

社会資本整備における地盤改良(液状化対策)技術

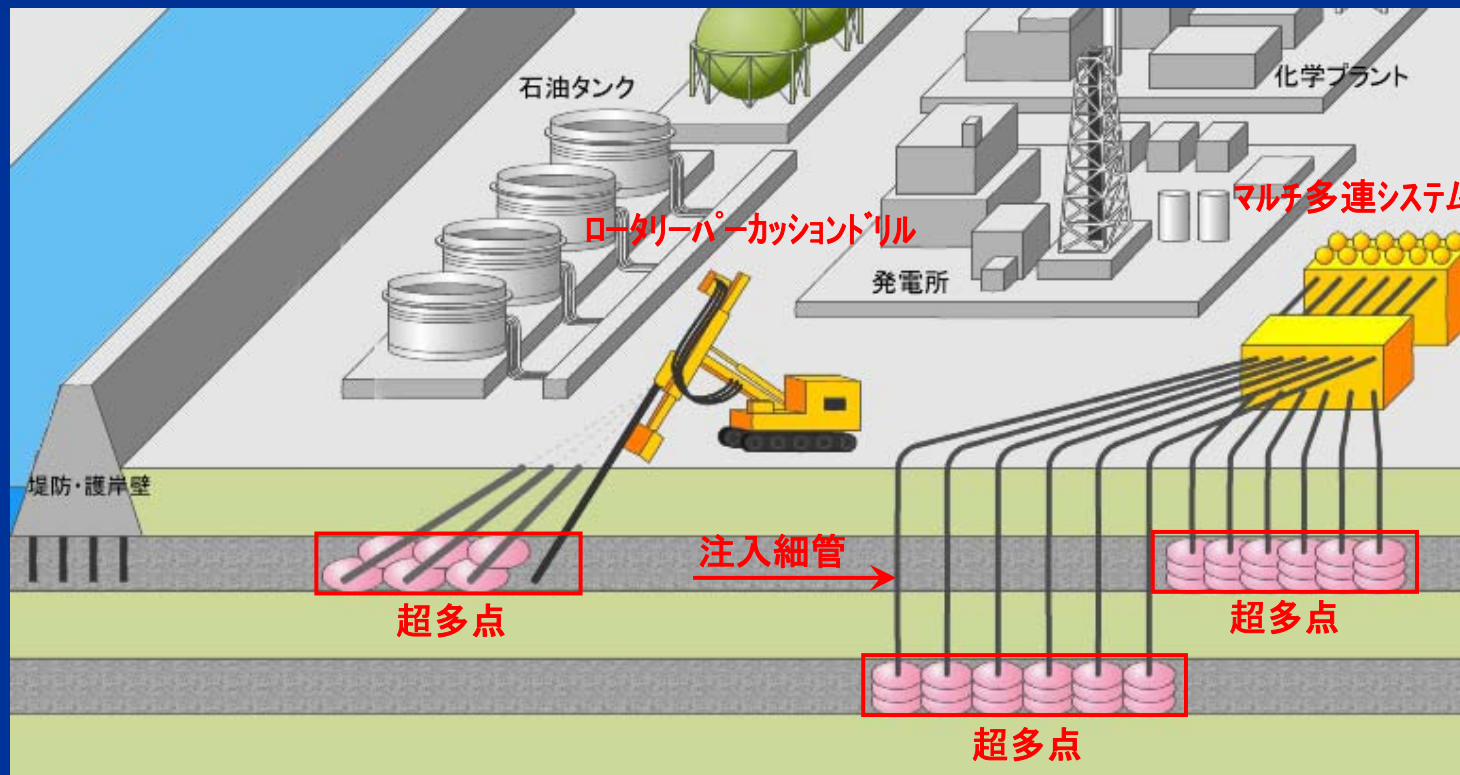
「超多点同時注入工法」

2010年2月23日

日本基礎技術株式会社
札幌支店

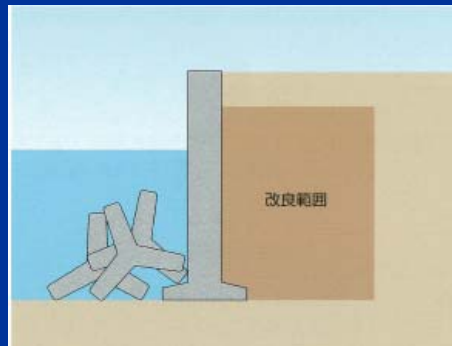
超多点同時注入工法とは

超多点同時注入工法は、地盤中に立体配置された注入細管から低吐出で多点で同時注入し、周辺環境への影響抑制と高い施工効率を実現した工法です。薬液の選定により、液状化対策を目的とした本設注入から止水・地盤強化を目的とした仮設注入まで適用出来ます。

