

開削トンネル工事における動的注入の現場実験（１）

- 固結体の形状および強度について -

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
 福岡市交通局 犬塚敏昭
 梶谷エンジニア(株) 正会員 上出定幸 正会員 平本 弘

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¹⁾。

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²⁾。

今回、開削トンネル工事の現場において本工法の現場実験を行った。本報告では、動的注入工法と従来工法との固結体の形状および強度の違いについて報告する。

2. 実験概要

図1に当該現場の土質柱状図を示す。注入位置の地盤は沖積の礫混じり砂で、N値10前後とかなり緩い状態である。事前に行われた現場透水試験では $k = 3.4 \times 10^{-3}(\text{cm/s})$ であった。

注入はGL-3.0~4.0mの領域（図1参照）に行い、0.25mピッチで4ステップ（1ステップ：100l）総注入量を400(l)とした。薬液は水ガラス系溶液型のものを用いた。実験平面図を図2に、実験ケースを表1に示す。

効果確認試験は、注入から約2ヶ月後に掘削し行った。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。固結体の側面形状は4方向から写真撮影をし、各々の写真から得られる固結体の形状を比較することで、形状の良否を判断した。固結体の強度は一軸圧縮試験により求めた。なお、動的注入工法の概要および実験概要については参考文献3)、4)を参照されたい。

3. 実験結果

写真1に固結体の形状の一例を示す。写真では判別がつきにくいですが、全体として動的注入工法の方が従来工法よりも固結体が大きめであった。また、動的注入工法、従来工法とも全体的に固結体が意図した注入領域よりも浅めに位置する傾向がみられた。

図3に比抵抗トモグラフィと側面形状を示す。全体的に、固結している部分は比抵抗の変化率が低下しており、比抵抗トモグラフィにより固結体の形状がほぼ把握できている。これより、比抵抗トモグラフィ

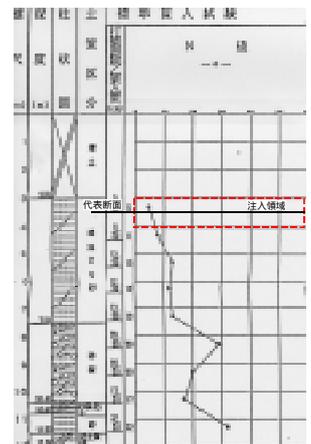


図1 土質柱状図

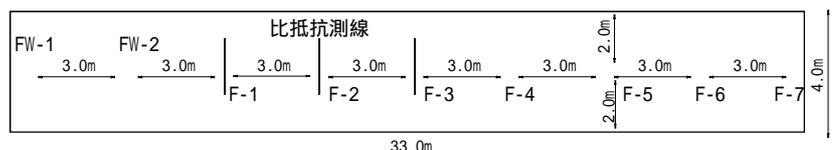


図2 実験平面図

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 $q_{\text{avg}}(\text{l/min})$	速度振幅 $q_{\text{p-p}}(\text{l/min})$	周波数 $f(\text{Hz})$
F-1	従来	2~3秒	10	-	-
F-2	動的	2~3秒	10	2.0	0.1
F-3	動的	2~3秒	10	4.0	0.1
F-4	動的	2~3秒	10	6.0	0.1
F-5	動的	2~3秒	10	2.0	0.25
F-6	動的	2~3秒	12	2.4	0.1
F-7	動的	約60分	12	2.4	0.1

