

A LŐTTBETON FOGALMA, TÖRTÉNETE

A löttbeton fogalma

„A löttbeton olyan betonbedolgozási technológiával készített beton, amelyet: az MSZ 4720 szerinti betontömlőn, ill. csővezetéken kb. 6 atmoszféra nyomás levegővel a beépítés helyére szállítanak és nagy sebességgel (kb. 100 m/s) juttatnak a felhordási felületre, ahol ütközik és megtapad. A már megtapadt betonréteget a később folyamatosan érkező beton ütközése is tömöríti." (Mi 09.10233/1-77)

A löttbeton tehát nem egy különleges építőanyag, hanem olyan betonkészítési eljárás, amely magában foglalja a betonkeverék előállítását, szállítását, bedolgozását és tömörítését is, mint egymástól elválaszthatatlan technológiai lépéseket.

A betonkészítéshez használt adalékoktól függően beszélhetünk lövelltbetonról (vasbetonról), könnyűbetonról, hő- és tűzálló betonról, stb.

A löttbeton alkalmazási területei

A löttbeton egyaránt alkalmazható új szerkezetek készítéséhez és beton-, vb. szerkezetek fenntartási, javítási, megerősítési munkáinál.

1. Új szerkezetek készítése

A löttbeton főleg „vékony” speciális beton-, vb. szerkezetek készítésére alkalmas:

- héjszerkezetek,
- lemezművek,
- utófeszített, kör alaprajzú tartályok,
- tartályfalak,
- csatornaburkolatok,
- úszómedencék,
- alagútfalak (NÖT, NATM),
- szennyvízcsatornák,
- vágatbiztosítás bányákban,
- tömegbetonokhoz zsaluzat készítésére,
- hajók.

2. Régi szerkezetek megerősítése

A megerősítés a szerkezet vastagításával, a régi és az új rétegek együttdolgozásának biztosításával történik. Alkalmazható téгла-, kő-, beton-, vasbeton és acélszerkezeteknél.

3. Tűzvédő és tűzálló bevonatok készítése acélszerkezeteknél, kémény-, kemencefalaknál.

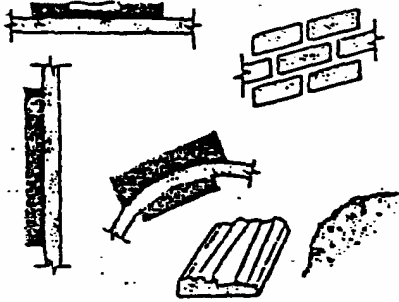
4. Földművek, munkagödör-elhatárolások megtámasztása. Támfalaknál, hátrahorgonyzott munkagödör-biztosításokhoz, berlini dúcolathoz stb. alkalmazható a löttbeton. Sziklabiztosítás, sziklafelfüggesztés.

5. Szigetelések készítése (vízzáró)

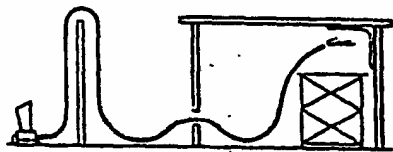
LÖTTBETON ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI



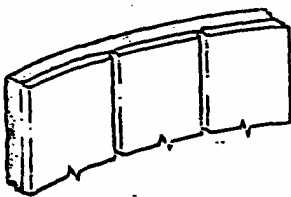
TETSZŐLEGES ALAK



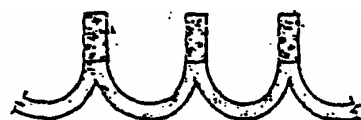
TETSZŐLEGES FELÜLET



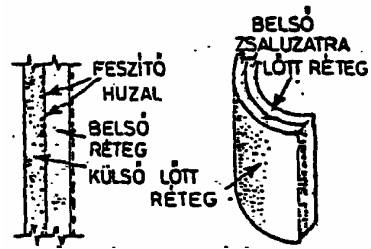
NINCS AKADÁLY



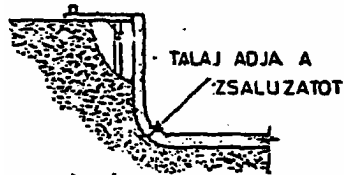
ELŐRE GYÁRTOTT ELEMÉK
ÖSSZEKAPCSOLÁSA



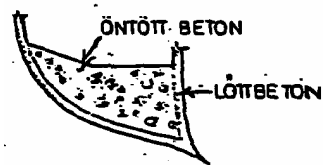
LÖTTBETON A GÖRBÜLT, ÖNTÖTT
BETON AZ EGYENES RÉSZEKHEZ



UTÓFESZÍTETT TARTÁLY



ÚSZÓMEDENCE



FOLYTONOS ZSALUZAT
TÖMEGBETONHOZ

A löttbeton előnyei - hátrányai

A lövés eljárás előnyei az öntési technológiával szemben:

- nehezen hozzáférhető helyen is készíthető,
- -egyoldali zsaluzat szükséges,
- háromdimenziós, vékony felületek is készíthetők (hagyományos zsaluzat nélkül is),
- ellenzsaluzat nélkül akár fej felett is készíthető,
- egy ütemben történik a beton készítése, szállítása, tömörítése,
- teljesen gépesíthető (betonlövellő robot).

Hátrányai:

- visszahullási veszteség,
- magas gépköltség.

A száraz lövés eljárás előnyei a nedves eljárással szemben:

- folyamatos szállítás,
- nagyobb teljesítmény, szállítási távolság,
- egyszerű a kötés- és szilárdulás gyorsító adagolás,
- egyszerű, olcsó, könnyen karbantartható gép,
- kis helyigény (kisebb a felület-lövőcső távolság).

Hátrányai:

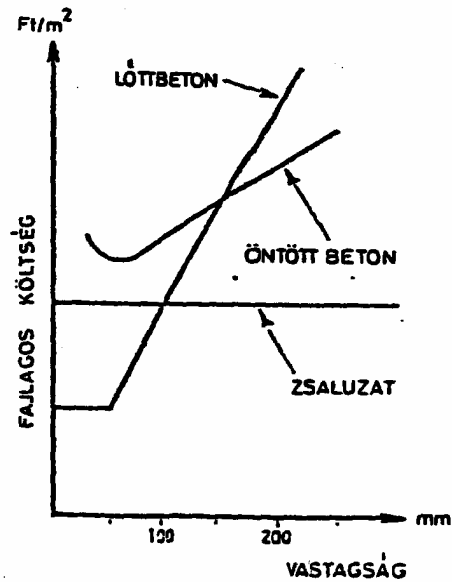
- porképződés kilövéskor,
- nagyobb visszahullási veszteség,
- a v/c értéke nehezen ellenőrizhető (nem egyenletes).

A nedves eljárás előnyei a száraz eljárással szemben:

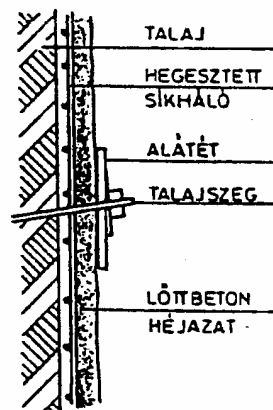
- ellenőrizhető a v/c értéke (állandó),
- kevés a porképződés,
- kicsi a visszahullási veszteség,
- nagyobb az egy ütemben bedolgozható rétegvastagság.

Hátrányai:

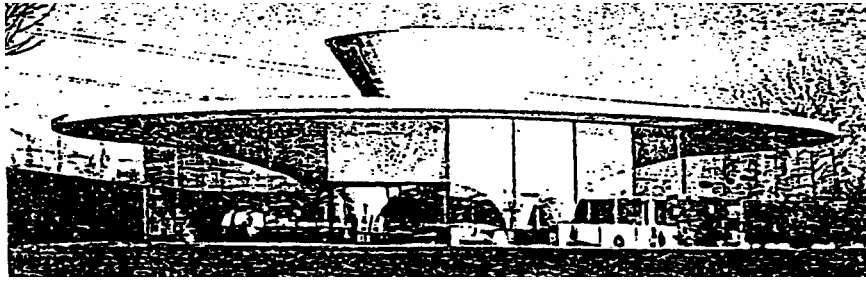
- néhány szállítási módhoz magas v/c szükséges, alacsonyabb szilárdság, nagyobb zsugorodás,
- drágább, nagyobb energiaigényű gép.



