

# ハツ山橋アンダーパス新設工事における動的注入試験施工

## 1. はじめに

ハツ山橋アンダーパス新設工事では既設建造物の防護、BH杭による連壁の止水性向上を目的として、薬液注入工が計画されていた。当該現場は鉄道営業線に近接しているため、軌道に変状等を及ぼさないよう注意深い施工が必要とされた。

そこで、薬液注入工法の品質改善と施工能率の向上を目的として開発した動的注入工法を、当該現場に適用するために試験施工を行った。

本論文では、その結果について報告する。

## 2. 試験概要

当該現場近傍で行ったボーリング調査結果を図1に示す。当該地盤は地表からGL-23mまで粘性土を主体とした地盤であり、GL-23m以深は砂礫で構成されている。試験施工では地表からGL-30mまでを注入対象とした。土質別に注入区間を大まかに5分割(図1)し、各層別に注入率を決定して注入を行った。「注入の設計施工指針:建管設第17号東海旅客鉄道株式会社建設工事部」によると、改良目的、対象地盤により注入率に幅を設けている。試験施工では注入による改良目的が十分達成できるように、注入率を最大(A-type)、最小(B-type)の2種類に設定して注入を行った。各層の注入率を表1に示す。

注入方式は二重管ストレーナ複相式とし、0.5m/stepのステップアップ方式で注入を行った。

注入速度は埋土、第1粘性土層、砂質土層を $q=8\sim 12(l/min)$ 、第2粘性土層を $q=12\sim 16(l/min)$ 、東京礫層を $q=14\sim 18(l/min)$ とした。注入材料は地下水位以浅である埋土では地盤強化を図るため、水ガラス系懸濁型薬液を用い、地下水位以深では止水を主目的としているため、浸透性のよい水ガラス系溶液型薬液を採用した。注入に関するパラメータを表2に示す。

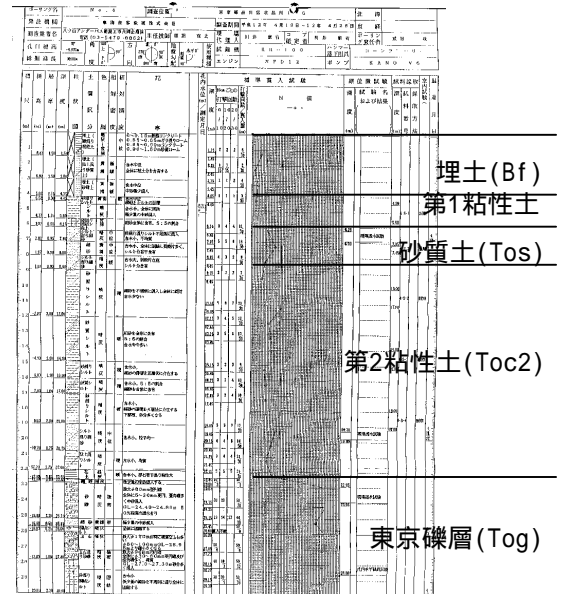


図1 ボーリング調査結果

表1 注入率

記号	土質名	注入率(%)	
		A-type	B-type
Bf	埋土	27	30
Toc1	東京層(第1粘性土)	32	38
Tos	東京層(砂質土)	32	38
Toc2	東京層(第2粘性土)	32	38
Tog	東京礫層	30	34

表2 注入に関するパラメータ

記号	土質名	層厚 t(m)	平均注入速度 $q_{avg}(l/min)$	振幅 $q_{pp}(l/min)$	周期 T(s)	注入材料	注入比率 瞬結:緩結
Bf	埋土	4.06	10 (8~12)	4	10	水ガラス系懸濁型	-
Toc1	東京層 (第1粘性土)	2.00	10 (8~12)	4	10	水ガラス系溶液型	1:2
Tos	東京層 (砂質土)	2.75	10 (8~12)	4	10	水ガラス系溶液型	1:2
Toc2	東京層 (第2粘性土)	13.75	14 (12~16)	4	10	水ガラス系溶液型	1:2
Tog	東京礫層	7.35	16 (14~18)	4	10	水ガラス系溶液型	1:2

効果確認試験として、注入後に標準貫入試験による強度増加の確認、現場透水試験による止水性向上の確認、レベル測量による周辺地盤の変状確認を行った。効果確認試験の改良目標値を表3に示す。

表3 効果確認試験

試験項目	事前値	目標値	対象土層
標準貫入試験	N=2	事前値以上	Bf
	N=8		Toc1
	N=20		Tos
現場透水試験	$1.62 \times 10^{-2} (\text{cm/s})$	事前値の1オーダー以下	Tog
変状計測		3mm以内	全ての土層

