

VONALAS BETON- ÉS VASBETON-LÉTESÍTMÉNYEK ELŐREGYÁRTÁSA

A beton és vasbeton előregyártásnak a vonalas kiterjedésű létesítmények terén mind műszaki, mind gazdasági szempontból igen nagy jelentősége van, mert ismétlődő elemek kerülnek nagy számban felhasználásra.

Ennek az előadásnak a keretében a különféle előregyártott vonalas létesítmények közül csak az előregyártott beton- és vasbeton csővezetékek kérdésével fogok foglalkozni. A hozzászólások lesznek hivatva arra, hogy előadásomat a vonalas létesítmények más területeire vonatkozó adatokkal kiegészítsék.

A folyadékiszállító csővezetékek építésekor elsőrendű követelmény a vízzáróság. Alapelv tehát, hogy mind az előregyártott elemek, mind ezeknek egymáshoz való kötésesei vízzáróak legyenek.

1. Folyadékiszállító gravitációs csővezetékek

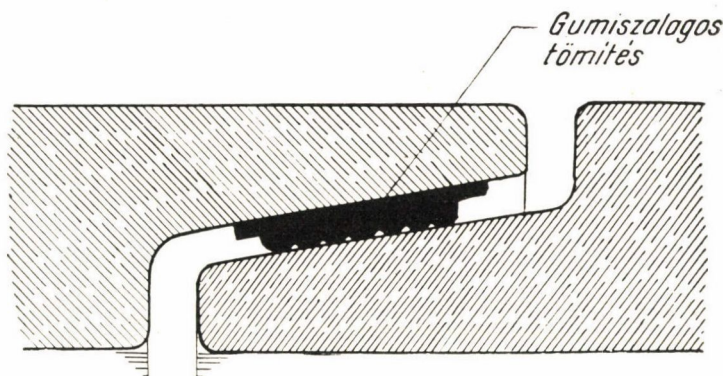
Folyadékiszállító gravitációs csővezetékek építésén előregyártott betoncsöveket már kereken 100 éve (1863 óta) alkalmaznak. Azóta az előregyártás egyre fokozódó mértéket öltött, s ma már világszerte hatalmas arányokban bontakozik ki. Az előregyártott gravitációs csővezetékek alkalmazásának jelenlegi mértékére a következő adatok jellemzők.

Egészen fejlett ipari és mezőgazdasági országokban a betoncsőfogyasztás 1944-től 1954-ig 250—300%-kal emelkedett. Az egy-egy lakosra jutó betoncsőfogyasztás az Amerikai Egyesült Államokban kereken 80 kg, Nyugat-Németországban pedig kereken 25 kg, szemben a mi kereken 6 kg-os betoncsőfogyasztásunkkal. A külföldi gravitációs betoncsőfogyasztásnak ily nagyarányú emelkedése az ipar, a mezőgazdaság és a lakásépítkezés fejlesztésével kapcsolatos szükséglet növekedésével magyarázható. További magyarázatot nyújt az a körülmény, hogy a beton- és a csőgyártási technológia fejlődésével sikerült olyan 1 m-nél hosszabb — általában 2—5 m hosszú — beton- és vasbeton-csőket gyártani, amelyek mérethűség, szilárdság, vízzáróság, kopási ellenállás és agresszív vizekkel szemben való ellenállás szempontjából fokozott igényeket is ki tudnak elégíteni. Így mind kisebb mértékben válik szükségessé betoncsövek helyett kőagyagcsövek, aszfaltcsövek, azbesztcementcsövek, vagy helyszínen munkaárokban betonozott, illetve falazott csővezetékek alkalmazása.

Igen nagymértékben hozzájárultak a gravitációs csővezeték építése terén a betonsövek alkalmazásának emelkedéséhez az utóbbi években bevezetett rugalmas csőkötések is. Ezek a régebben szokásos, sok és igen gondos munkát igénylő és amellet a vízzáróság követelményeit sem mindig kielégítő, merev cementhabarcskötésekkel szemben aránylag kevés és egyszerű munkát igényelnek, a vízzárósági követelményeket pedig a legnagyobb mértékben kielégítik. Ilyenek pl. az 1. ábra szerinti rugalmas bitumenszalagos (Tokband, Flexiband), vagy a 2. ábra szerinti gumiszalagos (Tylox) kötések. Ezen kötések alkalmazásának előfeltétele azonban a gyártott betonsövek mérethűsége.



