

泥水に含まれるセメント量を抑制した超高压喷射搅拌（クリーンジェット）工法の現場試験

(株)九 建 正会員 郡司 靖丈
日特建設(株) 正会員 江藤 政継 大矢 勉
○山岸 清隆 岩本 英夫

1.まえがき

1960年代に開発された超高压水の喷射で地盤を切削しセメントミルクを注入したり、超高压のセメントミルクを喷射して土と搅拌混合して地盤改良する工法は、優れた改良特性や施工の簡便さから現在に至るまで幾多の施工実績を重ねてきている。しかし、当該工法は大量のセメント混入泥水を発生する工法であり、環境保全意識の高まるなか、これらの建設に伴う汚泥処理は社会的な問題となっている。このため、標題工法は、「二方向喷射方式」、「ノズル間隔分離」という新しい考え方を超高压喷射搅拌工法に取り入れ、廃棄物量の低減を目的とし開発を行い、その結果、これをクリーンジェット（C-JET）工法として実用化した。

本報文では、この工法を実施工（電力洞道の建設を目的とするシールド工事の発進立坑底盤部及び発進部の地盤改良）に適用するにあたり行った実験工事について報告する。

2.実験目的

- 実験の主目的は、以下の4点であった。
- ①砂混じりシルト地盤において、設計強度 $qu=1\text{MN/m}^2$ 以上で、設計径 $\phi 1.8\text{m}$ 以上を満足する仕様の確認
 - ②礫混じり砂地盤において、設計強度 $qu=3\text{MN/m}^2$ 以上で、設計径 $\phi 1.8\text{m}$ 以上を満足する仕様の確認
 - ③硬化材使用量、排泥水量の減量化確認
 - ④泥水に含まれるセメント量の減量化確認

表-1に今回の実験仕様を示す。

3.実験方法

地盤状況は図-1に示すとおりであり、改良範囲（G.L.-1.5m～-4.5m）は、上位からN=2の砂混じりシルト、N=10～31の礫混じり砂から構成されている。施工No.1

と施工No.2の改良体は、注）施工No.3は従来方式で施工
切削水ノズルと硬化材ノズルの上下離隔を2mとし、それぞれ二方向に喷射し造成した。喷射方法の概略を図-2に示す。

4.実験結果

①改良径と改良強度の確認

造成径の早急な確認を目的として、造成4～5日後、コアボーリングによる改良土の採取、また改良体の掘り出し（写真-1参照）を行った。この結果、造成径は施工No.1では $\phi 1.8\text{m}$ （表-2参照）、施工No.2では $\phi 2.0\text{m}$

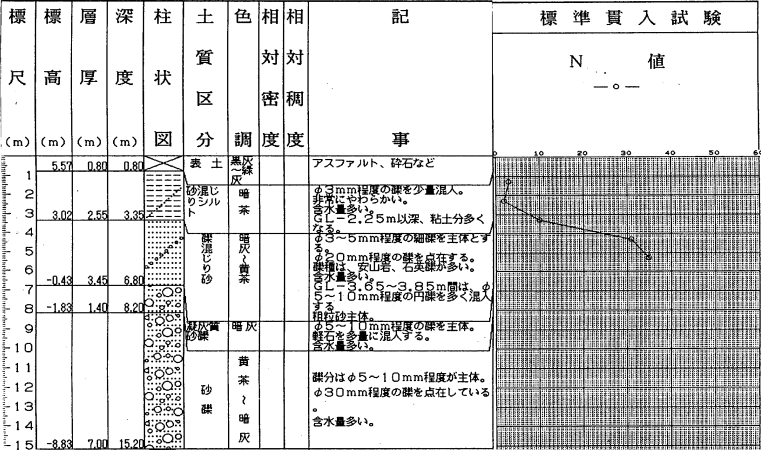


図-1 地盤概要

表-1 施工仕様

改良体施工 No.		1	2	3
超高压水 (切削水)	圧力 MPa	40		
	流量 ℓ/min	70×2		70
	空気圧力 MPa	0.7		0.7
	空気流量 m^3/min	2.0×2		2.0
硬化材	圧力 MPa	40		4
	流量 ℓ/min	70×2		180
改良時間 min/m		10	12	16

注）施工No.3は従来方式で施工

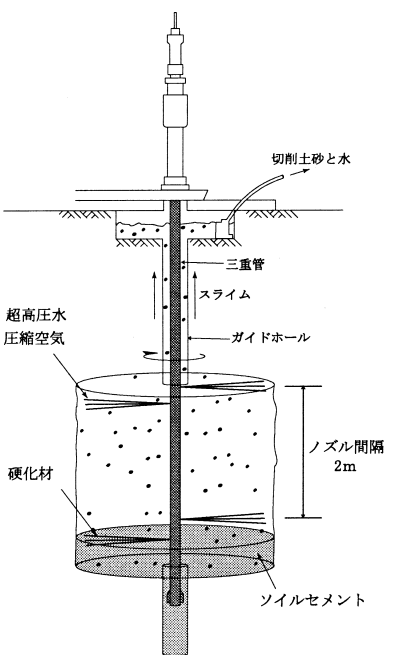


図-2 喷射方法の概略

(表-3 参照)を確認できた。なお、採取した改良土の養生(28 日)を待って、これらの強度を確認した結果、すべての供試体が設計基準強度を満足した(図-3,4 参照)。

