



VASBETONÉPÍTÉS
25 év



DR.-HABIL. GÁLOS MIKLÓS

**A KORAI VASBETONÉPÍTÉS
KEVÉSBÉ ISMERT
SZERKEZETEI A BUDAPEST
FASORI EVANGÉLIKUS
TEMPLOMBAN**

102

BARANYI ATTILA - DR. KOPECSKÓ
KATALIN - DR. CSETÉNYI LÁSZLÓ

**PORTLANDCEMENTEK
KÖTÉSI IDEJÉNEK
MEGHATÁROZÁSA
FÉLADIABATIKUS
KALORIMETRIÁS
MÓDSZERREL**

106

SZEMÉLYI HÍREK

TELEKINÉ KIRÁLYFÖLDI ANTÓNIA
70. SZÜLETÉSNAPIJÁRA
BALOGH BÉLA
70. SZÜLETÉSNAPIJÁRA
BECZE JÁNOS
75. SZÜLETÉSNAPIJÁRA
POLGÁR LÁSZLÓ
80. SZÜLETÉSNAPIJÁRA
ULLRICH ANDRÁS
80. SZÜLETÉSNAPIJÁRA
DR. GÁLOS MIKLÓS
85. SZÜLETÉSNAPIJÁRA

112

fib BULLETINS 98-105

113

2023/4

XXV. évfolyam, 4. szám

FERROBETON

A CRH COMPANY

Safe basis provided by concrete



www.ferrobeton.hu

VASBETONÉPÍTÉS

műszaki folyóirat

a **fib** Magyar Tagozat lapja

CONCRETE STRUCTURES

Journal of the Hungarian Group of **fib**

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztők:

Hajós Bence, Dr. Koris Kálmán

Szerkesztőbizottság:

Dr. Csiki Béla

Dr. Czoboly Olivér

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Dr. Hlavička Viktor

Horváth Adrián

Kolozsi Gyula

Dr. Kopecskó Katalin

Dr. Kovács Károly

Dr. Kovács Imre

Dr. Kovács Tamás

Lakatos Ervin

Dr. Lublós Éva

Mátyássy László

Dr. Móczár Balázs

Dr. Nehme G. Salem

Dr. Orbán Zoltán

Pisch Zsuzsanna

Polgár László

Dr. Sajtos István

Dr. Sólyom Sándor

Dr. Szép János

Szijártó Anna

Telekiné Királyföldi Antónia

Várdai Attila

Dr. Völgyi István

Vörös József[†]

Lektorai testület:

Dr. Dulácska Endre

Királyföldi Lajosné[†]

Madaras Botond

Dr. Madaras Gábor

Dr. Szalai Kálmán

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

Magasépítés 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:

Bíró András, doktorandusz

Tervezőszerkesztő: Halmai Csaba

Megjelenik negyedévenként

nyomtatásban (korlátozott példányszám-

ban) és online.

WEB:

<http://fib.bme.hu/kiadvanyok.html>

© a **fib** Magyar Tagozata

ISSN 1419-6441 online ISSN: 1586-0361

A hirdetések felvétele:

Tel.: 463-4068, Fax: 463-3450

Címlapfotó: Vasalás a magyarországi legnagyobb feszítő kapacitású gyártópad lehorgonyzási zónájában, a Ferrobeton Zrt. új, szolnoki gyártó csarnok beruházásán
Fotót készítette: Dr. Balázs L. György

TARTALOMJEGYZÉK

- 102** DR.-HABIL. GÁLOS MIKLÓS
A KORAI VASBETONÉPÍTÉS KEVÉSBÉ ISMERT SZERKEZETEI A BUDAPEST FASORI EVANGÉLIKUS TEMPLOMBAN
- 106** BARANYI ATTILA - DR. KOPECSKÓ KATALIN - DR. CSETÉNYI LÁSZLÓ
PORTLANDCEMENTEK KÖTÉSI IDEJÉNEK MEGHATÁROZÁSA FÉLADIABATIKUS KALORIMETRIÁS MÓDSZERREL
- 112** **SZEMÉLYI HÍREK**
TELEKINÉ KIRÁLYFÖLDI ANTÓNIA 70. SZÜLETÉSNAPJÁRA
BALOGH BÉLA 70. SZÜLETÉSNAPJÁRA
BECZE JÁNOS 75. SZÜLETÉSNAPJÁRA
POLGÁR LÁSZLÓ 80. SZÜLETÉSNAPJÁRA
ULLRICH ANDRÁS 80. SZÜLETÉSNAPJÁRA
DR. GÁLOS MIKLÓS 85. SZÜLETÉSNAPJÁRA
- 113** **fib BULLETINS 98-105**

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., Uvaterv 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 Magasépítés Tanszék,
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék

A KORAI VASBETONÉPÍTÉS KEVÉSBÉ ISMERT SZERKEZETEI A BUDAPEST FASORI EVANGÉLIKUS TEMPLOMBAN



<https://doi.org/10.32969/VB.2023.4.1>

Dr. Gálos Miklós a műszaki tudomány kandidátusa, Ph.D., ny. egyetemi tanár BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

Az 1903 és 1905 között épült Budapest-Fasori Evangélikus Gimnázium és templom épületegyüttesében a korai vasbeton építés máig használatba levő szerkezetei vannak. A több, mint 100 éves templomépületben a sekrestye és a karzati lépcsőház zárófödémje, valamint a mellékhajó karzatát alátámasztó burkolt acélszerkezetű oszlop, mind-mind Zielinski Szilárd, a vasbetonépítés „apostolának” műve. A toronytestben, a négyszögletes alaprajzú térben kialakított ívelt karú vasbeton csigalépcső a korai vasbetonépítés remeke.

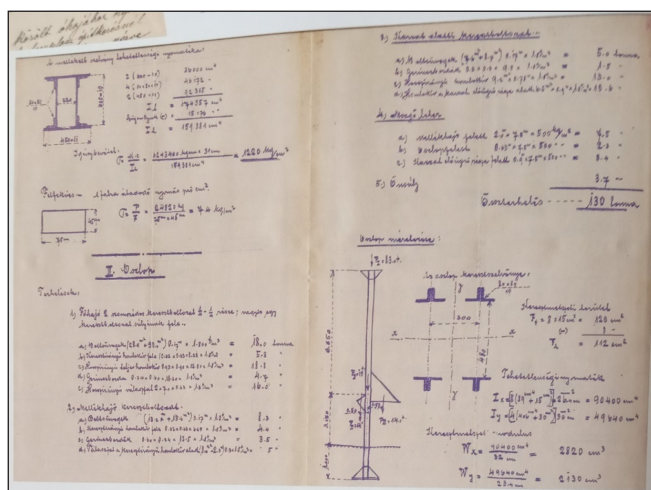
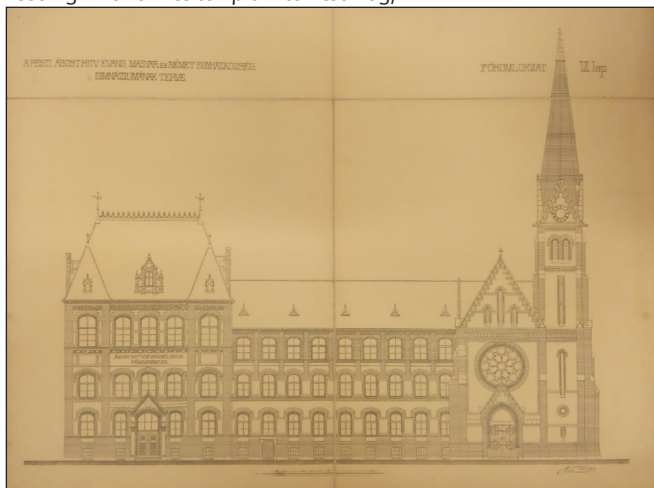
KULCSSZAVAK: Vasvázás betonfödém, ívelt karú csigalépcső, korai vasbetonépítés

ELŐZMÉNYEK

A világ első vasbeton színházában, a Veszprémi Petőfi Színház gyönyörű épületében részese voltam, a 2023. szeptember 12-én tartott „Historical concrete structures, How to preserve this cultural heritage?” című konferenciának. A konferencia széleskörű áttekintést adott a korai vasbetonépítésről. Az ott hallottak döbbenetek arra a felismerésre, hogy mint a Budapest-Fasori Evangélikus Gyülekezet tagja és tisztségviselője, olyan ismeretek birtokában vagyok, melyek a korai vasbetonépítéssel kapcsolatosan, közhasznú érdeklődésre, és így közzétételre érdemesek.

A tanáraitól és az ott végzett neves diákokról méltán híres Budapest-Fasori Evangélikus Gimnázium és templom épületegyüttese, a századforduló első éveiben, 1903 és 1908 között épült. Az épületegyüttes tervezője Pecz Samu (1854-1922) építész, műegyetemi tanár volt. (1.ábra). A 19. század végén dinamikus megindult Budapest nagyvárossá, világvárossá fejlődése. A VI. és VII. kerületeinek Nagykörúton kívüli részei egy-két évtized alatt szinte a földből nőttek ki.

1. ábra: Az épületegyüttes főhomlokzati képe Pecz Samu tervén (EOL Fasori gimnázium és templom terveysomaj)



2. ábra: Zielinski Szilárd statikai számítása a közbenső oszlopról és a kiváltó karzati ívekről (EOL Fasori gimnázium és templom terveysomaj)

Ebben a szakaszban épült meg a Bajza utca és Városligeti fasor sarkán álló gimnázium és templom épületegyüttese.

Az épületegyüttes meghatározó része a Városligeti fasorra merőlegesen álló kéthajós templom. A templom főhajóját sokszög záródású szentély zárja le. Ha a templom alaprajzát nézzük, úgy szembetűnő, hogy 55 m magas templomtoronyban kialakított vasbeton lépcső az oldalkarzat és az orgonakarzat kiszolgálását biztosítja. A templom jellegzetesen téglából épült falvázás szerkezetű, de tartószerkezeti részeinél a korai vasbeton födémek, mind pedig a kiváltó acél gerendák, konzolok, jelen vannak.

Szép példája a leírtaknak a templom közepén álló, osztott szelvényű, elburkolt acél oszlop, mely az oldalkarzat két támívét, valamint a hálóboltozatot és a padlás kiváltó gerendáit támasztja alá. A kiváltó oszlopot Zielinski Szilárd (1860-1924) mérnök, műegyetemi tanár tervezte. Az acélszerkezetű oszlop és a támívek statikai számítását az Evangélikus Országos Levéltár (EOL) őrzi.

Az épületegyüttes kivitelezési munkáiban a kor neves cégjei és mesterei vettek részt. Az épület alapozását és a

kőművesmunkákat Schubert és Hikisch utódai, Kovács és Zeuner építőmesterek, Freund Henrik és fiai cég, a festő és mázoló munkákat Tomi Lajos, és a Steinhausl és Köbler cég, a vasbeton szerkezeteket Zielinski Szilárd a Hennebique tűzálló vasvázás betonszerkezetek műszaki képviselője tervezte. Kivitelezője a Freund Henrik és Fiai vállalkozás volt.

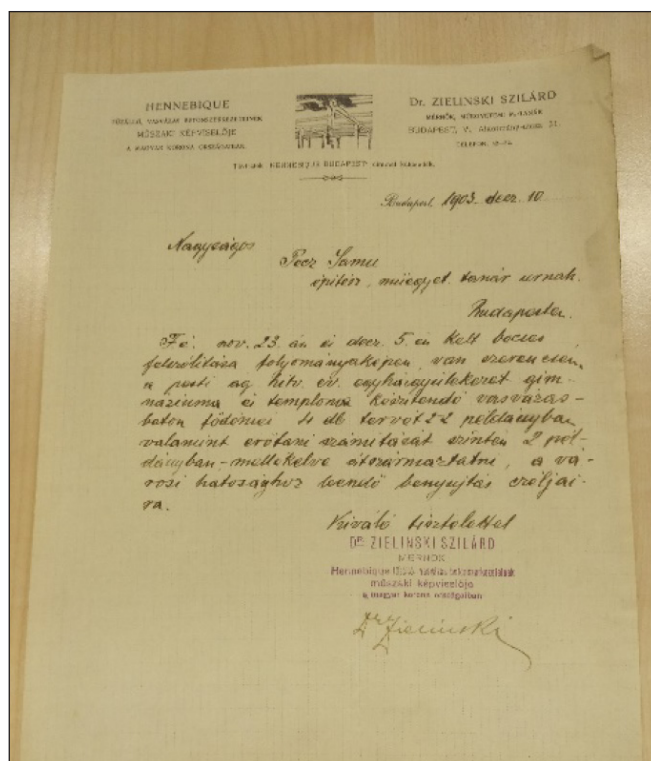
Zielinski Szilárd az 1900 évi párizsi világkiállításon ismerkedett meg, teremtett kapcsolatot a Hennebique céggel és az általuk szabadalmazott vasbetonépítési módszerrel. Ő lett a Hennebique tűzálló, vasvázás betonszerkezetek műszaki képviselője a Magyar Korona országaiban. Irodája, neves tanítványai részvételével, a Budapest, V. ker. Alkotmány utca 31. szám alatt működött.