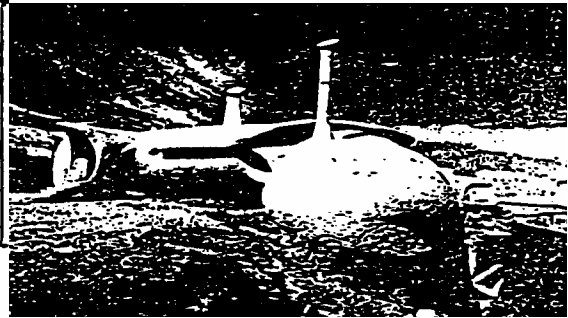
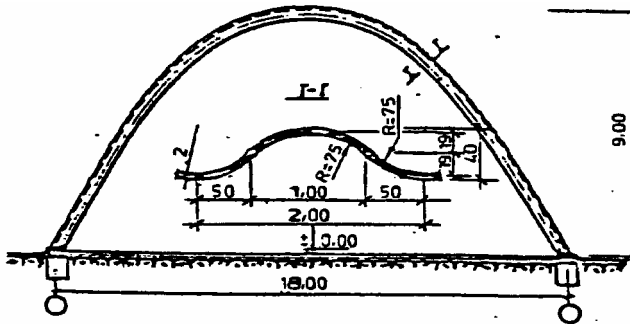
LÖTT- ÉS ÖNTÖTT BETON KÖLTSÉGEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA



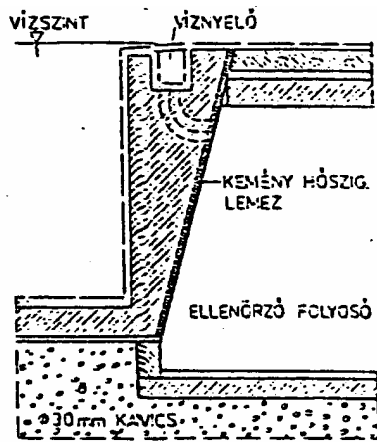
SZEGEZETT TALAJ



LŐTTBETON HÉJSZERKEZET (KÖLN)



LŐTTBETON HÉTVÉGI HÁZ (St. GEORGES)



LŐTTBETON ÚSZÓMEDENCE

VB HAJÓMODELL

A LŐTTBETON KÉSZÍTÉS PROBLÉMÁI

1. Visszahullási veszteség (Rückprall, rebound)

A lövési eljárás következtében a bedolgozandó friss beton egy része lehullik, a lőtt felületen vagy a már ott levő betonon nem tapad meg. A visszahulló anyag mennyiségét befolyásolja a lövőcső átmérője, távolsága a lőtt felülettől, a kilőtt keverék sebessége, a lövőcsőnek a vízszintessel és a zsaluzattal bezárt szöge, a friss beton konzisztenciája (v/c), az adalék maximális szemnagysága, összetétele.

A lövőcsőből kilépő anyagsugárban levő szemcsék egy része a lőtt felületnek vagy a friss betonnak ütközve visszapattan, de főként csak a sugár szélén levő szemcsék tudnak lehullani, mivel az ott „ritkább”. Az anyagsugár „ritkább” részének szélessége a lövőcső átmérőjének és a lövési távolságnak a növelésével nő, ami a visszahullási veszteséget is növeli (2. ábra).

A lövési sebesség és a visszahullási veszteség kapcsolatát mutatja a 3. ábra. A sraffozással jelölt sebességtartományban működnek a lövőgépek. Amint az ábrán látható, nem ebben a sebességtartományban van a legkisebb visszahullás, de a 9. ábrából kiderül, hogy mégis ez a helyes választás, mivel így érhető el a legnagyobb nyomószilárdság.

A lövőcsőnek a lőtt felülethez viszonyított helyzetétől is függ a visszahullási veszteség. A lövési távolság változásának visszahullási veszteségre gyakorolt hatását mutatja be a 4. ábra.

Az 1 m körüli optimális távolság megszabja a lövéshez szükséges helyigényt is. Az 5. ábra a ferde felületre történő lövéskor várható visszahullási veszteségről ad tájékoztatást.

A fej feletti ($\alpha = 90^\circ$) lövésnél tapasztalható nagyobb veszteséget az okozza, hogy az új betonréteg teljes súlyát csak a tapadás „rögzíti” az előző réteghez, és így a nagyobb, súlyosabb szemcsék könnyen leeshetnek, növelve a visszahullási veszteséget.

A lövőcső helyes tartását a 6. ábra mutatja be. Nyilvánvaló, hogy a felületre merőleges lövőcső-tartásnál lesz a legkisebb a visszahullás, mivel ekkor a visszapattanó szemcsék az anyagsugárba ütközve és újra a lőtt felületre kerülve megtapadhatnak. A bedolgozásra kerülő beton konzisztenciája is befolyásolja a veszteséget. A képlékeny betonról kisebb a visszahullás (7. ábra). Mivel a szemcsék mélyebbre hatolnak a betonba, és kevesebb az esély arra, hogy a visszaverődés után kilépjenek belőle, mivel kisebb a visszaverődési út, mint a földnedves betonnál (8. ábra).

2. A lőttbeton vasalása

A lőttbetonba épülő vasszerelés lehet:

- a) teherviselő
- b) zsaluzó
- c) a friss betonszerkezetet megtámasztó

A teherviselő vasszerelés lehetőleg vékony (\square 6-8 mm) közepes szilárdságú (340-380 N/mm²) legyen. Ezt a repedésképződés csökkentése és az acél lőttbetonba való jó beágyazhatósága indokolja.

Mindkét feltétel a maximális sűrűség és minimális átmérőjű betonacélból készült vasalás készítését eredményezi, természetesen ésszerű határok között. Hálós vasalásnál a vasak legkisebb távolsága az alkalmazott adalékanyag átmérőjének négyszerese, de nem kisebb, mint 50 mm legyen. Egyebekben az MSZ 15022/7 előírásai érvényesek.

A zsaluzatként, friss betonszerkezetet megtámasztó vasalásként (25. ábra) nagyobb átmérőjű vasakból és az arra kifeszített drótfonatból vagy anélkül, a készítendő szerkezet geometriáját követő és a betonlövellésből származó igénybevételeket elviselő önmagában állékony szerkezetet értünk. A vasalás, mint zsaluzat készíthető a felület alakját követő előre meghajlított vasakból, de a lécrács héjak mintájára egyenes vagy hajlított vasakból, síkban szerelve, majd felemelve és megtámasztva is kialakítható a görbült felületet megadó vasalás (22. ábra).

A vasszerelést úgy kell rögzíteni a zsaluzathoz vagy kialakítani, hogy a rálőtt beton hatására ne tudjon elmozdulni, rezgésbe jönni, a friss betonban mozogni, tömörítve azt maga körül és megszüntetve a tapadást a vas és a beton között.

3. Zsaluzás

A lőttbetonhoz felhasználható zsaluzatok:

- 1/a. A végleges szerkezetben bennmaradó armatúra.
- 1/b. A lőttbeton szerkezettel együttdolgozó zsaluzat (pl. a megerősítendő szerkezet mint zsaluzat működik a lövés idején).

2. Elbontásra kerülő zsaluzat.

A löttbeton készítéséhez egyoldali zsaluzat szükséges, amely olyan merev, hogy el tudja viselni a beton lövéséből származó igénybevételeket. Általában a hagyományos zsaluzatok használatosak, de héjszerkezeteknél légnomámos sátrakat is alkalmaztak már zsaluzatként.

4. A fogadó felület előkészítése, a löttbeton felületképzése

A löttbeton ha közvetlenül talajra kerül (pl. csatornaépítés), akkor a talaj felszínéről lövés előtt a laza részeket el kell távolítani, vagy tömöríteni kell azt. Fagyott, átázott, szabad vizet tartalmazó talaj felületére nem szabad löttbetont készíteni.

