



Ez a könyv arról szól,
hogy a beton teherbírása
és tartóssága mely
feltételek mellett megfelelő.

Kausay: **BETON**

Kausay Tibor

BETON

A BETONSZABVÁNY
NÉHÁNY FEJEZETÉNEK
ÉRTELMEZÉSE



2013

Kausay: BETON

**című könyv megvásárolható
a Mérnöki Kamara Nonprofit Kft.
Budapest, IX. Angyal u. 1-3.
alatti irodájában**

MÉRNÖKI KAMARA NONPROFIT KFT.

BETON

A BETONSZABVÁNY NÉHÁNY FEJEZETÉNEK ÉRTELMEZÉSE

— Oktatási és továbbképzési kiadvány —

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék**

Budapest, 2013.

Szerző:

Dr. Kausay Tibor PhD.

okl. építőmérnök, okl. vasbetonépítési szakmérnök
műszaki tudomány kandidátusa
címzetes egyetemi tanár
MTA gróf Lónyay Menyhért-emlékérmes
BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék

Lektorok:

Dr. Erdélyi Attila

okl. építőmérnök
műszaki tudomány kandidátusa
ny. egyetemi docens
fib Palotás-díjas
BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék

† **Dr. Balázs György professor emeritus**

okl. építőmérnök
műszaki tudomány doktora
Széchenyi-díjas
Budapest díszpolgára
BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék

Dr. Balázs L. György PhD.

okl. építőmérnök, okl. mérnöki matematikai szakmérnök
műszaki tudomány kandidátusa
egyetemi tanár, tanszékvezető
BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék
fib Nemzetközi Betonszövetség elnöke

A könyv a

Mérnöki Kamara Nonprofit Kft.

kiadványa, amely a
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéke
közreműködésével készült

A Magyar Mérnöki Kamarát

Dr. Kiss Jenő

okl. építészmérnök
műszaki tud. kandidátusa
címzetes egyetemi tanár
a Magyar Mérnöki Kamara Építési Tagozatának elnöke képviselte

© Mérnöki Kamara Nonprofit Kft.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	7
2. SZABVÁNYOSÍTÁS NAPJAINKBAN	9
3. SZERKEZETEK TERVEZÉSI ÉLETTARTAMA	15
4. ÉPÍTMÉNYEK SZERKEZETI OSZTÁLYA	17
5. BETONFEDÉS	21
5.1. ELŐÍRÁSOK A BETONFEDÉSRE	21
5.2. ELŐÍRÁSOK A KÉREGVASALÁSRA	28
6. BETONOK SZABVÁNYOS JELÖLÉSE	35
7. NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY	39
7.1. NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY JELE	39
7.2. MÉRTÉKADÓ NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY MEGHATÁROZÁSA	41
7.3. KÜLÖNBÖZŐ KOROK NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLYAINAK MEGFELELTETÉSE	43
8. KÖRNYEZETI OSZTÁLY	47
8.1. KÖRNYEZETI OSZTÁLYOK KÖVETELMÉNYE	47
8.2. KÖRNYEZETI OSZTÁLYOK TÁRSÍTÁSA	52
9. KONZISZTENCIA OSZTÁLY	53
9.1. KÖZÖNSÉGES BETON KONZISZTENCIA OSZTÁLYAI	53
9.2. ÖNTÖMÖRÖDŐ-ÖNTERÜLŐ BETON KONZISZTENCIA OSZTÁLYAI	56
10. TESTSŰRŰSÉG	59
10.1. FRISS BETON TESTSŰRŰSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA	59
10.2. SZILÁRD BETON TESTSŰRŰSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA	60
11. LEVEGŐ-TARTALOM	63
11.1. FRISS BETON BENNMARADT LEVEGŐ-TARTALMA	63
11.2. LÉGBUBORÉK-TARTALOM, TÁVOLSÁGI TÉNYEZŐ	65
12. NYOMÓSZILÁRDSÁG	69
12.1. NYOMÓSZILÁRDSÁG VIZSGÁLAT RONCSOLÁSOS MÓDSZERREL	69
12.1.1. Általános ismeretek	69
12.1.2. Roncsolásos nyomószilárdság vizsgálati eredmények összeférése	73
12.2. NYOMÓSZILÁRDSÁG VIZSGÁLAT SCHMIDT-KALAPÁCCSAL	75
12.3. EGYES ÉS ÁTLAGOS NYOMÓSZILÁRDSÁGOK ÁTSZÁMÍTÁSA	92
12.4. NYOMÓSZILÁRDSÁG JELLEMZŐ (KARAKTERISZTIKUS) ÉRTÉKE	94
12.4.1. Általános ismeretek	94
12.4.2. Jellemző érték a folyamatos gyártás és vizsgálat során	96
12.4.3. Beton átadás-átvétele a nyomószilárdság azonosító vizsgálat alapján	99
12.5. ÉPÍTMÉNY BETONJÁNAK NYOMÓSZILÁRDSÁGA	106
13. ELLENÁLLÁS KÜLSŐ HATÁS OKOZTA VEGYI MÁLLÁSSAL SZEMBEN	125
13.1. KARBONÁTOSODÁS OKOZTA ACÉLKORRÓZIÓ	125
13.2. KLORIDION-TARTALOM OKOZTA ACÉLKORRÓZIÓ	132
13.3. TERMÉSZETES TALAJ ÉS TALAJVÍZ KÉMIAI KORRÓZIÓJÁNAK ELLENÁLLÓ BETONOK	137
13.3.1. Természetes talaj és talajvíz kémiai korróziójának ellenálló betonok környezeti osztályba sorolásának feltétele	137
13.3.2. Talajok savassági fokának vizsgálata <i>Baumann-Gully</i> -féle módszerrel	140
13.4. SAVAS ÉS LÁGY VÍZ OKOZTA OLDÓDÁSOS BETONKORRÓZIÓ	140