FÖDÉMEK A TEPLOMÉPÜLETBEN

A templomban az oldalhajót lezáró lépcső, valamint a sekrestye födémje mind-mind a korai vasbetonépítés műszaki emléke. Mindkét födém felett egy-egy téglából falazott korláttal szegélyezett terasz van. A funkcionalista építész – Petz Samu – az épületek főtömegéhez tartozó ún. kiszolgáló épületrészeket, oda illesztett részekkel egészítette ki. Ezt láthatjuk a Műegyetem déli részén több épületnél is, melyeket szintén ő tervezett.

Pecz Samu a tartószerkezeti részek tervezéséhez felkérte a műegytemi professzor társát, Zielinski Szilárdot, hogy az épületegyüttes templomában, a vasbeton födémeket tervezze meg. A felkérő levél a vasbeton szerkezetek tervezésére és építésére vonatkozóan abból a felismerésből születhetett,

3. ábra: Teraszok a Fasori templom DN-yi oldalán (saját felvétel)



4. ábra: Dr. Zielinski Szilárd Pecz Samuhoz írt válaszelevele (EOL 90.tervcsomag. Fasori templom és iskola építkezése)

melyről Nagy Virgil a Magyar Mérnök és Építész Egylet Közleményeinek 21. füzetében írt: „célszerűség és olcsóság” címmel, a vasbeton födémek előnyeiről.

A megbízás elfogadását és a szükséges rajzok megküldését a „Vasvázás betonépítményeket Tervező Iroda” (Budapest V. Alkotmány u. 31.) által írt, és Pecz Samunak megküldött levele igazolja, melyben kéri, hogy a terveit és az erőtanai számításokat ... „2-2 példányban átszármatatni a városi hatóságokhoz teendő benyújtás céljaira” megküldeni szíveskedjen. Sajnos a levéltári anyagokban az idézett dokumentumokat nem találtam.

A sekrestye feletti kettős vasvázás betonfödém 15,40 m² alapterületű. Az oldalkarzat lépcsője feletti lemez 16,44 m². A födémek megnevezése: „kettős vasvázás betonfödém alul és felül síkfelülettel, kavicsborítás és 150 kg/m² mozgóterhelésre méretezve, alul kétszer meszelve”. A betonkészítésre vonatkozó szerződés részletesen előírja a felhasználásra kerülő építési anyagokra vonatkozó követelményeket, a keverési arányt, a készítés és a használatba vétel feltételeit.

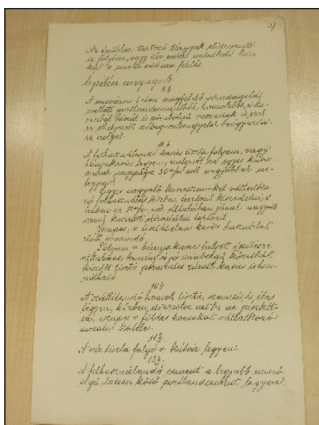
A kivitelezővel kötött több oldalas szerződés fontos pontjait az 5-8. ábrákon olvashatjuk.

Az építési anyagokra vonatkozó előírások:

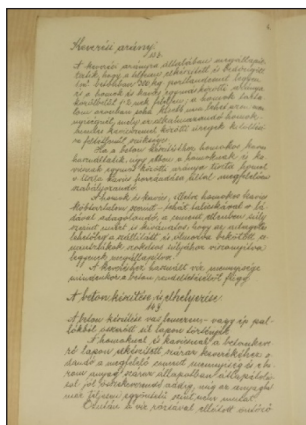
- „A vasvázás beton megfelelő vízadagolás mellett portlandcementből, homokból és kavicsból készül és gömbölyű vasrudakkal és ezekre elhelyezett szalagvaskengyelek beágyazására szolgál.
- A felhasználandó kavics tiszta folyami, vagy bányakavics legyen, melyél az egyes kavics szemek nagysága 50 mm-nél nagyobbak ne legyenek.
- A szállítandó homok tiszta, szemcsés és éles legyen, közben dörzsölve azt be ne piszkítva, iszapos v. földes homokot vállalkozó mosatni köteles.
- A víz tiszta folyó v. kútvíz legyen.
- A felhasználandó cement a legjobb minőségű, lassan kötő portlandcement legyen”.

A beton készítésére vonatkozó előírások:

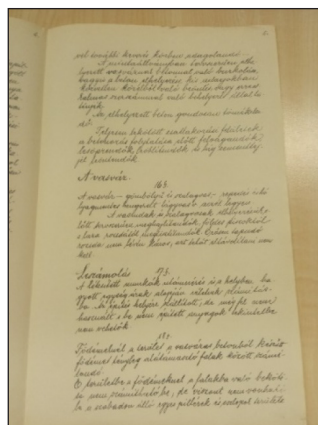
- „Keverési arány: A keverési arányra általában megállapítatik, hogy a teljesen elkészített és bedöngölt 1 m³ betonban 300 kg portlandcement legyen és a ho-



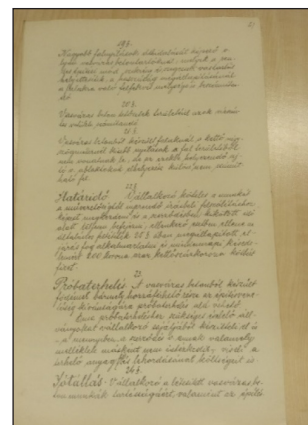
5. ábra: Az építési anyagokra vonatkozó előírások a Szerződésben. (EOL 89-92. Iratok, engedélyek, elszámolások. Fasori templom és iskola építkezése.)



6. ábra: Az építési anyagokra vonatkozó előírások a Szerződésben. (EOL 89-92. Iratok, engedélyek, elszámolások. Fasori templom és iskola építkezése.)



7. ábra: Az építési anyagokra vonatkozó előírások a Szerződésben. (EOL 89-92. Iratok, engedélyek, elszámolások. Fasori templom és iskola építkezése.)



8. ábra: Az építési anyagokra vonatkozó előírások a Szerződésben. (EOL 89-92. Iratok, engedélyek, elszámolások. Fasori templom és iskola építkezése.)

mok és kavics egymás közötti aránya körülbelül 1:2 nek feleljen; a homok tartalom azonban soha kisebb nem lehet azon mennyiségnél, amely az alkalmazandó homok mentes kavicsszemek közötti üregek kitöltésére feltétlenül szükséges”

A határidőre a próbaterhelésre és a jótállásra vonatkozó előírások:

- „A vasvázás betonból készült födémek bármely hozzáférhető része az építésvezetőség kívánságára próbaterhelés alá vehető”

A próbaterhelésről az épületegyüttes használatba vétele során nem történt említést. Az elkészített templom sekrestyéje feletti és az oldalkarzat lépcsőháza feletti vasbeton lemezek, több, mint száz éve, a szigetelési rendszer cseréjét, és a beázásokat is elviselve, a rendeltetésüknek megfelelő használatra megfelelnek.

CSIGALÉPCSŐ A TORONYTESTBEN

A négyzetes alaprajzú toronytestben kialakított vasbeton csigalépcső az orgonakarzatot és a mellékhajó karzati szintjének kiszolgálását hivatott ellátni. A lépcső vasbeton szerkezetét, a betonba bekötött, kovácsoltvas korlát szegélyezi. A lépcsőkar lépcsőfokainak járófelülete, a járásbiztonság feltételeinek megfelelően, érdesítettek.

Zielinski Szilárd levelére hivatkozva tudhatjuk, hogy „A toronyban, a kőlépcső helyett szükséges lépcső vasvázás betonból a hasznos terület szerint mért mennyiségek alapján...” kerüljön elszámolásra. „Vasvázás beton csigalépcső a

9. ábra: A toronytestben levő csigalépcső (saját felvétel)



10. ábra: A karcsú, tört vonalú lemezként kialakított csigalépcső részlete (saját felvétel)

toronyban, a –2,00 magasságtól a +6,56 magasságig rajz és megrendelés szerint 3,60 m átm. Egy forduló kerülete = 1,80×1,80×3,14 = 10,17 levonva az orsó területe = 0,50×0,50×3,14 = 0,78 marad egy fordulóra 9,39; ilyen forduló van 2,5; 9,39×2,5 = 23,48 m². A lépcső +6,38 magasságban épül.”

Az építés során a szükséges kiváltások költségeire Zielinski indokoltan pótköltségeket kért.

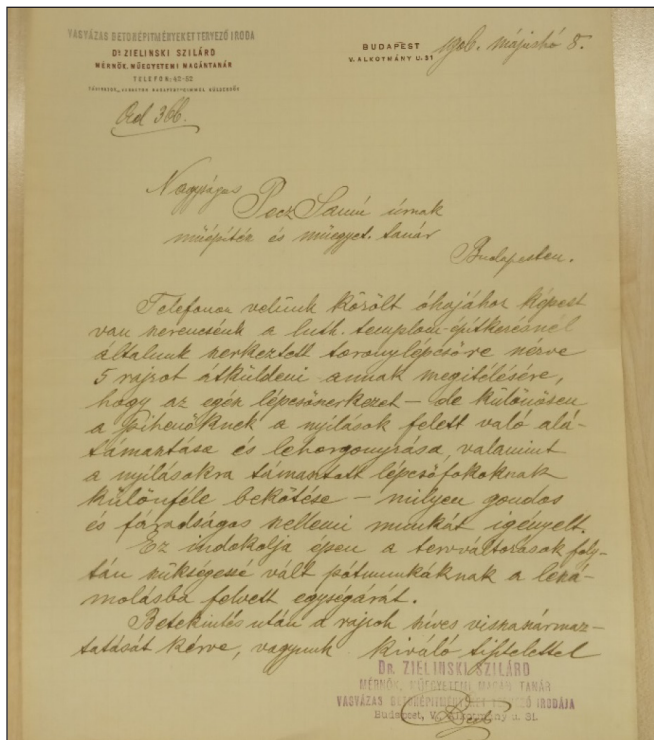
A templom vasvázás betonmunkáiról a vállalkozó végszámlát nyújtott be, melynek 8. tétele a templomépületre, a 9. tétele a csigalépcsőre vonatkozik.

A kézzel írt vállalkozási szerződés nyomtatott mellékletében további fontos előírások vannak a „Kő-gránitterazó és aszfalt burkolati munkák kivételére vonatkozólag”

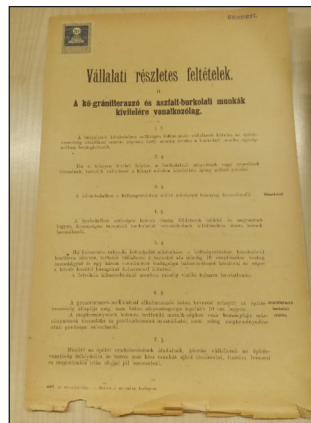
A Fasori templom tornyában a karcsú, vékony, tört vonalú, lemezként viselkedő ívelt karú csigalépcső, melyet Freund Henrik és fiai cég 1905-ben készített, reményeink szerint továbbra is hiba nélkül fogja kiszolgálni a karzatok és torony felső szintjeit.

TANULSÁGOK

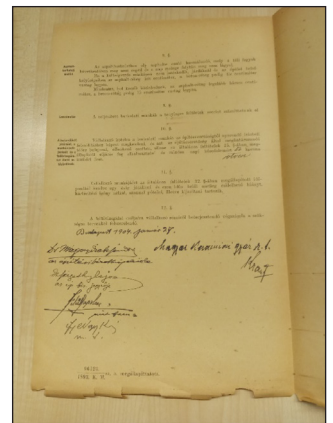
Elődeink nagyon körültekintően, a vállalkozási szerződésekben minden felmerülő kérdésre választ adva rögzítették az akkor még újszerű anyag felhasználásával készítendő szerkezetek létesítését. A szerkezetek máig rendeltetésüknek megfelelően viselik a terheket és hatásokat. A felhasznált anyagokra előírt követelmények máig megállják helyüket. A vonatkozó dokumentumokban a beton összetételére, a felhasznált anyagokra, a beton készítésére, a szerkezet teherbírásának



11. ábra: Zielinski munkatársainak levele a szükséges pótmunkák elfogadásáról (EOL 89-92. Iratok, engedélyek, elszámolások. Fásori templom és iskola építkezése.)



13. ábra: A szerződéshez tartozó „Vállalati részletes feltételek” dokumentuma (EOL 89-92. Iratok, engedélyek, elszámolások. Fásori templom és iskola építkezése.)



14. ábra: A szerződéshez tartozó „Vállalati részletes feltételek” dokumentuma (EOL 89-92. Iratok, engedélyek, elszámolások. Fásori templom és iskola építkezése.)

megismerésére.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az Evangélikus Országos Levéltárban (EOL) őrzött dokumentumok hozzáféréseért köszönettel tartozom Czenthe Miklós levéltárvezetőnek, és Ulakcsai Zoltán levéltáros munkatársnak.