Beton, vasbeton szerkezet javításánál használt löttbeton készítése előtt a betonfelület laza részeit el kell távolítani, lehetőleg úgy, hogy a fellövendő betonréteg vastagsága egyenletesen változzon. A mélyedések pereme mentén is folytonos, törés nélküli átmenetet kell biztosítani. Ugyanígy kell a szerkezet sarkait, éleit is kialakítani.

Az így kialakított felületet homokfűvással meg kell tisztítani a laza finom részekről, felületi szennyeződésektől, az előkerülő szerkezeti vasalást a felületén levő rozsdától. A lövés előtt a felületet nedvesíteni kell, hogy a fellőtt betontól ne tudjon vizet elszívni. A felületen levő felesleges vizet sűrített levegővel lehet lefűvatni, hogy nyirkos, matt felületet kapjunk. Ezután készíthető el a löttbeton réteg.

A kész löttbeton felülete a zsaluzott oldalon tetszőleges lehet, a zsaluzat formájától, felületétől függően csak a kizsaluzhatóságot kell biztosítani.

A lövési oldalon a lövés után durva, kissé egyenetlen felületet kapunk. Simább felület is készíthető. A felesleges anyag kaparó-, vagy éles vágólappal távolítható el a lövés után, majd leseperve a laza szemcséket a felületről kapjuk a végleges kialakítást. Még simább felületi igény esetén a fellőtt betonra vékony, takaró réteget hordunk fel finom homokból készítve, amit fasimítóval (szemcsés felület), gumisimítóval (nyers felület) vagy fémsimítóval (nagyon sima felület) dolgozhatunk el.

A megszilárdult löttbetonra műanyag alapú korrózióvédő bevonat készíthető. A bevonat fajtáját a szerkezetet érő hatások szabják meg (pl. savak, lúgok ellen védő bevonatok, vízzáró bevonatok csapóeső ellen védő, de páraáteresztő bevonatok, stb.). Ebben a kérdésben célszerű szakemberhez fordulni.

5. Vastag löttbeton rétegek készítése

Az egy ütemben bedolgozható löttbeton réteg vastagsága 3-5 cm. Ez nagyon függ a lött keverék konzisztenciájától és a lött felület helyzetétől (pl. fej felett). Vastag löttbeton rétegek több réteg egymás utáni felhordásával készíthetők.

Lefelé történő lövés lehetséges munkafolyamatát mutatják a 24/a és b ábrák. A 24/b ábrán látható eljárásnál a visszahulló anyagot a lejtős beton lábától könnyű eltávolítani pl. sűrített levegővel. Függőleges fal készítésének módszereit mutatják a 24/c és d ábrák.

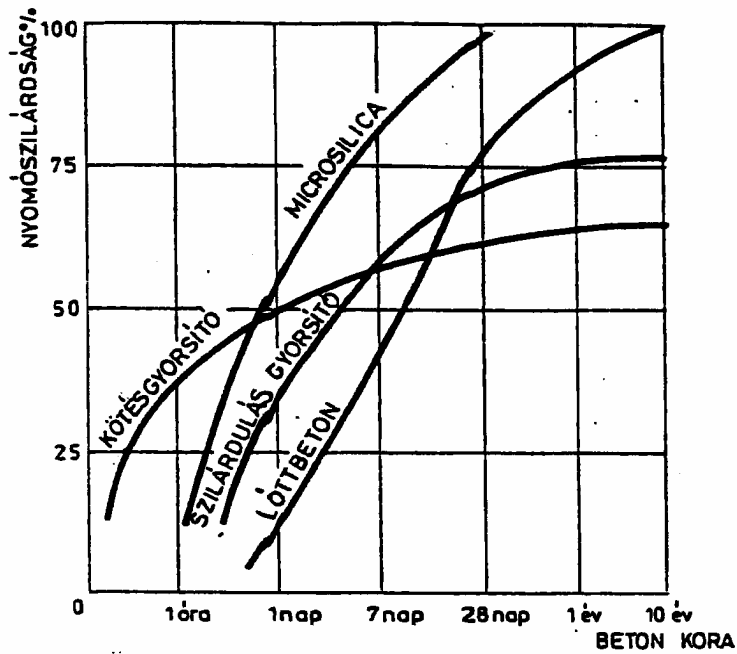
Az első módszernél (24/c ábra) a fellött réteg megtámasztását az előző réteghez való tapadás biztosítja, és minden réteg lövése előtt a fal lábától a visszahullott keveréket el kell távolítani.

Ezeket a hátrányokat kiküszöböli a második módszer (24/d ábra), ahol minden réteg egymásra és így a fal alapjára támaszkodik, és a visszahulló keverék a lejtős felületen leperreg, a fal lábánál gyűlik össze, nem zavarva a munkafolyamatot.

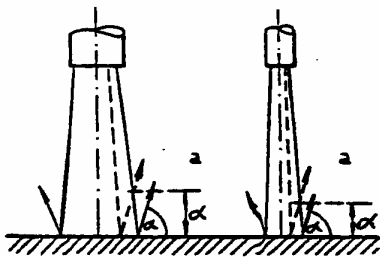
Újabban nedves eljárással dolgozó lövőberendezésekkel, a friss betont tartó kétrétegű vasszerelésre felhordva a löttbeton réteget már 15-20 cm vastag falakat is készítenek egy ütemben (alagútfalak, úszómedencék (25. ábra).

6. Szakemberek kiválasztása

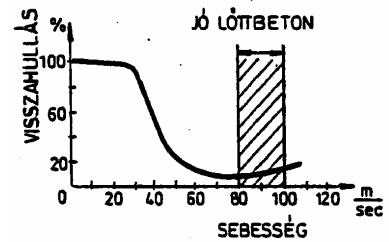
A fellött beton minősége, a visszahullási veszteség, az alkalmazott eljárástól és a lövőcsövet kezelő szakember alkalmasságától, lelkiismeretességétől függ.



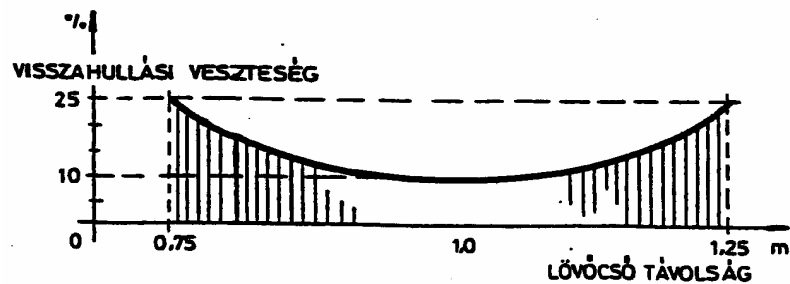
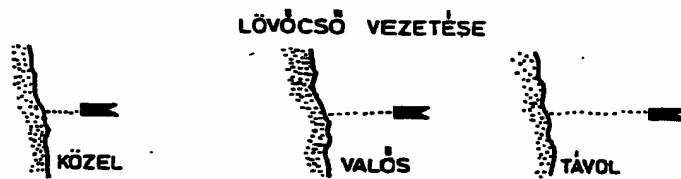
KÖTÉS- ÉS SZILÁRDULÁSGYORSÍTÓ HATÁSA A BETON NYOMÓSZILÁRDSÁGÁRA (1. ábra)



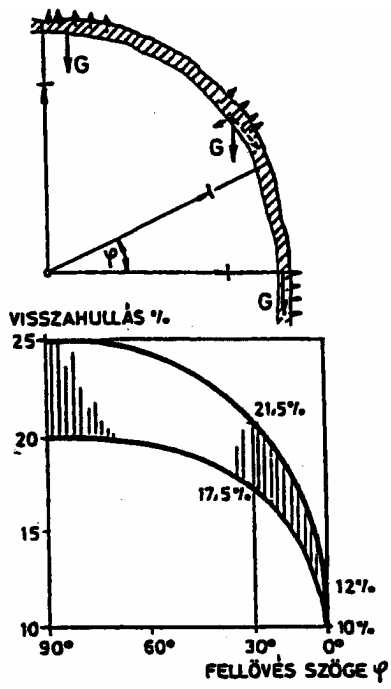
LÖVŐCSŐ ÁTMÉRŐ HATÁSA (2. ábra)



