

# 動的注入工法の現場施工実験（その2）

- 注入速度が改良効果に及ぼす影響について -

東急建設(株)技術研究所 正会員 駒延勝広 正会員 大河内保彦  
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 村田 修  
 西日本旅客鉄道株式会社 金子 雅

## 1. はじめに

薬液注入工法は簡易に地盤改良が行える工法として多くの現場で用いられている。しかし、設計どおりの改良が行えない、施工後の効果確認が難しいなど多くの問題点がある<sup>1)</sup>。

筆者らは、薬液注入工法の品質改善や施工能率の向上を目的として、注入速度や注入圧力を意図的に変化させながら注入を行う動的注入工法を提案し、模型実験や現場実験を行い、本工法の開発を行っている<sup>2)</sup>。

本報告では、動的注入工法の注入速度が改良効果に及ぼす影響を調べるために行った現場施工実験について報告する。

## 2. 実験概要

図1に当該現場の土質柱状図を示す。図2には注入位置付近の土質の粒度分布を示す。当該現場の地盤は均質な礫混じり砂であり、現場透水試験

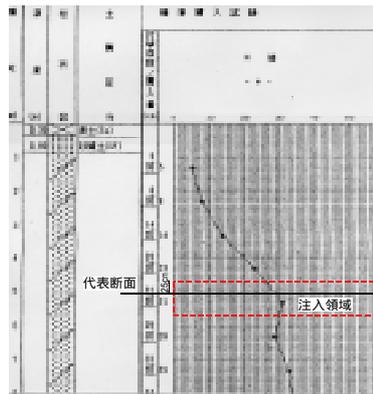


図1 土質柱状図

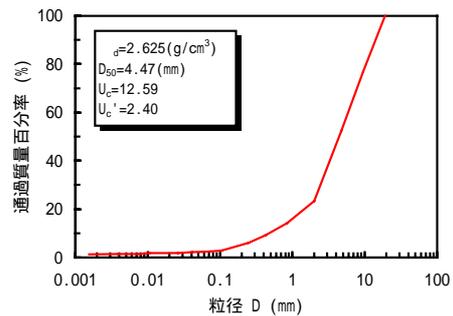


図2 粒度分布

による透水係数は  $k=4.18 \times 10^{-2} \text{ (cm/s)}$  であった。このため当該現場は浸透注入が期待できる地盤である。

注入は図1に示すように GL-4.7~5.7m の領域に行った。注入方法は1ステップ当りの注入量を100(l)とし、0.25mピッチで4ステップ、総注入量で400(l)とした。設計上は直径1.1m、高さ1mの円柱体ができる注入量である。薬液は水ガラス系溶液型のものを用い、ゲルタイムは瞬結タイプのもので2、3秒、緩結タイプのもので約60分とした。なお、緩結タイプの薬液注入は複相注入とし、その比率は瞬結：緩結=1：3とした。

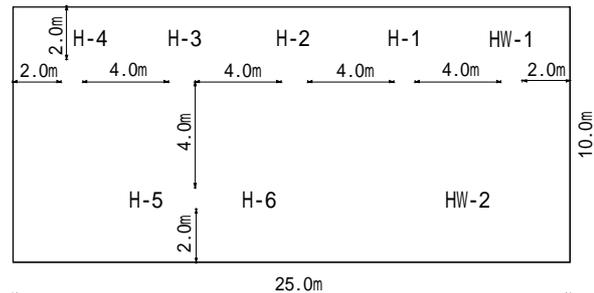


図3 実験平面図

当該現場での実験では、主に、動的注入工法の施工能率の向上を検討するために、注入速度の振幅、周波数はこれまでの実験で得られた最適値（振幅：平均注入速度の2割、周波数：0.1(Hz)）とし、平均注入速度を数種類に変えて実験を行った。実験平面図を図3に、実験ケースを表1に示す。

表1 実験ケース

実験ケース	注入方法	ゲルタイム	平均注入速度 $Q_{avg}$ (l/min)	速度振幅 $Q_{p-p}$ (l/min)	周波数 $f$ (Hz)
H-1	従来	2~3秒	10	-	-
H-2	従来	約60分	10	-	-
H-3	動的	約60分	10	2.0	0.1
H-4	動的	2~3秒	10	2.0	0.1
H-5	従来	2~3秒	12	-	-
H-6	動的	2~3秒	12	2.4	0.1

効果確認試験は、注入から約1ヶ月半後に掘削し行った。効果確認は目視による注入状況の確認や、原位置での貫入試験、サンプリングによる室内試験などを行った。効果確認試験項目を表2に示す。

表2 効果確認試験

試験項目	実施時期	数量
固結形状の観察・測定	固結体掘削後	各ケースつき1箇所
動的貫入試験	注入前後	前4箇所、後各ケース2箇所
ボケットン貫入試験	固結体掘削後	固結体鉛直4測線 20cm <sup>2</sup> ヴチ
針貫入試験(ボケットンで貫入不能の場合のみ実施)	代表断面整形後	20cm <sup>2</sup> ヴチ格子状
三軸透水	サブリング後	適宜実施
一軸圧縮試験		
三軸圧縮試験(CU)		