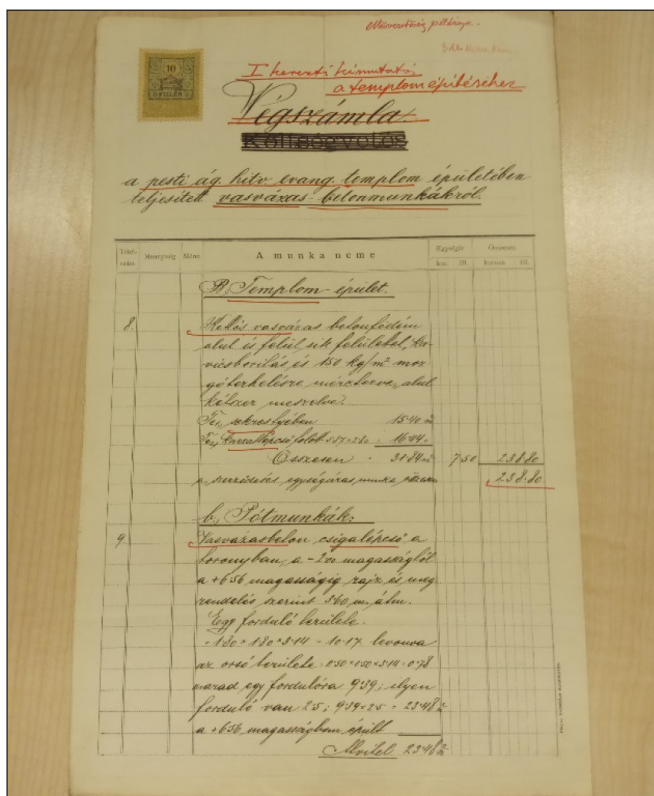
HIVATKOZÁSOK

- Asztalos I. (2023): „A beton története. XV. rész”. *Beton*, XXXI. évf. 11. sz. pp. 20-22.
- Bresztovszky B. (1901): „A födékek próbaterheléséről”, *MMÉE Közl.* 35. (1901) 11. pp 641-650.
- Bresztovszky B. (1909): „Kísérletek különböző összetételű és korú betonok rugalmasságáról” *MMÉE Közl.* 49 (1909) 1-2. pp 1-30.
- Dr. Balázs Gy. (1994): „Beton és vasbeton I. Alapismeretek története.”, *Akadémiai Kiadó, Budapest*, 1994. p. 445.
- Gálos M. (2006): „Az Úr mondta, örömmel építettem neked lakásul házat. in. *Uram a Te szemeid e házra nézzenek. 100 éves a Budapest Fásori Evangélikus Temploma*”. Szerk.: Dr. Gálos Miklós. Kiad.: Budapest Fásori Egyházközség Presbitériuma, Budapest 2006. p. 84.
- Gombos M. (1916): „Az új német vasbetonszabályzat”. *MMÉE Közl.* 50. (1916) 34. pp. 223-225.
- Kausay T. (2004): „Zielinski Szilárd mérnök alkotó munkássága a magyar örökség része”. *Vasbetonépítés* 2004. évf. 3. sz. pp. 66-71.
- Kossalka J. (1898): „A betonszerkezetek elméletéről”, *MMÉE Közl.* 32. (1898) 3-4. pp. 75-83, 119-134.
- Nagy V. (1887): „Betonfödékek”, *MMÉE Közl.* 21. (1887) 5. pp 223-233.
- Sisa J. (2000): „A fásori evangélikus templom és gimnázium”, TKM Egyesület h.n. Budapest. Tájak – Korok – Múzeumok Kiskönyvtára 638. p. 16.
- Zielinski Sz. - Zhuk J. (1906): „Vasvázás beton és architektúra”, *Mérnök és Építész Egylet Közleménye.* (1906) 40. évf. 1-2. füzet.

Dr. habil. Gálos Miklós (1938) okl. mérnök (1961), egyetemi doktor (1965), műszaki tud. kandidátusa, PhD (1992), Dr. habil. (1998), egyetemi tanár BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék (2001-2008), ny. egyetemi tanár BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék (2015-). Oktatási és kutatási területei: közetmechanika, törésmechanika, építési kőanyagok vizsgálata és minősítése. Tagja a fib Magyar Tagozatának, az MTA köztestületének, a Magyarhoni Földtani Társulatnak, a Szilikátipari Tudományos Egyesületnek. E-mail: miklos.galos@gmail.com.

THE LESS KNOWN STRUCTURES OF EARLY REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTION IN THE BUDAPEST FASOR LUTHERAN CHURCH

The building complex of the Budapest-Fásori Lutheran Grammar School and Church, constructed between 1903 and 1905, still houses the structures of early reinforced concrete construction. In the more than 100-year-old church building, the closing ceiling of the sacristy and the gallery staircase, as well as the steel-clad columns supporting the gallery of the side nave, are all works of Szilárd Zielinski, the “apostle” of reinforced concrete construction. The tower structure features an impressive curved reinforced concrete spiral staircase, designed within the square-shaped layout, showcasing the brilliance of early reinforced concrete construction.



12. ábra: „A Végszámla a pesti ág. hitv. evang. templom épületében létesített vasvázás betonmunkákról” (EOL 89-92. Iratok, engedélyek, elszámolások. Fásori templom és iskola építkezése.)

ellenőrzésére vonatkozó előírások, mind-mind helytállóak, és felelős műszaki gondolkodást tanúsítók.

A Budapest-Fásori Evangélikus Gimnázium és templom épületegyüttesében a 19. század elejének megőrzendő vasbeton szerkezetei vannak, melyek karbantartása a létesítmény gazdáinak, felelős vezetőinek feladata. Külön feladatot jelent, és további kutatásra váró feladat dr. Zielinski Szilárd tevékenységének dokumentálása és közzé tétele a gimnáziumi tornaterem vasbeton födémének, valamint a díszterem karzatának és erkélyeinek tervezése során végzett munkájának

PORTLANDCEMENTEK KÖTÉSI IDEJÉNEK MEGHATÁROZÁSA FÉLADIABATIKUS KALORIMETRIÁS MÓDSZERREL



<https://doi.org/10.32969/VB.2023.4.2>

Baranyi Attila - Dr. Kopecskó Katalin - Dr. Csetényi László

A cement kötési ideje (kötés kezdete és kötés vége) meghatározásának legelterjedtebb vizsgálati módszerei a különböző penetrációs eljárások, ezek közül az egyik legfontosabb a Vicat-módszer, amelyet jelenleg is a cement szabványos (EN 196-3) kötési idejének a meghatározására alkalmaznak. Léteznek azonban alternatív módszerek, amelyek segítségével a cement kötési folyamata nyomon követhető, és kiküszöbölhető a Vicat-módszer jellegéből fakadó problémák, mint a szakaszos mérés, a szabványos folyósságú cementpéptől eltérő összetételű cementpépek, ill. a habarcsok és betonok vizsgálhatósága.

Az egyik ilyen módszer a féladiabatikus kalorimetria (semi adiabatic calorimetry, SAC), amely megfelelő körülmények között a penetráción alapuló vizsgálatok alternatívája lehet. Jelen tanulmányunkban a Duna-Dráva Cement Kft. által készített CEM I 42,5 N típusú, Vácon és Beremenden gyártott cementek kötési idejének féladiabatikus kalorimetriával történő meghatározását vizsgáltuk négy különböző (0,25 - 0,31) víz/cement tényező (v/c) mellett. A mérések során megállapítást nyert, hogy az adott típusú cementek kötési idejének és a hőfejlődés maximális sebességének eléréséig eltelt idő aránya, azonos v/c mellett közel állandó, amely lehetővé teszi a portlandcementek kötési idejének egyszerű és olcsó rutinméréseinek kivitelezését.

Kulcsszavak: féladiabatikus kalorimetria, semi-adiabatic calorimetry, SAC, kötési idő, kötési idő kezdete, IST, kötési idő vége, FST

1. BEVEZETÉS

A különböző cement típusok szabványos folyósságának, kötési idejének és térfogat-állandóságának meghatározására jelenleg az EN 196-3 jelzetű európai szabvány van érvényben. A mérés során szabványos konzisztencia meghatározása után a cementpépet az ún. Vicat-gyűrűbe töltik, majd meghatározott időközönként (szekvenciával) a szabványban leírt tömeggel és geometriával rendelkező Vicat-tűt ejtenek a cementpépbe. A tű behatolási mélysége (penetrációja) fordítottan arányos a cement kötésének előrehaladtával. A szabvány szerint a kötési idő kezdetének (initial setting time, IST) azt az időpontot kell tekinteni, amelynél a tű és az alaplap közötti távolság eléri a 6 ± 3 mm-t, azaz a penetráció 34 ± 3 mm lesz. A kötési idő végének (final setting time, FST) meghatározásához a gyűrűben lévő próbatestet meg kell fordítani, és gyűrűs kiegészítéssel rendelkező Vicat-tűvel addig kell folytatni a vizsgálatot, ameddig a penetráció már nem haladja meg a 0,5 mm mélységet (MSZ EN 196-3: 2017). A mérés tehát szakaszos és a kötési folyamat megfigyelését korlátozza, hogy az egyes méréseknek legalább 5 mm-re kell lenniük egymástól, ill. legalább 8 mm-t kell hagyni a gyűrű falától. A mérési eredményeket 5 perc pontossággal kell megadni, amely tovább nehezíti a kötési idő meghatározását, különösen ismeretlen cement vizsgálatának esetében. Az ejtések száma tehát korlátozott, ezért „gazdálkodni” kell a mérésekkel, mivel a szekvencia téves megválasztásával a vizsgálat sikertelen lehet.

A kötési idő mérés alternatív módszerei lehetnek a kalorimetrikus módszerek, amely során a cementben lévő

klinkerásványok hidratációja során felszabaduló hőmennyiséget mérik, amely arányos a kötési folyamattal (Double et al., 1978; Bensted, 1987; Egan, 1988; Wang et al., 2007; Ballim és Graham, 2009; Bentz et al., 2009; Sanderson et al., 2017).

Az adiabatikus kalorimetrikus módszert elsősorban a betonok készítésekor fellépő hőfejlődés ellenőrzésére használják, amely nagy hatással lehet a tömegbeton minőségére, ill. az egyik fő oka az átmenő repedések kialakulásának. A mérés során elméletileg a termodinamikai rendszer és környezete között nem jön létre hőátadás, így mérhető a mintában bekövetkező hőmérsékletváltozás, azonban az elkerülhetetlen hővesztés egy fűtőkörrel kompenzálni kell. Ennek hiányában különböző számítási modelleket alkalmaznak a maximális hőmérséklet meghatározására. A mérés eredményeképpen nem jelentkezik jól definiált csúcs, amelyből következtetni lehetne a kötési idők elérésére (Bentz et al., 1998; Wang et al., 2010; Chung et al., 2016).

Az izoterm kalorimetria során a minta hőmérsékletét állandó értéken tartják (a hőmérséklet-vesztés kisebb, mint 0,02 K/h; RILEM TC 119-TCE, 1997), ezért a méréseket az alkalmazott műszer kapacitásának megfelelően viszonylag kis mennyiségű mintákkal szokás végezni. Ez a módszer bármely kémiai reakció karakterisztikájának meghatározására alkalmazható, de gyakran használják a cement hidratáció kinetikájának vizsgálatára is. A mérés során a felszabaduló hőáramot mérik, miközben mind a mintát, mind annak környezetét megközelítőleg állandó hőmérsékleten tartják (Sedaghat et al., 2013; Chaei et al., 2018; MSZ EN 196-11). A cement kötési idejének meghatározására a hőfejlődési görbét, ill. annak első deriváltját

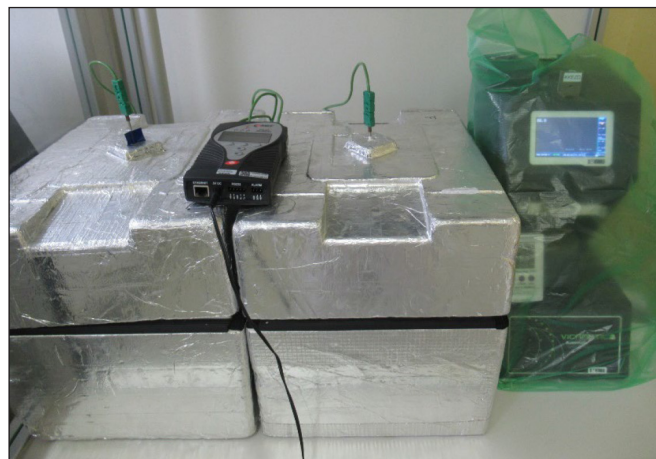
használgják. A mérés során a hidratáció következtében felszabaduló hőmennyiséget (Q) ábrázolják az idő (t) függvényében. A görbe első deriváltjának (dQ/dt) maximumához tartozó időt a termikus kötési idő kezdetének, a nulla értékhez tartozó időpontot a termikus kötési idő végének tekintik (Ge et al., 2009; Hu et al., 2014; Mokoena et al., 2021; Vishavkarma et al., 2022; ASTM C403).