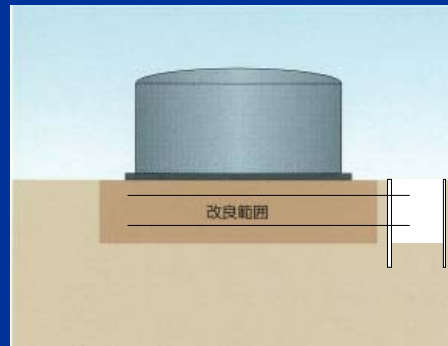


効果の高い適用範囲

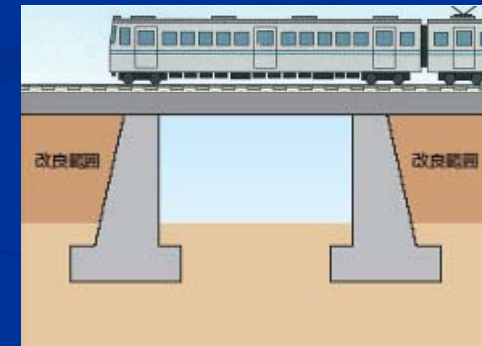
1. 液状化対策・吸出し防止を目的とした本設注入
2. 構造物直下の地盤に対する止水・地盤強化を目的とした仮設注入
3. 空港滑走路、岸壁や鉄道・道路など施設を供用しながら施工する必要がある場合の薬液注入



護岸背面地盤液状化対策



構造物直下の地盤



軌道直下および橋台背面部

期待される効果

1. 浸透領域における注入吐出により均質性向上
2. 多点同時注入により工期短縮と経済性向上
3. 狭隘部での施工が可能となり施工性向上
4. 【マルチ多連システム】によりヒューマンエラーが排除でき、安全性向上
5. 構造物変位を自動的に抑制でき、周辺環境への影響抑制



注入細管(吐出口)