13.5. SZULFÁTOS VÍZ ÉS GÁZ OKOZTA DUZZADÁSOS BETONKORRÓZIÓ	142
13.6. TAUMAZIT SZULFÁT BETONKORRÓZIÓ	144
14. FAGY- ÉS OLVASZTÓSÓ-ÁLLÓSÁG VIZSGÁLAT	147
14.1. BETON FAGY- ÉS OLVASZTÓSÓ-ÁLLÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA	147
14.2. FELÜLETI BEVONAT FAGY- ÉS OLVASZTÓSÓ-ÁLLÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA	153
15. VÍZZÁRÓSÁG VIZSGÁLAT	155
16. KOPÁSÁLLÓSÁG VIZSGÁLAT	159
16.1. BETON KOPÁSÁLLÓSÁGÁNAK FELTÉTELEI	159
16.2. BÖHME-FÉLE KOPÁSÁLLÓSÁG VIZSGÁLAT	161
17. CEMENTEK	163
17.1. CEMENTFAJTÁK	163
17.2. CEMENTEK FELHASZNÁLHATÓSÁGA KÖRNYEZETI OSZTÁLYOK SZERINT	168
17.3. CEMENTEK FELHASZNÁLHATÓSÁGA MÉRNÖKI MŰTÁRGYAK, PÉLDÁUL KÖZÚTI HIDAK ÉPÍTÉSÉHEZ	172
18. KEVERŐVÍZ	177
19. ADALÉKANYAGOK	181
19.1. ADALÉKANYAG FAJTÁK	181
19.1.1. Homokos kavics, kavics, homok	182
19.1.2. Zúzottkő, zúzottkavics	185
19.1.3. Könnyű adalékanyagok	187
19.1.4. Bontott, újrahasznosított adalékanyag	190
19.2. BETONADALÉKANYAGOK TERMÉKMINŐSÍTŐ TULAJDONSÁGAI	194
19.2.1. Testsűrűség és halmazsűrűség	194
19.2.2. Vízfelvétel	194
19.2.3. Szem nagyság	194
19.2.3.1. Betonadalékanyag frakciók (termékek) szem nagysága	194
19.2.3.2. Szitavizsgálat	204
19.2.3.3. Számpélda az adalékanyag szemmegoszlásának összeállítására	206
19.2.4. Zúzottkövek, zúzott kavicsok és újrahasznosított betonadalékanyagok közetfizikai csoportja	207
19.2.5. Betonadalékanyag fagy- és olvasztósó-állósága	214
19.2.6. Betonra káros szennyező anyagok az adalékanyagban	216
19.2.6.1. Adalékanyag kloridion-tartalma	216
19.2.6.1.1. Adalékanyag vízoldható kloridion-tartalma	216
19.2.6.1.2. Adalékanyag savoldható kloridion-tartalma	217
19.2.6.2. Adalékanyag szulfátion-tartalma	217
19.2.6.2.1. Adalékanyag vízoldható szulfátion-tartalma	217
19.2.6.2.2. Adalékanyag savoldható szulfátion-tartalma	218
19.2.6.3. Szerves szennyeződések az adalékanyagban	218
19.2.6.4. Alkáli szilikát (kovasav) és alkáli dolomit reakció	220
19.2.6.5. Napégette (napszúrásos), kokkolitos (kukoricás) bazalt	223
19.2.6.6. Acélsalak adalékanyag okozta korrózió	224
20. KIEGÉSZÍTŐANYAGOK	225
20.1. AKTÍV (II. TÍPUSÚ) KIEGÉSZÍTŐANYAGOK, HIDRAULITOK	226
20.1.1. Szilikapor, mikroszilika szuszpenzió	228
20.1.2. Nanoszilika	232
20.1.3. Savanyú pernye	233
20.1.4. Metakaolin	235
20.1.5. Természetes tufa, puccolán, trasz	235

