

1. A beton tömörítése, bedolgozása

Ürítéskor betartandó szabályok:

- szabadon ejtés magassága max. 1 m, e felett csúszdát, vagy más alkalmas megoldást kell alkalmazni, hogy az osztályozódás ne következzen be.
- célszerű közvetlenül a zsaluzatba, a bedolgozás helyére juttatni a szállítóeszköztől a betont, eközben nem osztályozódhat szét.
- ha szállítás közben szétosztályozódott, akkor azt a munkahelyen újra kell keverni (van amikor ez megengedett, és az olcsó szállítási megoldás miatt szándékosan bekövetkező körülmény - átkeverőtartályba fogadják a betont)
- télen a munkahelyre érkező beton nem lehet + 10C° -nál alacsonyabb hőmérsékletű, melegített beton esetén az elvárás külön megjegyzés nélkül + 15C°.

Bedolgozási szabályok:

- Vízszintes-, ferde síkú szerkezetek esetén (konténerből, japánerből) a helyes ürítés a betonozás irányával szemben történjen. Ez esetben az ürített beton "megtámasztott" módon érkezik, fordítva szétosztályozódik.
- Amennyiben zsaluzatra betonoznak, ügyelni kell arra, hogy egyenletesen kerüljön sor az elterítésre, mert ha egy helyre sokat elhelyeznek azzal, hogy majd a későbbiekben eldolgozzák, továbbmozgatják innen, az a zsaluszerkezet rugalmas alakváltozását okozza - esetleg túlzott mértékben (remélhetőleg még a rugalmas zónában marad az alakváltozás), - és mint végleges alakhi hibajelenség jelenik meg a monolit szerkezeten. Könnyen belátható, hogy a bedolgozás során eredeti – betonozás előtti - alakját nem tudja felvenni, hiszen nem tehermentesül a segédszerkezet, az csak a kizsaluzáskor fog bekövetkezni ismét.
- Minden esetben előre meg kell tervezni a munkaszakaszt, a bebetonozandó szerkezeti egységet, tehát meg kell határozni, hogy lesz-e **munkahézag**, (tervezett munkahézag) és ennek megfelelően kell a munkát végrehajtani. Természetesen előfordulhatnak nem várt helyzetek is (vis major) melyek következményeként a szerkezeti egység betonozását meg kell szakítani, nem tervezett munkahézagot kell kialakítani. Ilyen esetekre mindig számítani kell, ennek megoldása a helyszíni műszaki vezetés felelősségi körébe tartozik.

Bedolgozás szabályai

Mivel a beton-, vasbetonszerkezet jó minőségének alapja a hibátlan kavicsváz, ennek kialakítására kell törekedni a bedolgozás során az alábbiakra tekintettel:

Törekedni kell arra, hogy a szerkezetben minél kevesebb levegő maradjon, minél tömörebb legyen a szerkezet - így lehet a kavicsvázat kihasználni. A benmaradt levegő rontja a ...

- ⇒ szilárdságot,
- ⇒ fagyállóságot,
- ⇒ korrózió állóságot,
- ⇒ vízzáróságot,
- ⇒ az acélbetétek korrózióvédelmét
- ⇒ az időtállóságot

A tömöríthetőséget meghatározó tényezők:

- * konzisztencia,
- * a beton habarcsmennyisége,
- * vasalás sűrűsége,
- * az adalékanyag felületi tulajdonságai,
- * az adalékanyag alaki tulajdonságai,
- * a zsaluzati síkok egymástól való távolsága,
- * a kirekesztések, beépített szerelvények mérete, pozíciói, helyzetük.

A tömörítés lehet

- **kézi** (tömőfa, kalapács) – meglehetősen elavult, egyáltalán nem hatékony eljárás

- **gépi** (merülő-, lap-, úszó-, zsalurázó-vibrátor, rázóasztal, nagyfrekvenciás vibrátor, hengerlés, sajtolás)

Ennek meghajtása szerint lehet:

- ◇ robbanómotoros
- ◇ elektromos
- ◇ hidraulikus
- ◇ pneumatikus

A vibrátorok alkalmazása során azok hatástartományából kell kiindulni.