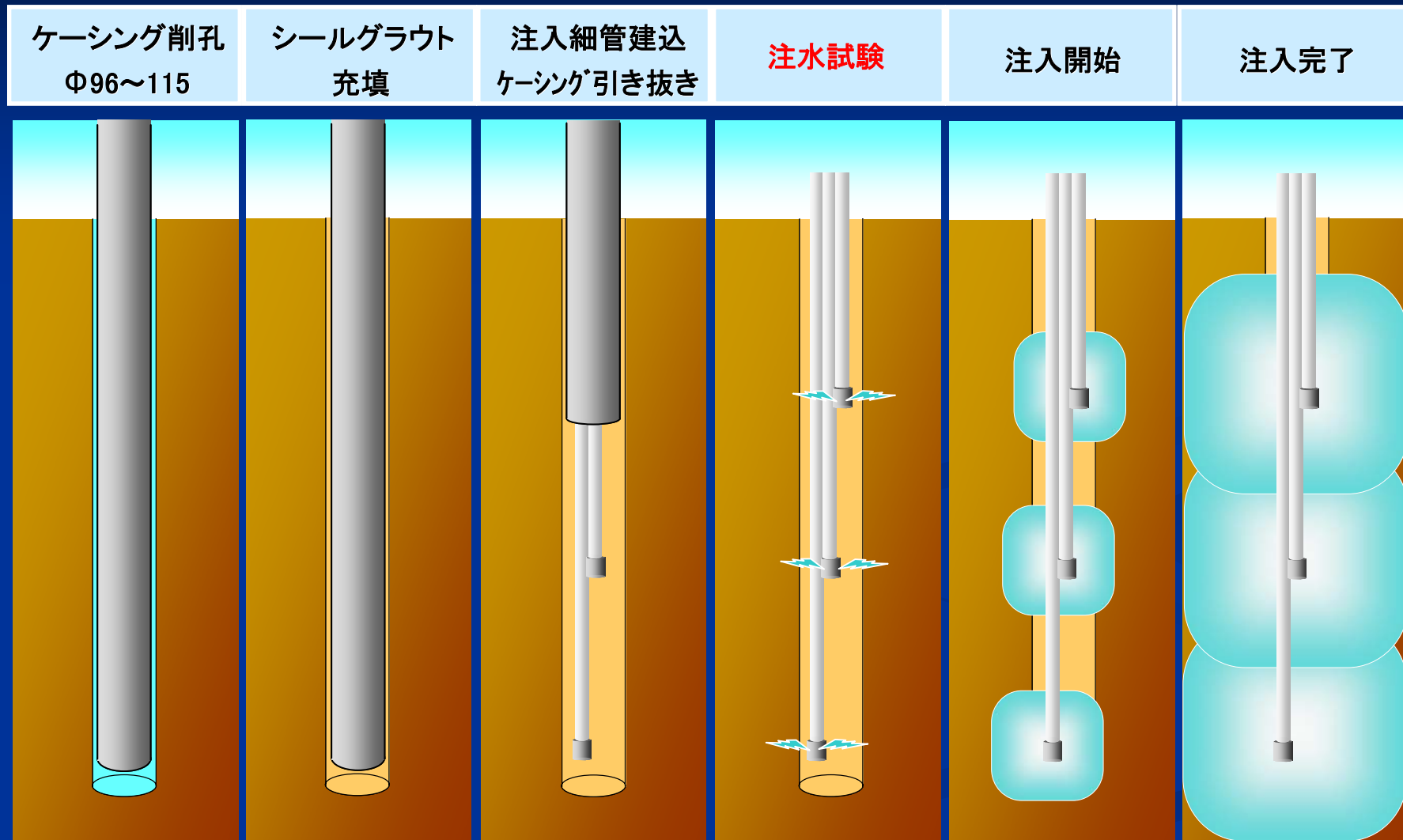


注入細管束

薬液注入工法（液状化対策）の分類 （急速施工・浸透注入）

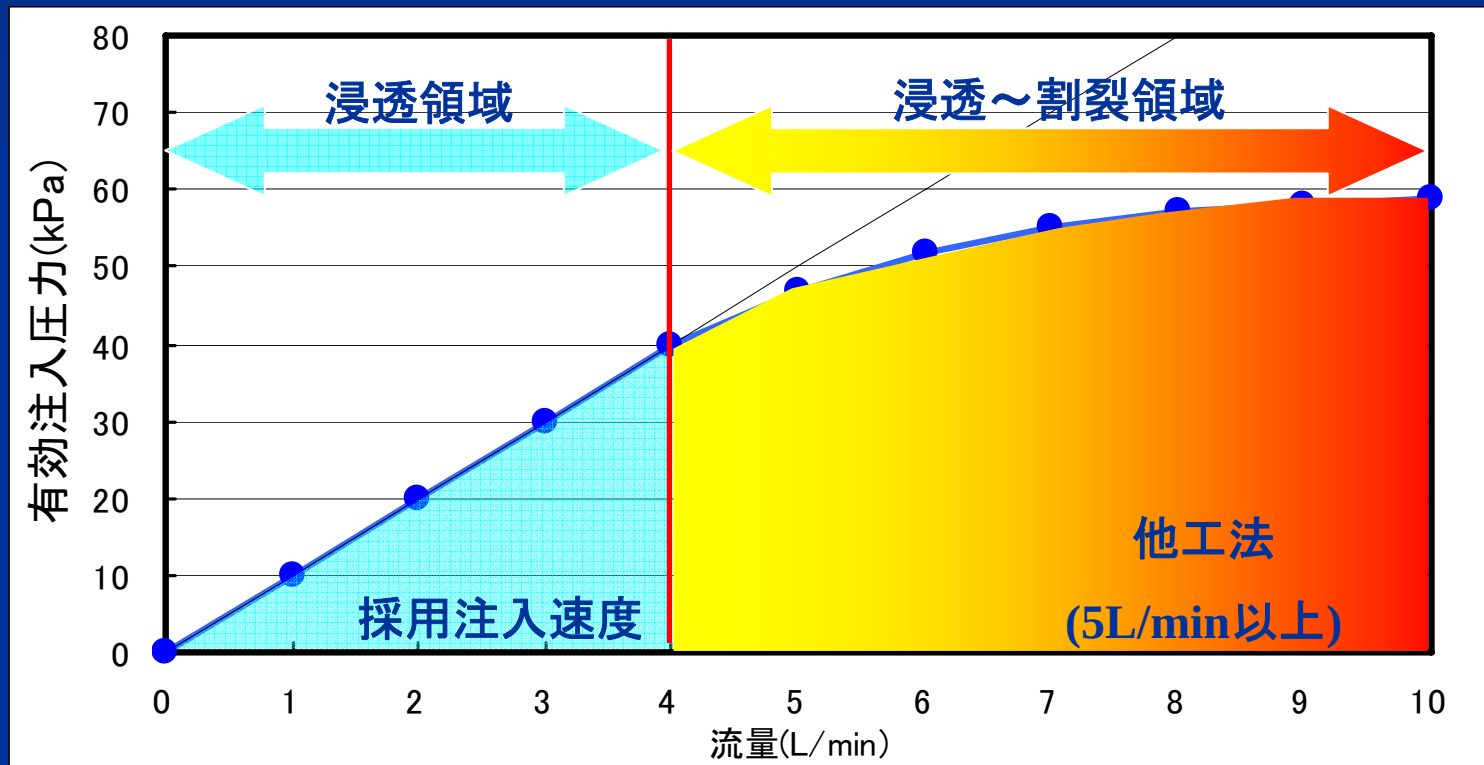
工法名称	超多点同時注入工法	浸透固化処理工法
注入方式	結束細管方式	ダブルハッカ方式 （布スリーブ付外管）
適用土質	砂質土（ $F_c \leq 20\%$ ）	砂質土（ $F_c \leq 20\%$ ）
注入材	溶液：パーマロックシースなど 懸濁：適用外	溶液：エコシカ 懸濁：適用外
注入速度	1～4L/min	15～25L/min
注入ピッチ	1.2～1.9m	1.5～2.0m
削孔方式	鉛直・斜め・水平 全方位360°	鉛直・斜め・水平 全方位360°

超多点同時注入工法(施工手順)



超多点同時注入工法(注水試験)

■注水試験(注入速度と注入圧力の関係)



マルチ多連システム(構成)

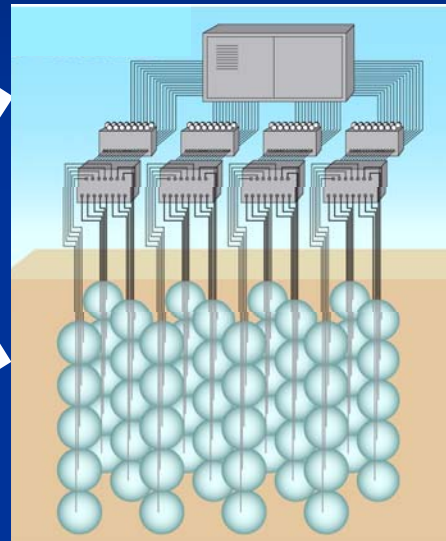
流量・圧力検出ユニット



全自動ミキシング装置



【マルチ多連システム】



注入管理装置



ポンプユニット(32連)



■システムの特長

1. 低吐出・低圧力での注入(0.5~10L/min)
2. 数十箇所以上を同時注入(32連)
3. 設備がコンパクト
4. 数十箇所の注入を一括制御・監視する注入管理システム
5. 構造物変位に応じて流量・圧力を自動制御可能(DCIシステム)

