

## 切削効率を高めた高圧噴射攪拌工法の開発 — 軟弱地盤改良工事への適用 —

戸田建設(株) 正会員 ○鹿又善憲, 下坂賢二, 利根誠  
 太洋基礎工業(株) 正会員 大野康年

### 1. はじめに

高圧噴射攪拌工法は、小型の施工機械でロッド先端の噴射モニターから水及び固化材を高圧で噴射し、大口径、且つ高強度の改良体を造成する地盤改良工法である。著者らは、従来の水噴射による切削方法に代わり、水を吸収させた高吸水性ポリマーを用いた新しい高圧噴射攪拌工法（以下、本工法）の開発に取り組んでいる（図1参照）。高吸水性ポリマーを切削材として用いることで、拡散抑制効果による切削効率の向上により、改良径の拡大及び排泥量低減に寄与することが既報より明らかにされている<sup>1), 2), 3)</sup>。本報では、本工法を軟弱地盤改良工事に適用した事例について報告する。

### 2. 工事概要

本工事は調整池掘削工事における土留め鋼矢板根入部の安定（受働側の地盤剛性向上）を目的とした地盤改良工事である。改良対象地盤は、N値0～2のシルト層主体の地下水位が高い軟弱地盤で、改良対象土量は6,663m<sup>3</sup>である。土質条件及び改良標準断面図を図2に示す。改良条件は、設計改良強度 $q_{uck}=500\text{kN/m}^2$ 、改良率90%、高圧噴射攪拌工法の施工数量は、計画有効改良径 $\phi 3.0\text{m}$ 、改良本数288本である。改良条件および施工数量を表1に示す。

### 3. 配合仕様および造成方法

本工事前に試験施工を実施し、有効改良径及び施工法を決定した。試験施工の結果、表2に示す高圧噴射の仕様にて、有効改良径は $\phi 3.0\text{m}$ （水噴射の場合、有効改良径 $\phi 2.5\text{m}$ ）であった。また、現地土試料を用いて配合試験を実施した。室内配合試験結果を図3に示す。同図には、改良径 $\phi 3.0\text{m}$ とした場合の引上げ速度（造成工程） $v$ と固化材添加量 $W_c$ の関係も併記した。 $v=10\text{分/m}$ の場合、 $W_c=215\text{kg/m}^3$ 、

表2 高圧噴射の仕様

項目	切削工程 (高吸水性ポリマー水溶液)	造成工程 (固化材スラリー)
噴射圧力 (MPa)	35	35
噴射流量 (L/分)	100 (50×2)	190 (95×2)
圧縮空気	噴射圧力 (MPa)	—
	噴射流量 (L/分)	—
引上げ速度 (分/m)	8	10

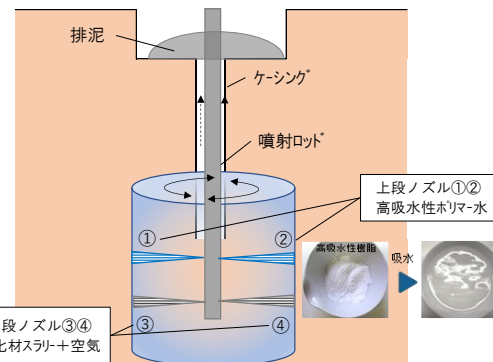


図1 工法概要図

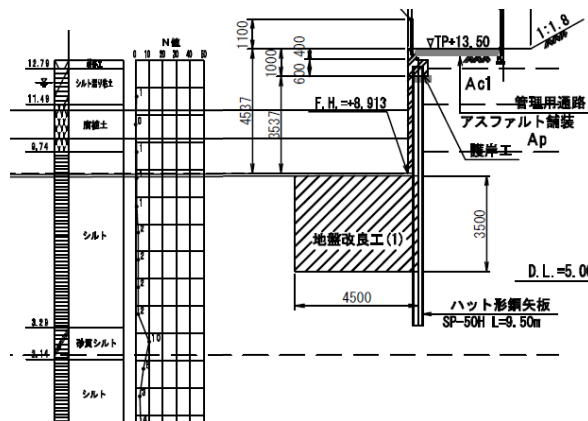


図2 土質条件及び改良標準断面図

表1 改良条件及び施工数量

改良対象土量	6,663 m <sup>3</sup>
設計改良強度	$q_{uck}=500\text{ kN/m}^2$
改良率	90%
改良厚	2.65～5.61m
計画有効改良径	$\phi 3.0\text{m}$
改良本数	288本

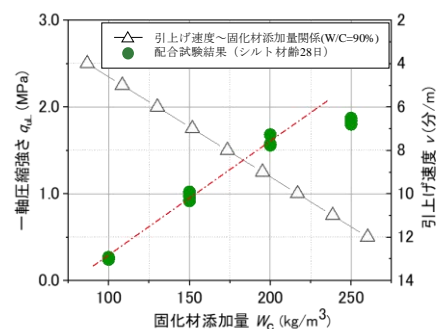


図3 室内配合試験結果

キーワード 高圧噴射攪拌工法 高吸水性ポリマー 地盤改良

連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-9-1 戸田建設(株) 技術開発統轄部 技術研究所 TEL 03-3535-2641