A féladiabatikus kalorimetrikus (semi-adiabatic calorimetric, SAC) módszerek alkalmasak a leginkább a kötési idő meghatározására, mivel nagyobb mennyiségű minta mérésére, így habarcsok és betonok hidratációs hőfejlődésének meghatározására is lehetőséget nyújtanak. A készülékek olcsóbbak, mivel a hővesztéseget (max. 100 J/hK) nem korrigálják, egyszerű felépítésűek: egy szigetelt kaloriméterből, egy hőelemből és egy hőmérséklet-adatgyűjtőből állnak. A mérések során a minta hőmérsékletének időbeli változását mérik egy hasonló hővezetőképességű referencia mintához képest (MSZ EN 196-9). Az ASTM (American Society for Testing and Materials) a „frakciók” és „deriváltak” módszerét ajánlja a kötési idő termikus meghatározására. A kötési idő kezdetét és végét a minta hőmérséklet emelkedésének arányában határozza meg. Ezek alapján a kiindulási hőmérséklet és a legnagyobb hőmérséklete közötti különbség 21%-a az IST-ét a 42%-a az FST-ét jelöli ki. A deriváltak módszere szerint a hőfejlődési görbe második deriváltjának csúcsához tartozó idő a kötési idő kezdeteként, míg az első derivált csúcsához tartozó időpont a kötési idő végeként értelmezhető. A módszer alkalmas a különböző cementkiegészítő anyagok és adalékszerek kötési folyamatra gyakorolt hatásának, valamint kompatibilitásának vizsgálatára is (RILEM TC 119-TCE, 1997; Christensen, 2006; Sandberg és Liberman, 2007; Wang et al., 2007; Rolo, 2013; Chung et al., 2016; ASTM C1753-15; Kopecskó és Baranyi, 2022).

2. PORTLANDCEMENTEK KÖTÉSI IDEJÉNEK TERMIKUS VIZSGÁLATA

2.1 A VIZSGÁLATI KÖRÜLMÉNYEK

A mérések kivitelezése során különös figyelmet fordítottunk a felhasznált alapanyagok és eszközök temperálására. A laboratórium hőmérsékletét az EN 196-3 szabványnak megfelelően 20 ± 2 °C-on tartottuk, a vizsgálandó cementet, a keveréshez használt ioncserélt vizet, valamint a mintatartó edényeket egy Memmert IPP110 típusú hűtött inkubátor segítségével 24 órán keresztül $20,0 \pm 0,1$ °C-on temperáltuk. A laboratórium



1. ábra: A méréshez használt eszközök

páratartalma nem szabályozható, ezért a kötési idő meghatározásához alkalmazott Controls Vicamatic 2 készüléket benedvesített műanyag zsákkal takartuk le, amellyel 80-90% relatív páratartalmat tudtunk biztosítani a mérés teljes időtartama alatt. A keverésekhez használt ioncserélt vizet 0,2 g pontossággal előre kimértük egy Mettler Toledo ICS425s-6SM/f típusú mérleggel. A keverést 2×270 s-en keresztül végeztük egy szabványos Controls 65-L0502 típusú keverőgéppel, amellyel $v/c = 0,25-0,31$ tényezőt állítottunk be. A teljes mérési kör az 1. ábrán látható.

A cementpép és a laboratórium hőmérsékletét egy COMET M1200 típusú adatgyűjtővel és K típusú (Ni-Cr/Ni-Al) termoelemek segítségével vizsgáltuk. A cementpépek tömörítését minden esetben azonos módon végeztük el, IKA Vortex 1 rázógéppel 2800 rpm-en, ill. manuálisan.

2.2 A MÉRÉSEK FOLYAMATA

A kötési idő vizsgálatokat a Duna-Dráva Cement Kft. által gyártott váci és beremendi CEM I 42,5 N típusú cementekkel végeztük (1. táblázat), négy különböző víz/cement tényező ($v/c = 0,25, 0,27, 0,29$ és $0,31$) mellett. Mindkét cement vizsgálataiban, minden v/c tényezővel három párhuzamos mérést készítettünk. Igyekeztünk az EN 196-3 szabvány minél pontosabb betartására, de a mérés természetéből fakadóan két tekintetben el kellett térnünk attól: nem szabványos folyósságú cementpépet vizsgáltunk, ill. a hőfejlődés-méréshez a szabványban leírtaknál nagyobb mennyiségű cementpépre volt szükség. Ebből adódóan a kalorimetrikus méréshez használt cementpép keverési idejét is meg kellett növelni.

A vizsgálatokat két léptékben, egy $\varnothing 50 \times 50$ mm-es mintatartóban (1.) és egy 1 literes polipropilén főzőpohárban (2.) végeztük el, az alábbi módon:

1. Mintakészítés kötési idő szabványos meghatározására, egyidejűleg hőfejlődés mérése mintatartóban
 - Az EN 196-3 szabvány szerint bemértünk egy keverőedénybe $500,0 \pm 0,2$ g, $20,0 \pm 0,1$ °C-on termosztált, adott típusú cementet, majd hozzáadtuk a megfelelő v/c tényezőhöz tartozó, előre kimért és termosztált ioncserélt vizet. A keverés a szabvány szerint lassú sebességfokozaton (140 ± 5 rpm) 90 s-on keresztül történt. Ezután leállítottuk a keverést 30 s-ra, amely alatt lekapartuk a keverőlapátról és az edény faláról a cementpépet. Ezután ismét 90 s-on keresztül kevertettük a cementpépet, amelyet két részre osztottunk:
 - A cementpép egyik részével megtöltöttünk egy $\varnothing 50 \times 50$ mm-es mintatartót (2.a ábra), és behelyeztük egy $300 \times 400 \times 300$ mm méretű polisztirol kaloriméterbe (2.b ábra). Ezt követően egy K típusú hőelemet vezetünk be a mintatartó fedelén lévő furaton keresztül a cementpép középig.
 - A cementpép másik részét Vicat-gyűrűbe töltöttük, majd benedvesített műanyag zsákkal takartuk le a készüléket. A mérések megkezdése előtt a Vicat-készüléket kalibráltuk, hogy kiküszöböljük a cementpép zsugorodásából adódó hibát. Ezen kívül a hőmérsékleti adatgyűjtő és a Vicat-készülék óráját összehangoltuk, a két vizsgálat szinkronban történő tanulmányozhatóságának érdekében.

A maximális hőmérsékleti érték megjelenéséig eltelt idő az $\varnothing 50 \times 50$ mm-es mintatartóban végzett kísérletnél viszonylag jó definiált, amely lehetővé teszi a kötési idő méréséhez való alkalmazását (3.a ábra). Ugyanakkor a kismennyiségű mintából fakadó hővesztés következtében a jelhez képest jelentős hőfejlődési sebesség ingadozás tapasztalható. Emiatt a mintatartóban mért hőfejlődési sebesség maximális értéke csak nagy bizonytalansággal határozható meg (3.b ábra). Az

1. táblázat: A DDC váci és beremendi cementgyárban készült CEM I 42,5 N típusú cementek oxidos összetétele*

Cement típus	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	Cl
Váci	19,23	5,18	3,02	64,76	2,00	0,27	0,25	0,10	0,29	3,02	0,040
Beremendi	19,51	4,97	3,49	64,37	1,27	0,36	0,41	0,16	0,55	3,07	0,048

*A DDC adatszolgáltatása alapján

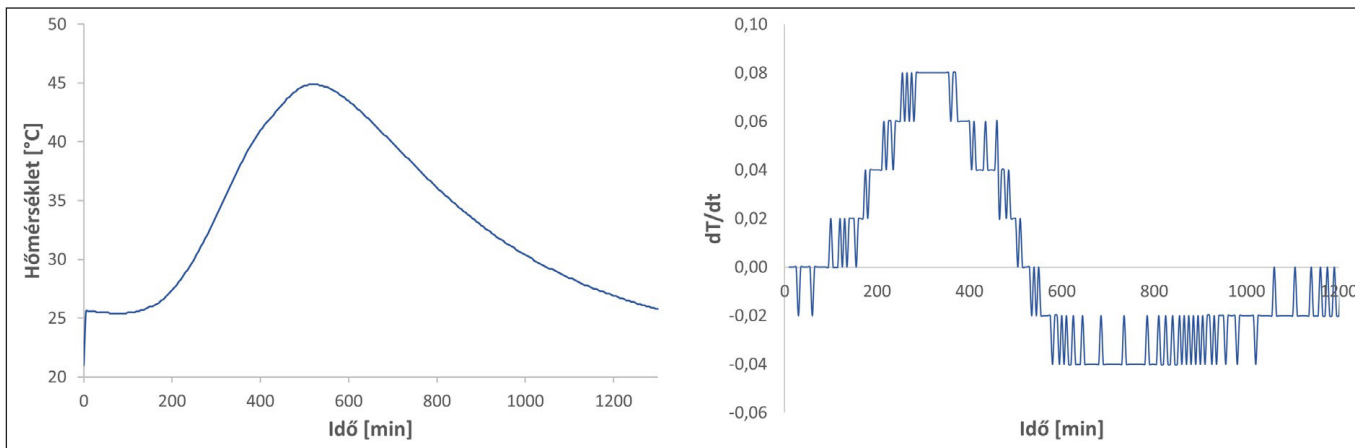


2. ábra: A cementpéppel megtöltött mintatartó (a) és a kaloriméterben történő elhelyezése (b)

eredmények alapján feltételeztük, hogy a hőfejlődési sebesség ingadozásának mértékét a cementpép mennyiségének növelésével csökkenthetjük. A kísérlet rávilágított arra, mekkora jelentősége van a cementpép mennyiségének, pl. az ASTM C1753 szabvány 300-1000 g cementpépet javasol.

2. A cementpép hőfejlődésének vizsgálata méretnöveléssel
A vizsgálatokat igyekeztünk a lehető legpontosabban az EN 196-3 szabványhoz igazítani, de a cementpép mennyiségét növelnünk kellett, ezért háromszoros cementmennyiséggel (1500±0,2 g), és háromszoros keverési idővel (270 s) dolgoztunk. Az elkészített cementpépből 1800±0,2 g-ot bemértünk 1 literes polipropilén főzőpohárba, behelyeztük a polisztirol kaloriméterbe, és szintén K típusú hőelem segítségével mértük a pép hőfejlődését. Referencia mintát nem használtunk, mivel a levegő hőmérséklete 21±1 °C-on belül ingadozott. Várakozásainknak megfelelően a nagyobb mennyiségű cementpép maximális hőmérséklete (T_{max}) jelentősen meghaladta a mintatartóban mért hőmérsékleti maximumot, valamint a hőmérsékletnövekedés sebessége is egyenletesebbé vált (4. és 5. ábra). Ezek a jól definiált maximummal rendelkező görbék már jó összehasonlítási lehetőséget nyújtanak a Vicat-módszerrel mért kötési időkkel.

3. A MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK



3. ábra: A mintatartóban mért cementpép hőfejlődési (a) és differenciális hőfejlődési (b) profilja

A vizsgálataink során az EN 196-3 jelzetű szabvány által előírt Vicat-módszerrel mért kötési időket (IST, FST) vettük alapul. A méréseink célja tehát ezeknek az értékeknek a lehető legpontosabb meghatározása volt SAC módszerrel. Feltételeztük, hogy azonos összetételű és őrlési finomságú cement, azonos v/c tényező és elkészítési mód mellett a cementpépek hidratációs hőfejlődési profilja hasonló karakterisztikát mutat.

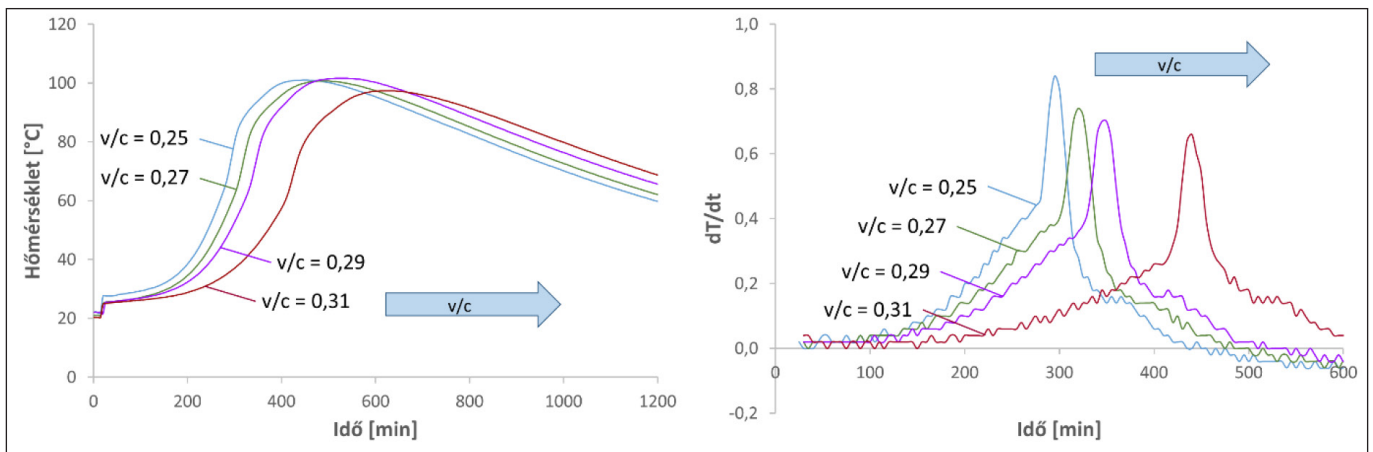
A Vicat és a SAC módszer összehasonlító eredményei azt mutatják, hogy mind a váci (2a., 2b. táblázat a cikk végén), mind a beremendi (3a., 3b. táblázat a cikk végén) CEM I 42,5 N típusú cement esetében az adott v/c tényezőhöz tartozó IST/ Δt_{diff} , FST/ Δt_{diff} , valamint az IST/ Δt_{Tmax} , FST/ Δt_{Tmax} arányok közel állandónak bizonyulnak. Ezen arányok segítségével az adott ásványi összetételű és őrlési finomságú cement kötési idejei a Δt_{diff} , valamint a Δt_{Tmax} (6. ábra) időpontok felhasználásával kiszámíthatók. A vizsgálati módszer alkalmazásához a vizsgálandó cement szabványos (EN 196-3) kötési idejének ismeretében fel kell venni az alkalmazni kívánt v/c tényezővel előállított cementpépek hőfejlődési profilját, amelynek deriváltjával megkapjuk a Δt_{diff} értéket. Ha a vizsgált cement hőfejlődési görbéje nem rendelkezik inflexiós ponttal, tehát a derivált görbe nem mutat jól definiált csúcsot, akkor a számítható felhasználhatjuk a Δt_{Tmax} értéket is.