1. ábra. Bitumen-szalagos (Tokband) kötés



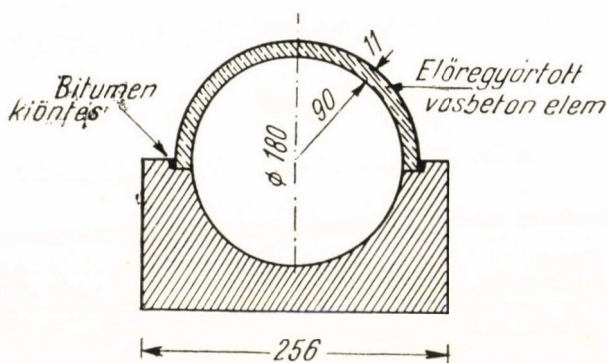
2. ábra. Gumiszalagos (Tylox) kötés

Hazánkban a gravitációs csővezeték építése terén az előregyártott csövek alkalmazásában a fejlett ipari és mezőgazdasági államokhoz viszonylag lemaradás észlelhető. Ennek egyik oka az, hogy a gyártott 1 m hosszúságú gravitációs betonsövek minősége sem szilárdsági, sem mérethűségi, de különösen vízzárósági szempontból nem felel meg a korszerű követelményeknek. A lemaradás másik oka abban keresendő, hogy a betonsőkötésekhez még mindig a merev, sok és igen gondos munkát igénylő és a jó vízzáróságot mégsem biztosító cementhabarcskötések alkalmaznak.

A lemaradás megszüntetésére hazánkban is meg kell valósítani a korszerű minőségi követelményeknek mindenben megfelelő, 1 m-nél hosszabb — általában 2—5 m hosszú — gravitációs beton- és vasbeton csöveknek legalább

2 m átmérőig való gyártását. Ezenkívül merev cementhabarcskötések helyett nálunk is be kell vezetni a rugalmas bitumen- vagy gumiszalagos csőkötéseket.

A 2 m-nél nagyobb átmérőjű gravitációs csővezeték építéseknél a körülményesebb szállítási és elhelyezési munkálatok miatt sok esetben indokolt előregyártott csövek helyett *előregyártott csőelemrészek* alkalmazása. Ezek beépítése kétféle módozat szerint lehetséges. Az első módozat szerint a végleges csővezeték (vagy annak csak egy része) a végleges méreteknak megfelelő előregyártott csőelemrészekből kerül megépítésre (3. és 4. ábra). A második módozat szerint a helyszíni zsaluzás megtakarítása és a munkaárok gyorsabb vissza-



3. ábra. Csatornaboltozat előregyártott elemekből

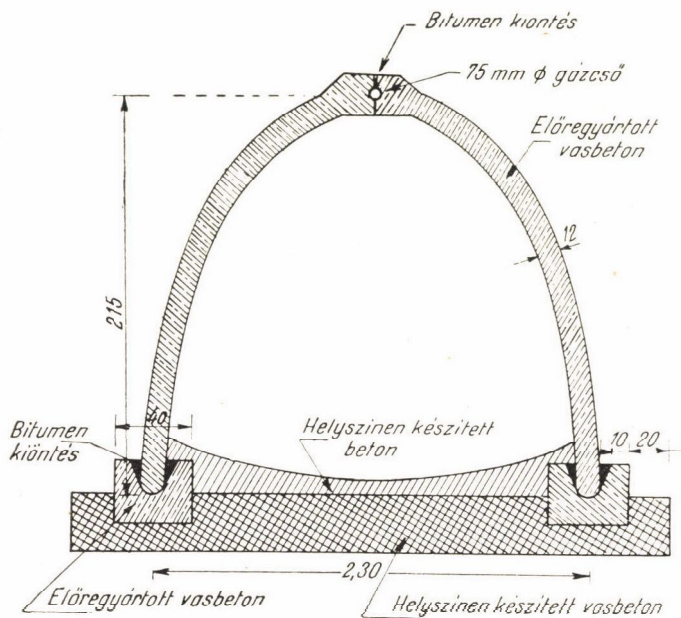
töltése érdekében a csővezeték egyes részein a végleges méreteknél vékonyabb előregyártott elemeket használnak fel, melyeknek elhelyezése után helyszíni rábetonozással állítják elő a végleges méreteket.

Előregyártott csőelemrészek alkalmazása alagútszerű csővezetéképítéseken különösen előnyös, mivel az állékonyság biztosítására fontos az alagút-falnak teherbíró burkolattal való gyors ellátása (5. ábra). Az ilyenfajta munkálatokkal kapcsolatban külön is meg kell említeni az ellipszis alakú csőelemrészeknek azt az előnyét, hogy ezeket megfelelő méretarányok mellett elfordított állapotban a már megépített kész csővezeték szakaszon át lehet a beépítés helyére szállítani (6. ábra).