$q_{uL}=1.7\text{MPa}$  となり、設計改良強度の約3倍となる。固材スラリー及び高吸水性ポリマー水溶液の配合表を表3に示す。施工法は、当該地盤の粘性が極めて高く軟弱であったことから、施工中の排泥量の抑制と改良体の均質性を確保するため、切削工程と造成工程を分離した2段施工とした。施工手順図を図4に示す。

#### 4. 施工結果

本施工では、工期短縮を図るためケーシングによる先行削孔を行い、その後追いで噴射モニターを挿入し造成した。施工状況を写真1に示す。また、土留め鋼矢板との離隔が1.0mと近接した施工となるため、鋼矢板全長(L=9.5m)に予めガイド管を設置しローラー式傾斜計(1.0m間隔計9台)を用いた自動計測を行い、本施工による土留め鋼矢板への影響を計測した(写真2参照)。計測結果を図5に示す。改良範囲において、噴射圧力の影響よりも造成時の地盤の緩みによる影響から造成側に変位する傾向があるものの変位量は0.7mmとわずかであり影響は少なかったものと考えられる。施工中の排泥排出は、切削工程で一部排泥閉塞が生じたものの、切削工程と造成工程を分離したことにより同時工程の場合と比べて施工中の排出量が分散され、排泥排出が難しい粘性土においても問題なく排出できることを確認した。造成完了後、改良体をコア採取し一軸圧縮試験( $\sigma_{28}$ )を実施した結果、設計改良体強度 $q_{\text{uck}}=500\text{kN/m}^2$ を満足する結果が得られた。

#### 5. まとめ

本工法の適用により、従来の水噴射と比べて有効改良径を拡大でき改良本数を低減した。また、混練・排泥排出の難しい軟弱粘性土地盤においても、切削工程と造成工程を分離することにより近接構造物に影響を与えることなく所定の改良体品質を満足する造成が可能であることを実証できた。今後は、粘性の高い超軟弱な地盤でも、本来の切削・造成同時工程で施工できるよう改善を図っていく所存である。

#### 参考文献

- 1) 下坂賢二他：切削効率を高めた高圧噴射攪拌工法の開発(1)，土木学会第74回年次学術講演会 VI-678，2019
- 2) 下坂賢二他：切削効率を高めた高圧噴射攪拌工法の開発(1)-気中噴射試験およびPIV計測による切削硬化検証-，土木学会第75回年次学術講演会 VI-144，2020
- 3) 利根誠他：切削効率を高めた高圧噴射攪拌工法の開発-フィールド試験施工による排泥減量化の検証-，土木学会第76回年次学術講演会 VI-121，2021

表3 配合表

固材材配合		(10000当り)	
材料	重量	比重	容量
固材 (HB1号)	807.0 kg	3.06	264 ℓ
HB混和剤	12.1 kg	1.20	10 ℓ
清水	726.0 kg	1.00	726 ℓ
計	1545.1 kg	1.55	1000 ℓ

切削材配合

HBポリマー	2.0 kg	ポリマー添加率 0.2%
清水	1000.0 kg	

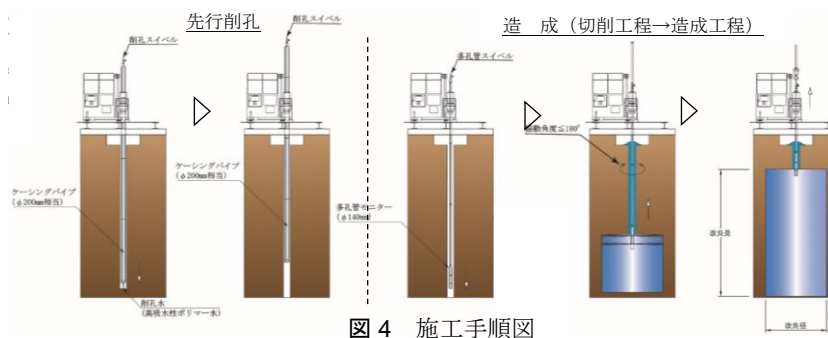


図4 施工手順図



写真1 施工状況



写真2 傾斜計ガイド管

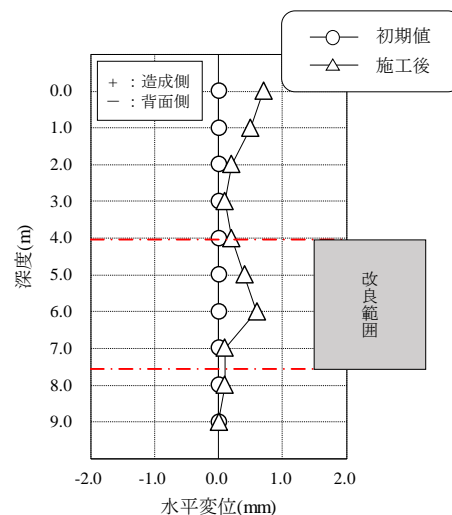


図5 土留め鋼矢板の水平変位