マルチ多連システム(システム画面, 注入時)

マルチ多連注入管理システム 管理盤														2009/06/23 15:00
選択	孔番 / 完了コード	流量計 状態	ポンプ 状態	回転数 (r/min)	流量 (L/min)	流量計補正 (L/min)	設定流量 (L/min)	圧力 (MPa)	管理圧力 (MPa)	積算 (L)	計画注入量 (L)	予想 残時間	予定 完了時刻	情報
1	A- 1-02	注入	自動	20.0	2.0	2.0	2.0	0.05	0.20	6.4	100	---	---	注入 開始
2	B- 4-01	注入	手動	20.0	2.0	3.0	3.0	0.05	0.20	6.3	80	---	---	透水 開始
3	C- 4-03	注入	停止	20.0	2.0	4.0	4.0	0.05	1.00	0.7	80	---	---	初期圧 水洗 開始
4	A- 1-01	水洗	自動	20.0	2.0	2.0	2.0	0.05	1.50	5.8	100	---	---	計画 利便 初期孔水 送水
5	E- 4-03	水洗	手動	20.0	2.0	3.0	3.0	0.05	1.00	5.8	80	---	---	完了
6	D- 4-01	水洗	手元	20.0	2.0	4.0	4.0	0.05	1.00	5.1	80	---	---	中断
7	G- 1-01	透水	自動	20.0	0.5	0.5	0.5	0.05	1.50	4.7	100	02:00	---	再開
8	I- 1-03	透水	手動	20.0	0.5	0.5	0.5	0.05	1.50	4.7	100	02:00	---	
9	G- 4-01	透水	停止	20.0	0.5	0.5	0.5	0.05	1.50	4.7	100	02:00	---	停止
10	H- 4-03	停止	停止	0.0	0.0	3.0	3.0	0.00	1.50	0.0	100	---	---	ポンプ 制御 自動
11	F- 1-01	停止	停止	0.0	0.0	3.0	3.0	0.00	1.50	0.0	100	---	---	手元
12	H- 2-01	停止	停止	0.0	0.0	3.0	3.0	0.00	1.50	0.0	100	---	---	▲
13	I- 2-01	停止	停止	0.0	0.0	3.0	3.0	0.00	1.50	0.0	100	---	---	▼
14	G- 1-02	停止	停止	0.0	0.0	3.0	3.0	0.00	1.50	0.0	100	---	---	孔番 読み込
15	D- 1-01	停止	停止	0.0	0.0	3.0	3.0	0.00	1.50	0.0	100	---	---	残注入量(L)
16	B- 1-01	停止	停止	0.0	0.0	3.0	3.0	0.00	1.50	0.0	100	---	---	247
全 選択	チャート												設定	管理盤 終了

マルチ多連システム(システム画面, 注水試験時)



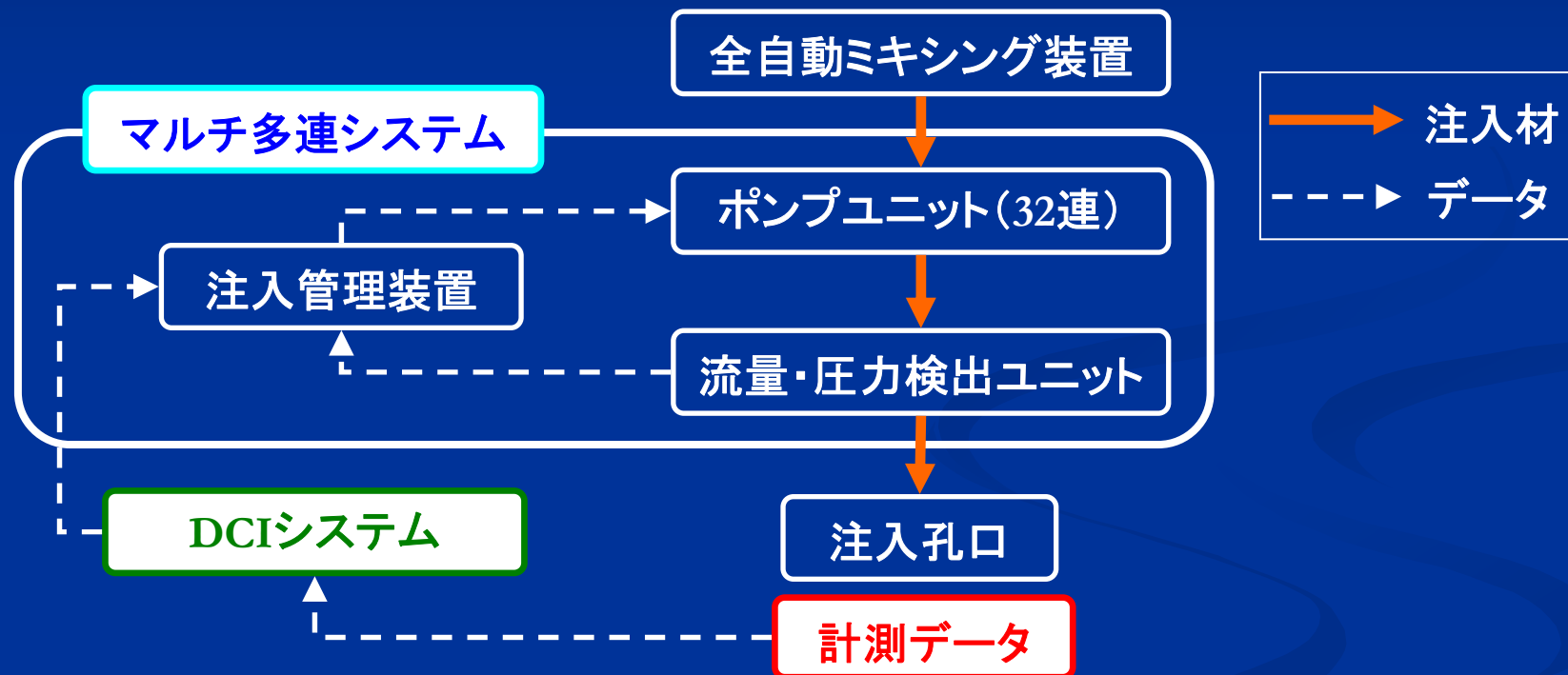
マルチ多連システム(システム画面, 注入チャート)