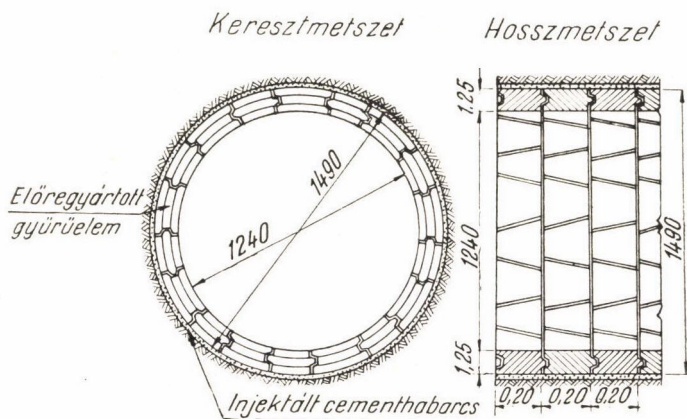
Előregyártott csőelemrészeket hazánkban 2 m-nél kisebb átmérőjű gravitációs csővezetéseken is alkalmaztak. Ezek a megoldások azonban, ha már megfelelő minőségű és méretű előregyártott betoncsövek megfelelő mennyiségben rendelkezésre fognak állni, csak egészen különleges esetekben lehetnek indokoltak.

Hazánkban az alkalmazott csőgyártási eljárások jelenlegi formájukban (telephelyhez kötött nagyüzemi előregyártásra) nem felelnek meg. Ezért a jelenlegi csőgyártó üzemek helyi adottságainak figyelembevételével tervet kell készíteni a korszerű csőgyártás *távlati fejlesztésére*. A csőgyártás terén minden további beruházásnak összhangban kell lennie a csőgyártás ezen távlati fejlesztési tervével.

A távlati csőgyártási fejlesztési tervben, természetesen, teljes gépesítést kell feltételezni. A kisebb és közép üzemekben a vibrosajtóval vagy a vibrovákuumos, nagyobb üzemekben pedig a szabad tengelyű porgetési eljárást



5. ábra. Alagútszerű csővezetéképítés előregyártott csőelemekkel



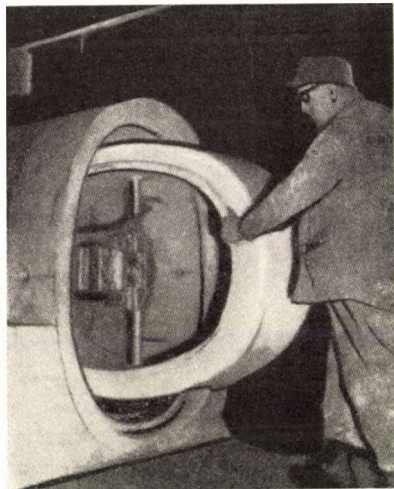
4. ábra. Csatornaboltozat előregyártott elemekből

kell bevezetni. A gyártásra kerülő csövek hossza a csőkötések számának a legkisebb mértékre való csökkentése érdekében az alkalmazásra kerülő gyártási eljárás és csőátmérőtől függően általában 2—5 m legyen.

2. Folyadékszállító nyomócsővezetékek

A vasbeton nyomócsővezetékek a korróziós hatásoknak jobban ellenállnak, mint a vascsövek. Alkalmazásuk lényeges vasanyagmegtakarítást is jelent.

A vasmegtakarításra vonatkozóan szolgáljon tájékozással, hogy a feszítés nélküli vasbeton nyomócsövek alkalmazása az öntöttvas csövekhez viszonyítva 75%-os, az acélsövekhez viszonyítva pedig 50%-os vasmegtakarítást jelent. Feszített acélbeton nyomócsövek alkalmazása az öntöttvas csövekhez viszonyítva kerekén 90%-os, az acélsövekhez viszonyítva pedig 85%-os vasmegtakarítást eredményez.



6. ábra. Már megépített, csővezetéken át szállított csőelem

3. A feszített nyomócsövek

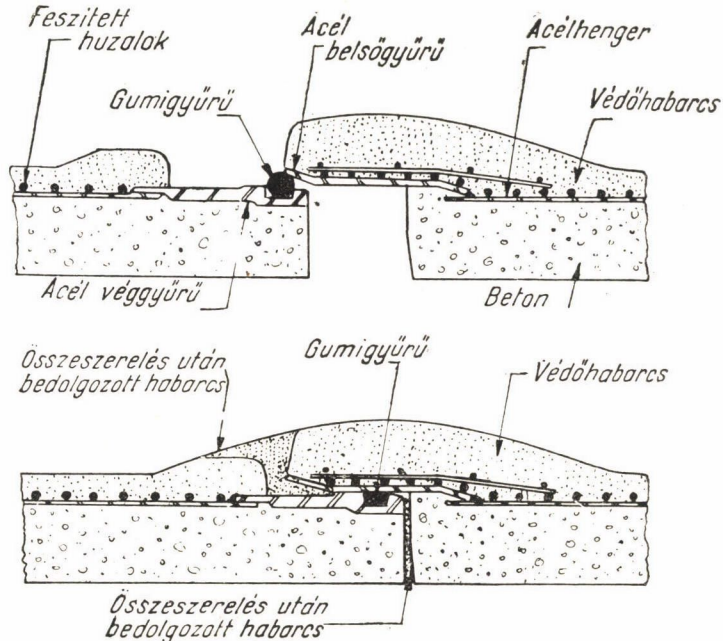
A vasbeton csövek hossz- és keresztirányú feszítése módot nyújt 15—20 atmoszférás, sőt ezt meghaladó nyomásnak is ellenálló nyomócsövek készítésére. Az ilyfajta csövek súlya majdnem azonos az öntöttvas csövek súlyával, így azok súlya a fektetéskor sem okoz különös nehézséget.