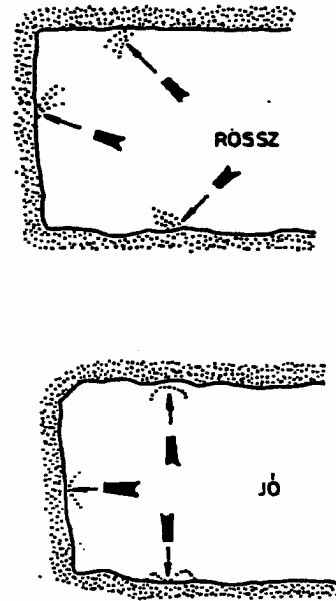
KILÖVÉSI SEBESSÉG HATÁSA (3. ábra)



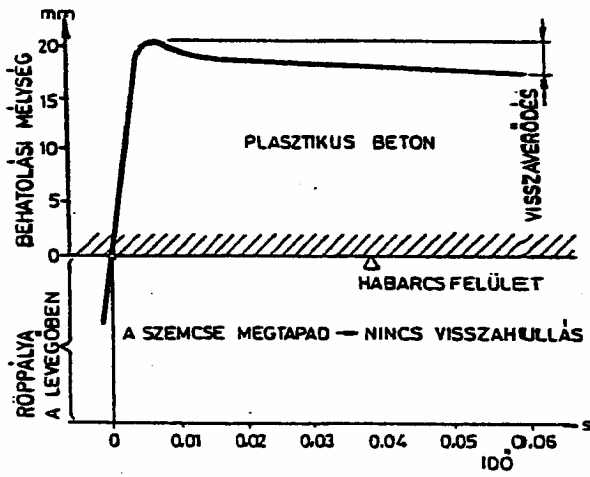
LÖVÉSI TÁVOLSÁG HATÁSA (4. ábra)



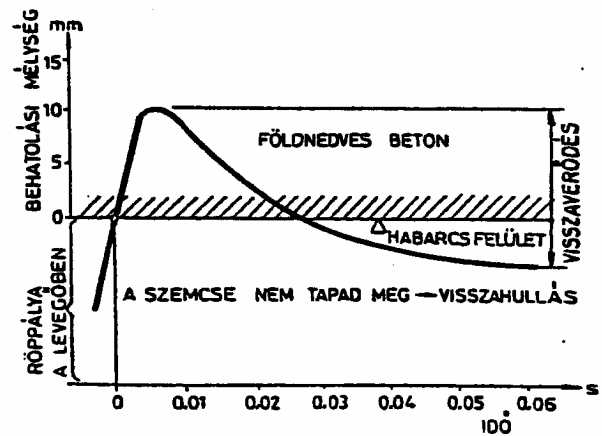
LÖVÉSI IRÁNY HATÁSA (5. ábra)



FELLÖVÉS HELYES SZÖGE (6. ábra)



(7. ábra)



(8. ábra)

KONZISZTENCIA HATÁSA

(9. ábra)

Bejelentés 1912. évi október hó 12-én.

MAGY. KIR.
SZABADALMI HIVATAL

SZABADALMI LEIRÁS

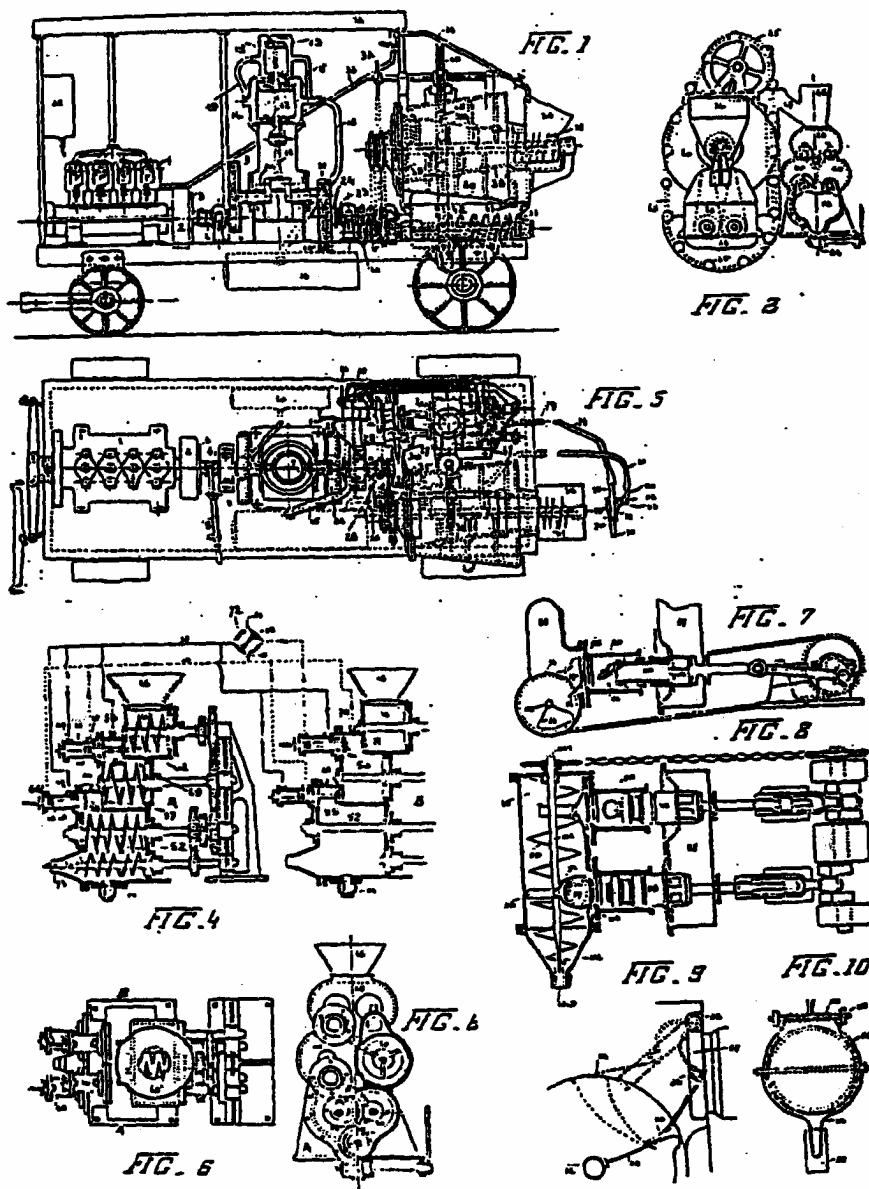
57603. szám.

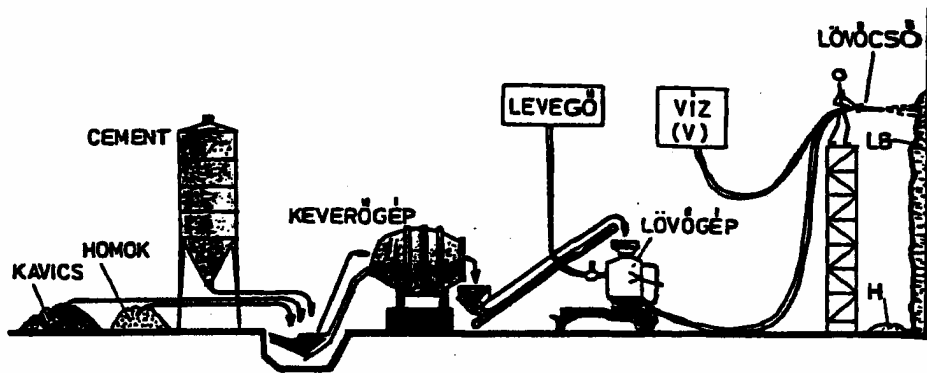
VII. OSZTÁLY.

Eljárás és berendezés különböző fajsúlyú anyagok nehezen folyós keverékének folytonos szállítására és főlételekre fűtésére.

VASS JÓZSEF MÉRNÖK DRESDENBEN.

A bejelentés napja 1911 december hó 22-ike. Előzettsége 1911 január hó 2-ike.