DCIシステム(構成)

(Displacement Control Injection System)

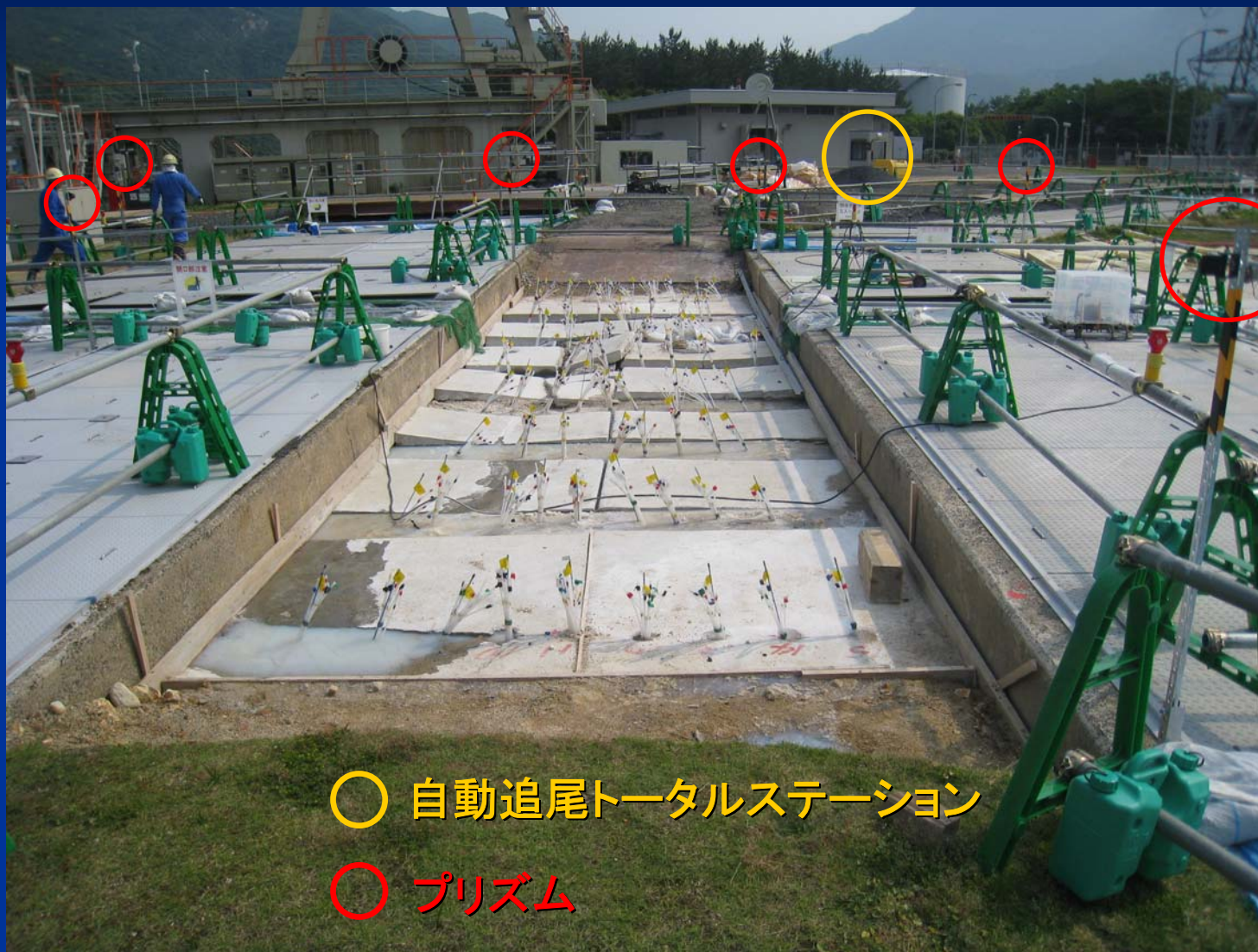
■挙動に合わせて個々のポンプを自動制御可能なシステム



【リンク可能な計測データ】
温度、pH、変位・変形、間隙水圧 etc..