20.1.6. Őrölt granulált kohósalak, kohósalakliszt	235
20.2. INERT (I. TÍPUSÚ) KIEGÉSZÍTŐANYAGOK	238
20.2.1. Mészköliszt	238
20.2.2. Kvarcliszt	240
20.2.3. Pigmentek	240
21. ADALÉKSZEREK	243
21.1. KÉPLÉKENYÍTŐ ADALÉKSZEREK	244
21.2. FOLYÓSÍTÓ ADALÉKSZEREK	244
21.3. KÖTÉSKÉSLELTETŐ (KÖTÉSLASSÍTÓ) ADALÉKSZEREK	246
21.4. GYORSÍTÓ ADALÉKSZEREK	247
21.4.1. Kötésgyorsító adalékszerek	247
21.4.2. Szilárdulásgyorsító adalékszerek	247
21.5. LÉGBUBORÉKKÉPZŐ ADALÉKSZEREK	248
21.6. VÍZZÁRÓSÁGFOKOZÓ (TÖMÍTŐ) ADALÉKSZEREK	249
21.7. STABILIZÁLÓ ADALÉKSZEREK	249
21.8. INJEKTÁLÁST SEGÍTŐ ADALÉKSZEREK	250
21.9. ADALÉKSZEREK LÖVELLT BETONHOZ	250
22. BETONÉPÍTÉS FOLYAMATA	251
22.1. A BETON ÖSSZETÉTELÉNEK TERVEZÉSE ÉS ELLENŐRZÉSE	252
22.2. A MUNKAHELY ELŐKÉSZÍTÉSE, ZSALUZAT	261
22.3. BETONKEVERÉK KÉSZÍTÉSE	262
22.4. A BETONKEVERÉK SZÁLLÍTÁSA	268
22.4.1. A betonkeverék szállítása az építéshelyre	268
22.4.2. A betonkeverék eltarthatósága	270
22.4.3. A betonkeverék építéshelyi (munkahelyi) szállítása	271
22.5. A BETONKEVERÉK ELHELYEZÉSE	272
22.6. A BETONKEVERÉK TÖMÖRÍTÉSE	274
22.6.1. Tömörítés kézi erővel	275
22.6.2. Tömörítés merülő vibrátorral	275
22.6.3. Tömörítés felületi vibrátorral	276
22.6.4. Tömörítés zsalurázó vibrátorral	276
22.6.5. Tömörítés hengerrel	276
22.7. MUNKAHÉZAG	277
22.8. BETONOZÁS HIDEG ÉS MELEG IDŐBEN	277
22.8.1. Betonozás hideg időben	277
22.8.2. Betonozás meleg időben	279
22.9. KÜLÖNLEGES BETONOZÁSI FELADATOK	279
22.10. UTÓKEZELÉS	280
22.11. KIZSALUZÁS	281
22.12. BETONTECHNOLÓGIAI UTASÍTÁS	283
22.12.1. Példa egy monolit vasbeton vázszerkezetű, vastag födémes ipari tartószerkezet építésének betontechnológiai utasítására	283
22.12.1.1. Alkotóanyagokkal és a betonnal szemben támasztott követelmények, példa	283
22.12.1.2. Betonozás előtti ellenőrzés, példa	283
22.12.1.3. A beton összetételének előzetes laboratóriumi ellenőrzése és építéshelyi próbakeverés, példa	284
22.12.1.4. A beton keverése a transzportbeton gyárban, példa	285
22.12.1.5. A beton szállítása, példa	285
22.12.1.6. A friss beton összetételének építéshelyi beállítása, példa	286