### 3. 効果確認試験結果

#### 3-1. 強度

事前事後に行った標準貫入試験の結果を図1に示す。第1粘性土層、砂質土層ではAタイプ、BタイプともN値の増加がみられ、強度が増加しているのがわかる。一方、埋土ではBタイプはN値が増加しているが、AタイプではN値が減少している。この原因として、埋土部は土被りが浅く、また、浸透性のよくない懸濁型薬液を使用しているため、割裂注入が主体となり、注入率の低いAタイプでは地盤強度が増加しなかったことが考えられる。

#### 3-2. 止水性

東京礫層(GL-23~24m付近)で行った現場透水試験結果を図3に示す。Bタイプでは透水係数が事前値より1オーダー減少しており、改良目標値をほぼ満足している。一方、Aタイプでは透水係数がほとんど減少していない。最大注入率で注入を行うことで、止水効果も高くなることがわかる。

#### 3-3. 周辺地盤の変状

図4に、注入深度と注入孔周辺の地表面隆起量との関係を示す。図中でGL-0.5mまで注入されていないものは、地表面変位が管理値を超えた、あるいは薬液のリークのため注入を中止したものである。Aタイプ、Bタイプとも、地表面に変位が生じるのはGL-10m程度の位置からであり、生じる変位量はほぼ同じである。今回の注入ではA、Bタイプとも変位が管理目標値を超えるものもあり、地表面付近では低速での注入、ステップダウン方式の採用など、注意深い施工が必要である。また、当該地盤では注入率の違いが地表面変位に及ぼす影響は小さく、改良効果を考慮すると最大注入率での注入がよいと考えられる。

### 4. まとめ

ハツ山橋アンダーパス新設工事で計画されている薬液注入工に動的注入工法を適用するため、試験施工を行った。その結果、以下のことがわかった。

- (1) 強度増加、止水性向上の効果は注入率が高い方が大きくなる。
- (2) 当該地盤では注入率の違いが地表面隆起量に及ぼす影響は小さい。
- (3) 改良効果を考慮すると、動的注入工法では規定注入率の最大注入率で注入を行うのがよい。
- (4) 当該地盤における地表面付近の注入は低速での注入、ステップダウン方式の採用など、注意深い施工が必要である。

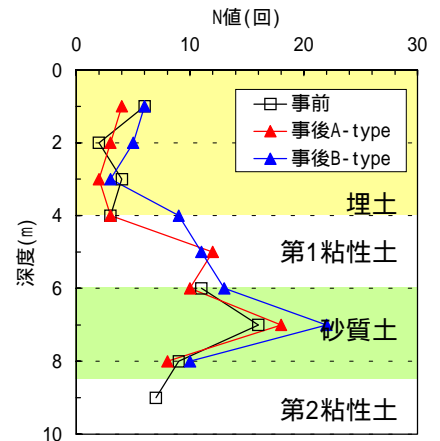


図2 標準貫入試験結果

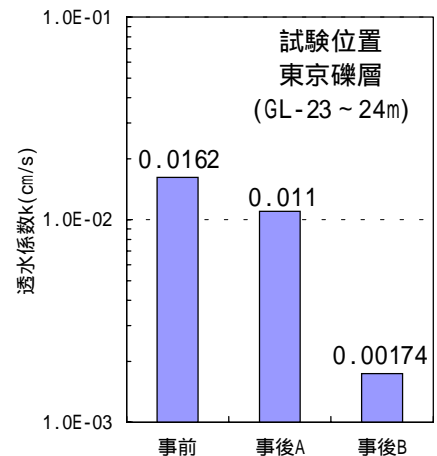


図3 現場透水試験結果

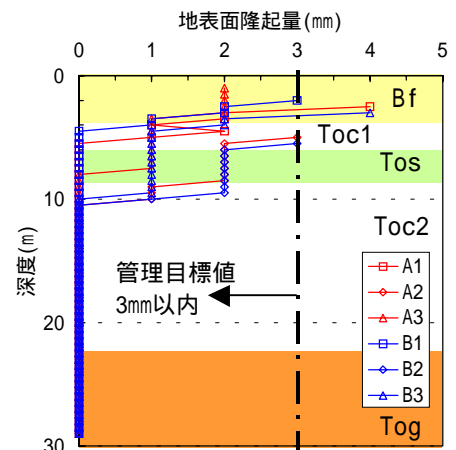


図4 注入深度と地表面隆起量