

# シリカゾルグラウトによる超多点注入工法の施工

日本基礎技術株式会社

小山忠雄

恒久グラウト研究所

正会員 ○盛 政晴

強化土エンジニアリング(株)

フェロー会員 島田俊介

## はじめに

従来の薬液注入工法は掘削工事の補助工法として用いられるため、経済性を追求するために注入速度を大きくしがちである。

薬液注入においては注入速度がある限界を超えると、浸透注入から割裂注入に移行することが知られている。このため、土粒子間浸透注入を行うためには、あらかじめ確認した透水係数などの土質条件から割裂を生じさせないように、低速度・低圧で数十分～数時間のゲル化時間を有する低粘度耐久性グラウトを注入する必要があるが、一方低速注入による経済性悪化という問題点を生ずる。以上の問題を解決するために独立した経路をもつ多連ポンプにて多数の点から 0.5～2.0L/min の注入速度で三次元同時注入を行う「超多点注入工法」<sup>1)</sup>を開発し、数時間のゲル化時間が可能な長期耐久グラウト「シリカゾルグラウト」で施工を行った。

## 1. 超多点注入工法の特徴

- ①ケーシング削孔後、先端に逆止弁付き特殊ノズルを装着した直径数 mm の、所定深度に見合った注入管を注入ポイントの数だけ束ねて設置する。注入終了後、注入管とノズルは使い捨てとなる。
- ②地中に数十箇所・数百箇所の単位で設置した特殊ノズルから同時に注入を行う（図-1）。
- ③注入対象となる地層に応じて、平面的にあるいは立体的塊状のブロック単位に多数のポイントから同時注入を行う。注入対象地盤中に透水係数の特に大きい層や緩い層が確認されている時は、それらの層を最初に集中的に注入することが出来る（図-1）。
- ④単位吐出量が極めて小さいため、薬液のゲルタイムは数十分～数時間オーダーに設定する（表-1）。
- ⑤低吐出のため注入圧力も低く、土粒子間浸透注入が可能となる（図-2）。
- ⑥専用の多連注入ポンプは低吐出で脈動がなく、個別に吐出量を設定・調節できる(写真-1, 表-1)。
- ⑦一度に数十箇所の注入を同時に行うが、吐出量・注入圧力・注量は専用の管理システムで全ての注入ポイントについて個別にこれを管理・記録できる（図-2）。

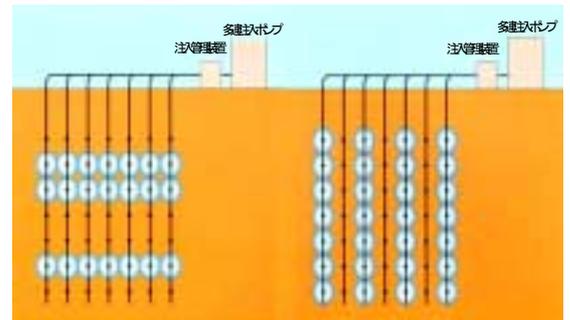


図-1 超多点注入工法概念図<sup>1)</sup>

## 2. 工事概要（図-3）

今回、住宅街の直下に道路トンネルを掘削する工事において、住宅および地下埋設物（NTT、ガス、電力他）等の既設構造物等に影響を与えないように、トンネル直上に位置する沖積砂層および砂礫層からの湧水防止と土砂崩落防止を目的に薬液注入を行った。注入速度を小さくし、低圧で注入することが可能な超多点注入工法を用いてシリカゾルグラウト「ハードライザー」<sup>2)</sup>（表-2）

による浸透改良を行った。シリカゾルグラウトは、低粘性（1.6cps）で固結物はほぼ中性で、アルカリの溶脱はなく、17年の長期耐久性が現場実証されている。<sup>3)</sup>

60連 マルチポンプの仕様	
毎分吐出総量	120L/min
1ピストンの吐出量	0～2L/min
動力（インバーターモーター）	3.75kw×2
大きさ	1932×1390×1833
機械重量	2200kg