A leírt módszerrel kiválthatók a költséges automata Vicat-készülékekkel végzett vizsgálatok, nem okoz zavart a Vicat-türe tapadó cementpép, valamint lehetővé válik nagyobb mennyiségű minták, habarcsok és betonok kötési idejének meghatározása is.

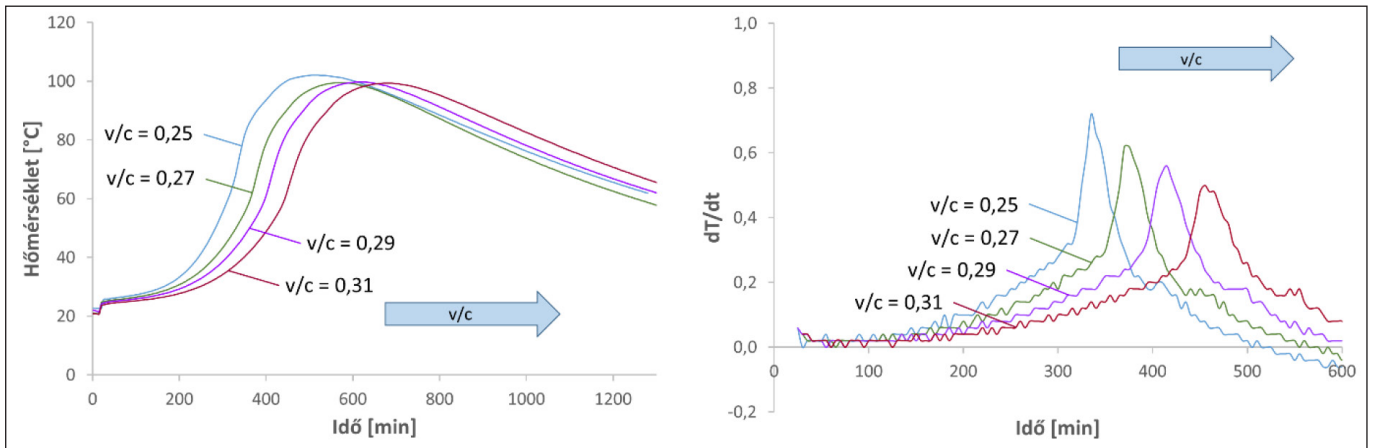
4. KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálataink során megállapítást nyert, hogy a különböző gyárakból származó cementminták adott v/c tényezőhöz tartozó IST/ Δt_{diff} , FST/ Δt_{diff} , valamint az IST/ Δt_{Tmax} , FST/ Δt_{Tmax} arányai közel állandó értéket mutatnak, ezért felhasználhatók a cementek, esetleg habarcsok és betonok kötési idejének féladiabatikus módszerrel történő rutin vizsgálatára.

A mérés megkezdése előtt ki kell választani a vizsgálati hőmérsékletet, majd a felhasznált anyagokat és a vizsgálat során használt eszközöket is előzetesen termosztálni kell



4. ábra: A váci cement hőfejlődési profilja (balra) és differenciális görbéje (jobbra) különböző v/c értékeknél



5. ábra: A beremendi cement hőfejlődési profilja (balra) és differenciális görbéje (jobbra) különböző v/c értékeknél

ezen a hőmérsékleten. A vizsgálati hőmérsékletet a lehető legnagyobb pontossággal tartani kell, ez nem haladhatja meg a ± 2 °C-ot. A hőmérséklet ingadozás csökkentésével a mérési eredmények szórása tovább csökkenthető. A méréshez legalább 1500 g mintára van szükség, amelyet azonos módon kell elkészíteni, és legalább ± 1 g pontossággal kell bemérni. Kisebb mennyiségű minta esetén a hővesztés miatt csak a $\Delta t_{T_{max}}$ értékkel lehet számolni, amely szintén megfelelő pontosságú eredményt adhat.

A fent leírt módszer alkalmazása előtt el kell végezni a mérőkör kalibrációját:

- A kötési idő (IST, FST) meghatározása az MSZ EN 196-3 szabvány szerint.
- A hőfejlődés görbe első deriváltjából a Δt_{diff} meghatározható, ennek hiányában a $\Delta t_{T_{max}}$ is használható.

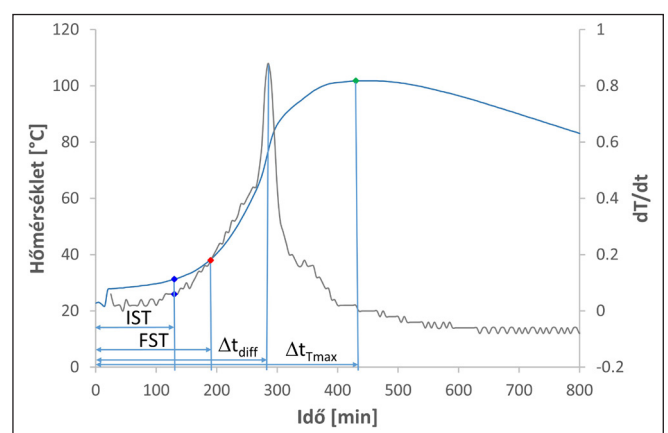
Az összehasonlító mérések elvégzése után az $IST/\Delta t_{diff}$, $FST/\Delta t_{diff}$, valamint az $IST/\Delta t_{T_{max}}$, $FST/\Delta t_{T_{max}}$ arányok ismeretében az adott v/c tényezőjű cementpépek – esetleg habarcsok és betonok – kötési idejének rutin mérése elvégezhető a Vicat-módszer eredményével összemérhető pontossággal, de a költségesebb automata Vicat-készülékek használata nélkül.

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnénk megköszönni Sas László kutatás és fejlesztési vezetőnek (DDC Kft.) a vizsgálatokkal kapcsolatos fontos észrevételeit, valamint a Duna-Dráva Cement Kft.-nek a mérésekhez nyújtott portlandcement mintákat és adatszolgáltatást.

6. HIVATKOZÁSOK

Ballim, Y; Graham, P. C. (2009), "The effects of supplementary cementing materials in modifying the heat of hydration of concrete", *Materials and Structures*, Vol. 42(6), 803-811, <https://doi.org/10.1617/s11527-008-9425-3>



6. ábra: A hőfejlődési és differenciális görbék értelmezése, ahol IST a kötési idő kezdete, FST a kötési idő vége, Δt_{diff} a differenciális görbe csúcsáig eltelt idő, $\Delta t_{T_{max}}$ a hidratációs hőmérséklet maximumáig eltelt idő

Bensted, J. (1987), "Some applications of conduction calorimetry to cement hydration", *Advances in Cement Research*, Vol. 1(1), 35-44, <https://doi.org/10.1680/adcr.1987.1.1.35>

Bentz, D. P.; Waller, V.; Larrard (1998), "Prediction of Adiabatic Temperature Rise in Conventional and High-Performance Concretes Using a 3-D Microstructural Model", *Cement and Concrete Research*, Vol. 28(2), 285-297, [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(97\)00264-0](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(97)00264-0)

Bentz, D. P.; Peltz, M. A.; Winpiger, J. (2009), "Early-Age Properties of Cement-Based Materials. II: Influence of Water-to-Cement Ratio", *Journal of Materials in Civil Engineering*, Vol. 21(9), 512-517, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2009\)21:9\(512\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2009)21:9(512))

Chaei, M. G.; Akbarnezhad, A.; Castel, A.; Lloyd, R.; Keyte, L.; Foster, S. (2018), "Precision of cement hydration heat models in capturing the effects of SCMs and retarders", *Magazine of Concrete Research*, Vol. 70(23), 1217-1231, <https://doi.org/10.1680/jmacr.17.00228>

Christensen, B. J. (2006), "Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete-Making Materials", *ASTM STP 169D*, Philadelphia (USA), Chapter 11, Time of setting, 86-98, <https://doi.org/10.1520/STP169D-EB>

2.a táblázat: A váci CEM I 42,5 N típusú cement kötési idő kezdetének mérési adatai

v/c	Vicát			SAC					
	IST _v [min]	σ _{IST, v}	Δt _{diff}	IST/Δt _{diff}	IST _{Δt_{diff}} [min]	σ _{IST, Δt_{diff}}	IST/Δt _{Tmax}	IST _{Tmax} [min]	σ _{IST, Tmax}
0,25	133,3	2,9	286,7	0,4651	133,4	3,6	0,309	133,5	3,9
0,27	148,3	2,9	325,0	0,4564	148,0	3,2	0,308	148,3	0,9
0,29	183,3	5,8	336,7	0,5446	183,5	4,2	0,365	183,5	4,6
0,31	263,3	23,1	451,7	0,5830	263,2	17,8	0,410	263,1	15,9

2.b táblázat: A váci CEM I 42,5 N típusú cement kötési idő végének mérési adatai

v/c	Vicát			SAC					
	FST _v [min]	σ _{FST, v}	Δt _{diff}	FST/Δt _{diff}	FST _{Δt_{diff}} [min]	σ _{FST, Δt_{diff}}	FST/Δt _{Tmax}	FST _{Tmax} [min]	σ _{FST, Tmax}
0,25	191,7	7,6	286,7	0,6694	191,9	2,9	0,4446	191,9	5,6
0,27	188,3	12,6	325,0	0,5794	188,3	2,4	0,3909	188,3	1,1
0,29	255,0	13,2	336,7	0,7581	255,2	5,8	0,5072	255,3	6,4
0,31	336,7	15,3	451,7	0,7469	337,4	22,8	0,5254	337,1	20,4

3.a táblázat: A beremendi CEM I 42,5 N típusú cement kötési idő kezdetének mérési adatai

v/c	Vicát			SAC					
	IST _v [min]	σ _{IST, v}	Δt _{diff}	IST/Δt _{diff}	IST _{Δt_{diff}} [min]	σ _{IST, Δt_{diff}}	IST/Δt _{Tmax}	IST _{Tmax} [min]	σ _{IST, Tmax}
0,25	188,3	16,1	338,3	0,5566	188,3	3,2	0,3611	188,4	5,8
0,27	225,0	8,7	376,7	0,5972	225,0	4,6	0,3958	225,0	5,7
0,29	236,7	10,4	401,7	0,5892	236,7	6,8	0,3967	236,7	6,4
0,31	280,0	0,0	461,7	0,6067	280,1	7,0	0,4139	280,1	6,7

3.b táblázat: A beremendi CEM I 42,5 N típusú cement kötési idő végének mérési adatai

v/c	Vicát			SAC					
	FST _v [min]	σ _{FST, v}	Δt _{diff}	FST/Δt _{diff}	FST _{Δt_{diff}} [min]	σ _{FST, Δt_{diff}}	FST/Δt _{Tmax}	FST _{Tmax} [min]	σ _{FST, Tmax}
0,25	270,0	5,8	338,3	0,7982	270,1	4,6	0,7982	270,2	8,3
0,27	293,3	5,7	376,7	0,7787	293,3	5,9	0,7787	293,4	7,5
0,29	330,0	6,4	401,7	0,8216	330,0	9,5	0,8216	330,0	8,9
0,31	376,7	6,7	461,7	0,8157	376,6	9,4	0,8157	376,5	8,9

Chung, C.; Kim, J. H.; Lee, S. (2016), "The Use of semi-adiabatic calorimetry for hydration studies of cement paste", *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, Vol. 16(2), 185-192, <https://doi.org/10.5345/JKIBC.2016.16.2.185>

Egan, P. J. (1988), "A comparison between semi-isothermal and semi-adiabatic calorimetry of retarded cement mixes", *Advances in Cement Research*, Vol. 1(2), 112-118, <https://doi.org/10.1680/adcr.1988.1.2.112>

Ge, Z.; Wang, K.; Sandberg, P. J.; Ruiz, J. M. (2009), "Characterization and Performance Prediction of Cement-Based Materials Using a Simple Isothermal Calorimeter", *Journal of Advanced Concrete Technology*, Vol. 7(3), 1-12, <https://doi.org/10.3151/jact.7.355>

Hu, J.; Ge, Z.; Wang, K. (2014), "Influence of cement fineness and water-to-cement ratio on mortar early-age heat of hydration and set times", *Construction and Building Materials*, Vol. 50, 657-663, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.10.011>