A tömörítés hatékonyságának, hatásának mérése

L'Hermite módszer:

A hagyományos merülővibrátorok hatástartománya R ... 5D, nagyfrekvenciás vibrátorok esetén R ... 10D.

A bemerítési helyek meghatározásánál a kiindulás, hogy nem maradhat tömörítetlen része a szerkezetnek. ("négyzög", "hatszög" módszer)

Bizonyos ideig benntartva a vibrátort a betonban nő a hatástartomány, majd aztán megáll. Nem lesz arányos a több idő az áthelyezéssel.

Kerülni kell:

- ◆ a túlvibrálást (szétoztályozódást okoz, a szemcseváz kialakulását rontja, meg is szünteti)
- ◆ a túl kevés vibrálást (nem alakul ki a tömör szerkezeti váz, üreges lesz, réteges lesz, levegővel teli lesz a szerkezet)
- ◆ a zsálat vibrálását (felesleges, tönkre is tesz azt, mert maradó negatív alakváltozásokat okoz a beverődő vibrátorfej, mely a kész szerkezeten mint pozitív hiba jelenik meg)
- ◆ az armatúra vibrálását (nem szemcseváz fogja körbevenni, hogy az erőket hibátlanul átvegye-átadja, hanem cementhabarcs, ezáltal másutt kevés lesz, üregessé válik a szerkezet, romlanak tulajdonságai)

Ha a vibrálás során a beton vizet választ ki - kivérzik - akkor a káros zsugorpedéseket, az acélbetéteknél fellépő repedéseket utóvibrálással csökkenthetjük.

A vibrátorral a beton szétterítését végezni tilos !

Ferde felület esetében a vibrálást alul kell kezdeni, felfelé kell haladni. Ellenkező esetben a vibrált finom rész ráfolyik a friss betonra.

A helyes vibrálás módja:

- a vibrátort mindig függőlegesen kell a betonba meríteni (ferdén bemeríteni tilos!)
- a régi betonréteget el kell érje a vibrátor, hogy a két réteg összedolgozása megtörténjen
- csak olyan vastag rétegekben szabad a betont egy ütemben bedolgozni, hogy a levegőtartalma el tudja azt hagyni, ki tudjon jutni a felszínre (30-40 cm vtg. max.)
- lassan kell kifelé húzni, a vibrátorfej után a betonréteg be kell záruljon
- addig kell vibrálni, míg a beton felszínén a buborékok feltörekvése abba marad, és a felület elsimul, kifényesedik
- hagyományos zsaluzatok esetén (deszka, palló) a hézagokban megjelenik a cementlé
- a zsaluzatot, illetve az acél armatúrát tartósan vibrálni tilos! (óhatatlan, hogy a vibrátor hozzáérjen ezekhez, olyankor azt el kell mozgatni onnan) ***Csak a nem kellő tömörségű részeket kell vibrálni !*** (az armatúra, a zsaluzat nem ilyen)

2. Munkahézagok kialakítása (tervezett, nem tervezett munkahézagok)

Törekedni kell a szerkezeti egységek építése során minél kevesebb megszakításra, munkahézag képzésre, mert a monolit szerkezetek egyik fő előnye éppen azok folytonossága, együttdolgozása, megszakítatlan volta. A munkahézagok az együttdolgozásban problémás helyként vehetők figyelembe, innen indulhatnak ki eltérő mozgások, korróziós hatások, idő előtti tönkremenetelek, itt beléphet a nedvesség.

A szerkezet betonozását építésszervezési, vagy műszaki okok miatt mégis meg kell szakítani.

A kialakítások szakszerűségével a későbbi károsodások elkerülhetők, illetve csökkenthető azok hatása. A kivitelezés során törekednünk kell az előrelátásra, ezért a megszakításokat tervezzük. Azonban a megvalósítás folyamán váratlan hatások, körülmények is előfordulhatnak, melyek kényszerű helyzetként munkahézagok kialakítását válthatják ki, ezek a nem tervezett (vis major) munkahézagok.