A feszített nyomócsövek gyártási eljárás szempontjából 3 nagy csoportba oszthatók :

1. *Előfeszített, vagy egy rétegben készült csövek.* Ezek teljes falvastagságukban egyszerre készülnek. A hossz- és keresztirányú feszítőhuzalok a beton szilárdulásakor már feszített állapotban vannak. Ilyenek a francia *Freysinnet*-féle vagy a hasonló alapelvű, de egyszerűbb zsaluzású svéd *Sentab*-féle és az ennél is egyszerűbb *Nervi*-rendszerű csövek.

2. *Kétrétegben készített vagy utófeszített csövek.* Ezek belsejében előbb egy magcsövet készítenek, majd erre megszilárdulás után 2,5—5 mm átmérőjű feszítőhuzalt tekereselnek rá, melyet kívülről 1,5—2 cm vastag védőhabarcsréteggel védenek.

Egyes eljárások a vízzárás fokozására a magcsőbe 1,5—2 mm vastag *acéllemezbetét-hengert* helyeznek. Ilyenkor az illesztési felületeket a mérethűség biztosítására vasból képezik ki és ezeket a vasvégyűrűket az acélhengerhez odahegesztik (*Lock-Joint*, *Bonna*-rendszerek) (7. és 8. ábra). A vasvégyűrű a hosszirányú feszítés alkalmával a feszítőhuzalok lehorgonyzására és — megfelelő gumitömítéssel — a csőkötések kialakítására is szolgál.

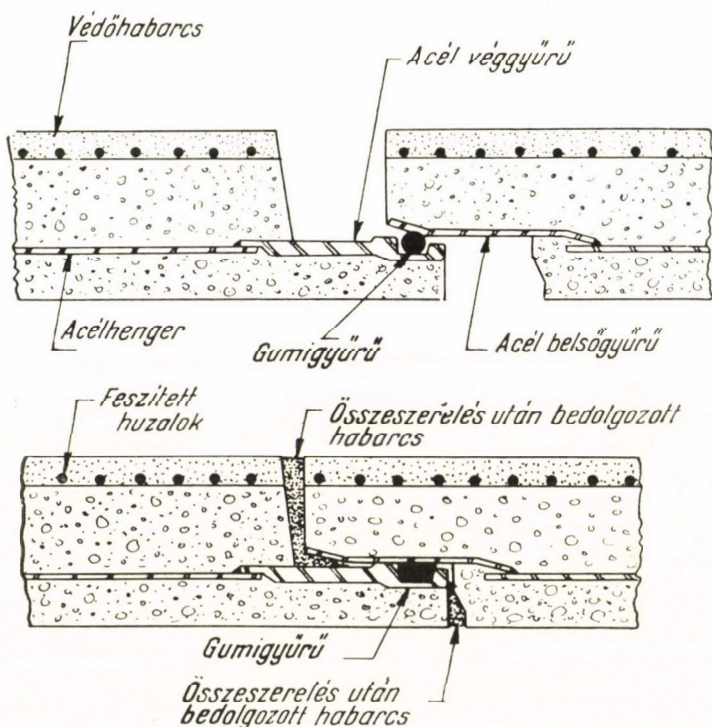


7. ábra. *Lock—Joint*-rendszerű csőkötés (kisebb átmérők esetén)

Az acéllemezbetétes feszített vasbetonnyomócsövek is a vasnyomócsövekkel szemben jelentős vasmeztakarítást tesznek lehetővé. A vasmeztakarítás öntöttvas nyomócsövekhez viszonyítva 70%-os, acélnyomócsövekhez viszonyítva pedig 50%-os.