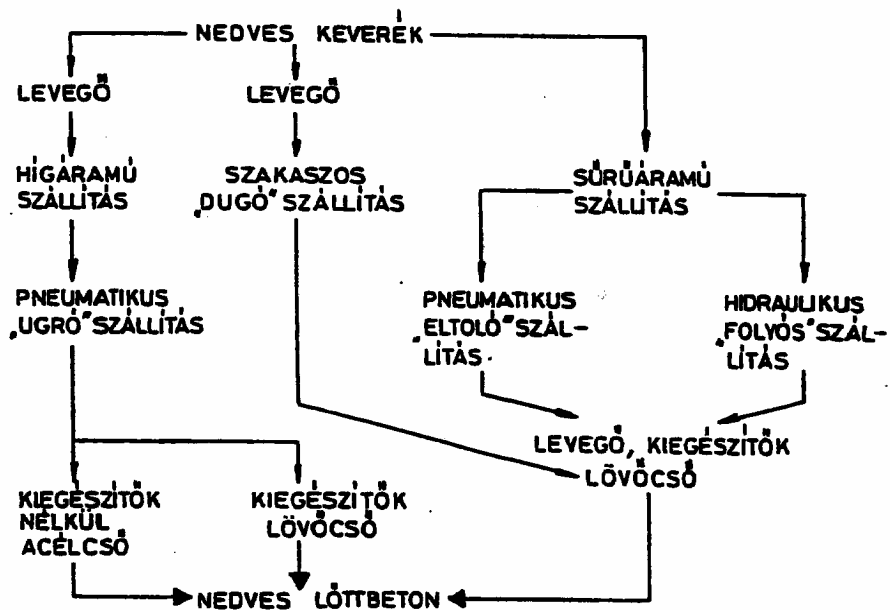




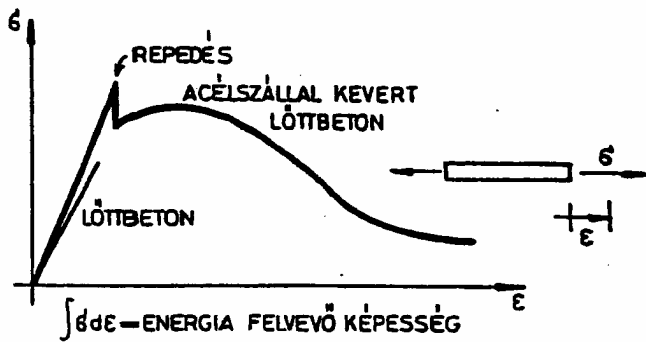
K= száraz keverék
 LB= löttbeton
 H= visszahullás

$$LB = K + V - H$$

„SZÁRAZ” löttbeton készítése



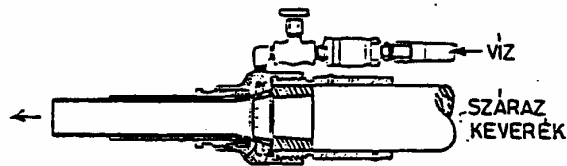
„NEDVES” löttbeton készítése



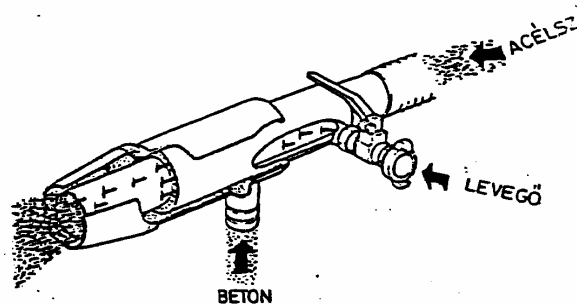
Húzott, acélszállal kevert betonanyagú rúd viselkedése

TULAJDONSÁG	VÁLTOZÁS
Húzószilárdság	kb. +40%
Nyomószilárdság	kb. +15%
Szakadó nyúlás	kb. +2000%-ig
Rugalmassági modulus	kb. +5%
Zsugorodás	kb. -30%
Kúszás	kb. +20%
Hőtágulási tényező	kb. 0%
Hővezető képesség	kb. +40%
Térfogatsúly	kb. +7%

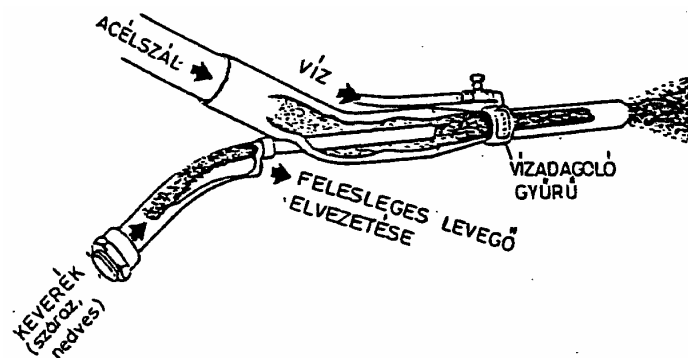
Acélszál adagolású beton tulajdonságának változása



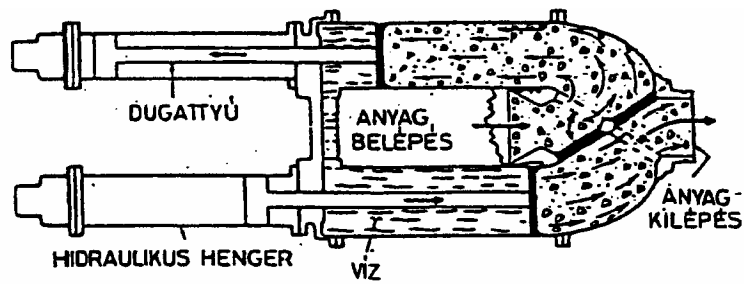
lövőcső száraz, hígáramú eljáráshoz



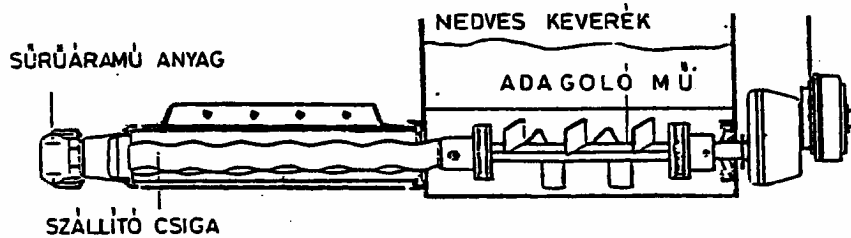
lövőcső nedves, sűrű áramú eljáráshoz, acélszál adagolással



lövőcső száraz vagy nedves hígáramú eljáráshoz, Acélszál adagolással



nedves, sűrűáramú hidraulikus lövőgép működési elve



nedves, sűrűáramú, csigás adagolású lövőgép működési elve

LÖVÉSI ELJÁRÁS		SZÁRAZ ELJÁRÁS	NEDVES ELJÁRÁS				
SZÁLLÍTÁSI MÓD		HÍGÁRAMÚ	HÍGÁRAMÚ	"DUGÓ"	SŰRŰÁRAMÚ		
		LEVEGŐ	LEVEGŐ	LEVEGŐ	PNEUMATIKUS	HIDRAULIKUS	CSIGÁS
SZÁLLÍTÁSI TÁVOLSÁG [m]		150-500 (1000)	40-120	60-200	70-110	70-100	10-150
CEMENT TÉNYEZŐ	GÉPKATALÓGUS	TETSZŐLEGES	0,35-0,4 0,38-0,42	0,35-0,4 0,4-0,45	0,45	0,4-0,48	0,3-0,6 0,4-0,6
	AJÁNLAT	0,5 KÖRÜL	0,38-0,44	0,42-0,45	0,44-0,5		
CEMENTADAGOLÁS [kg/m ³]		300-450	270-350	290-330	330-450		
VISSZAHULLÁS [%]		20-30	20-30	25-35	5-10		

A LÖTTBETON FELHASZNÁLÁSA AZ ÉPÍTŐIPARBAN

Ebben a fejezetben néhány példán keresztül fogjuk bemutatni a löttbeton szerkezetépítési felhasználását. Ezt azért tehetjük meg, mert egyrészt nem túl sok a példa, másrészt azonos problémára hasonló megoldások születtek a világ különböző részein.

