

Zománcréteg alkalmazása betonacélra a betonnal való kötés javítására

Charles L. Hackler, Michael Koenigstein, Charles A. Weiss jr. és Philip G. Malone)
(Email Mitteilungen, 5/2007)

(Fordította: Dr Való Magdolna)

1. Kivonat

Az előzetes kísérletek azt mutatták, hogy a speciális zománcrétegek növelik a kötőerőt, amely a portlandcement habarcs és a betonacél között képződik.

Azt találtuk, hogy a dehidratált portlandcement behatolása a zománcba, ami a sima rúdra van ráégetve, 2-5-szeresére növeli a kötésszilárdságot, összehasonlítva a nem bevont acéllal.

Különleges zománcbevonatokat lehet alkalmazni az acél teljesítőképességének a javítására a betonban fémdrót formájában, hagyományos betonacél számára, vagy fémpanelként betonpadlóban.

2. Bevezetés

A vasbeton a leggyakrabban alkalmazott szerkezeti anyag egyike. A betonba ágyazott acél esetében csak gyenge kötés képződik az acél felülete és a körülvevő kalciumszilikát-hidrát fázis között.

A kísérletek azt mutatták, hogy a fázis, amely közvetlen érintkezésben van az acéllal, egy vékony kalciumhidroxid (portland) rétegből áll, és nem kalciumszilikát-hidrát gél. A portlandit a leggyengébb kristályos fázisnak tekintendő, amely a portlandcement hidratációjánál keletkezik. A beton/acél közbenső rétegben csak viszonylag gyenge van-der-Wals kötés képződik.

A beton/acél közbenső réteg tipikus módon korrózió, felületi kezelés, védőréteg és alakítási struktúra által változik. A beton összetétel módosítása és az acélfelület kezelése – a kötésszilárdság növeléséért – csak mérsékelt sikerhez vezet. A betonhoz adagolt metilcellulóz és az acélfelület nátriumszilikáttal való kezelése, a kötési erő növekedésével jár.

A jelenlegi kísérletek azt a hatást vizsgálják, amely az acélfelületre - a betonba való beágyazása előtt – zománc ráégetésével érhető el. Ez a megoldás különbözik az eddigi kísérletektől, amelyekben egy reaktív szilikát fázist vittünk az acélra, és a ce-

ment szemcsékből egy külső bevonat képződött, amely képes volt megkötni a körülvevő hidrát gélt

3. Kísérleti módszerek

3.1 Vizsgálórúd előállítása

- A vizsgálathoz 6,35 mm átmérőjű, 76,2 mm hosszúságú betonacél rudat vágunk le. A rúd végét a vizsgáló készülékbe való rögzítéshez menettel láttuk el. A rúd hossza megengedte a habarcsba való beágyazást 63,5 mm mélységben. A rudakat a gyártó (Alabama Speciality Products, Munford AL) üveggyönggyel történt szórással, sima felülettel készítette elő. A rudak felületét az alapzománcozás számára vagy alkalikus tisztítással, vagy homokszórással tisztították meg. A klasszikus pácolás és a nikkelezés nem volt szükséges, a mai alapzománc összetétel alkalmas a „csak fémtisztítás”-hoz. Ez a felületkezelés általában a következő lépésekből áll:
- Előtisztítás (meleg)
- Tisztítás (meleg)
- Melegvizes öblítés
- Hidegvizes öblítés
- Szárítás

Ezzel szemben a klasszikus folyamat:

- Lúgos tisztítás
- Vizes öblítés (meleg)
- Ismételt öblítés (hideg)
- Savas pácolás 6-8 %-os kénsavval
- Hideg öblítés (3,0.....3,5 pH -jú higított kénsavval)
- Ni leválasztás (0,02.....0,06 g/m²)
- Hidegöblítés (pH 3,0.....3,5 pH-jú higított kénsavval)
- Öblítés nátriumkarbonát/nátriumborát oldattal

3.2 A fritt összetétele

A fritt összetételét, amelyet a kísérleti rudakhoz alkalmaztunk, a gyártó variálta, és a legtöbb recept pontos összetételét jogilag megvédette. A gyártó szállítja a lúgálló

receptű, a 2 rétegben alkalmazható alapzománcot. Erre a felhasználásra alkalmas, tipikus fritt összetételét tartalmazza az **1. táblázat**.

