

# 脈状注入による 効率的な液状化対策工法

The Effective and Economical Liquefaction Countermeasure Method

## 概要

従来採用されている液状化対策工法は、液状化地盤を完全に改良する事を前提とした高コストの工法であるため、広範囲の領域を対象として液状化対策を実施することが困難でした。そこで、**地盤内に脈状の改良体を割裂注入させて周辺地盤の密実化**させることで、液状化抵抗の増大を期待した**低改良率で効率的な液状化対策工法**を開発しました。

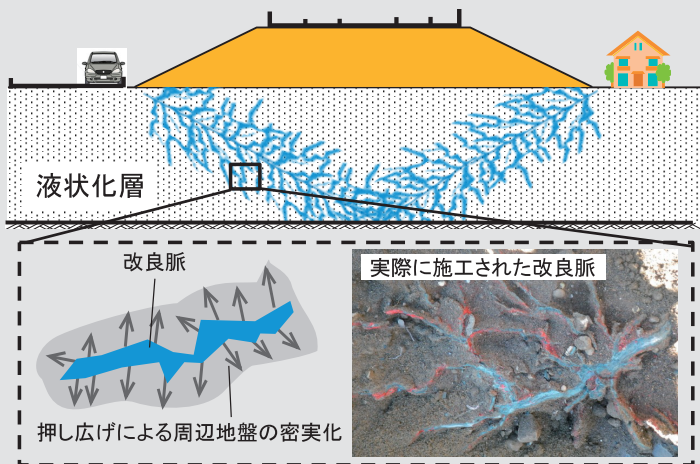
### ■ 脈状地盤改良工法

低改良率 → 低コスト、工期短縮等

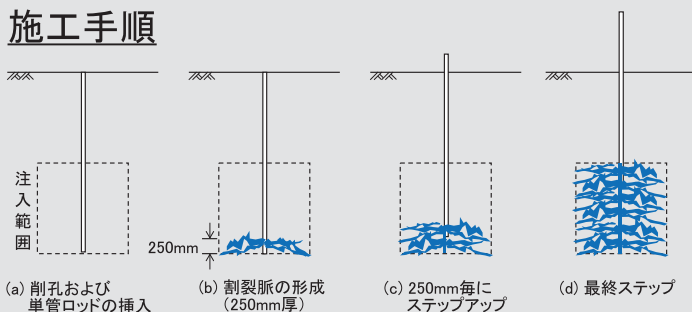
小型機械 → 狭隘箇所にも適用可能

既設構造物下への適用可能

様々な適用箇所に対して効率的に液状化対策可能



### 施工手順



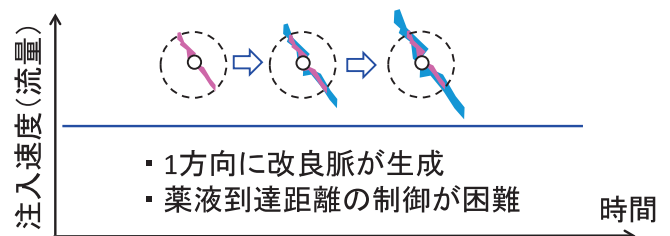
## 特徴

- 低改良率（注入率10%程度）で実施するため、**コストの削減、施工期間の短縮、周辺地盤の変状抑制**が可能です。
- 小型施工機械を使用するため、**狭隘地や軟弱地盤にも適用**可能です。
- 改良体を脈状に配置するため、**地下水阻害を抑制**可能です。

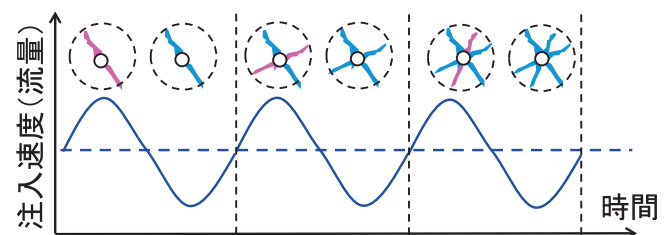
### ■ 脈状割裂脈の形成

- 薬液（高炉スラグ+ケイ酸塩系）**低粘度/一定以上の粒子濃度**  
⇒ **浸透させず、割裂脈を形成**
- 動的注入の適用  
ゲルタイム、周期、振幅等を調整  
⇒ **多方向に割裂脈を形成**  
⇒ **到達範囲をある程度限定**

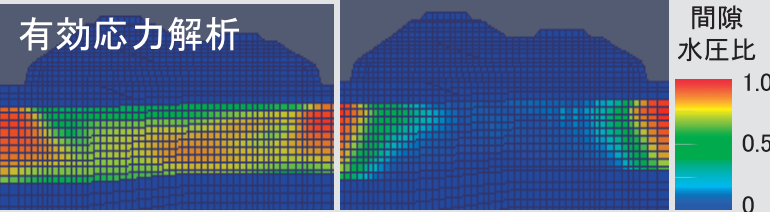
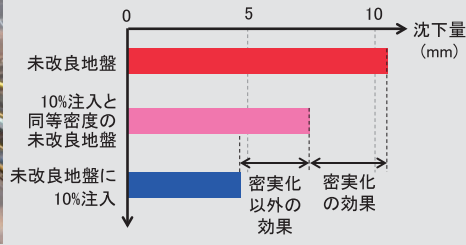
### 速度一定注入