A példákat elsősorban a magasépítés területéről vesszük.

Szerkezetmegerősítés

A szerkezet „megerősítésének” elve:

- a) teher csökkentése,
- b) teherbírás növelése:
 - statikai váz módosítás
 - keresztmetszet teherbírásának növelése

A löttbeton alkalmazásával minden elvre találunk példát.

1. A megerősítés során elvégzendő munkák

A károsodás okának (ha erre mód van) megszüntetésén túl a 2.4.4. pontban leírt munkákat kell elvégezni.

2. Rúdszerkezetek

Rúdszerkezetek - pillérek, gerendák - megerősítése általában keresztmetszet-növeléssel, többletvasalás alkalmazásával oldható meg. Pillérek megerősítésének szokásos módja betonkéreggel, -héjjal való burkolás, a „köpenyezés”, amelyben kengyelekkel összefogott hosszvasakat helyezünk el.

A betonkéreg közvetlen terhelése általában nem vagy nehézkesen valósítható meg. A megerősítés idején a pillérben ébredő normálerő nem hárítható át a kéregre. A hosszvasban fellépő igénybevételek a kéreg közvetlen terheléséből, a pillér (beton, vasbeton, kő, téglá) és a kéreg alakváltozás-különbsége következtében a pillér és a kéreg közötti tapadás révén átadódó teherből származnak. A pillérfej keresztirányú deformációja miatt is növekedhet a kéregben elhelyezett hosszvasak igénybevétele (10. ábra).

Lényeges szerepe van a „köpenyezésben” elhelyezett kengyelezésnek. Egyrészt a nyomott hosszvasak kihajlását gátolja meg, másrészt pedig a pillér haránt irányú alakváltozását, így „növelve” annak terhelhetőségét.

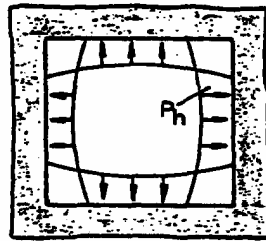
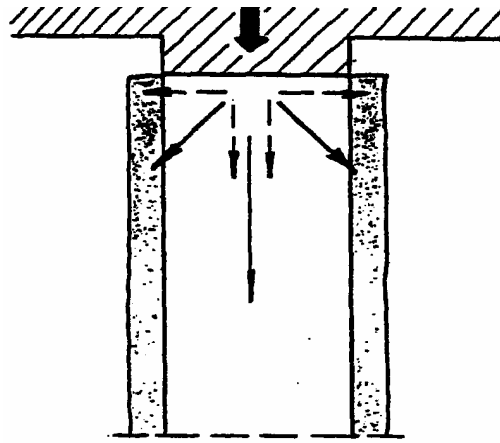
A pillérek végein a teherátadás környezetében gondoskodni kell, a kéregben elhelyezett kengyelezéssel, a megnövekedett hasítóerő felvételéről is.

A pillér oldalirányú kitérése megakadályozható pl. több réteg vékony, sűrű (\square I mm # 12,5 mm) galvanizált hálóval is, amit finom szemcsésű lőttbetonnal (ferrocement) borítunk (a kísérleti elemeknél 40%-os teherbírás-növekedést tapasztaltak).

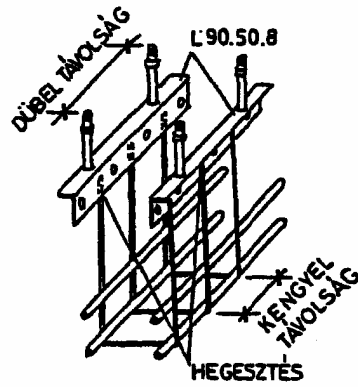
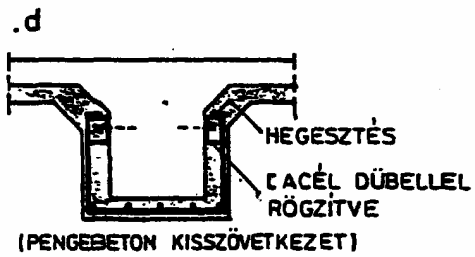
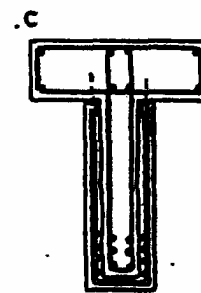
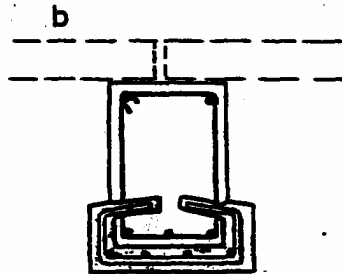
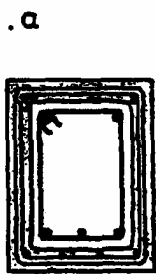
A gerendák megerősítésénél a legnagyobb problémát az utólag beépített, húzott vasalás nyomott övvel való együttműködésének biztosítása jelenti. Ha a teljes gerendát lőttbeton kéreg veszi körül (11/a ábra), akkor az abban elhelyezett kengyelezés megoldja a fenti problémát. Az együttműködés biztosítható a gerendában meglévő kengyelezéssel is. Erre az esetre a 11/b ábra mutat megoldást.

Általában azonban a fenti megoldásokkal nem tudunk célt érni. Ekkor a lőttbeton kéreg és annak vasalása, valamint a nyomott öv együttműködése mechanikus kötőelemek használatával biztosítható (11/c,d ábrák).

A 11/c ábrán látható megoldás nem csak az előbb vázolt problémát, hanem a lemezrész alatt levő lőttbeton kéreg megtámasztását is megoldja.



pillér megerősítése
(10. ábra)



gerenda megerősítése
(11. ábra)

A 11/d ábrán bemutatott kapcsolási mód vékony gerince esetén kedvező, de ha az utólag beépített húzott vasalás nem fektethető fel a támaszra, akkor a dűbelekben a nyíróerő mellett húzóerő is fellép, mivel a kéreg igyekszik a teher elől „kitérni”.

Vannak már próbálkozások a mechanikus kötőelemek nélküli, csak a tapadást, mint kapcsolatot használó megoldások kidolgozására is, acélhaj és vékony hálóval vasalt finom szemcséjű löttbetonnal.

3. Födémek, függőfolyosók

Vasbeton síklemez födémek legegyszerűbb megerősítési módja a keresztmetszetek növelése, a lemez alsó vagy felső felületére felhordott löttbeton réteggel. A felső felületen készített betonréteg a lemez nyomott övét növeli, az együttdolgozás, tapadás, érdesítés, mechanikus kapcsolat útján biztosítható (öszvér tartó, 12. ábra). Mechanikus kapcsolatként ragasztott csapok, fémdűbelek használatosak. Az alsó felületre felhordott betonba húzott vasalás helyezhető el, amelynek a nyomott övvel való együttdolgozását általában mechanikus kapcsolóelemek biztosítják. Ha a meglévő szerkezet nem vonható be a teherviselésbe, de nem akarjuk elbontani, akkor általában a födém alá elhelyezett acélgerendákra készítünk lött vb. lemezt, ami teljes felületen alátámasztja a meglévő födémeket.

A 13. ábrán bemutatott két változat közül a második mind statika, mind költségek szempontjából előnyösebb, a löttbeton lemez többtámaszúsítása és az acélgerendával való együttdolgoztatása miatt. (A megoldás a PENGEBETON Kiszövetkezet szabadalma.)

Függőfolyosók megerősítésénél is hasonlóan járhatunk el. A 14. ábrán látható megoldásnál - a vasalt löttbeton lemez alátámasztására speciális előregyártott vasbeton konzolokat alkalmaznak (225113589182 alapszámú magyar szabadalmi bejelentés alapján).

Csaposgerendás födém alulról (a padló megbontása nélküli) megerősítési módját láthatjuk a 15. ábrán, ahol a fafödém teljes aláfogása löttbetonból készült felülbordás födémmel történik, a bordák helyén levő gerendák kivágása után.

