

Injektálás

Dr. Seidl Ágoston

1. Injektálással javítható hibák

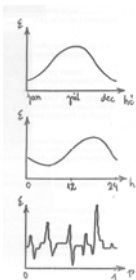
Repedések

- **Fajtái:** felületi, felületközei, átmenő
- **Keletkezésük:** terhelés hatására (normál vagy sokkszerű), zsugorodás vagy hőmozgás hatására [$\sigma_{keletkezett}$, σ_{beton} , húzó]
- **Javítás:** erőátadó módon (az igénybevétel nem ismétlődhet meg), tömítési céllal (ha a repedés statikai problémát nem jelent, csak vízzárást kell megoldani)

1. Injektálással javítható hibák

A repedések természetrajza

- változik-e a repedések mérete
 - nem
 - igen, rövid ciklussal (pl. forgalom)
 - igen, közepes ciklussal (pl. napi hőingadozás)
 - igen, hosszú ciklussal (pl. évszakos hőingadozás)
- milyen a repedés nedvességtartalma
 - száraz
 - nedves, vízzel telített, vizet vezető



1. Injektálással javítható hibák

Üregesek

- Fajtái
 - szerkezetekben (pl. kavicsfészkek)
 - szerkezetek mögött (pl. kimosódás)
- Keletkezésük
 - építési hibák
 - szigetelési, vízvezetési problémák
- Javítás
 - kiöntés, injektálás, kihabosítás

2. Injektáló anyagok

A) Cementkötésű injektáló anyagok

Összetétel:
cement + víz + adalékszerek

Jellemző	Cement-pép	Finomcement szuszpenzió
Repedés-fajta	átmenő	átmenő, felületközei
Repedés-geometria	durva	finomeloszlású is lehet
Repedés-szélesség	1,5 ... 3 mm	ca. 200 μ m felett
Repedés-mozgás	Kötés alatt nem lehet	Kötés alatt nem lehet
Repedés-nevessége	Nedves vagy vízzel teli	Nedves vagy vízzel teli
Szemcseméret	100...200 μ m	kb. 10 μ m

2. Injektáló anyagok

B) Műgyanták

B1: Műgyanták erőzáró kapcsolatokhoz

Jellemző	EP-gyanta	PUR-gyanta
Repedés-fajta	bármilyen	átmenő
Repedés-geometria	bármilyen	bármilyen
Repedés-szélesség	0,1 mm felett	0,3 mm felett
Repedés-mozgás	Korlátozottan 0,01...0,03 mm	Korlátozottan 0,05...0,01 mm
Repedés-nevessége	Száraz	Száraz
Min. hőmérséklet	8 °C	6 °C
Repedés oka	Ismert, nem tér vissza	Ismert, nem tér vissza
Viszkozitás	50...450 mPas	100...400 mPas

<p>2. Injektáló anyagok</p> <p>B) Műgyanták</p> <p>B2: Műgyanták tömítési céllal</p>	Jellemző	PUR SPUR	Hidrogélek
	Repedés-fajta	bármilyen	bármilyen
	Repedés-geometria	bármilyen	Igen finom is lehet
	Repedés-szélesség	0,1 mm felett	→ 0
	Repedés-mozgás	Lehet	Lehet nagy is
	Repedés-nevessége	Nedves, vízzel teli, vizet vezető	Nedves, vízzel teli, vizet vezető
	Min. hőmérséklet	6 °C	0 °C
	Repedés oka	Ismert	indifferens
	Viszkozitás	50...450 mPas	1...50 mPas

- ### 3. Kiöntő és itató anyagok
- EP gyanták
 - EP finomhabarcsok
 - EP hababrcsok/betonok
 - Cementpép
 - Cementszuspenzió
 - PCC öntőhabarcsok
 - Metakrilát gyanták
 - Metakriláthabarcsok

4. Technológiák

4.1. Itatás

- kapilláris beszívódással
- csak kis rétegvastagság esetén
- felület megnyitása, tisztítása szükséges