A magcsövet általában pörgetési, ritkábban vibrációs eljárással vagy a kettőnek a kombinációjával készítik. A pörgetési eljárás két módja szokásos. Az egyik módszer abból áll, hogy a csőgyártásra szolgáló formahengert két tárcsa közé fogják és az egyik tárcsa meghajtása révén a tárcsák középpontjait összekötő kényszer tengely körül körbe forgatják. (Az olasz *Vianini*, a svájci *Hunziker*-rendszer.) A második módszer a csőgyártásra szolgáló formahengereket görgőkre, az ún. pörgető padra helyezi és a formahengereket a görgők meghajtásával pörgeti (az ausztráliai *Hume*-rendszer). Itt a forgás tengelye szabadon alakul ki.

Az utófesztésre különböző rendszerek ismertek. Egyes rendszerek függőleges helyzetben (*Socol, BBRV, Preload*) (9. ábra), más rendszerek viszont vízszintes helyzetben tekereselik rá a magcsőre a feszítő huzalt (*Mihailov, Popov*). A tekeréselés során figyelemmel kell lenni arra, hogy tekeréselés közben a csőfalban az átmeneti szakaszon hosszirányú hajlító feszültségek lépnek fel abból kifolyóan, hogy a már betekereselt csőrész átmérője kisebb, mint a még tekeréseletlen csőrészé. Ezen hosszirányú hajlító-húzó feszültségeknek lágy-



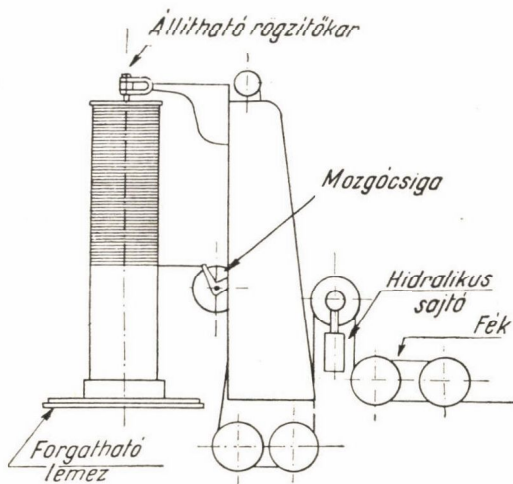
8. ábra. Lock—Joint-rendszerű csökkötés (nagyobb átmérők esetén)

hosszvasbetétekkel való felvétele csak kényszermegoldásnak tekintendő. A feladat műszakilag egyedül helyes megoldása hosszirányú feszítés alkalmazása.

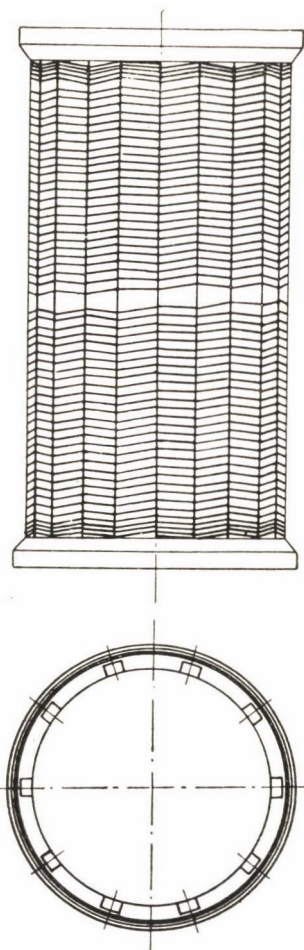
A keresztirányban feszített vasbeton csövek élnyomási szilárdsága kerekben 2,5-szerese a feszítetlen vasbeton csövekének. Ennélfogva a keresztirányú feszítéssel a vasbeton csöveknek külső terheléssel szemben való ellenállása is nagymértékben megnövekszik. Ez a tulajdonság különösen a vasúti- és útátesz építéseken igen előnyösen jelentkezik.

3. *Duzzadó cementtel készült önfeszítő vasbeton csövek.* Ezt a csőgyártási eljárást MIHAILOV dolgozta ki. Az általa gyártott próbanyomócsövek 20 at nyomással szemben is vízzáróaknak bizonyultak. A duzzadócementes önfeszítés ez idő szerint azonban még a gyakorlat számára nem teljesen megoldott kérdés.

Újabban próbálkozások történtek annak tisztázására, miként lehet a beton nyomócsövezetékek vízzáró illesztését különleges, a betontól idegen anyagok mellőzésével két egymáshoz illesztett cső hosszirányú utófeszítése útján megoldani. Ilyen próbálkozás nagyobb átmérőjű csövezetésekre vonatkozóan a *Gnädig—Thoma*-féle, ún. harántfeszítési eljárás, mely az egyidejűen kereszt- és hosszirányban megfeszített vasbetoncsöveket a csövekbe beépített hosszirányú acélszalagoknak ellenmenetes csavarokkal való összehúzósa révén illeszti vízzáróan egymáshoz (10. ábra).



