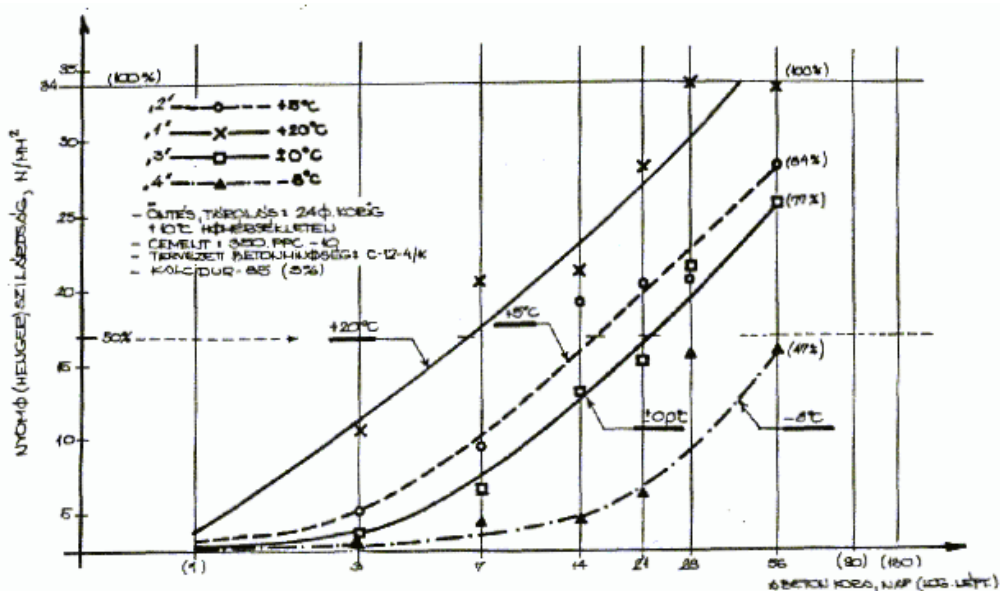
7. ábra

A hajlító-húzószilárdság változása a beton korának függvényében

A hajlító, -húzószilárdság 28 napos korban mért értéke a dermesztett betonok esetén átlagosan - cca 60 %-kal magasabb, mint a fémsablonban szilárdult testeknél.

4.3. Dermesztett betonok nyomószilárdságának alakulása hideg időben készített szerkezetek esetén

A hideg hőmérséklet hatását a dermesztett betonok szilárdulási ütemére a 8. ábra szemlélteti.



8. ábra

A hideg idő hatása dermesztett betonok szilárdságára és szilárdulási ütemére

Az 56 napos korban mért szilárdságok aránya (kerekítve) +20°C hőmérsékleten tárolt testeknél 100%, +5°C esetén 84% ±0°C esetén 77%, -8°C hőmérsékleten 47%. Mivel a *kizsaluzás* (kiállványozás) általában a végszilárdság 50-60%-nak elérése után végezhető el, így +20°C esetén 7 napos, +5°C-nál 14 napos, ±0°C-nál 28 napos, míg -5°C-nál csak 56 napos korban történhet meg.

(A hideg időben végbemenő betonszilárdulási folyamatok kutatásával Dr. Balázs György foglalkozott. Megállapította, hogy „alacsony hőmérsékleten tárolt, majd tartósan (kb. 60 napig) fagyhatásnak kitett beton szilárdulása sem szűnt meg teljesen a fagyhatás idején, ha beton szilárdsága egy minimális értéket elért (kb. 10-15 kg/m²). A szilárdulást a fagyhatás idején, valamint felengedés után gyorsította a nagyobb cementadagolás és a kalciumklorid adagolás).

Irodalom

- [1.] Sámsondi Kiss Béla: Szövetszerkezetes épületek (Műszaki Kiadó, Bp. 1965.)
- [2.] Párkányi Mihály: Nem tektonikus szerkezetek, (Építés, -Építészettudomány 1969/1-4)
- [3.] Anyagvizsgálati Szakvélemény 1984., 1987., (Dr. Kászonyi Gábor, BME)
- [4.] Nguyen Huu Thank: A ferrocement mint építőanyag és építésmód. (Építőanyag, XXXIX. évf. 2. szám 1987.)
- [5.] Dr. Bachmann Zoltán: Pécs középkora, A pécsi Dóm Múzeum románkori kőtár bemutatása.
- [6.] Gipszbeton szerkezetek. Alkalmazástechnikai Kézikönyv, (26. ÁÉV. Dunaújváros - ÉMI 1991.)
- [7.] Michaluti Antal: A gipsz alkalmazása fal és fűdémszerkezetekhez.
- [8.] Dr. Kászonyi Gábor: Vékony keresztmetszetű dermesztett beton és vasbeton szerkezetek Magyarországon. (TECHNIKA XXXVII. évf. 6. sz. 1993.)
- [9.] Dr. Gábor Kászonyi: Thin sectioned numbed concrete and numbed reinforced concrete structures. (Science and Technology in Hungary, 1994.)
- [10.] Dr. Kászonyi Gábor: Gipszbeton szerkezetek tervezési módszereinek továbbfejlesztése. (Kandidátusi disszertáció. 1994-95.)