22.12.1.7. A betonozás időigénye és ütemezése, példa	287
22.12.1.8. A beton szivattyúzása, példa	287
22.12.1.8.1. A beton szivattyúzásának általános szempontjai, példa	287
22.12.1.8.2. A beton szivattyúzásának és elterítésének szempontjai a földemek betonozása esetén, példa	289
22.12.1.9. A beton bedolgozása, példa	290
22.12.1.10. A bedolgozott beton nedves utókezelése, példa	290
22.12.1.11. A bedolgozott beton hőmérséklete és hőmérsékletének mérése földemek esetén, példa	291
22.12.1.12. Betonozási hibák javítása, példa	291
22.12.1.13. Kizsaluzás és a vasbeton szerkezeti elemek terhelhetősége, példa	291
22.12.1.14. A minőség vizsgálatok rendje, példa	291
22.12.2. Példa egy gépalap készítésének betontechnológiai utasítására	292
22.12.2.1. Alaptömb betonösszetétele, példa	292
22.12.2.2. Alaptömbök betonozásának ütemterve, példa	293
22.12.2.3. Alaptömbök betonozása, példa	294
22.12.3. Példa egy monolit vasbeton vázszerkezetű, hatszintes épület téli betonozásának betontechnológiai utasítására	296
22.12.3.1. Betontechnológiai feltételek, példa	296
22.12.3.2. Hidegfokozatok, példa	297
22.12.3.3. A beton hőmérséklete, példa	298
22.12.3.4. A beton fagyvédelme, példa	298
22.12.3.5. A beton utókezelése, példa	299
22.12.3.6. A vasbetonszerkezet kizsaluzása, példa	299
22.13. KISÉPÍTKEZÉSEK BETONJAINAK ÖSSZETÉTELE	300
M1. MELLÉKLET. SZEMMEGOSZLÁSI HATÁRGÖRBÉK	307
M2. MELLÉKLET. LISZTFINOMSÁGÚ SZEMEK	311
HIVATKOZOTT JOGSZABÁLYOK	315
HIVATKOZOTT SZABVÁNYOK, MŰSZAKI ELŐÍRÁSOK ÉS IRÁNYELVEK	317
HIVATKOZOTT IRODALOM	329

In memoriam Professor Emeritus Dr. Balázs György

1. BEVEZETÉS

A beton anyagtana a beton tulajdonságaival foglalkozik, és talán nem túlzás, ha eredetét mintegy kétszázötven évvel ezelőtre tesszük. Az angol *John Smeaton* 1756-ban írta le, hogy a mészkeverékhez agyagot adva olyan keveréket készített, amely kiegészítve, majd megőrölve és vízzel keverve víz alatt is megszilárdul, és a szilárdságát víz alatt is megtartja; e találmány alapján építette meg mész- és puccolán-tartalmú habarcs kötőanyaggal, gránitból az eddystonei tengeri világítótornyot.