9. ábra. Socol-rendszerű tekercselő-feszítőgép



10. ábra. Gnädig—Thoma-rendszerű harántfeszítés

4. A védő réteg

A feszítőhuzalokat rozsdásodás ellen védeni kell. A védelemnek legegyszerűbb módja: 1,5—2 cm vastag torkret-habarcsréteg felhordása. E célra a *Socol*-rendszer vibrovakuumos eljárást, a *Pontusco* pedig vibro-kenő eljárást alkalmaz. A Svédországban és Norvégiában használatos *Perno*-rendszer viszont a védőréteg felhordásakor a csövet belső nyomás alá helyez

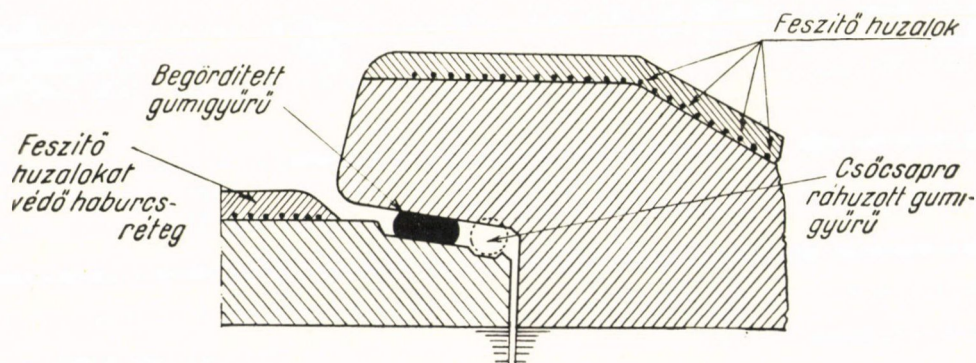
és a védőréteg megszilárdulásáig nyomás alatt tartja. Ennélfogva a védőréteg is előfeszítést kap, miáltal hajszálrepedésmentessé válik és így fokozott mértékben biztosíthatja a feszítőhuzalok védelmét.

A feszítő acélhuzalokon elektrokémiai korróziót is észleltek olyan esetben, amidőn a feszített acélhuzal megvédésére pl. Ferrari-típusú cementtel készített habaresot, a feszítésre kerülő magesőgyártás során pedig más minőségű cementet használtak. A feszítő acélhuzaloknak a kétféle különböző minőségű betonréteggel való érintkezése már elégséges volt arra, hogy elektrokémiai korrózió érvényesülhessen. Éppen ezért újabban az acélbeton nyomócsövek feszített acélhuzalait katódvédelemmel látják el.

5. Az előregyártott vasbeton nyomócsövek kötése

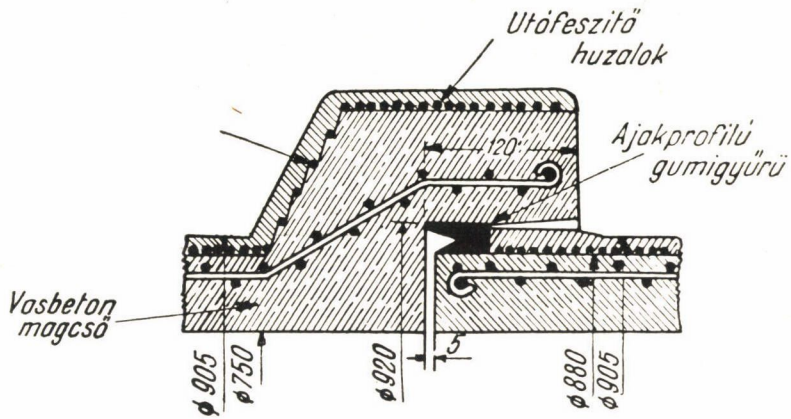
A kötés vízzárósága, rugalmassága, egyszerűsége és időállósága, vagyis röviden a kötés jósága ugyanolyan fontos, mint magának a vasbetonnyomócsőnek a jósága. A kötésnek a következő tulajdonságokkal kell rendelkeznie:

- vízzárónak kell lennie;
- kisebb ($1-2^\circ$ -os) szögelfordulást követnie kell tudni anélkül, hogy a vízzáróságban hiány mutatkoznék;
- gyorsan, minden különösebb gondosság nélkül kell elkészíthetőnek lennie;
- időállóan kell lennie.