Kopecskó K.; Baranyi A. (2022), „A CEM I 42,5 N portlandcement EN 196-3 szabvány szerinti kötési idejének és hidratációs hőfejlődésének összehasonlító vizsgálata”, *Vasbetonépítés*, 2022/2, 14-21, <https://doi.org/10.32969/VB.2022.1.3>

Mokoena, R.; Motau, T.; Mturi, G. (2021), "Investigating the use of isothermal calorimetry for predicting physical properties of cements", *YCRETS TECHNICAL PAPER 1*, Vol. 166(9), ISBN: 1682-6116

RILEM TC 119-TCE (1997), "Recommendations of TC 119-TCE: Avoidance of thermal cracking in concrete at early ages", *Materials and Structures*, Vol. 30(10), 451-464, https://www.rilem.net/publication/publication/308?id_papier=6409

Rolo, L. (2013), "Monitoring of the cement hydration behavior and determination of non-standard laboratory indicators of setting time", *Thesis*, Civil Engineering, University of Alicante, <https://doi.org/10.13140/2.1.1963.6480>

Sandberg, J. P.; Liberman S. (2007), "Monitoring and Evaluation of Cement Hydration by Semi-Adiabatic Field Calorimetry", *ACI Symposium Publication*, Vol. 241, 13-24, <https://doi.org/10.14359/18648>

Sanderson, R. A.; Cann, G., M.; Provis, J. L. (2017), "Comparison of calorimetric methods for the assessment of slag cement hydration", *Advances in Applied Ceramics*, Vol. 116(4), 186-192, <https://doi.org/10.1080/17436753.2017.1288371>

Sedaghat, A.; Zayed, A.; Sandberg, P. (2013), "Measurement and Prediction of Heat of Hydration of Portland Cement Using Isothermal Conduction Calorimetry", *Journal of Testing and Evaluation*, Vol. 41, <https://doi.org/10.1520/JTE20120272>

Vishavkarma, A., Harish, K.V. (2022), "Using Isothermal Calorimetry to Predict Setting Time of Cement-Based Materials (CBMs)", Laishram, B., Tawalare, A. (eds.) *Recent Advancements in Civil Engineering*, Springer, Singapore, Vol. 172, 341-349, https://doi.org/10.1007/978-981-16-4396-5_31

Wang, K.; Ge, Z.; Grove, J.; Ruiz, J. M.; Rasmussen, R.; Ferragut, T. (2007), "Developing a Simple and Rapid Test for Monitoring the Heat Evolution of Concrete Mixtures for Both Laboratory and Field Applications", *Institute for Transportation Project Reports*, Vol. 153, http://lib.dr.iastate.edu/intrans_reports/153

Wang, J.; Ma, B. G.; Wu, X.; Yang, W.; Zhao, R. X. (2010), "Testing Methods of Adiabatic Temperature Rise in Concrete", *Advanced Materials Research*, Vol. 177, 574-577, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.177.574>

Hivatkozott szabványok

ASTM C403/C403M-23 "Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance", *ASTM International*, West Conshohocken, PA, 2023, www.astm.org, https://doi.org/10.1520/C0403_C0403M-23

ASTM C1753-15 "Standard Practice for Evaluating Early Hydration of Hydraulic Cementitious Mixtures Using Thermal Measurements", *ASTM International*, West Conshohocken, PA, 2015, www.astm.org, https://doi.org/10.1520/C1753_C1753M-15E01

MSZ EN 196-3: 2017 Cementvizsgáló módszerek. 3. rész: A kötési idő és a térfogat-állandóság meghatározása, *Magyar Szabványügyi Testület*, Budapest

MSZ EN 196-9: 2010 Cementvizsgáló módszerek. 9. rész: Hidratációs hő. Féladibatikus módszer, *Magyar Szabványügyi Testület*, Budapest

MSZ EN 196-11: 2019 Cementvizsgáló módszerek. 11. rész: Hidratációs hő. Izotermikus hővezetési kalorimetriás módszer, *Magyar Szabványügyi Testület*, Budapest

Baranyi Attila (1978) okl. vegyész (2003), okl. kémia szakos tanár (2005), betontechnológus szakmérnök (2021). Korábban radioanalitikával, majd folyékony radioaktív hulladékok kezelési technológiájának fejlesztésével foglalkozott. Kidolgozta a Paksi Atomerőműben működő Cementezett Hulladékvizsgáló Laboratórium mérési módszereit és dokumentációs rendszerét. Jelenleg a folyékony radioaktív hulladékok szilárdításával kapcsolatos kutatásokkal foglalkozik.

Dr. Kopecskó Katalin (1961) okl. vegyészmérnök (BME, Vegyészmérnöki Kar, 1990), okl. betontechnológus szakmérnök (2004), PhD (2006), egyetemi docens a BME Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszékén. Fő érdeklődési területei: építőanyagok és beton tartóssága, anyagvizsgálat és fázisátalakulások. A *fib* TG7.8, a RILEM TC 302-CNC, a *fib* Magyar Tagozatának, valamint az MSZT/MB 102 „Cement és mész” Nemzeti szabványosító műszaki bizottság tagja.

Dr. Csetényi László (1965) okl. vegyészmérnök (VVE, 1990), PhD (University of Aberdeen, UK, 1993), a kémiai tudomány kandidátusa, a University of Dundee (UK) tudományos főmunkatársa, a Scottish Marine and Renewables Test Centre anyagvizsgáló laboratórium vezetője. Cementkémiai és beton-technológiával foglalkozik, különösen ipari hulladékok és másodnyersanyagok cementmátrixban történő megszilárdításával és hasznosításával. Kutatásai során a kötőanyagok tartósságának növelése és környezeti terhelésük csökkentése kiemelt szempont.

ASSESSING SETTING TIMES OF PORTLAND CEMENTS BY SEMI-ADIABATIC CALORIMETRY

Attila Baranyi – Katalin Kopecskó – László Csetényi

The most common methods for the determination of setting time of cements are the various penetration tests. One of the most important is the Vicat method, which is the current standard measurement (EN 196-3) to determine the setting time of cement. However, there are alternative methods that can be used to monitor the setting process of the cement and eliminate several issues that arise from the Vicat method, such as intermittent measurement, measurability of cement pastes of non-standard consistency, testing mortars and concretes. One such method is by semi-adiabatic calorimetry (SAC), which can be an alternative to penetration tests in appropriate circumstances. In this study determination of setting time of two sources of CEM I 42.5 N cement was observed, using semi-adiabatic calorimetry at different (0.25 - 0.31) water to cement ratios (w/c). During our measurements, we observed that the ratio between the setting time of a given source of cement and the time it takes to reach the maximum rate of heat development is almost constant at the same cement w/c ratio, which enables a simple and inexpensive routine measurement for the setting time of Portland cements.



Mi épült 50 éve, 1973-ban: Előregyártott, utófesztett, vasbeton hídgerenda beemelése Pécsen



TELEKINÉ KIRÁLYFÖLDI ANTÓNIA 70. SZÜLETÉSNAJÁRA

Telekiné Királyföldi Antónia 1974-ben szerzett hídépítő és fenntartó üzemmérnöki oklevelet, majd 1979-ben a BME-n szerkezetépítő diplomát.

Pályafutását a vízépítés területén kezdte, majd hídtervezéssel, végül a hídépítés hatósági munkájának lett vezetője.

Életrajza, köszöntése megjelent a Vasbetonépítés 2018/2 számában, illetve részletes, személyes mérnökportréja a Lánchíd füzetek 37. kötetében.

https://hidak.hu/konyvek/Lanchid_37_Mernokportrek.pdf



BALOGH BÉLA 70. SZÜLETÉSNAJÁRA

Balogh Béla 1977-ben szerzett építőmérnöki oklevelet. 24 esztendőn át az Ipartervben dolgozott, tervezői munkái között számos acélszerkezetű üzem és magasépület található. 2001-től előbb a 3B Kft., majd 2011-től az ASA Építőipari Kft. tervezési vezetője.

Életrajza és köszöntése megjelent a Vasbetonépítés lapszámában

http://fib.bme.hu/folyoirat/vb/vb2018_1/vb2018_1.pdf#page=26



BECZE JÁNOS 75. SZÜLETÉSNAJÁRA

Becze János Uvaterv-ösztöndíjasként 1973-ban szerzett építőmérnöki diplomát. Uvatervben kisebb-nagyobb hidak tervezésében közreműködött, majd 1987-től nyugdíjazásáig a Hídépítő Vállalatnál dolgozott tervezőmérnöként. 2005-ben Palotás-díjat kapott. Nyugdíjasként kis-, és gyaloghidak hídvizsgálatával, lakóépületek statikus tervezésével foglalkozik.

Életrajza, köszöntése megjelent lapunk 2018/3 számában, illetve részletesebb mérnökportréja a Lánchíd füzetek 25. kötetében.

https://hidak.hu/konyvek/Lanchid_25_Mernokportrek.pdf



POLGÁR LÁSZLÓ 80. SZÜLETÉSNAJÁRA

Polgár László 1966-ban szerzett mérnöki oklevelet. Pályafutása elején részt vett az akkor megjelent TT panelek gyártásának bevezetésében, majd később a rendszer fejlesztésén dolgozott. Munkásságának fő területe az előregyártott vasbeton szerkezetek, elsősorban csarnokszerkezetek.

Palotás-díjjal kitüntetett mérnök bővebb életrajza, köszöntése megjelent a Vasbetonépítés 2013/2 számában.

http://fib.bme.hu/folyoirat/vb/vb2013_2.pdf#page=30



ULLRICH ANDRÁS 80. SZÜLETÉSNAJÁRA

Ullrich András 1969-ben szerzett diplomát az Építőmérnöki Karon. Pályafutása a hídépítéshez kapcsolódik. 1977-től a fővárosi hidak üzemeltetésével foglalkozott nyugdíjazásáig.

Életrajza lapunk 2008/3 számában jelent meg. Szakmai életútjáról és személyes élményeiről részletes mérnökportré olvasható a Lánchíd füzetek szakmai könyvsorozat 30. kötetében.

https://hidak.hu/konyvek/Lanchid_30_almanach-2011-2021.pdf



DR. GÁLOS MIKLÓS 85. SZÜLETÉSNAJÁRA

Dr. habil. Gálos Miklós egyetemi tanár 1961-ben szerzett mérnöki oklevelet, majd kivitelezésben kezdett el dolgozni a Győri Vagon és Gépgyár hídgyáregységében. 1963-tól a vegyi-, majd a kőolajipari tervező intézetben nagylétesítmények irányító tervezője volt. 1978-tól a BME oktatója, mérnök nemzedékeket tanított a mérnökgeológiára, kőzetmechanikára.

Életrajza, szerzői munkásságát felvillantó születésnapi köszöntője megjelent lapunk 2018/2. számában. Professzor úr nyugdíjasként is aktívan követi volt tanszékének tudományos munkáját, Külön öröm az egybeesés, hogy legújabb szakcikke jelen lapszamban jelenik meg.

http://fib.bme.hu/folyoirat/vb/vb2018_2/vb2018_2.pdf#page=25

Tisztelettel köszöntjük évfordulós **fib** MT tagokat.

H. B.

fib BULLETIN 98

TITLE: ACCEPTANCE OF POST-TENSIONING SYSTEMS FOR CRYOGENIC APPLICATIONS

Year: 2021
Pages: 108
Format approx. DIN A4 (210x297 mm)
ISBN: 978-2-88394-147-2

Abstract:

Since the Second World War the demand of energy has undergone an exponential growth that has led to a sharp annual increase in the use of natural gas in both, cities and thermal power stations. Nowadays, the strategic relevance of natural gas as a main source of energy is evident with a contribution of more than 20% of the total world consumption. This development in increasing demand of natural gas has led for a need of suitable storage and transportation infrastructure.

Various gases, especially hydrocarbons, are preferably stored in liquid form for transportation and storage since the phase transformation from gas to liquid comes with a significant reduction of the volume (e.g. up to 600 times). Gases can be liquefied by raising the pressure or by cooling to their boiling point, which for most gases is below 0°C. This is known as cryogenic storage. The term cryogenic is derived from two Greek words, namely kryos meaning icy-cold and genes which can be translated as shape.

These *fib* recommendations are concerned about post-tensioning systems used in cryogenic tanks and have been formulated on the basis of actual available knowledge with the aim to reflect the current state of the art. Consequently, these recommendations have included a classification of the different cryogenic tanks typologies used in the past and nowadays, the associated different tendon types depending on their exposure to low temperature (e.g. never, only accidentally or during normal tank operation) and the testing regime required for acceptance of the materials and the post-tensioning system according to this document.