A munkahézagokat olyan helyekre kell kialakítani, ahol az alábbi fő szabályok betarthatók:

- * a munkahézag a szerkezet állékonyságát nem veszélyeztetheti.
- * ott kell kialakítani, ahol a terv szerint húzó-, és nyíróerők nem keletkeznek.
- * a csatlakozó felület legyen merőleges a belső erők irányára.
- * a csatlakozó felület legyen érdes, ha szükséges érdesíteni kell bedolgozást követően, vagy a csatlakoztatás előtt. (szükség esetén kanállal, léccel kell érdesíteni, vagy terpesztett hálóval kell kialakítani)
- * többtámaszú tartók, lemezek esetében a nyomatéki nullpont körül legyen a kialakított munkahézag.
- * alaptestek esetében (mivel az eredő függőleges) a munkahézagot általában vízszintesen alakítjuk ki, és függőlegesen lépcsőzzük.
- * a betonozás újrakezdése előtt a betonfelületet meg kell vizsgálni: nem lehet poros, piszkos, szennyezett, málló részeket nem tartalmazhat (ha ilyen van, el kell távolítani) nem lehet simított (érdes legyen, ha szükséges véséssel kell ezt biztosítani, majd erős vízszaggal lemosni)
- * 50 - 100 mm vtg cementben dúsabb, hígabb réteget kell felhordani a csatlakozó felületre (de cementtejjel nem szabad bevonni), hogy a tapadás megfelelő legyen.

A munkahézag kialakítása elkerülhető úgy, hogy az utolsó rétegbe kötéskésleltető szert tesznek. **Kísérlettel** célszerű megállapítani adott körülményekre vonatkozóan a késleltetőszer fajtáját, mennyiségét.

Vízzáró munkahézagok kialakítása

Ezek során különbséget kell tenni azok között a hézagok iránya szerint: vízszintes-, függőleges kiképzések között.

Általában beépített hézagképzőket kell alkalmazni, ezek lehetnek:

- ◆ hézagképző szalagok
- ◆ duzzadó szalagok
- ◆ injektáló betétek
- ◆ kombinált betétek (duzzadó, és injektálható)

3. Az utókezelés

A frissen bedolgozott betont védeni kell

- a hirtelen lehűléstől (kialakuló kémiai kötések tönkremenetele), - fólia-, ponyva-, paplanatakarás, hőszigetelés, helyi fűtés, gőzölés, stb.
- a hirtelen felmelegedéstől (zsugorrepedések kialakulása), - árnyékolás, locsolás
- a közvetlen napsütéstől, szélről (hirtelen kiszáradás) - árnyékolás, locsolás
- a csapadéktól (felületéről kimossa a cementet, morzsalékos lesz, felületi megdolgozása, minősége leromlik) - ponyva-, fóliatakarás, ideigl. védőtető, stb.

A friss betont nedvesen kell tartani legalább egy hétig, mert a hidratációhoz vízre van szüksége. Ennek hiányában a beton nem éri el tervezett szilárdságát, "megég".

A nedvesen tartás megoldható:

- a falzsalu locsolásával,
- takarással,
- felületek elárasztásával,
- nedves homokkal alacsony magasságú homokgátakkal medencék rendszerének kialakításával,
- a felületre permetezett bevonat lezárásával.
- állandó, gondos permetszerű nedvesítéssel

Az utókezelést a bedolgozást követően a kötés befejeztével kell megkezdeni, melynek jól látható jele: a felület bemattulása. Kb. a bedolgozás után egy órával.

Ekkor már óvatos permetezéssel megkezdhető a nedvesítés. (ez abból a szempontból is hasznos, hogy a keletkező kötéhőt csökkenti, részben elvonja)

A nedvesítés során sem a cementszemcséket, sem az adalékszemcséket a víz nem moshatja ki a felületből.