4. Épületek megerősítése

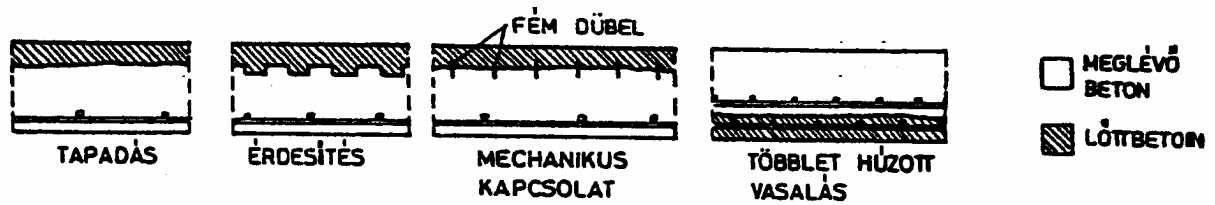
A címben jelzett téma elemeit az előző fejezetrészekben tárgyaltuk már. Itt arra szeretnénk felhívni a figyelmet, hogy a lövési technológia ideiglenes megtámasztást biztosító szerkezeti elemek készítésére is alkalmas, mivel rövid idő alatt (gyorsan kötő cement használata), nagy teherbírású szerkezetek készíthetők vele. Használata életveszély-elhárítási feladatok esetén válhat szükségessé. A ideiglenes megerősítésre, sérült szerkezeti elemek cseréjére ezután kerülhet sor. Példaként a [33]-ban található esetet említjük. Itt egy háromemeletes lakóház földszinti téglapillérei tönkre mentek. A törési folyamat megállítása (a pillérek ideiglenes kiváltása) a nyílásokban készített fadúcolat és lövési eljárással készült vasbeton „fal” segítségével történt. Ezután a törött pilléreket szintén lövési eljárással készült vasbeton pillérekre cserélték. Az új pillérek elkészülte után az ideiglenes dúcolat és „fal” elbontásra került.

Földrengés hatására megrongálódott épületek megerősítésére is kiválóan alkalmas a lövési technológia, mivel a sérült pillérek (Id. 3.1.2), merevítő falak megerősítése, cseréje vagy újak építése is lehetséges ezzel az eljárással.

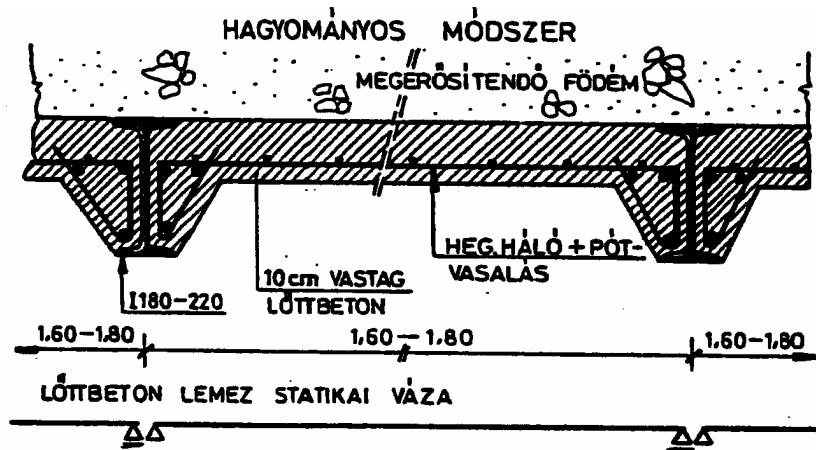
5. Héjszerkezetek

Hazánkban vasbeton héjszerkezetű hűtőtornyok (hengeres és forgási hiperboloid alakúak) megerősítése készült löttbetonnal. A megerősítést az időjárás okozta betonhiányosságok és az acélbetétek korróziója miatti teherbírás-csökkenés indokolta. Az első megoldásoknál a héj külső és belső felületére is 6-10 cm löttbeton réteg került, amelyben az elhelyezett vasalás a korrodált acélokat pótolta. Az új beton korrózióvédelmét műanyag bevonattal oldották meg.

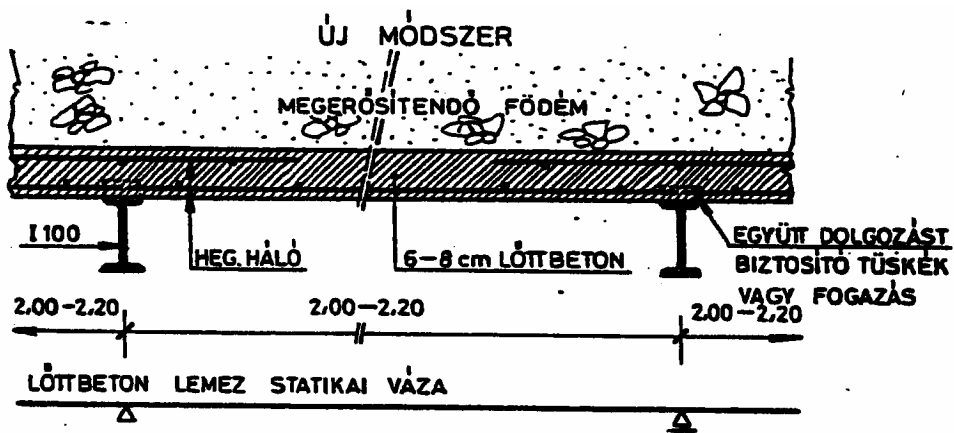
Hűtőtornyoknál a legkedvezőtlenebb igénybevételek a szélteherből származnak. A szélteher eloszlása a héj vízszintes metszete mentén a héjfelület érdességének függvénye, (16/a ábra), ennek változtatásával módosíthatók a héj igénybevételei, általában csökkenthetők úgy, hogy a korróziós károkat szenvedett vasalás is képes elviselni a módosult igénybevételeket, ha az állapota nem romlik tovább.



síklemefödém megerősítése
(12. ábra)



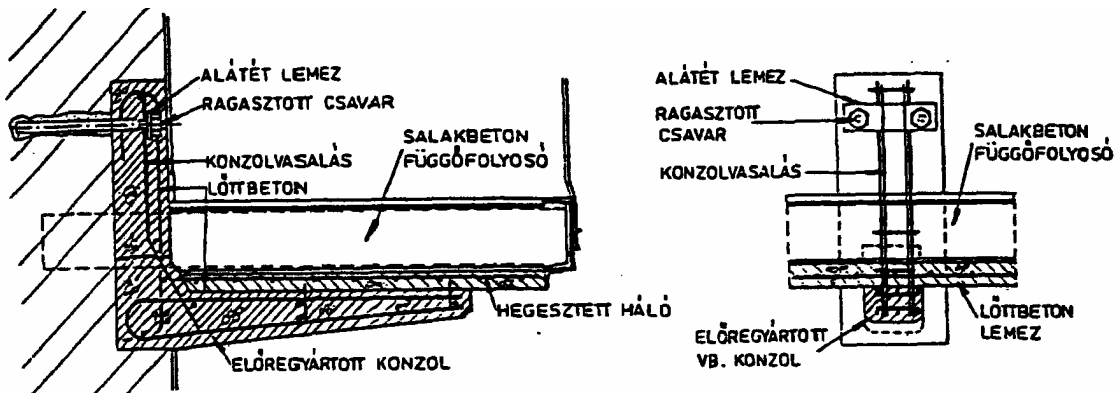
(13/a. ábra)



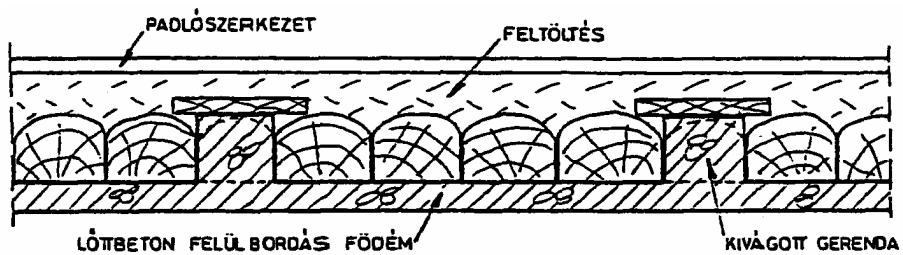
(13/b. ábra)