DCIシステム(変位測定)

■変位計測状況(自動追尾トータルステーション)



○ 自動追尾トータルステーション

○ プリズム



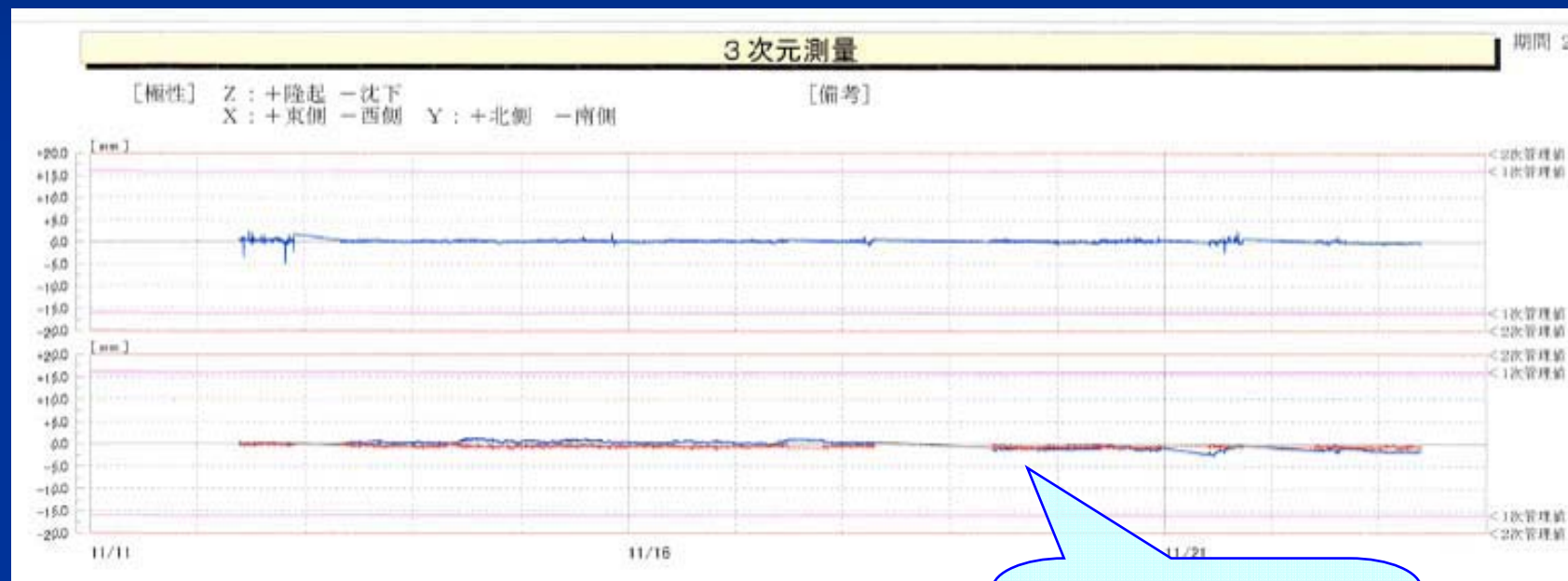
トータルステーション



プリズム

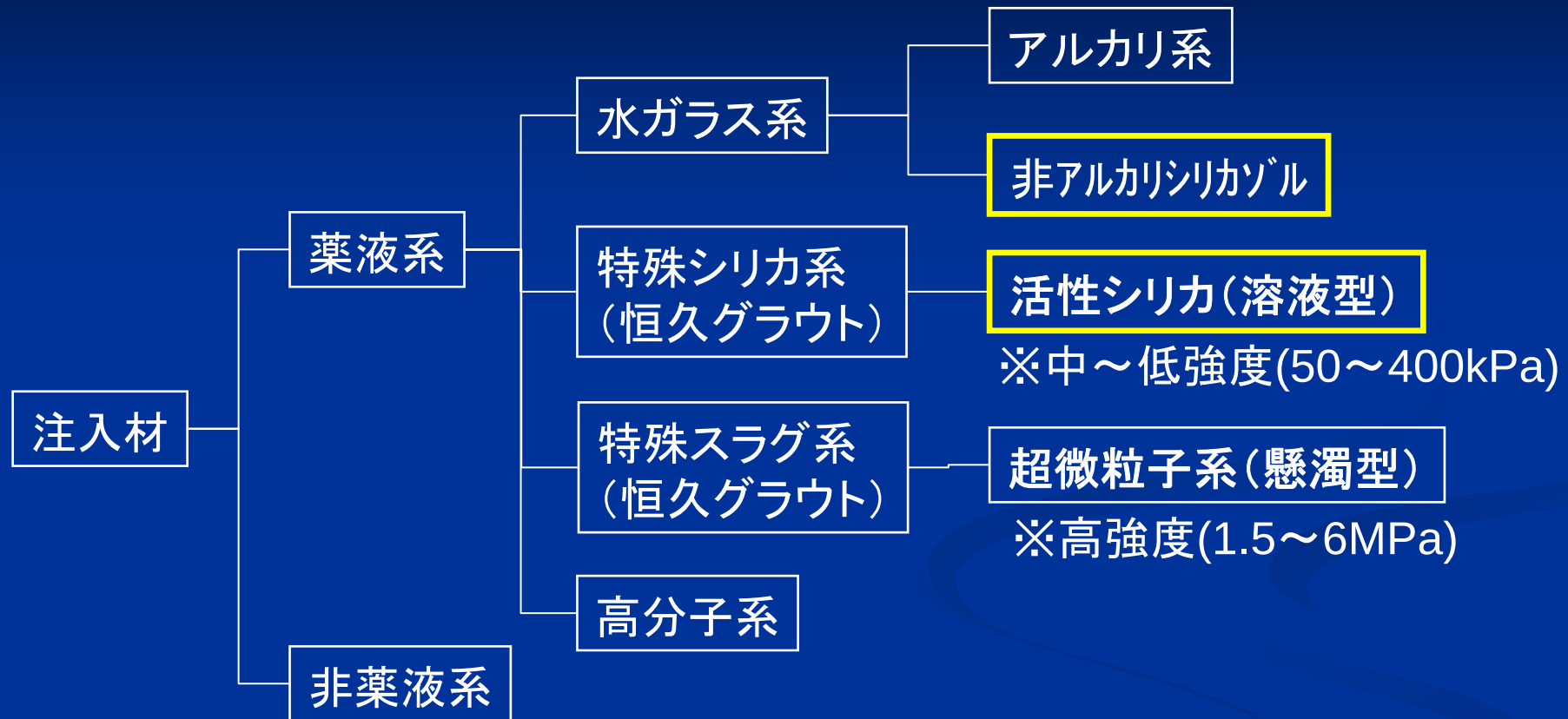
DCIシステム(変位測定)