Komponens	Összetétel tartomány (%)	Példa (%)
Szilíciumdioxid SiO_2	40-45	42,02
Bóroxid B_2O_3	16-20	18,41
Nátriumoxid Na_2O	15-18	15,05
Káliumoxid K_2O	2-4	2,71
Litiumoxid Li_2O	1-2	1,06
Kalciumoxid CaO	3-5	4,47
Alumíniumoxid Al_2O_3	3-5	4,38
Zirkoniumoxid ZrO_2	4-6	5,04
Rézoxid CuO	nyomokban	0,07
Mangándioxid MnO_2	1-2	1,39
Nikkeloxid NiO	1-2	1,04
Kobaltoxid Co_3O_4	0,5-1,5	0,93
Foszforoxid P_2O_3	0,5 -1	0,68
Fluorid F	2-3,5	2,75

1. táblázat
Egy tipikus lúgálló acél-alapzománc összetételének tartománya

3.3 A fritt alkalmazása

A zománcokat a fritt, agyag és víz, végül a kívánt szuszpenzió eléréséhez szükséges adalékok által készített iszapként használjuk fel.

A kísérleti rudakat az iszappróbákba való bemártással vagy az iszapnak a felületre való ráfolyatásával vontuk be. Minden esetben, amikor a portland cement (Typ I és II) és a fritt két lépésben lett kiégetve, az alapzománcot égettük ki és a portland cementet azután alkalmaztuk, amikor a próbarudat kivettük a kemencéből. Ezután a rudat rövid ideig égettük, hogy a portland cement fixálódjék a rudon. Az 1 lépéses alkalmazásnál a portland cementet 1:1 térfogat arányban kevertük a frittrel. A cementet hozzáadva az iszaphoz vittük fel az acél felületére.

3.4 A fritt beégetése.

Az acél felületén a fritt 745 – 850°C-on lett beégetve. A tipikus égetési idő 2 és 8 perc között volt a felmelegítendő acéltömegtől és a kemence méretétől függően. Az volt a cél, hogy az alapzománc elérje az 50 – 100 μm vastagságot, amelybe már beleágyazódik a cement. Egyetlen kísérletnél sem kaptunk sima réteget, amint az a zománcok egyéb alkalmazásánál normális pl. fürdőkád. (**1. ábra**)



1.ábra

Néhány próbarúd különböző zománcokkal bevonva (látható a durva, egyenlőtlen felület a cement beágyazódása következtében.

3.5 A habarcspróba előkészítése

A zománcozott próbarudakat habarcsba helyeztük, amely az ASTM C 109 (szabványos módszer a hidraulikus habarcs nyomófeszültségének meghatározásához) szerint lett előkészítve. A habarcs aránya: a rész cement (I-II típus) 2,5 rész szabványos minőségű homok. A víz aránya: 0,485 cement. Minden habarcs adaghoz vizsgálati hengert készítettünk és vizsgáltunk, hogy lássuk a 7 nap utáni nyomófeszültséget, amely erre az összetételre jellemző.

3.6 A beágyazott rudak előkészítése és vizsgálata

Minden zománcozott próbarudat egy 101,6 mm hosszú, 50,8 mm átmérőjű hengerbe helyeztünk, amelyet frissen megtöltöttünk habarccsal. A rudakat a tetején úgy rögzítettük, hogy a rúd bevonandó része a habarcsban 63,5 mm legyen. Mindenegyes hengert megütögettünk és vibráltattuk, hogy a bezárt levegő eltávozzon, és a habarcs tömörödjön. A próbákat egy kabinban, 100 %-os relatív nedvességtartalom mellett, 25°C-on 7 napig kikeményítettük. 7 nap után eltávolítottuk a hengert körülvevő köpenyt, és a próbákat a vizsgáló készülékbe helyeztük. Az erőt, amely szükséges volt a rudaknak a habarcsból való kihúzásához, MTS 810-as készülékben mértük.

