	Kötőanyagok IV. Hidraulikus kötőanyagok: Cement 2. **Klinkerásványok**	

Németül:	Hydraulischese Bindemittel: Zement, Klinker
Angolul:	Hydraulic binding materials: Cement, clinker
Franciául:	Liants hydraulique: Ciment, clinker

Klinker oxidos összetételének modulusai

A klinker összetételének túlnyomó többségét négy oxid teszi ki: CaO (röviden: C), SiO_2 (röviden: S), Al_2O_3 (röviden: A), Fe_2O_3 (röviden: F), kisebb jelentőségű a Na_2O, K_2O, MgO, SO_3. A klinker tulajdonságait az oxidok aránya szabja meg, amelyet modulusokkal szokás kifejezni. Követelmény, hogy a modulusok értéke adott határok között legyen. Portlandcementklinker esetén három modulus használatos, amelyekben a c·(X) jelölés az X oxid tömegszázalékban kifejezett mennyiségét jelenti:

Szilikátmodulus: SM = c·S/(c·A + c·F), határértékei: 1,8 < SM < 2,8

Aluminátmodulus: AM = c·A/c·F, határértékei: 0,5 < AM < 2,5

Mésztelítettség,

ha az AM > 0,64,
akkor TT = (c·C - c·(szabad CaO) – 1,65·c·A – 0,35·c·F – 0,7· c·(SO_3))/2,8 c·S

ha az AM < 0,64,
akkor TT = (c·C - c·(szabad CaO) – 1,1·c·A – 0,7·c·F – 0,7· c·(SO_3))/2,8 c·S

A mésztelítettség határértékei: 0,85 < TT < 0,95

A szilikátmodulus növekedésével a cementszilárdság nő. Az aluminátmodulus növekedésével a cement stabilabb lesz, de szulfátállósága csökken. A szulfátálló cementek AM értéke mintegy 0,64, a mérsékelten szulfátálló cementeké mintegy 1,0. Minél nagyobb a mésztelítettség, annál több a trikalcium-szilikát mennyisége, és kevesebb a dikalcium-szilikát mennyisége a klinkerben. Ha TT = 1, akkor szabad CaO és dikalcium-szilikát nincs jelen, a szilikátokban lekötött CaO teljes egészében trikalcium-szilikátot alkot. Ha TT > 1, akkor a klinker szabad CaO-t tartalmaz. A szabad CaO vízzel csak nagyon lassan, a cement megszilárdulása után reagál, miközben térfogata növekszik, duzzad, és ezért repedéseket okoz.

Az aluminátklinker tulajdonságaira a c·C/c·A aránynak van hatása. A mésztartalom növelése a kezdeti szilárdságot, az alumíniumoxid-tartalom növelése a tűzállóságot növeli.

A klinker kis fajlagos felületű ❖ félkész termék, amely fedett tárolótérben a cementnél sokkal hosszabb ideig károsodás nélkül eláll, ezért folyamatos gyártással téli időszakban tartalékok képezhetők belőle. Cementgyártásra a pihentetett, lehűlt klinker alkalmas.

Portlandcement-klinkerásványok

Mai értelemben a portlandcement a szilikátcementek azon fajtája, amelyek portlandcementklinker-tartalma adott határértéket elér. Ez a határérték az MSZ EN 197-1:2000 szabvány szerint általában 65 tömeg% (CEM I és CEM II jelű cementfajták). A portlandcementklinker (*1. ábra*) elsősorban kalcium-szilikátokból épül fel, és zsugorodási hőmérsékleten (1400 – 1500 °C) égetett féltermék. A portlandcement típusú cementek a

zsugorított vagy olvasztott hidraulikus kötőanyagok csoportjába tartoznak, szemben a gyengén hidraulikus kötőanyagokkal ❖, amelyek alapanyagát zsugorodási hőmérséklet (1100 – 1200 °C) alatt égetik.

A portlandcement tulajdonságainak legfőbb hordozói a portlandcement-klinkerásványok, amelyek közül a legfontosabbak a következők:

Alit, trikalcium-szilikát ($3CaO \cdot SiO_2$, röviden: C3S). A cement 37-60 tömeg%-át teszi ki. A nagy kezdőszilárdságot adja.

Belit, a dikalcium-szilikát négyféle módosulata közül a legfontosabb, a β-módosulat (β-$2CaO \cdot SiO_2$, röviden: β-C2S). Mennyisége a cementben 15-37 tömeg%. Kezdeti szilárdulása lassú, utószilárdulása nagy, hőfejlesztése kicsi.

Felit, trikalcium-aluminát ($3CaO \cdot Al_2O_3$, röviden: C3A). Mennyisége a cementben: 7-15 tömeg%. Kezdeti szilárdulása gyors, hőfejlesztése nagy, zsugorodásra hajlamos. Ha hiányzik vagy kicsi a mennyisége a cementben, akkor a cement szulfátálló (*2. ábra*). Ellenkező esetben a cement kevésbé szulfátálló, mint a portlandcementek általában.