■変位計測データ例(自動追尾トータルステーション)



顕著な変位が無く、注入完了。

薬液の分類



※特殊シリカ系薬液は、水ガラスのアルカリ分をイオン交換によって完全に除去して得られる純粋なシリカからなる活性シリカコロイドがベースで、改良体形成後の劣化要因であるアルカリを含まないため、改良体からのシリカの溶脱がほとんどなく、長期耐久性に優れている。

グラウト材（活性複合シリカグラウト, シリカゾルグラウト）

薬液名称	活性複合シリカグラウト	シリカゾルグラウト
	パーマロック ASF-II α (液状化防止用)	ハードライザーセブン L-3 (通常型)
タイプ	溶液型（中～低濃度型シリカ）	
主材	ASFシリカ-30 ・比重:1.21 ・粒径:10～20nm ・粘度:2～3mPa・s	シリカセブン-HL ・比重:1.32 ・粒径:約0.1nm ・粘度:90mPa・s
硬化時間	10時間以上	
サンドゲル強度	0.20～0.35MPa	
主な用途	・液状化防止を目的とする本設注入 ・水質保全を重視する工事 ・恒久地盤改良と止水	・構造物直下の地盤に対する止水、地盤強化を目的とした仮設注入 ・水質保全を重視する工事 ・長期耐久性が要求される工事

■恒久原理

- ①劣化原因であるアルカリを除去し生成したシリカを造粒したもの。
- ②広範囲を浸透固結しうる数時間～数十時間の連続注入が可能な長いゲル化時間が設定できる。
- ③長いゲル化時間でも十分な長期強度と耐久性を発現できる。
- ④室内実験による固結土の長期強度が最終的に一定値を保つ。
- ⑤ゲル化物からのシリカの溶脱量が極めて少なく、一定値に達する。
- ⑥体積収縮はゲル化後のシリカの重合反応の進行に起因するものとし、一致範囲内を維持するものであって、シリカの溶脱によるものであってはならない。

長期耐久性

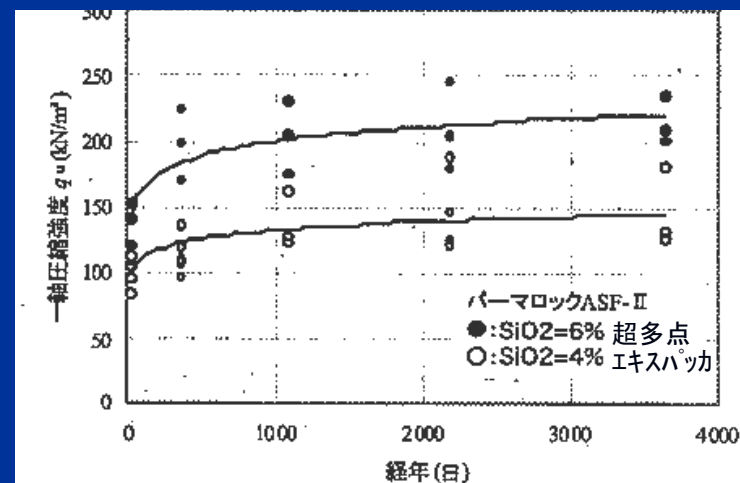
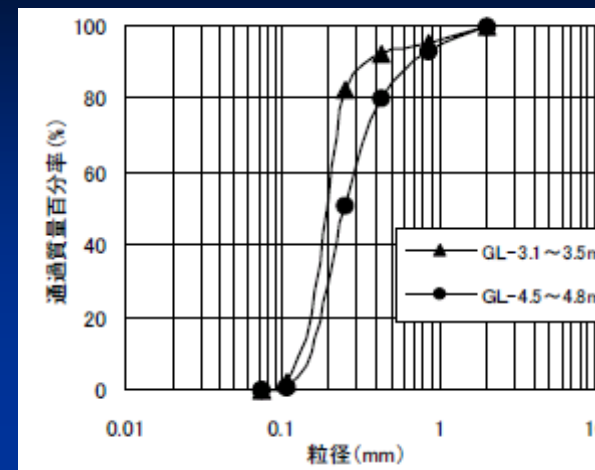
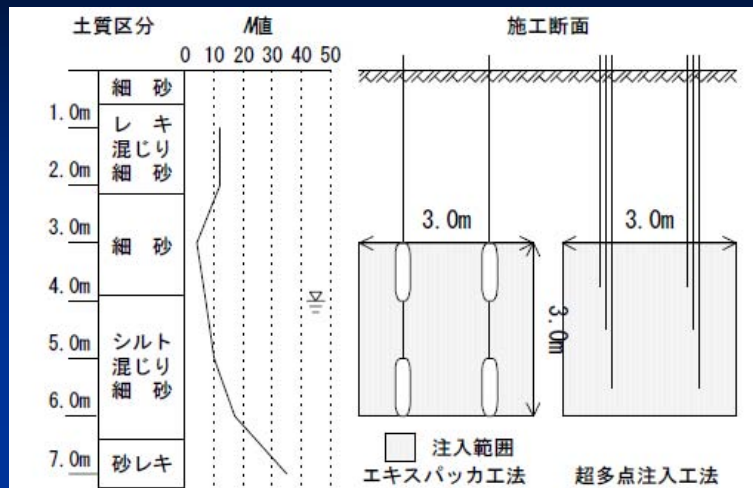