4. Eredmények és diszkusszió.

A **2. táblázat** foglalja magában a bevont és a bevonatlan rudak kihúzási próbáinak eredményét. A próbarudak szériáját 3-szor ismételtük meg, és az eredmények átlagát adtuk meg.

Próba	Égetés	A szükséges legnagyobb erők átlaga (N)	Standard eltérés (N)	A törési felület helye	Megjegyzés
Összehasonlító		2618,2	466,2	fémfelület	
Zománcozott, cement nélkül	1x	2603,2	519,6	fémfelület	
Zománcozott, cementtel (T zománc)	2x	7860,9	1258,8	fémfelület	
Zománcozott cementtel (FL zománc)	1x	9116,2	1657,4	fémfelület és habarcs	1 próba megnyúlt
Zománcozott cementtel (FD zománc) feszültség alatt		11124,6	235,3	fémfelület és habarcs	1 próba eltört

2. táblázat

A bevont és a bevonatlan rudak húzási próbáinak eredménye

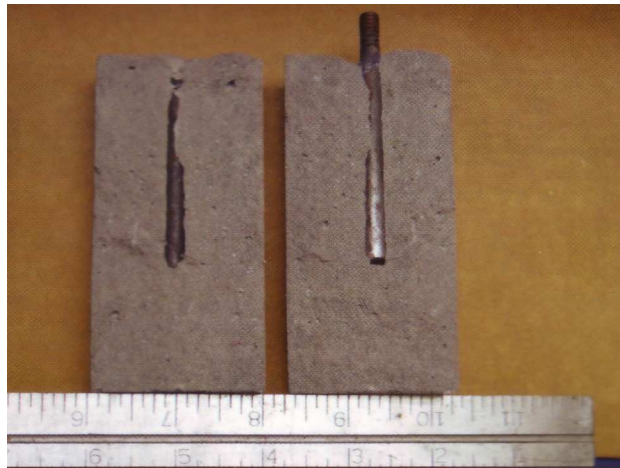
A cement és az acél közötti kötés a vizsgált, bevonat nélküli rudaknál átlagosan 2618 N-nél megszűnt. A zománcozott rudak olyan kötésszilárdságot mutattak, amely hasonló volt, mint a bevonat nélküli rudaké. A zománc és a portland cement keverékével bevont rudak 3-5-szörös erőt igényeltek (7860 – 11125 N) a beton és az acél közötti kötés feltöréséhez, összehasonlítva a bevonat nélküli rudakkal (2618 N). A zománccsitt – portland cement réteg kötésű rudak felületén károsodás jelentkezett, mind a zománc-fém- közbenső rétegen, mind a körülvevő beton belsejében, (**2. ábra**). A fémfelületen lévő hiba oka kis fémrészecske lehetett, amely a próbarúd felületéről oldódott le, a zománcon megfigyelhető, ami a betonhoz tapadt.

Egy FL zománc-portland cement keverékével bevont próba a húzási kísérlet után megnyúlt, ami arra utal, hogy a húzási szilárdság eléri azt a határt, ameddig ezzel a kísérleti módszerrel mérni lehet. Összehasonlító eredményt találtunk azon a próbán, amelyet egy FD zománc és portland cement keverékével állítottunk elő, amelynél a próbarúd az első csavarulatnál csődöt mondott.

5. Végkövetkeztetések

A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy

- 1.) egy kompozitzománc, összekapcsolva egy hidraulikus, reaktív komponenssel, mint a portland cement, és egy kereskedelmi zománc, egy olyan réteget képeznek, amely a fém képességét jelentősen megnöveli, a habarcsot vagy betont összeköti,
- 2.) egy hagyományos összetételű zománc az acéllal szemben a habarcsban olyan kötőszilárdságot nyújt, amely összehasonlítható a bevonatlan acéllal,
- 3.) reaktív zománcok (azaz hidraulikus, reaktív komponenset tartalmazó) egy sor betonacél anyagnál alkalmazhatók a beton és az acél közötti kapcsolat javításához.



2. ábra

Habarcs henger metszet a zománcfelület kötésének vizsgálata után, a kikeményített habarcsban, összehasonlítva a fém próbarúd csupasz felületével (a zománcfelület vizsgálata megmutatja a zománcba beágyazódott fémrészecskét)