	HAGYOMÁNYOS MÓDSZER	ÚJ MÓDSZER	MEGTAKARÍTÁS
ACÉL TARTÓ kg	1943	416	1527
BETONACÉL kg	1760	433	1327
LÖTTBETON m ³	12,92	8	4,92

A számítás 100 m² födémre vonatkozik
födém megerősítés

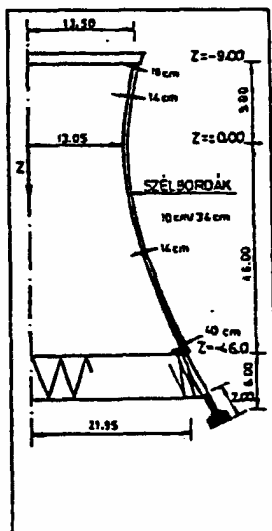


Függőfolyosó megerősítés
(14. ábra)

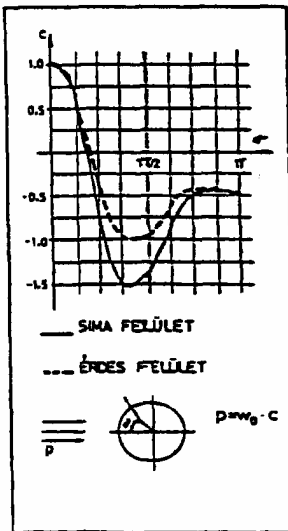


Csapos gerendafödém megerősítése
(15. ábra)

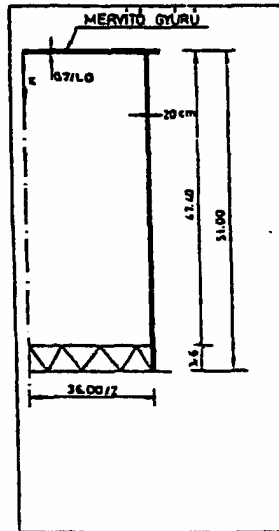
**FORGÁSI HIPERBOLOID
HŰTŐTORONY METSZETE
(INOTA)**



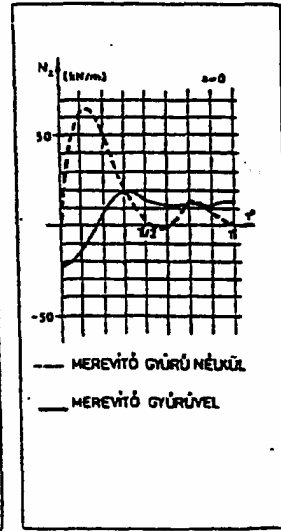
SZÉLTEHER MEGOSZLÁSA



**FORGÁSHENGER HŰTŐ-
TORONY METSZETE
(DUNAUJVÁROSI)**



GYÜRŰ ERŐ



Hűtőtornyok megerősítése
(16. ábra)

Forgási hiperboloid alakú hűtőtoronynál alkalmazták ezt az elvet a héj megerősítésére. Az „érdesítés” a héj külső felületén készített, meridián irányú bordázattal valósítható meg. Az „érdesség” mértéke (a szélteher eloszlása) a bordák számának, magasságának növelésével változtatható.

A fent leírt módon történt az inotai Hőerőmű Vállalat 3. sz. hűtőtornyának a megerősítése (16/a. ábra). (Tervező: TTI, kivitelező: PENGEBETON Kiszövetkezet.)

A felületi hiányosságok, betonfedés kijavítása, a szélbordák elkészülte után a hűtőtorony kívül-belül műanyag alapú korrózióvédő bevonatot kapott. A héj igénybevételei a statikai váz módosításával is csökkenthetők.

Hengeres hűtőtoronyok felső peremén beépített merevítőgyűrű hatásosan csökkenti a héj igénybevételeit (16/b ábra). A megváltozott igénybevételeket pedig a csökkent teherbírású héjpalást is képes elviselni. Ezt a megerősítési módot választották egy dunaújvárosi hengeres hűtőtorony megerősítéséhez. (Tervező: SÁMSON Kiszövetkezet, kivitelező: PENGEBETON Kiszövetkezet.)

Forgási hiperboloid alakú hűtőtoronyoknál a közbenső merevítőgyűrűk hatásosak, de általában magas (100 m felett) tornyoknál kerülnek beépítésre.

Ezek a megoldások a PENGEBETON Kiszövetkezet és a TTI közös szabadalmai.

Statikai működésük miatt a héjszerkezetek közé sorolhatjuk a boltozatokat, amelyek téglából, kőből készülhetnek.

Az alsó felületükön, az időjárás és egyéb hatások következtében, a téglá, kő mállásnak indulhat. A folyamat megállítására, utólagos védelemre jól használható a mállott részek eltávolítása után az ép téglá-, kőfelületre felhordott löttbeton réteg.

Ha a boltozat teherbírását is növelni szükséges, akkor a boltozattal együttdolgozó, vastagabb teherbíró löttbeton szerkezet készíthető a boltozat alsó felületén.

A boltozat és a löttbeton réteg együttdolgozása az új osztrák alagút-építési módszerhez (NÖT, NATM) kidolgozott eljárással követhető figyelembe véve a megerősítés sajátosságait.

6. Munkagödör-határolások, támfalak

A hagyományos munkatér-határolásoknál a legnagyobb gondot a dúcolandó felület kialakítása, megtámasztása jelenti, ha az utólagos nagyobb felszínmozgásokat el akarjuk kerülni. A löttbeton egyenetlen munkatérfalra is felhordható. A felületre elhelyezett hegesztett vasháló növeli a betonréteg teherbírását. A löttbeton kéreg földfalat megtámasztó hatása talajszegek, talajhorgonyok segítségével biztosítható.

A berlini (Siemens) dúcolat acéltartók közé is készíthető vb. lemez lövésű eljárással, a talaj megtámasztására, ami alkalmazkodik a talaj felületéhez, a fatáblákhoz képest nagyobb teherbírása megengedi az acéltámaszok ritkább osztását, csökkentve a költségeket és az élők munkáigényt. A támfalak megerősítésére és állagvédelmére a boltozatoknál leírt módon használható a löttbeton.

A LÖTTBETON SZERKEZETEK TERVEZÉSÉNEK MÉRETEZÉSI KÉRDÉSEI

Az új löttbeton szerkezetek méretezése ugyanolyan szempontok alapján végezhető, mint a hagyományos öntött beton szerkezeteké. A készítendő szerkezet egyoldali zsaluzatának azonban a lövési eljárásból származó dinamikus hatásokat is el kell viselnie. Megerősítéseknél a végleges szerkezet szilárdsági, stabilitási stb. ellenőrzésén kívül vizsgálni kell, hogy a meglévő szerkezet képes-e hordani a fellőtt nedves beton súlyát annak megszilárdulásáig. Külön vizsgálni kell a régi és új szerkezet kapcsolatát, hogy elegendő-e a tapadás, vagy mechanikus kapcsolat is szükséges az együttműködés biztosításához (öszvértartó).

A régi szerkezetre rákerülő, azzal összekapcsolt löttbeton rétegnek gátolt a zsugorodása. Az ebből származó igénybevételek is jelentősek lehetnek (pl. vastag löttbeton és vékony megerősített szerkezeteknél), amelyek mind a löttbeton rétegre, mind a megerősített szerkezetre nézve lehetnek károsak de hasznosak is. Ez a geometriai viszonyok, az összekapcsolás módja, a lött és erősített szerkezet korkülönbsége stb. befolyásolja.

Az említett probléma elsősorban födémek, gerendák megerősítésénél merül fel. A löttbeton réteg zsugorodásából repedésmentes állapotban keletkező igénybevételek alapján számíthatók. A megerősített pillérek teherbírásának számítására az MI 15011-1988-ban találunk útmutatást.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a löttbeton szerkezetek méretezése ugyanúgy történhet, mint az öntött technológiával készülő szerkezeteké, néhány (főleg megerősítéseknél előforduló) vizsgálat kivételével.