### 3. 実験結果

写真1に固結体の形状の一例を示す。写真は緩結タイプの注入であるが、従来工法では縦長な形状を呈しているのに対して、動的注入工法ではほぼ円柱の形状をしており、設計にかなり近い形状になっている。

図4に代表断面（注入領域の中心から25cm上の面、図1参照）の形状とポケットコーン貫入試験の結果を示す。当該現場では浸透注入を期待して現場実験を行っ



写真1 固結体の形状

たのだが、やはり瞬結タイプの薬液注入では割裂脈がみられ、いわゆる割裂浸透注入になってしまった。緩結タイプの複相注入で割裂脈が発生しているのは、初期注入の瞬結薬液のためであると考えられる。割裂脈の分布についてみると、従来工法では割裂脈がある特定の方向に進展する傾向があるのに対して、動的注入工法では割裂脈が多方向に分散する傾向がある。これは、動的注入工法は従来工法でよく問題となる薬液の逸脱が発生しにくく、設計改良範囲の均質な改良が行えることを示していると考えられる。

強度分布についてみると、動的注入工法では強度のばらつきが少なく、均質な改良が行われている。また、今回の実験において、動的注入工法では20%程度注入速度を増加させても、従来工法と同等の改良が行えることがわかった。

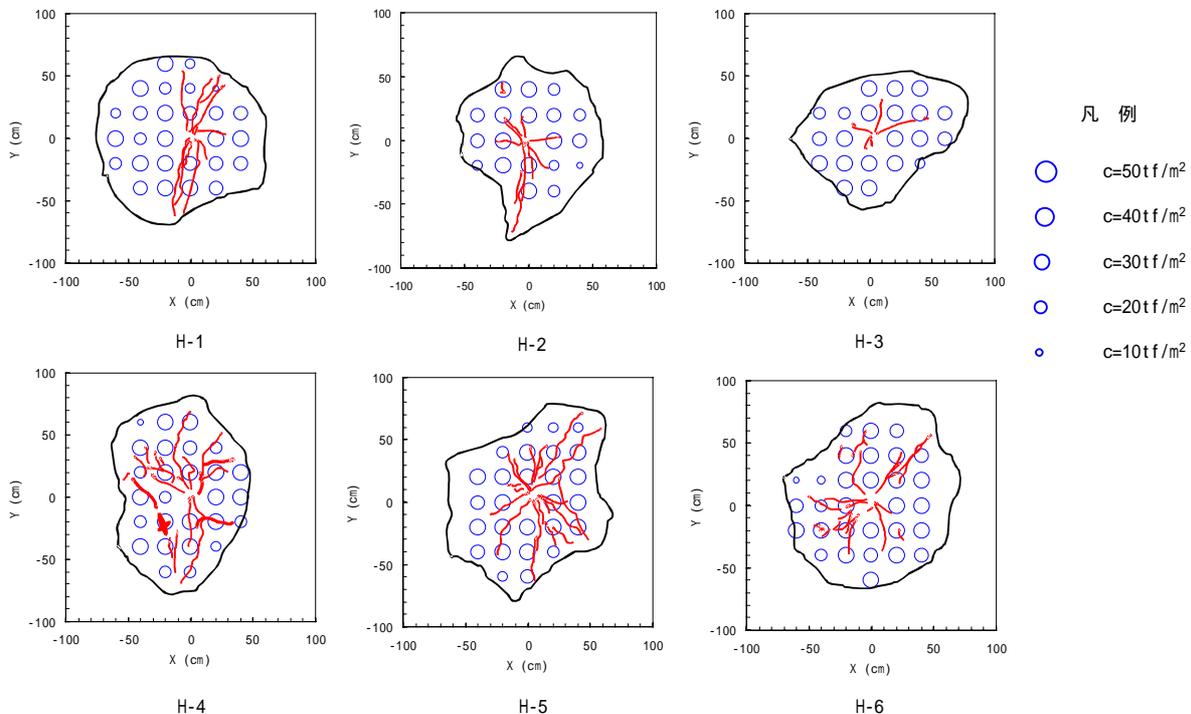


図4 代表断面の形状とポケットコーン貫入試験結果

### 4. まとめ

薬液注入工法の品質改善や施工能率の向上を目的として、注入速度や注入圧力を意図的に変化させながら注入を行う動的注入工法を提案し、現場施工実験により注入速度が改良効果に及ぼす影響について検討を行った。その結果、以下のことがわかった。

- 1) 動的注入工法は割裂脈が多方向に分散し、設計改良範囲の均質な改良が行えると考えられる。
- 2) 動的注入工法では20%程度注入速度を増加させても、同等の改良を行うことができた。

### 5. おわりに

本実験を行うにあたり、西日本旅客鉄道株式会社大阪建設工事事務所広島工務所、広成建設株式会社大野浦作業所にご協力いただいた。また、施工に関してはライト工業(株)にご協力いただいた。末筆ながら、関係者に謝意を表したい。

#### <参考文献>

- 1) 土質工学会編：薬液注入工法の調査・設計から施工まで、(社)土質工学会、pp.9～12、1985.2
- 2) 例えば、駒延・村田・大河内：動的注入工法の開発、建設技術報告会 in 北陸98 報分集、pp.89～94、1998.10