An international working group comprising more than 20 experts from administrative authorities, universities, laboratories, owners, structural designers, suppliers of prestressing steels and post-tensioning systems suppliers have actively contributed in order to develop these recommendations. This text has been written to cover best construction practices around the world, and to provide material specifications which are considered to be the most advanced available at the time of preparing this text. For ease of use (for Owner, Designer and Post-tensioning System Supplier), the content has been arranged systematically according to the system components into chapters focusing on performance characteristics, requirements and acceptance criteria.

fib BULLETIN 99

TITLE: CONCEPTUAL DESIGN OF PRECAST CONCRETE BRIDGE SUPERSTRUCTURES

Year: 2021
Pages: 276
Format approx. DIN A4 (210x297 mm)
ISBN: 978-2-88394-150-2

Abstract:

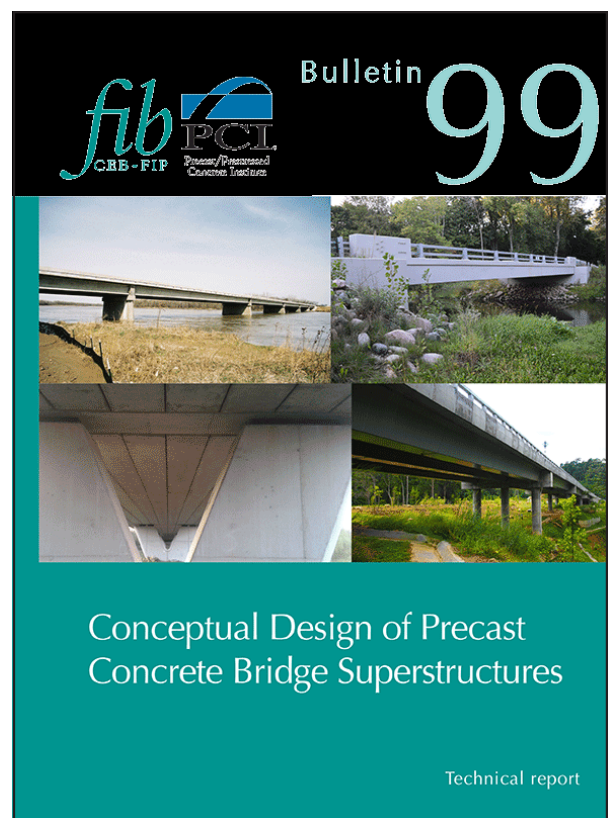
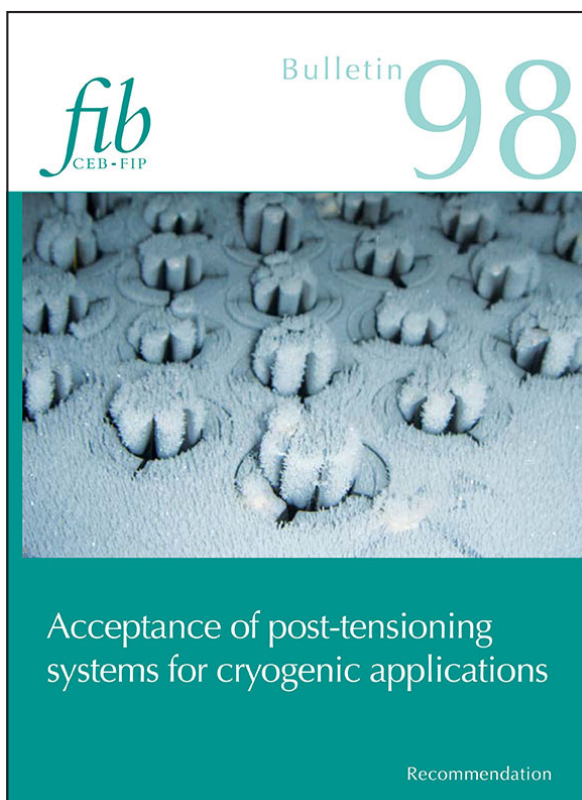
Concrete bridges are an important part of today's road infrastructure. An important part of those concrete bridges is to a large extent prefabricated. Precast concrete enables all the advantages of an industrialized process to be fully utilized. Contemporary concrete mixtures are used to realize high-strength bridge girders and piers that exactly meet the requirements set, both structurally and aesthetically, with a small ecological footprint. Sustainable and durable! On the construction site, there is no need for complex formwork, the execution time is drastically reduced and where road, water and rail traffic on or under the bridge has to be temporarily interrupted, it is only minimally inconvenienced during the execution of the project.

Bridges capture the imagination. In addition to their pure functionality, overcoming a height difference, they offer designers unprecedented opportunities to shape their creativity, including when using precast concrete.

This bulletin, prepared by the experts of Task Group 6.5 'Precast concrete bridges', takes a closer look at the conceptual (preliminary) design of prefabricated concrete bridges. The bulletin does not have the ambition to define the umbrella term 'conceptual design' but shows in a pragmatic way, using 24 examples spread all over the world, how leading designers use this methodology to select from the many possibilities to arrive at an ideal solution taking into account all design conditions.

One often reads that experience is a necessary condition for good conceptual design. The pooled knowledge and experience in this bulletin already provide the reader with a good head start.

Commission 6 thanks the former convener of the Task Group Hugo Corres, editor of this document, and the current co-conveners Marcello Waimberg and Ken-ichi Kata as well as all active members of the Task Group for sharing their knowledge and experience and for the successful realization of this bulletin.



fib BULLETIN 100

TITLE: DESIGN AND ASSESSMENT WITH STRUT-AND-TIE MODELS AND STRESS FIELDS: FROM SIMPLE CALCULATIONS TO DETAILED NUMERICAL ANALYSIS.

Year: 2021
Pages: 235
Format approx. DIN A4 (210x297 mm)
ISBN: 978-2-88394-152-6

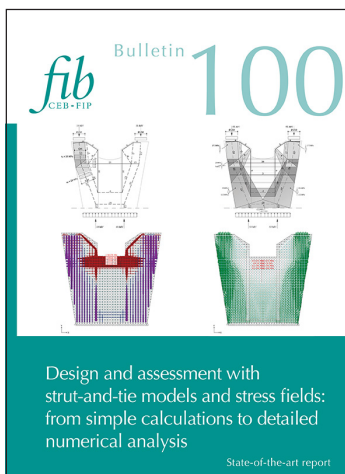
Abstract:

Following the long-standing tradition of *fib* in promoting the use of consistent design methods, strut-and-tie models were formally incorporated in Model Code 1990 to serve as the design basis for discontinuity regions. This choice was largely acknowledged as a sound approach for design and was thereafter followed in many national standards. For Model Code 2010, some update and revision of the previous provisions was performed, but the scope of the method was particularly broadened by introducing its complementary use with the stress field method. Since Model Code 2010, significant new knowledge has been generated in this topic. Particularly, the use of software implementing the theoretical ground of the stress field method is becoming increasingly popular and efficient, allowing for design, optimisation and assessment of structures in a simple, transparent and accessible manner.

In this Bulletin, the current state-of-the-art of the strut-and-tie models (STM) and the stress field models (SFM) is presented. Reference is not only made to classical rigid-plastic solutions, but also to solutions considering compatibility of deformations, such as elastic-plastic approaches or models allowing investigation of serviceability behaviour and deformation capacity of concrete structures. It is shown in the Bulletin that all models share the same ground and fundamental hypotheses. Their results are presented in a unitary and consistent manner by means of compression fields in the concrete and stresses in the reinforcement. The consistency amongst these approaches and their potential use in practice is also explored by means of the Levels-of-Approximation (LoA) approach as described in Model Code 2010.

Another effort in this Bulletin has been devoted to provide comparisons of the solutions according to strut-and-tie and stress fields to tests, in order to discuss on their pertinence and limitations. This perspective is also completed with practical examples presented of structures actually designed with this technique and where the potential of these methods can be appreciated in a clear manner. Finally, a number of special topics are also covered in the Bulletin, related to numerical optimisation, verifications at serviceability states, minimum reinforcement or the applicability of the methods under cyclic or reversal actions.

This Bulletin not only aims to give state-of-the-art rules and methods to design according to these techniques, but also to provide an outlook of how these methods could be implemented in future standards. This material also serves as the background document for the revision of the current provisions of Model Code 2010 in the new Model Code 2020.



fib BULLETIN 101

TITLE: PRECAST CONCRETE IN TALL BUILDINGS

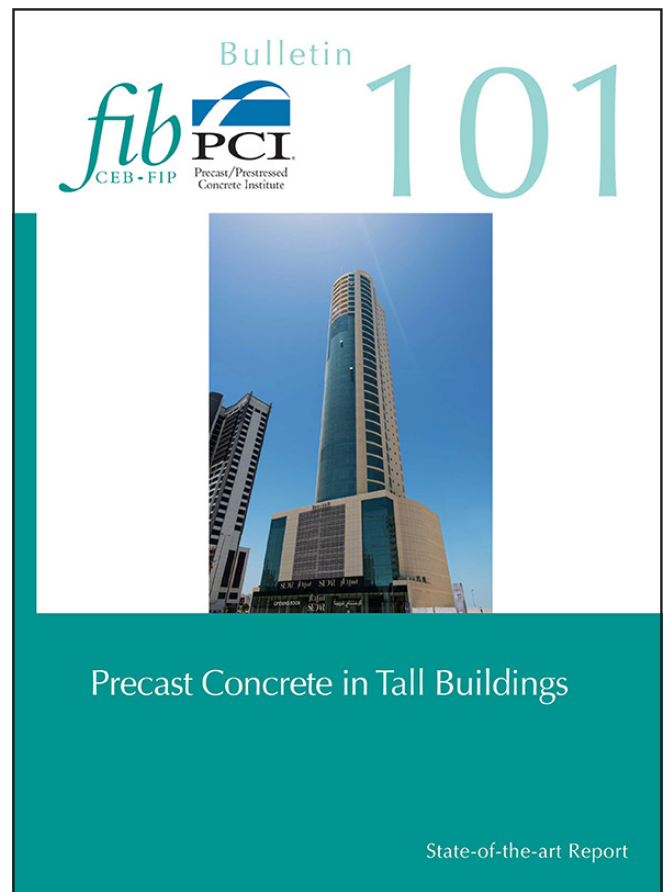
Year: 2021
Pages: 234
Format approx. DIN A4 (210x297 mm)
ISBN: 978-2-88394-154-0

Abstract:

There has been continued global growth in tall building construction over recent years. The variation in the use of such buildings is remarkable, from lavish hotels and apartments to socially affordable units. As the world struggles to cope with growing numbers of people, dwindling resources and movements from rural to urban habitats it is unavoidable that population densities will increase, and more efficient use of scarce land will be needed. Taller buildings are the inevitable consequence.

Tall buildings can use several different types of material to form their framework and envelope. Those materials are mixed to provide an optimum building solution to suit client requirements such as structure, occupancy, vision, affordability, timing, sustainability and quality. Precast concrete is one of those materials, and has been used from whole frameworks to facades, and elements mixed with structural steelwork and cast in place concrete.

This state of the art report shows how precast concrete can be effectively integrated into tall buildings using modern materials and techniques, drawing on the experience and expertise that is currently available in the global precast concrete industry. The report is aimed at not only building professionals and students, but also at contractors, investors, owners, public bodies and any other parties interested in the possibilities for use of precast concrete in tall building construction. Extensive case studies at the end of the Bulletin illustrate the benefits and applications discussed in the earlier chapters.



fib BULLETIN 102

TITLE: GUIDE FOR PROTECTION AND REPAIR OF CONCRETE STRUCTURES

Year: 2022
Pages: 291
Format approx. DIN A4 (210x297 mm)
ISBN: 978-2-88394-156-4

Abstract:

The idea of preparing a technical document for the repairs and interventions upon concrete structures goes back to the former *fib* COM5: Structural Service Life Aspects, being the goal of the then TG5.9. After a long period of reduced activity, and taking into account the reorganization of *fib* commissions that meanwhile took place, on June 2017 a different approach was proposed to push forward the task of TG8.1 (formerly TG5.9).

The (new) goal of TG 8.1 was to deliver a 'how-to-do' guide, gathering together protection, repair, and strengthening techniques for concrete structures. Chapters are intended to provide both guidelines and case-studies, serving as support to the application of *fib* MC2020 pre-normative specifications.

Each chapter was written by an editorial team comprising desirably at least a researcher, a designer and a contractor. Templates have been prepared in order to harmonize the contents and the presentation of the different methods. Following the writing process, chapters were reviewed by experts and, after amendments by the authors, they underwent a second review process by COM8 and TG3.4 members, as well as by different practitioners.

For each protection, repair and strengthening method addressed in this guide, readers have a description of when to adopt it, which materials and systems are required, which techniques are available, and what kind of equipment is needed. It then presents a summary of stakeholders' roles and qualifications, design guidelines referring to most relevant codes and references, the intervention procedure, quality control measures and monitoring and maintenance activities. Due to the extent of the guide, it was decided to publish it as bulletin 102, addressing protection and repair methods, and bulletin 103, addressing strengthening methods.

We would like to thank the authors, reviewers and members of COM8 and TG3.4 for their work in developing this *fib* Bulletin, which we hope will be useful for professionals working in the field of existing concrete structures, especially those concerned with life-cycle management and conservation activities.

As noted above, this Bulletin is also intended to act as a background and supporting document to the next edition of the *fib* Model Code for Concrete Structures, which is currently under development under the auspices of TG10.1 with the working title of "*fib* Model Code 2020".

fib BULLETIN 103

TITLE: GUIDE FOR STRENGTHENING OF CONCRETE STRUCTURES

Year: 2022
Pages: 316
Format approx. DIN A4 (210x297 mm)
ISBN: 978-2-88394-158-8

Abstract:

The idea of preparing a technical document for the repairs and interventions upon concrete structures goes back to the former *fib* COM 5: Structural Service Life Aspects, being the goal of the then TG 5.9. After a long period of reduced activity, and taking into account the reorganization of *fib* commissions that meanwhile took place, on June 2017 a different approach was proposed to push forward the task of TG 8.1 (formerly TG 5.9).