4. Technológiák

4.2. Injektálás

A) Egykomponenses

- fazékidő kellően hosszú, min. 20 perc
- pl: cement, egyes EP, PUR, akrilátgyanták
- cél: minél messzebbre jusson el az anyag, alacsony nyomáson, hosszú ideig injektálunk: 10-50 bar, 10-15 perc

4. Technológiák

4.2. Injektálás

B) Kétkomponenses

- fazékidő néhány mp ... 20 perc
- pl: SPUR, akrilátgyanták
- cél: gyorsan, egy meghatározott helyre, nagyobb mennyiségű anyag bejuttatása. Nagyobb nyomás (50...150 bar, 1-2 perc)

4. Technológiák

4.3. Kiöntés

Cél: üregkitöltés, gyors rétegeképzés, aláöntés, szintemelés stb.

Anyagok:

- lassan kötő 2 komp. gyanta (pl. EP)
- gyorsan kötő 2 komp műgyanta (pl. metakrilát)
- cementkötésű (CC, PCC)

Követelmény:

- hígfolyósság
- ne ülepedjen

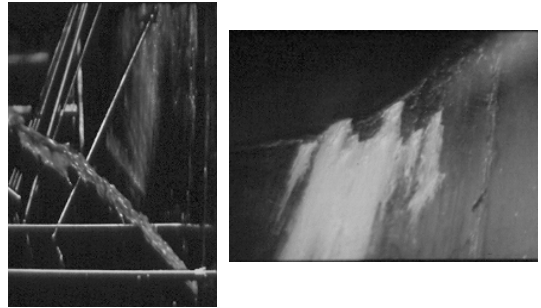
Szemponatok:

- reakcióhő elvezetése
- zsugorodásveszély csökkentése pl. töltőanyaggal
- öntéskor biztosítani a levegő eltávolítását

5. Injektáló berendezések és eszközök

- Injektáló gépek
 - egykomponenses
 - kétkomponenses
 - cementszuszpenzió injektáló
- Injektáló csonkok és csövek
 - ragasztott injektáló csonkok
 - fűrt-beütős injektáló csonkok
 - fűrt-csavaros/gumitömítéses injektáló csonkok
 - injektáló csövek