Celit, tetrakalcium-aluminát-ferrit ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$, röviden: C4AF). Mennyisége a cementben 10-18 tömeg%. Szilárdsága igen kicsi, lassan köt. Ennek a klinkerásványnak a mennyiségét növelve a cement szulfátállósága javul.

A négy portlandcement-klinkerásvány együttesen a tiszta portlandcement 90-98 tömeg%-át teszi ki. A maradék 2-10 tömeg% szabad magnéziumoxidból, kalciumszulfátból (gipszből) és kalciumoxidból áll.

1. ábra: Normál portlandcementklinker

2. ábra: Szulfátálló portlandcementklinker

Aluminátcement-klinkerásványok

Az aluminátcement (angolul: aluminous cement) nyersanyaga mészkő és alumíniumtartalmú kőzet, általában bauxit vagy timföld (többnyire bauxitból állítják elő), és eszerint beszélünk építési célú bauxitcementről, amely a bauxitbeton ❖, és timföldcementről (tűzállócementről), amely a tűzállóbeton kötőanyaga. Az ömlesztett aluminátcementeket, mint pl. a francia Lafarge-cementet (ciment fondu, ciment electrique) vagy a német Tonerde-Schmelzzement-et olvadási hőfokon égették. Hazánkban a bauxitcementet az 1920-as évek végén zsugorítást el nem érő hőfokon (töpörödési hőfok, 1000 – 1100 °C) égették, majd később áttértek a zsugorodási hőmérsékleten (kb. 1250 °C) való égetésre. A zsugorításhoz felhasznált hőenergia-szükséglet az olvasztáshoz szükséges értéknek fele-harmada. Az égetés terméke az aluminátcementklinker, amely alumínium-oxidban (Al_2O_3) dús vegyületekből áll.

Az aluminátcement legfontosabb klinkerásványai a kalciumaluminátok.

Az 1600 °C hőmérsékleten olvadó $CaO{\cdot}Al_2O_3$ (CA) klinkerásvány az aluminátcementek nagy kezdőszilárdságát biztosítja.

A $CaO{\cdot}2A1_20_3$ (CA_2) 1720 °C hőmérsékleten olvad, szilárdulása lassúbb.

Az 1590 °C-on olvadó $CaO{\cdot}A1_2O_3{\cdot}SiO_2$ (C_2AS), amelynek ásványtani neve gehlenit, kisebb-nagyobb mennyiségben mindig található a klinkerben, jelenléte a szilárdulási folyamatra nem előnyös.

A $4CaO{\cdot}A1_2O_3{\cdot}Fe_2O_3$ (C_4AF, brownmillerit) 1410 °C körül olvad.

A $12CaO{\cdot}7Al_20_3$ ($C_{12}A_7$), egyes szerzők szerint $5CaO{\cdot}3Al_2O_3$ (C_5A_3), valamint a $3CaO{\cdot}5Al_2O_3$ (C_3A_5) összetételű mészaluminátok is hordozói a szilárdulási képességnek. Az esetleges gyorskötés oka tökéletlen feltáródás következtében és a bauxitcementklinker helytelen hőkezelése esetén előálló $3CaO{\cdot}5Al_2O_3$ (C_3A).

A bauxitcement Al_2O_3 tartalma legalább 35 tömegszázalék volt, a tűzállócementé (*3. ábra*) legalább 60 tömegszázalék.

3. ábra: Tűzálló aluminátcement-klinker

Felhasznált irodalom

MSZ EN 197-1:2000	Cement. 1. rész: Az általános felhasználású cementek összetétele, követelményei és megfelelőségi feltételei. Módosították MSZ EN 197-1:2000/A1:2004 szám alatt
Bereczky Endre – Reichard Ernő:	A magyar cementipar története. SZIKKTI – CEMŰ – Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1970.
Dolezsai Károly – Pauka Imre:	Cementgyártás. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1964.
Riesz Lajos:	Cement- és mészgyártási kézikönyv. Építésügyi Tájékoztatási Központ. Budapest, 1989.
Palotás László:	Fa – kő – fém – kötőanyagok. Mérnöki szerkezetek anyagtana 2. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1979.
Talabér József (szerk.):	Cementipari Kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1966.

Jelmagyarázat: ❖ A jel előtt álló fogalom a fogalomtár szócikke.

A cikk eredeti változata megjelent a	BETON szakmai havilap	2008. január havi számának 12-13. oldalán

Vissza a

Noteszlapok abc-ben ***Noteszlapok tematikusan***

tartalomjegyzékhez

Vissza a *Fogalmak* könyvtár tartalomjegyzékéhez