キーワード：薬液注入、固結形状、固結強度、動的注入

連絡先：〒229-1103 相模原市田名字曾根下3062-1 TEL:042-763-9523 FAX:042-763-9504

フィは開削トンネル工事に代表される近傍にH鋼など通電性のよいものがある場所においても、薬液注入の効果判定できると考えられる。

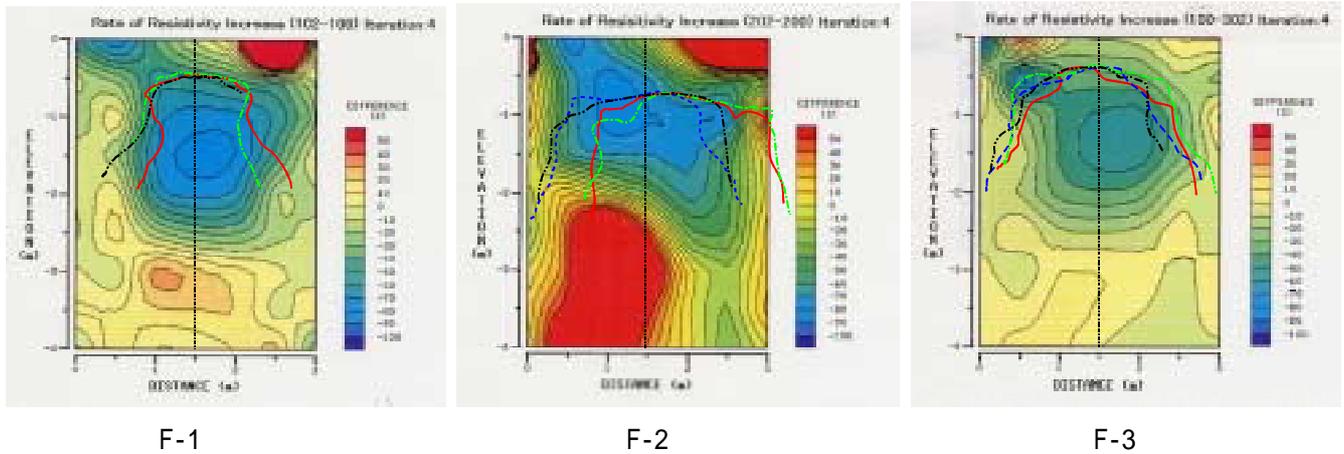


図3 比抵抗トモグラフィと側面形状

図4に一軸圧縮試験の結果を示す。残念ながら、今回の実験では比較対象の従来工法を行った地盤は写真1に示すように土の色調など地盤条件が他の注入を行った地盤と異なっていたため、実験結果の直接の比較は困難であった。動的注入工法に着目すると、振幅が平均注入速度の2割(F-2)、4割(F-4)のときに強度が大きくなっている。これまでの室内試験の結果では平均注入速度の2割程度の振幅が最適値である²⁾と考えていたが、今回の実験結果を考慮すると、動的注入工法では振幅を平均注入速度の3、4割程度まで大きくできると考えられる。

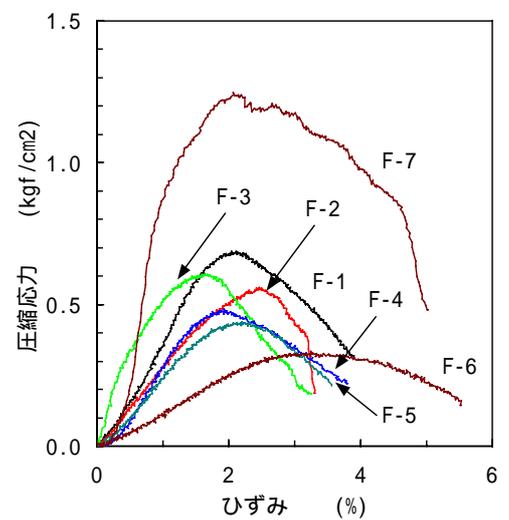


図4 応力 ひずみ曲線

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、現場実験により改良効果の検討を行った。その結果、以下のことがわかった。

- 1)比抵抗トモグラフィにより固結体の形状がほぼ把握できた。
- 2)動的注入工法では注入速度の振幅が平均注入速度の2～4割程度のときに改良効果が高くなると考えられる。

5. おわりに

本実験を行うにあたり、大成・竹中JV福岡地下鉄作業所、ライト工業(株)に多大なご協力をいただいた。未筆ながら、関係者に謝意を表したい。



F-1 写真1
F-2 固結体の形状

<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、駒延勝広・村田修：動的注入工法の振幅および周波数が改良効果に与える影響、pp.19～24、鉄道総研報告、vol.12, No.4、1998.4
- 3)大河内・駒延・村田・犬塚：動的注入工法の現場施工実験(その1)、第34回地盤工学研究発表会、1999.7
- 4)平本・村田・大河内・駒延：動的注入工法現場実験 比抵抗トモグラフィによる改良範囲の検出(その1)、第34回地盤工学研究発表会、1999.7