表-1 60連マルチポンプの仕様<sup>1)</sup>

キーワード；薬液注入、シリカゾルグラウト、超多点注入工法、土粒子間浸透、長期耐久性、三次元同時注入  
連絡先；〒113-0033 東京都文京区本郷2丁目15-10 TEL03-3815-1687 FAX03-3818-0670

ハードライザーL-3			
A 液		B 液	
シリカゾル 200L	B1 剤 K 剤 水	1.0 kg 6.0 kg 残 L	
200L		200L	
ゲルタイム : 60分			



写真-1 60連マルチポンプ<sup>1)</sup>

SUPER MULTIPLE POINTS INJECTION METHOD CONTROL SYSTEM									
Point NO	Pressure	Flow	Total	Time	Point NO	Pressure	Flow	Total	Time
	MPa	L/min	Liter	Minute		MPa	L/min	Liter	Minute
X.o.o5-003-01	0.15	2.00	550.5	350	X.o.o5-003-09	0.00	00.00	0000.0	000
X.o.o5-003-02	0.17	2.00	550.8	359	X.o.o5-003-10	0.00	00.00	0000.0	000
X.o.o5-003-03	0.17	1.90	540.5	358	X.o.o5-003-11	0.00	00.00	0000.0	000
X.o.o5-003-04	0.20	1.90	555.8	357	X.o.o5-003-12	0.00	00.00	0000.0	000
X.o.o5-003-05	0.25	1.85	550.4	355	X.o.o5-003-13	0.00	00.00	0000.0	000
X.o.o5-003-06	0.25	1.85	553.3	356	X.o.o5-003-14	0.00	00.00	0000.0	000
X.o.o5-003-07	0.28	1.80	550.7	355	X.o.o5-003-15	0.00	00.00	0000.0	000
X.o.o5-003-08	0.28	1.80	540.2	354	X.o.o5-003-16	0.00	00.00	0000.0	000

ALL SELECT	START	PAUSE	PQ DISPLAY	PLAN SET
ALL CANCEL	RESTART	END	CONTROL	SETLIST

図-2 集中管理装置の多点タッチパネル<sup>1)</sup>

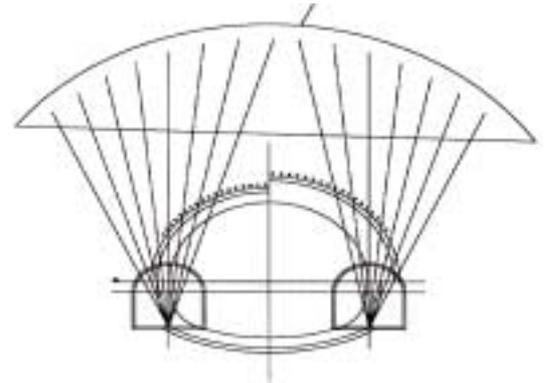


図-3 改良断面

### 3. 施工結果

今回注入の対象となった沖積砂層・砂礫層はN値も低く、透水係数は $10^{-2}$ のオーダーと高い。透水係数は $10^{-4}$ ～ $10^{-5}$ オーダーに低減し、変形係数はおよそ5倍に改善されており、トンネル掘削時は湧水、土砂崩落もなく本工事が完了できた。

### あとがき

超多点注入工法は活性シリカ（パーマロック）<sup>1) 4)</sup>を用いた大容量土恒久地盤改良工法として開発され、液状化対策工として適用が進んでいる。<sup>4)</sup>今回トンネル掘削工事に長期耐久性グラウトであるシリカゾルグラウトと組み合わせて注入することによって、仮設目的で都市土木工事にも広く応用できる事が確認できた。

### 引用文献

- 1) 恒久グラウト協会、超多点注入工法, パーマロック技術資料
- 2) シリカゾルグラウト会、ハードライザー技術資料
- 3) 林, 吉川, 島田, 藤澤, 飯尾、「非アルカリシリカによる改良地盤の耐久性に関する現地調査」、土木学会第53回 年次学術講演会概要集
- 4) 運輸省評価証第00103号、液状化対策工法「超多点注入工法」