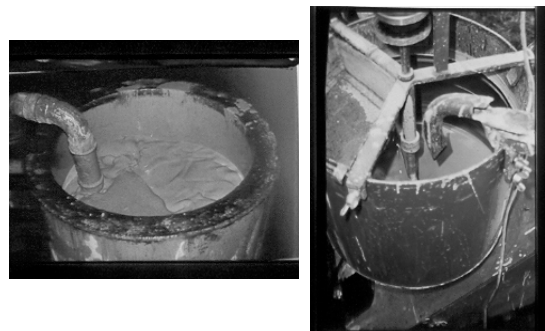
Okok az injektálásra



Injektálás



Cementszuszpenzió injektálása



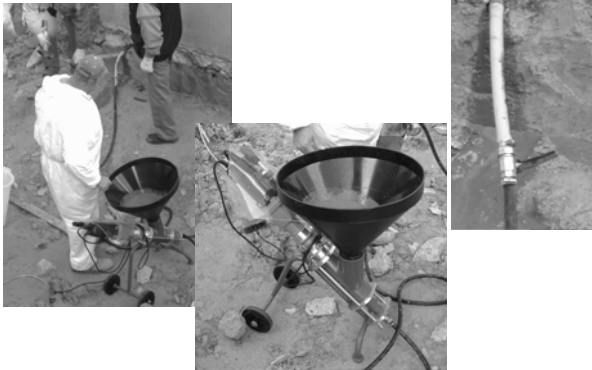
Cementszuszpenzió injektálása



Cementszuszpenzió injektálása



Cementszuszpenzió injektálása



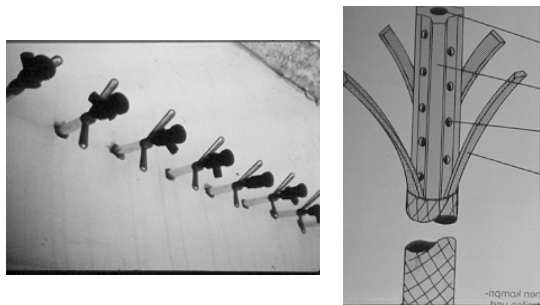
Egykomponenses injektálás



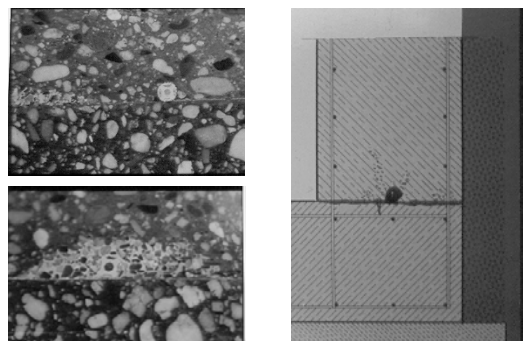
Kétkomponenses injektálás



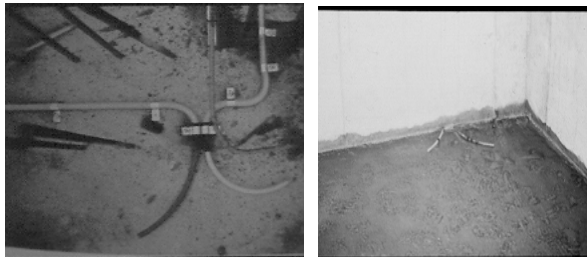
Injektáló csomok, csövek



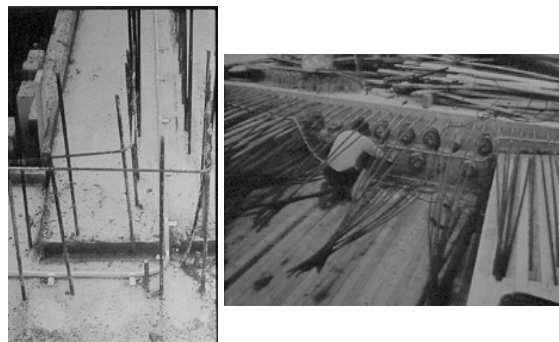
Az injektáló cső működése



Injektáló cső elhelyezése



Injektáló cső elhelyezése



6. Egy új technológia: a gélinjektálás

Kétféle anyagot mutatunk be:

- poliakrilát gél
- poliuretán gél

6. A kemogélek természetrajza

- laza szövésű, kémiai kötöttségű térháló
- az eredetileg hidrofób (általában apoláros szénhidrogén) műgyanta láncokra hidrofil csoportokat helyeznek fel, ezáltal a laza térhálóba a víz be tud épülni.
- a hidrogélek előnyei a többi injektálóanyaggal szemben:
 - utóduzzadásuk van
 - alacsony a viszkozitásuk
 - általában szabályozható a reakcióidejük
 - kitérhálósodott állapotban fiziológiailag ártalmatlanok (nem szennyezik a talajt, érintkezhetnek élővízzel-ivóvízzel)

Akrilátgélek

Az akrilátok sokféle formában formában használhatók:

- kemény, vegyszerálló műgyanták
- vizes diszperziós festék kötőanyagok, habarcsjavítók, ragasztók
- szálak
- plasztikus tömítőmasszák
- hidrogélek

Poliuretán hidrogélek

A poliuretánok sokféle formában használhatók:

- szívós, kopásálló műgyanták
- vegyszer- és UV álló festékanyagok
- oldószer- és UV-mentes ragasztók
- lágy-, kemény- és integrált habok
- rugalmas műbőrök és tömítőmasszák
- injektáló gélek

Egykomponenses poliuretán térhálósítása:

Keverési arány (gyanta / víz)	Krémesedés (sec.)	Gélesedés (sec.)	Végső termék
1 : 1	20 - 30	50 - 60	Rugalmas duzzadó hab
1 : 4	60 - 80	110 - 130	Rugalmas duzzadó hab
1 : 5	80 - 100	120 - 140	Rugalmas gél
1 : 10	3 - 4 min	6 - 8 min	Rugalmas gél
1 : 12	4 - 6 min	14 - 16 min	Gél
1 : 15	14 - 16 min	35 - 40 min	Lágy gél

7. A kemogélek természetrajza

A kétféle anyag között működésbeli különbség adódik: az eltérő kémiai viselkedés miatt

- az akrilátgéleket gyorsítani
- a poliuretángéleket lassítani tudjuk, ez az alkalmazási területet is befolyásolja.

8. Mit kínálnak az anyaggyártók?

- Valamennyi injektálóanyag típus hozzáférhető a hazai forgalmazóknál, gyártóknál
- A géleket tekintve: az anyaggyártók és forgalmazók általában egy-két típust tartanak termékpalettájukon. Az anyagok származási helye a globalizált kereskedelem és koncentrált alapanyag-gyártás miatt másodrendű kérdés.

Hidraulikus kötésű rendszerek

(SZ = szuszpenzió, MC = mikrocement, KSz = kolloid szilikát)

Gyártó	Termék	Alkalmazási terület
Deitermann	Polymet Micropress (SZ)	Repedésinjektálás
BASF/ Degussa	Rheocem 9S (MC) + folyósító, ill. 9SC (MC)	Talaj- és repedésinjektálás
BASF/ Degussa	Rheocem 650 (SZ) és 650 SR (SZ)	Kőzet- és talajinjektálás, normál és szulfátálló
BASF/ Degussa	Rheocem 800 és 900 (MC), ill. 800 SR és 900 SR (MC)	Repedés- és talajinjektálás, normál és szulfátálló
BASF/ Degussa	Meyco MP320 (KSz)	Kőzet- és talajinjektálás
Mapei	Mikro cement 10 (MC)	Talaj- és repedésinjektálás
Mapei	Mikro cement 25 (SZ)	Talaj- és repedésinjektálás
MC Bauchemie	Centricrete FB (SZ) + additív	Repedés- és talajinjektálás
MC Bauchemie	Centricrete UF (MC)	Repedés- és talajinjektálás

Epoxigyanta kötésű rendszerek

Gyártó	Termék	Alkalmazási terület
Avenarius-Agro	Agro Injektionsharz	Erőátadó repedésinjektálás
Deitermann	Polymet Injektion 99	Erőátadó repedésinjektálás
BASF/Degussa	PCI-Apogel A és F	Erőátadó repedésinjektálás
Mapei	Epojet	Erőátadó repedésinjektálás
Schomburg	Asodur-IH	Erőátadó repedésinjektálás
Sika	Sikadur 52 és 52N	Erőátadó repedésinjektálás
Sto	StoJet IHS	Erőátadó repedésinjektálás

Poliuretán hab (H) és gyanta (Gy) rendszerek

Gyártó	Termék	Alkalmazási terület
Deitermann	Eurolan Injekt 2 (H)	Vizzáró injektálás
BASF/ Degussa	Meyco MP355 1K (H) és MP355/A3 (H)	Vizzáró injektálás, gyors vizzáró injektálás
BASF/ Degussa	PCI-Apogel E (Gy) és PU (H)	Vizzáró-, ill. repedés- és utóinjektálás
Mapei	Foamjet F (H)	Vizzáró injektálás
MC	MC-Injekt 2033 (H)	Gyors vizzáró injektálás
MC	MC-Injekt 2300 és 2300 NV (Gy)	Repedés- és utóinjektálás
Schomburg	Asodur P1	Gyors vizzáró injektálás
Schomburg	Asodur P4	Repedés- és utóinjektálás
Sika	Sika Injektion 21 (H)	Gyors vizzáró injektálás
Sika	Sika Injektion 20 N (Gy)	Repedés- és utóinjektálás
Sto	StoJet PU VH (H)	Gyors vizzáró injektálás
Sto	StoJet PIH NV (Gy)	Repedés- és utóinjektálás