A kötés-, szilárdulás alatt a betont nem szabad kitenni rázásnak, ütésnek, áramló víz hatásának, esőnek.

Időjárási feltételek

Friss beton utókezelése

Szokványos klíma
+20 \pm 5 C° hőmérs., 65 \pm 10% rel. páratart.

Betonfelület nedvesítése 7
napig

Napsugárzás, vagy +25 C° feletti hőmérs.

Nedvesítés + takarás, falzsalu
nedvesítés

Szeles idő, erős légmozgás

Falzszaluzatok nedvesítése,
takarás

Hűvös, nedves időjárás, hőm. $+10\text{ C}^\circ$ alatt
takarása
takaróval,
kizsaluzhatósági
határidőt be akarják tartani.

Nem védett felületek
ponyvával, fóliával,
ha a

Fagypont körüli külső hőmérséklet,
melegített éjjeli fagyok, $+5\text{ C}^\circ$ - -5 C°
alkalmazása ($+15\text{ C}^\circ$),
Kizsaluzás előtt, és után
legalább 7 napig szalma-
pokróccal, ponyvával, pap-
lannal takarni kell.

Bedolgozáskor
beton

Wesche szerint nem mehet tönkre a beton akkor, ha megfagyásakor
szilárdsága $> 5\text{ Mpa}$.

5. Különleges betonok eltérő feltételei

Öntömörödő betonok **SCC** (Self-Compacting Concret) betonok.

A nagy hatékonyságú folyósítószeres megjelenése és a beton finomrész tartalmának növekedése – mint pl. a szilikapor adagolás – a beton mézszerű viselkedését hozta magával, meglepő módon meghaladva a folyós, önthető betonok öntömörödő képességét. Ezzel kiküszöbölhetővé vált a zajos vibrálás, ami munkavédelmi szempontból is fontos tényező a betontechnológiában. A fejlesztés azonban alapvetően nem a felemlített előnyök miatt gyorsult fel.

A fejlesztés célja

1983-ban Japánban az érdeklődés középpontjában a beton tartósságának kérdése szerepelt. A tartós beton előállítás csak jól képzett munkások gondos munkájával képzelhető el.

A jól képzett munkások száma, és gyakorisága azonban rohamosan csökkenő tendenciát mutatott, és ez az ipari szerkezetek minőségének hasonló mértékű csökkenéséhez vezetett a szerkezetépítésben.

A tartós beton előállításának egyik módszere adott helyzetben az öntömörödő beton alkalmazása, amikor a szerkezetépítés egyik meghatározó bizonytalansági tényezője a tömörítés gondossága, alaposága kiváltható ezzel az új anyaggal.

Az öntömörödő beton az a beton, amely a zsaluzat minden zsaluzat minden sarkában képes jól betömörödni, egyszerűen csak a saját súlyánál fogva anélkül, hogy vibrátos tömörítésre lenne szüksége.

Az ilyen típusú beton alkalmazásának szükségességét először 1986-ban Okamura javasolta (Ouchi 1988).

Az öntömörödő beton kutatását és fejlesztését (beleértve a beton bedolgozhatóságának alapvető tanulmányozását) Qzawa és Maekawa végezte a Tokyo Egyetemen.

Az öntömörödő beton prototípusát először 1988-ra készítették el az akkor kapható anyagok felhasználásával.

A mintatípuson igazolták megfelelő teljesítőképességét tekintettel a

- száradási zsugorodásra
- szilárdulási zsugorodásra
- hidratációs hőre
- a megszilárdult beton testsűrűségére
- és más tulajdonságokra

(Ozawa, Maekawa, Kunisima, Okamura 1989)

A betont „High Performance Concrete” nagy teljesítőképességű betonnak nevezték.

Ezt a fajta betont az alábbi három dologgal jellemezték:

- Friss: öntömörödő
- Korai kor: kezdeti hibáktól mentes
- Megszilárdult: külső tényezők elleni védelem