図-2
パーマロック・ASF-II の経年固結性
1999年～2009年 (10年間)

出典: 日刊建設工業新聞(2009.12.8)

耐久性についてのまとめ

■長期耐久性

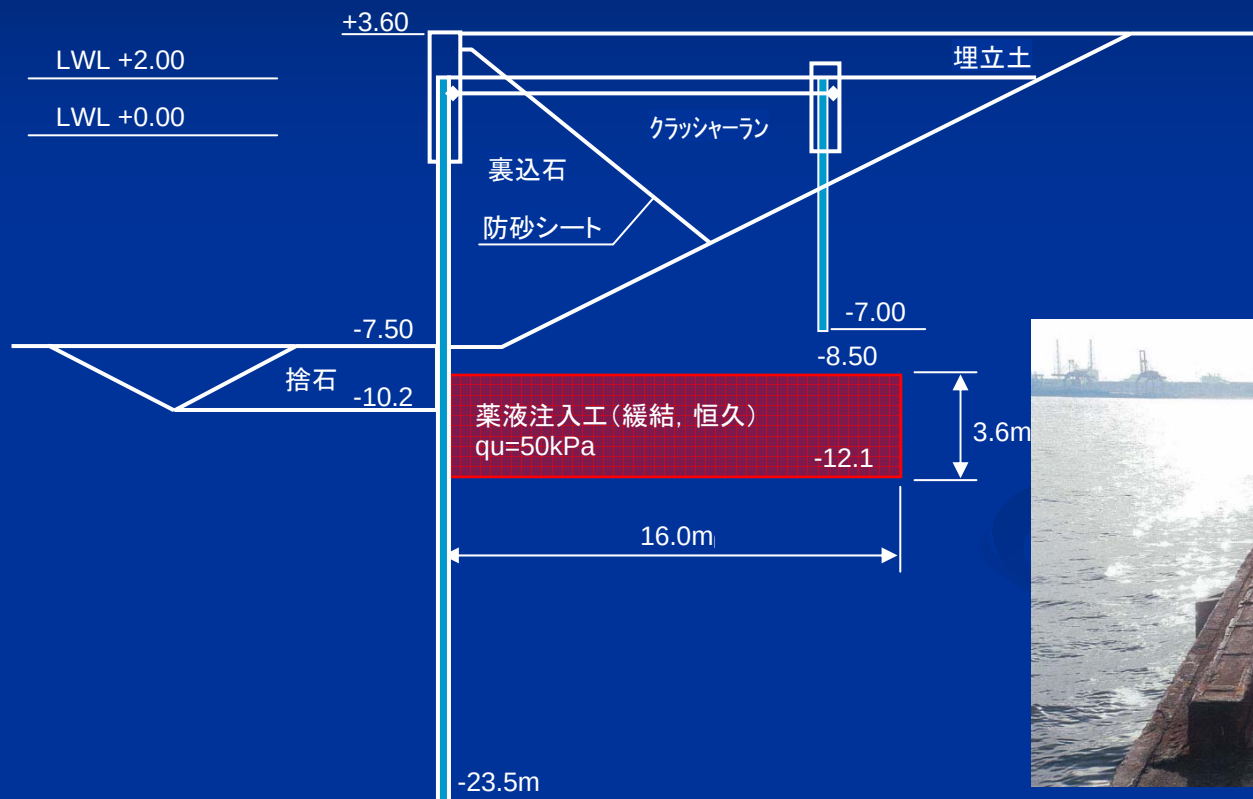
溶液型，懸濁型いずれも野外注入実験の結果によると，10年間の経年的な強度増加が確認されており，長期的に劣化しない（2009年の最新調査結果に基づく）。

■マスキング作用を有する

シリカコロイドは金属イオン封鎖剤（キレート剤）を含み，コンクリートや土中のアルカリ成分（CaまたはMg）を不動態化して，表面に不溶性膜（マスキングシリカ）を形成することにより，コンクリート構造物とゲル化物との相互作用が遮断される。

施工事例

千葉港改修工事(-7.5m岸壁)



目的 : 吸い出し防止, 液状化対策

注入工法: 超多点注入工法

注入材 : パーマロックASF-II, パーマロックASF-II α

各機関への登録・評価

■超多点注入工法

- NETIS登録番号 KT-980353-A
- 運輸省民間技術評価証 第00103号
- 平成14年度(社)地盤工学会 技術開発賞 受賞
「恒久グラウトと注入技術」