Gélképzésre alkalmas rendszerek (AY = akrilát, PU = poliuretán)

Gyártó	Termék	Alkalmazási terület
Degussa	Injekt 2000 (AY) Meyco MP301 (AY) és MP302 (AY)	Repedés és hátúr/fátyolinjektálás Talajinjektálás
Mapei	Mapegel 50 (AY) és 58 (AY)	Talaj hátúr- és fátyolinjektálás, repedésinjektálás
MC	MC Injekt GL-95 (AY) és GL-95 TX (AY)	Talaj hátúr- és fátyolinjektálás, repedésinjektálás
Sika	Sikafix 106 (PU)	Talaj hátúr- és fátyolinjektálás, repedésinjektálás
Sto	Webac 240 (AY)	Talaj hátúr- és fátyolinjektálás, repedésinjektálás

9. Szabályozás: Vergelungsmaßnahmen bei der DB AG., No.: 835.9201/1999

Vízáteresztőképesség-vizsgálat:

- gélpróbatest készítés teljes átitatással
- gödörkészítés Ø 75 mm x 60 mm
- víz legyen benne állandóan
- nyomás: 1 bar, 100 óra, 20 °C
- kifolyt víz mérése [cm³/óra]
- permeabilitás számítás:
 $k \text{ [m/s]} = A \text{ [m}^2\text{]} / Q \text{ [m}^3\text{/s]}$
követelmény: $k < 10^{-9} \text{ m/s}$

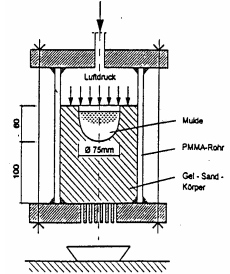


Bild 3: Prüfstand zur Prüfung der Wasserdurchlässigkeit

10. Mik a tapasztalatok?

Teljesen külön célszerű kezelni a

- repedés- és inhomogenitáskitöltés és a
- hátúrinjektálás – fátyolinjektálás

technológiáját!

10. Mik a tapasztalatok?

10.1. Repedéskitöltés-inhomogenitáskitöltés

- Viszonylag egyszerű, mert ezzel kapcsolatban a cement-EP-PUR injejtálások során elég sok tapasztalat összegyűlt
- Szinte döntőbb ez esetben a szakértő mérnök előkészítő munkája, mint maga az injejtálás. Egy falazatról, egy szerkezeti csomóponttól – ha némi nehézségekkel is, de lehet – információkat begyűjteni, azok kiértékelésével meghatározható egy technológia (anyag kiválasztás, furatok tervezése, technológia meghatározása).

10. Mik a tapasztalatok?

10.2. Hátúrinjektálás – Fátyolinjektálás

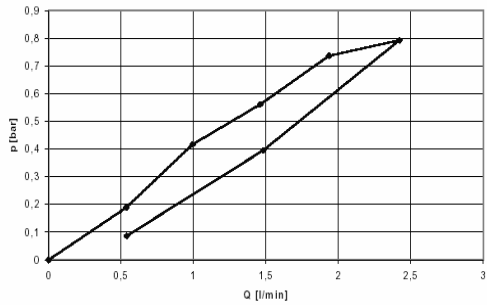
- **Hátúrinjektálást** akkor végzünk, ha átfúrjuk a szerkezetet és a mögötte lévő talajt injejtáljuk, azaz injejtálóanyaggal átitatjuk, hogy egy kb. 20-30 cm vastag talaj-gél paplan alakuljon ki, mely megfelelő mértékben vízzáró.
- **Fátyolinjektálást** akkor végzünk, ha biztosított, hogy az injejtáló anyag viszonylag vékony rétegben (mm-es, legfeljebb néhány cm-es vastagságban) bejuttatható a védendő szerkezet mellé