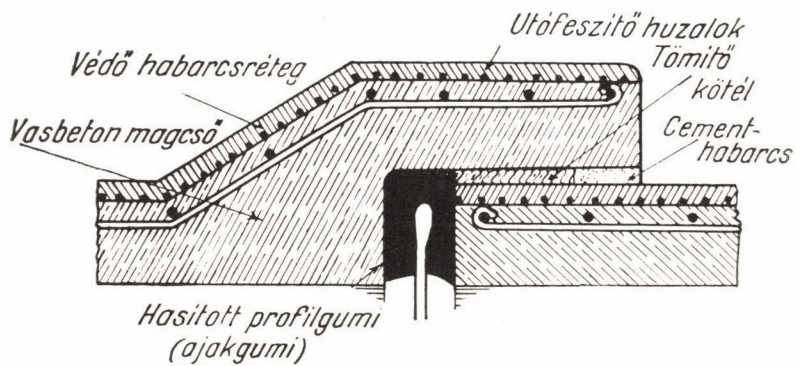


11. ábra. Gördített egygumigyűrűs csőkötés

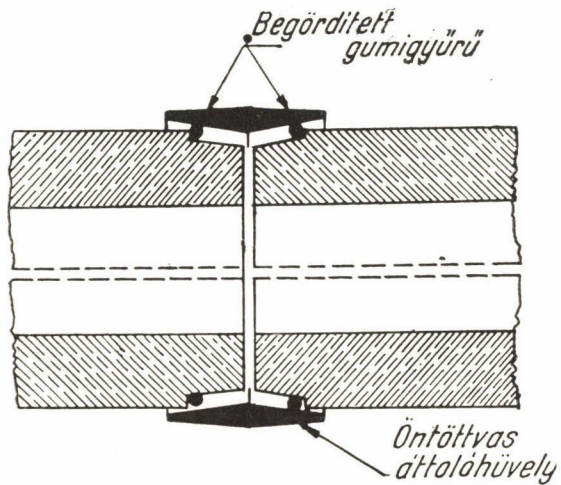
Ezeknek a tulajdonságoknak a korszerű gumis kötések minden szempontból megfelelnek. Ilyenek a tokos csöveken alkalmazott *gördített egygumigyűrűs kötés* (11. ábra), valamint a fekvő vagy álló hasított ajakprofilú gumi-kötések (12. és 13. ábra), továbbá a tok nélküli, sima végű csöveken használatos vas vagy vasbeton áttoló hüvelyes *gördített kétgumigyűrűs*, vagy az áttoló hüvelyes *beszorított kétgumigyűrűs kötés* (14. ábra) vagy végül az áttoló hüvelyes *fekvő* vagy az *álló hasított ajakprofilú gumis csőkötések*. A 15. ábra vasbeton- és acéleső kötésére mutat be példát.



12. ábra. Fekvő hasított ajakprofilú, gumigyűrűs, tokos csökötés

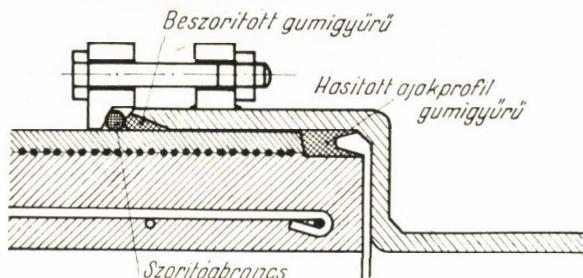


13. ábra. Álló, hasított ajakprofilú, gumigyűrűs, tokos csökötés



14. ábra. Vasáttalóhüvelyes, gördített, kétgumigyűrűs csökötés

A tokos csőkötéseknek hátrányuk, hogy valamely cső vagy csőkötés meghibásodása alkalmával a cső kicserélésekor magát a csövet szét kell törni és a széttört cső helyén, az új cső szakszerű beépítésére különleges idomdarabokat kell alkalmazni. Ezek a hátrányok a tok nélküli sima végződésű áttolóhüvelyes kötések alkalmazása esetén nincsenek meg.



15. ábra. Vasbeton- és acélnyomócső összekötése

6. Összefoglalás

Az előadottak alapján az előregyártott vasbeton nyomócsövekből készített folyadékszállító csővezetékek jellemző tulajdonságait a következőkben foglalhatjuk össze :

- a) Vasanyagban jelentős megtakarítást tesznek lehetővé.
- b) Olesőbbak a vascsővezetékénél.
- c) Korrózióval szemben jobban ellenállnak, mint a vascsőnek.
- d) Horpasztással szemben nagy ellenállást tanúsítanak.
- e) Fagyveszéllyel szemben ellenállóbbak, szabadon álló csővezetékek esetében ui. a csőfelület m^2 -ére vonatkoztatott óránkénti $0,1 m^3$ -es vízmozgás már elhárítja a fagyveszélyt. Ez az érték vascsővezetékek esetén kerekén tízszer akkora vagyis $1 m^3/m^2$.
- f) Kosütésekkel (vízlökésekkel) szemben ellenállók. A kosütés következtében ugyanis a csövek megnyílnak és a nyílásokon keresztül a víz kilövell. Ennek következtében nyomáscsökkenés áll elő, a nyílások ismét bezáródnak és ezután a nyomócső az eredeti üzemi nyomással szemben ismét vízzáró lesz. Ezt a jelenséget nevezzük a feszített vasbeton nyomócsövek „öngyógyulásának”.