- 動的注入
  - 多方向に脈を成型
  - 注入範囲を制御可能

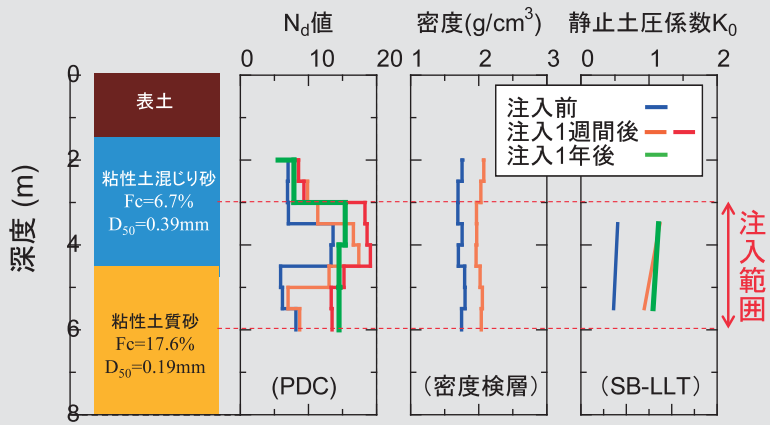


## ■ 対策効果の検証



脈状地盤改良による密実化により、  
液状化程度、沈下を低減出来ることを確認

## ■ 改良品質確認手法



\* PDC: ピエゾドライブーン試験 SB-LLT: セルフボーリングタイプの孔内水平載荷試験

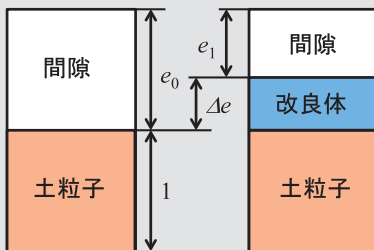
N値、密度、 $K_0$ 等から改良品質を確認可能  
(注入1年後も改良品質を維持)

## ■ 対策効果の評価手法

注入後のN値:  $N_1$

⇒ 液状化強度比

⇒ 液状化判定

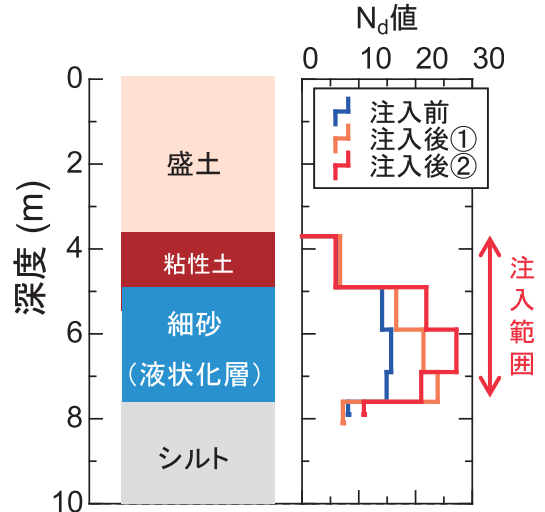
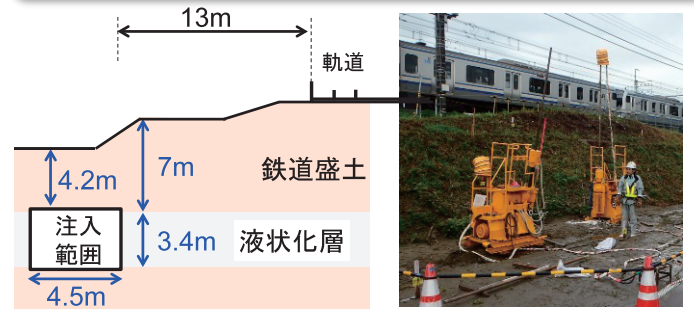


注入後の間隙比:

$$e_1 = e_{\max} - 0.21(e_{\max} - e_{\min}) \sqrt{\frac{98N_1}{69 + \sigma'_v}}$$

$$\text{有効注入率: } A_{se} = \frac{e_1 - e_0}{1 + e_0}$$

## ■ 適用事例 (試験施工)



L2スペクトルIIIに対する液状化判定結果

	検討深度(m)	N値	$F_L$	$P_L$
改良前	4.9 - 5.9	14.1	0.604	
	5.9 - 6.9	15.7	0.604	9.7
	6.9 - 7.6	14.9	0.542	
改良後	4.9 - 5.9	16.6	0.917	
	5.9 - 6.9	21.4	0.958	2.3
	6.9 - 7.6	23.9	0.792	

※ 注入率9%で実施

適切な注入、液状化程度の低減が可能であることを確認。

## 用途

- 広範囲に分布する液状化地盤を効率的、経済的に改良可能です。
- 斜め施工による既設構造物直下への適用も可能です。
- より効率的な注入方式の検討、改良品質・対策効果の評価手法の高度化を図っていきます。

(本研究の一部は国土交通省の交通運輸技術開発推進制度の助成を受けて実施いたしました。)

特許出願中