10. Mik a tapasztalatok?

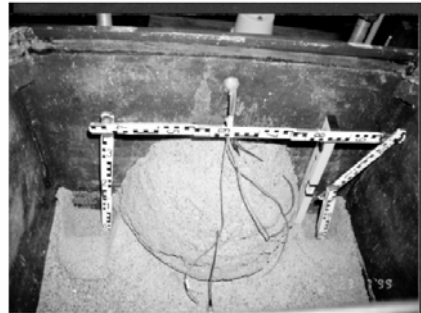
10.2.1. Hátúrinjektálás:

- nehéz az injejtálandó talajról információt szerezni
- többféle technológia lehetséges (egyfázisú/kétfázisú, gyorsan/lassan kötő)

Hátűrinjektálás előtti próbainjektálás a talaj anyagfelvevő képességének vizsgálatára



Hátűrinjektálás: laboratóriumi próbainjektálás az anyagoknak a talajban történő szétterjedésének meghatározására



Lassan kötő anyag talajba juttatása egyfázisú injektálással

Hátűrinjektálás: laboratóriumi próbainjektálás az anyagoknak a talajban történő szétterjedésének meghatározására



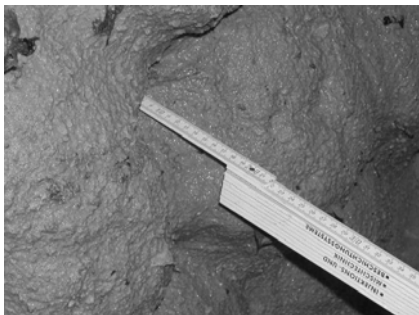
Lassan kötő anyaggal készült hátűrinjektálás, a kvázi-félgömb alakú, injektálóanyaggal átitatott talajtestek vastag, összefüggő réteget eredményeznek

Hátűrinjektálás: laboratóriumi próbainjektálás az anyagoknak a talajban történő szétterjedésének meghatározására



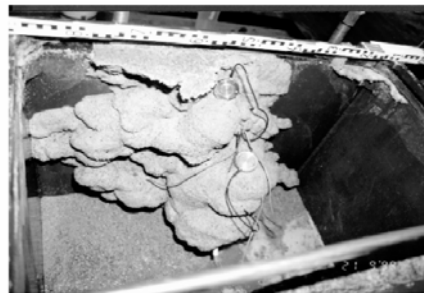
Lassan kötő anyaggal készült hátűrinjektálás

Hátűrinjektálás: laboratóriumi próbainjektálás az anyagoknak a talajban történő szétterjedésének meghatározására



Rétegvastagság ellenőrzés a kibontott mintán

Hátűrinjektálás: laboratóriumi próbainjektálás az anyagoknak a talajban történő szétterjedésének meghatározására



Gyorsan kötő anyag talajba juttatása egyfázisú injektálással

10. Mik a tapasztalatok?

10.2.2. Fátyolinjektálás

- akkor lehet jól és gazdaságosan fátyolinjektálni, ha beszorított a fátyol helye
- tömör szerkezeti anyagokat célszerű használni egy későbbi injektálhatóság érdekében
- a szerkezet vagy a szigetelés tervezésekor célszerű már figyelembe vennie a későbbi javíthatóságot

Fátyolinjektálás: az elméleti megfontolások és a tapasztalatok a fátyolinjektálás gazdaságosságát mutatják



A fátyolinjektálás igazán hatásosan beszorított szigetelés mellett készíthető

11. Összefoglalás

- A géinjektálás új műszaki lehetőségeket nyit meg a mérnökök előtt
- Még kevés a tapasztalat a viszonylag új anyagokkal, célszerű figyelni, hogy mit kutatnak, mit vizsgálnak, mit publikálnak
- Célszerű komoly elővizsgálatokat végezni nagyobb munkák előtt
- Célszerű és javasolt jól dokumentálni a munkákat

Jó injektálást!

Köszönöm a figyelmüket!

Dr. Seidl Ágoston