The (new) goal of TG 8.1 was to deliver a 'how-to-do' guide, gathering together protection, repair, and strengthening techniques for concrete structures. Chapters are intended to provide both guidelines and case-studies, serving as support to the application of *fib* MC 2020 pre-normative specifications.

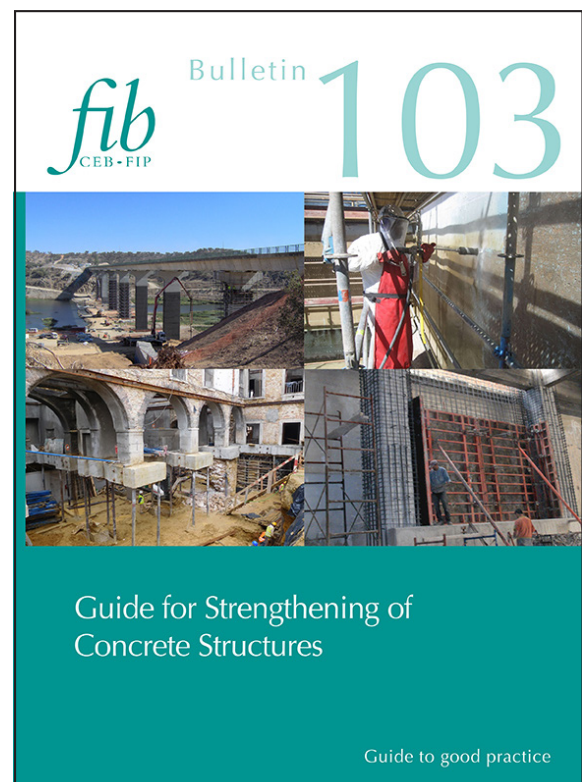
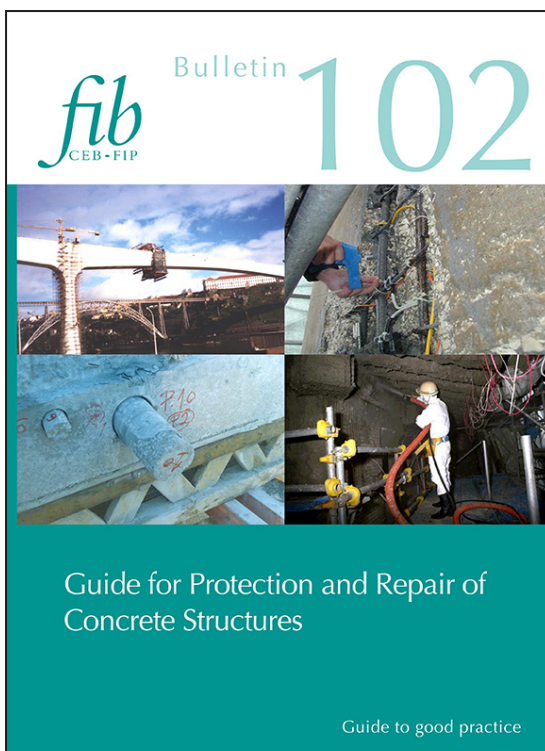
Each chapter was written by an editorial team comprising desirably at least a researcher, a designer and a contractor. Templates have been prepared in order to harmonize the contents and the presentation of the different methods. Following the writing process, chapters were reviewed by experts and, after amendments by the authors, they underwent a second review process by COM 8 and TG 3.4 members, as well as by different practitioners.

For each protection, repair and strengthening method addressed in this guide, readers have a description of when to adopt it, which materials and systems are required, which techniques are available, and what kind of equipment is needed. It then presents a summary of stakeholders' roles and qualifications, design guidelines referring to most relevant codes and references, the intervention procedure, quality control measures and monitoring and maintenance activities. Due to the extent of the guide, it was decided to publish it as bulletin 102, addressing protection and repair methods, and bulletin 103, addressing strengthening methods.

We would like to thank the authors, reviewers and members of COM 8 and TG 3.4 for their work in developing this *fib* Bulletin, which we hope will be useful for professionals working in the field of existing concrete structures, especially those concerned with life-cycle management and conservation activities.

As noted above, this Bulletin is also intended to act as a background and supporting document to the next edition of the *fib* Model Code for Concrete Structures, which is currently under development under the auspices of TG10.1 with the working title of "*fib* Model Code 2020".

Eduardo Júlio and Eduardo Cavaco



fib BULLETIN 104

TITLE: 2022 FIB AWARDS FOR OUTSTANDING CONCRETE STRUCTURES

Year: 2022
Pages: 43
Format approx. DIN A4 (210x297 mm)
ISBN: 978-2-88394-160-1
DOI: doi.org/10.35789/fib.BULL.0104

Abstract:

The *fib* has two major missions now. One is to work toward the publication of the Model Code 2020, and the other is to respond to the global movement toward carbon neutrality. While the former is steadily progressing toward completion, the latter will require significant efforts for generations to come.

As we all know, cement, the primary material for concrete, is a sector that accounts for 8.5% of the world's CO₂ emissions. And the structural concrete that *fib* handles consume 60% of that. In other words, we need to know the reality that our structural concrete is emitting 5% of the world's CO₂.

From now on, *fib* members, suppliers, designers, builders, owner's engineers, and academic researchers will be asked how to solve this difficult problem. In general, most of the CO₂ emissions in the life cycle of structural concrete come from the production stage of materials and the use stage after construction, i.e. A1 to A3 and B1 to B5 processes as defined in EN15978.

Cement and steel sectors, which are the main materials for structural concrete, are expected to take various measures to achieve zero carbon in their respective sectors by 2050. Until then, we must deal with the transition with our low carbon technologies. Regarding the production stage, the *fib* has recently launched TG4.8 "Low carbon concrete". And the latest low carbon technologies will be discussed there.

On the other hand, in the use stage, there is very little data on the relationship between durability and intervention and maintenance so far. The data accumulation here is the work of the *fib*, a group of various experts on structural concrete. Through-life management using highly durable structures and precise monitoring will enable to realize minimum maintenance in the use stage and to minimize CO₂ emissions.

Furthermore, it is also possible to contribute to the reduction of CO₂ emissions in the further stage after the first cycle by responding to the circular economy, that is, deconstruction (C), reuse, and recycle (D). However, the technology in this field is still in its infancy, and further research and development is expected in the future.

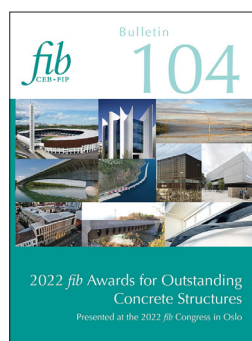
As described above, structural concrete can be carbon neutral in all aspects of its conception, and it can make a significant contribution when it is realized. The *fib* will have to address these issues in the future. Of course, it will not be easy, and it will take time. However, if we do not continue our efforts as the only international academic society on structural concrete in the world to achieve carbon neutrality, the significance of our very existence may be questioned.

Long before Portland cement was invented, Roman concrete, made of volcanic ash and other materials, was the ultimate low-carbon material, and is still in use 2'000 years later because of its non-reinforced structure and lack of deterioration factors. Reinforced concrete, which made it possible to apply concrete to structures other than arches and domes, is only 150 years old. Prestressed concrete is even younger, with only 80 years of history.

Now that we think about it, we realize that Roman concrete, which is non-reinforced low carbon concrete, is one of the examples of problem solving that we are trying to achieve. We have new materials, such as coated reinforcement, FRP, and fiber reinforced concrete, which can be used in any structural form. To overcome this challenge with all our wisdom would be to live up to the feat the Romans accomplished 2'000 years ago.

Realizing highly durable and elegant structures with low-carbon concrete is the key to meet the demands of the world in the future. I hope you will enjoy reading this AOS brochure showing the Outstanding Concrete Structures Awards at the

fib 2022 Congress in Oslo. And I also hope you will find some clues for the challenges we are facing.



Dr Akio Kasuga
fib President,
Chair of Commission
1 Concrete Structures

fib BULLETIN 105

TITLE: FIBRE REINFORCED CONCRETE

Year: 2022
Pages: 446
Format approx. DIN A4 (210x297 mm)
ISBN: 978-2-88394-162-5

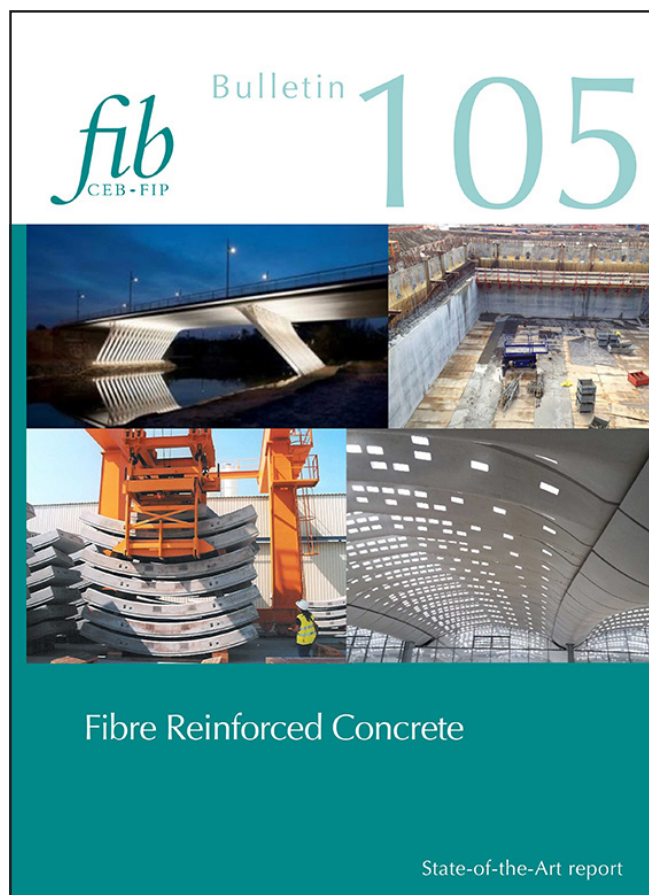
Abstract:

Fibre Reinforced Concrete (FRC) is a composite material characterized by an enhanced post-cracking tensile residual strength, due to the capacity of fibres to bridge the crack faces by means of pull-out mechanism.

Due to a better knowledge of FRC and the recent developments worldwide of guidelines for structural design, the *fib* Special Activity Group 5, who prepared the new *fib* Model Code, decided to introduce some sections on new materials and in particular on FRC structural design. At that time, working Groups TG 8.3 ("Fibre reinforced concrete") and TG 8.6 ("Ultra high performance fibre reinforced concrete") of *fib* prepared these sections of the new *fib* Model Code concerning FRC design rules for providing a guidance to engineers to properly and safely design FRC structural elements, both at serviceability and at ultimate limit states, based on the state-of-the-art knowledge. This bulletin was written with the aim to share the main framework used by the two groups to introduce these two sections and to describe the many aspects already known, but not yet introduced in the Model Code.

Even though the basic principles introduced in the two sections are mainly obtained from research on steel fibre reinforced concrete, the Model Code is open to every type of fibres, following a performance-based design approach.

The bulletin represents a wide effort made by the people of the Task Group 4.1 and 4.2 to trace the knowledge on FRC and aims to be helpful for structural designers when using this new material in the practice.





BETONMIX

Szálerősítéses betonok

Tervezés

Betontechnológia

Szakértés

Diagnosztika

Ipari padlók

Térbetonok

Betonszerkezetek

Minőségbiztosítás

- Technológiai utasítás (TU), Mintavételi-és megfelelés-igazolási terv (MMT) készítése
- Kivitelezés közbeni helyszíni tanácsadás, szakértői felügyelet
- Javítási technológia kidolgozása

Szakértés

- Műszaki átadás-átvételkor műszaki megfelelés megállapítása
- Betontechnológiai hibák okainak meghatározása
- Helyszíni vizsgálatok roncsolással és roncsolás mentesen
- Georadar vizsgálatok
- Ráhatási felelősség megállapítása

+36 30 377 8629

BETONMIX@BETONMIX.HU

WWW.BETONMIX.HU



fotó: MOL Campus | Dernovics Tamás | magyarepitok.hu



Vinifera Hotel Balatonfüred | Kamarások Bt.



AXISVM

Teljeskörű vasbetontervezés

- Falak és lemezek vasalásának számítása
- Oszlop- és gerendavasalás
- Lemezek átszúródási és nyírési méretezése
- Pont- és sávalap méretezés, geotechnikai ellenőrzés
- Vasbeton falak és falmagok méretezése összetett igénybevételekre
- Vasbeton keresztmetszet feszültséganalízise
- Vasbeton gerendák és oszlopok tűzállósági méretezése
- Vasbeton lemezek és falak tűzállósági méretezése
- Utófeszített rúd- és felületszerkezetek modellezése
- Parametrikus tervezés támogatása (Rhino-Grasshopper, Revit-Dynamo)