②硬化材使用量

造成 1m 当たりの硬化材使用量(流量計測定値)は、改良径φ1.8m を確認できた施工 No.1 では平均 1.49m³ となった。同じく改良径φ2.0m を確認できた施工 No.2 では平均 1.79m³ になり、比較のため実施した従来工法の施工 No.3 の 3.06m³ に比べ、約 49～59%に低減できることが確認された。(表-4 参照)

③排泥水量

造成 1m あたりの排泥水量(水槽に溜めて測定した値)は、施工 No.1 では平均 2.88m³ となった。同じく施工 No.2 では平均 3.90m³ になり、従来工法の施工 No.3 の 4.70m³ に比べ、約 62～83%に低減できることが確認された。(表-4 参照)

④排泥水に含まれるセメント量

排泥水に混入するセメント量を算出するため、排泥水のカルシウム含有量(試験方法は、「工業排水試験方法」JIS K 0102、「発光分光分析通則」JIS K 0116 に準拠)を測定した。排泥水中のカルシウム含有量を含水率と密度でセメント量に換算(図-5 参照)すると、施工 No.1 では平均 21kg/m、施工 No.2 では平均 102kg/m になる。一方、従来工法の施工 No.3 では 1,460kg/m のセメントが廃棄されていることとなり、本工法のセメント廃棄量は既往の実測資料^{1) 2)}と同様に、従来比で約 1～7%に低減されている。

5.おわりに

実験の結果、当現場においては全ての仕様が実施工に適用可能であった。但し、これらの中で実施工の改良深度が大深度(G.L.-30m 付近での施工)であることと、経済性を考慮して施工 No.2 の仕様(改良時間 12min/m)が最適であると判断した。実施工において、本工法は従来工法における排泥水量の減量化の問題を解決するのに十分な性能を発揮している。最後に、本工法の現場への適用にあたり、御協力と御理解を頂いた関係各位の方々に感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1)「先端建設技術・技術審査証明報告書 クリーングェット工法」:(財)先端建設技術センター、2000/3
- 2)「泥水に含まれるセメント量を抑制した超高圧噴射攪拌(クリーングェット)工法の開発」:

表-2 施工 No.1 改良体コア採取率

採取位置 r:造成中心からの距離	改良体コア採取率(%)	
	粘性土	礫質土
r=90cm	89	100
r=90cm	100	100
r=100cm	93	13

表-3 施工 No.2 改良体コア採取率

採取位置 r:造成中心からの距離	改良体コア採取率(%)	
	粘性土	礫質土
r=0cm	100	100
r=50cm	100	100
r=100cm	94	100
r=100cm	77	96
r=110cm	39	8

表-4 硬化材使用量と排泥水量

施工 No.	造成 1m 当たり 硬化材使用量 換算値 (m ³ /m)	造成 1m 当たり 排泥水量 換算値 (m ³ /m)
1	1.49	2.88
2	1.79	3.90
3	3.06	4.70

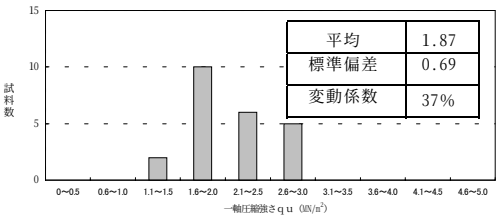


図-3 粘性土改良体強度分布

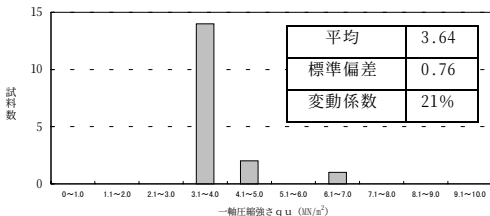


図-4 礫質土改良体強度分布



写真-1 掘り出された改良体

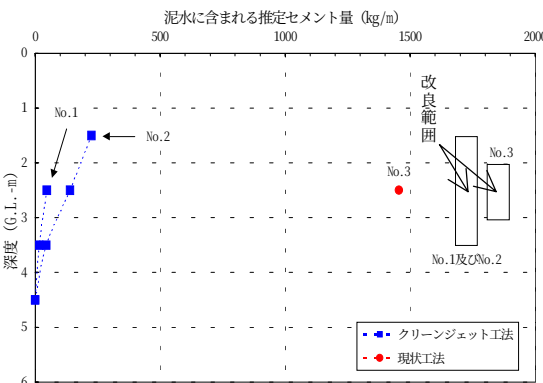


図-5 泥水に含まれるセメント量