A beton anyagtana tehát régi és folyamatosan fejlődő tudományág, amelynek eredményei az építőmunkában hasznosulnak, a sikeres építményeken kívül legkézzelfoghatóbban úgy, hogy beépülnek a szabványokba. A szabvány társadalmi eszköz, amely a kor színvonalának megfelelő műszaki megoldások kedvező, egységes gyakorlati alkalmazását kínálja. A szabvány is folyamatosan változik, mert nem csak az adott tudományág fejlődését, hanem a társadalmi-gazdasági körülmények változását is követnie kell. A társadalomban és a gazdaságban a XX.-XXI. századforduló táján nagy változás következett be, és ez a szabványosításra is hatással volt: a magyar nemzeti szabványokat jórészt az európai szabványok váltották fel.

A szabványokon kívül szükség van olyan segédletekre, műszaki előírásokra, illetve irányelvekre, szabvány alkalmazási magyarázatokra, vagy akár példatárakra, amelyek a napi betonépítési feladatokban segítik az építési folyamat résztvevőit, a beruházókat (megrendelőket, vásárlókat), tervezőket, gyártókat, építőket (kivitelezőket), műszaki ellenőröket, laboratóriumi kutatókat, amilyen szabályozási iratra számos osztrák, német, brit stb. példa található.

Ezért gondolt a Magyar Mérnöki Kamara és a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék e könyv megírására, nevezetesen arra, hogy e könyvben megvizsgáljuk: a mai társadalmi-gazdasági viszonyokat is kifejező európai szabványok miként kezelik a beton-anyagtani ismereteket, és nemzeti szempontjaink ebben az új szabványrendszerben miként érvényesíthetők. Mindezek összefoglalása azért fontos, mert a betonszabványok alkalmazása nélkül jó minőségű és tartós betont eredményező, üzletileg is sikeres építőmunka nem végezhető, és a szabványok helyes alkalmazása azok tartalmi hátterét képező beton-anyagtani törvényszerűségek ismerete nélkül elképzelhetetlen.

A könyv szándékunk szerint a tudomány jelenlegi állapotát tükrözi, és abban a közvetített ismeretek – beleértve a táblázatokat és ábrákat is – forrását minden esetben megjelöltük.

E mérnökkamarai könyv nem öleli fel a beton teljes anyagtanát, hanem a beton, mint félkész termék legfontosabb – a szabványos betonjellel megnevezett – termékminősítő tulajdonságai és a beton alkotóanyagainak ugyancsak termékminősítő sajátosságai köréből meríti tartalmát, miközben egy később megírandó, átfogóbb, teljesebb betonanyagtani könyvnek csírája lehet.

Ez a könyv voltaképpen önképzőköri munkaként, és a mérnöktovábbképzés önképzésként is felfogható, mert a szó szoros értelmében vett számonkérés nem kíséri. Kétezer évvel ezelőtt írta a római filozófus, *Lucius Annaeus Seneca*: „Homines dum docent, discunt”, azaz „Tanítás közben az ember maga is tanul”. E latin bölcsmondás igazságtartalma hatványozott, ha a tanító és a tanuló egyazon, a saját magát továbbképező mérnökember.

A szerző köszönettel tartozik a könyv megjelenését támogató szervezeteknek és kollégáknak, így a Magyar Mérnöki Kamarának, a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéknek, ezek vezetőinek és munkatársainak, a kiadónak, a nyomdának, és mindenek előtt a Lektoroknak, kiemelten *dr. Erdélyi Attila* ny. egyetemi docens úrnak, akinek a lektori munkát messze meghaladó kiegészítései és baráti tanácsai a könyv színvonalát nagymértékben emelték.

Budapest, 2013. március

Dr. Kausay Tibor