g) Vízvesztésük aránylag csekély, a 24 órás vízvesztéség ui. 15—20 at. üzemi nyomás esetén sem több, mint a vezetékekben levő víz $1/1500$ része, ami általában kerekén $0,15 l/m^2/24$ óra értéknek felel meg. A vízvesztéség az üzemi nyomás alatt a lyukacsok eltömődése folytán idővel még csökken.

h) Nagy külső terhelés esetén is előnyösen alkalmazhatók. A keresztirányban feszített vasbeton nyomócsövek élnyomási szilárdsága ui. kerekén 2,5-szerese a feszítetlen magesőnek. Ennélfogva a feszített vasbeton nyomócsöveket előnyösen lehet felhasználni nagy külső terheléssel terhelt gravitációs csővezeték építésére is.

Az előregyártott feszített vasbeton nyomócsövek alkalmazása tehát igen fontos műszaki és gazdasági előnyöket biztosít. Ezeknek tulajdonítható, hogy

gyártásuk gyors ütemben fejlődik. A fejlődésre jellemző, hogy pl. a nagy vasiparral rendelkező Nyugat-Németországban 1952-ben 40 000 t, 1955-ben pedig már 110 000 t vasbeton nyomócső került felhasználásra. A felhasználás tehát 4 év alatt kereken a háromszorosára nőtt. A fejlődési kilátásokra jellemző, hogy legújabban már három nagy német vascsőgyár *Socoman*-rendszerű feszített vasbeton nyomócsőgyárat létesített Öttigheimban (Fa. Hagewe G. m. b. H., Öttigheim b/Rastadt).

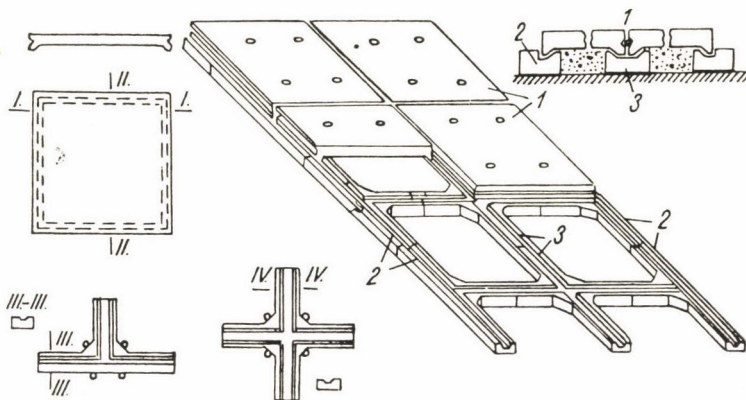
Az előadottakból látható, hogy a beton és vasbeton folyadék szállító gravitációs és nyomócsővezetékek építésein az üzemi, illetve helyszíni előregyártás alkalmazása műszaki és gazdasági szempontból egyaránt nagy jelentőségű.

Remélem, hogy az elhangzott előadás és a hozzászólások hozzá fognak járulni ahhoz, hogy a folyadék szállító csővezetékek, valamint egyéb vonalas létesítmények építése során a műszakilag és gazdaságilag egyaránt indokolt beton- és vasbeton-előregyártás a jövőben az eddiginél fokozottabb mértékben kerül majd alkalmazásra.

BESNYÓI ISTVÁN :

Azok a műszaki és gazdasági előnyök, amelyek a mélyépítés különböző területein az előregyártás vonalán mutatkoznak, az útépités terén is jelentkeznek. Az előregyártás ui. az útépités esetében is a gyors építést, az egyenletes, jó minőséget, a nagyipari előállítás lehetőségét, az időnyelleg kikapcsolását és sok esetben az építés gazdaságosságát is biztosítja.

A múltban az útépités területén nem volt számottevő előregyártás. Legfeljebb úttesttartozékokat, korlátokat, kerékvetőket, oszlopokat készítettünk előregyártva, de ezeket sem üzemekben, hanem inkább közvetlenül az építés színhelyén állítottuk elő.



1. ábra. Útburkolat előregyártott nehéz elemekkel

Az útépités terén az előregyártás irányában történő legjelentősebb lépés kétség-telenül az *útburkolat előregyártása* volt. Előre elkészített, különböző formájú beton-estekkel már korábban is létesítettek burkolatokat, de ezek lényegében véve csak kőburkolat jellegűek voltak. Németországban, Belgiumban, és Franciaországban számos ilyen burkolókő-fajta alakult ki. Azonban az ilyen burkolások a burkolati elemek függőleges irányú elmozdulásait nem tudták megakadályozni, ami aztán általában a burkolat