

新技術調査表 (1)

		登録番号	2022005				
名称	N-Jet 工法			作成年月日	2023年1月20日		
				更新年月日	2024年5月14日		
副題	改良効率を高めた大口径高压喷射搅拌工法			開発年月日	2012年4月 日		
分野	①共通 ③公園 ⑤海岸 ⑦その他	②道路 ④河川 ⑥砂防	区分	1材料 ②工法 ③製品 ④機械 ⑤その他	大分類	特記項目 土質条件等：砂質土 N≦200 粘性土 N≦9	
				地盤改良工			
開発者等	開発会社	会社等名	日特建設(株)、N3ナカシマ合同会社		担当部署	日特建設(株)事業本部	
		担当者名	稲川 浩一		TEL	03-5645-5062	
	提案会社兼問い合わせ先	会社等名	日特建設(株)		担当部署	東京支店 技術部	
		担当者名	永山 裕典	〒	103-0004	TEL	03-5645-5100
		住所	東京都中央区東日本橋3-10-6 Daiwa東日本橋ビル2階		FAX	03-5645-5107	
ホームページ	https://www.nittoc.co.jp/technology/n-jet工法/			e-mail	hironori.nagayama@nittoc.co.jp		

【概要】

N-Jet(エヌジェット)工法は、『大口径改良体』と『扇形改良体』の造成を可能にし、改良効率を高めた高压喷射搅拌工法である。

【特徴】

1. 高压力・大容量の4ノズル喷射により、大口径化(最大径3.5m)と造成時間の短縮が可能
2. 扇形改良体の造成(最大半径3.0m)が可能
3. 硬化材使用量と造成排泥量の低減に伴い環境性が向上
4. 現場条件に合わせ喷射仕様を適宜調整することで効率的な改良が可能



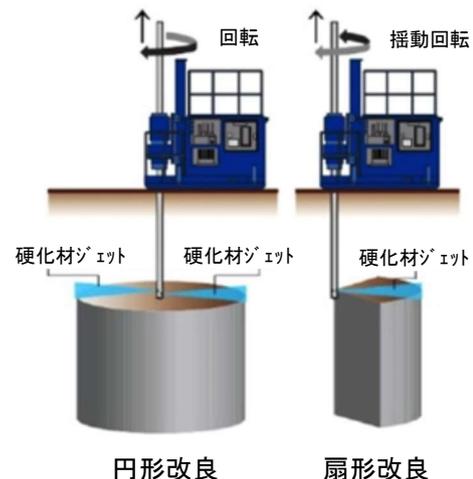
施工機械全景



円形改良(2方向4ノズル喷射)



扇形改良(1方向3ノズル喷射)



円形改良

扇形改良

図-1 工法概要

【施工上・使用上の留意点】

- ・適用深度;Z=50m以下、適用角度;θ=鉛直±5度以内、必要空頭高さ;h=3.0m以上。
- ・特殊土(関東ローム、腐植土)の改良強度は、事前の配合試験による確認が必要。
- ・粘着力C=50kN/m²以上の粘性土地盤への施工は、先行水切削(プレジェット)の併用が必要。
- ・使用するセメント材の種類は、普通ポルトランドセメント、高炉セメントB種、特殊セメントが選択可能。

【参考資料】

- ・N-Jet工法技術・積算資料、N-Jet工法カタログ

新技術調査表 (2)

実績件数	東京都: 3件 国土交通省: 3件 その他公共機関: 36件 民間: 33件	(内訳) 東京都	建設局: 0件 都市整備局: 0件 港湾局: 0件	水道局: 0件 下水道局: 3件 交通局: 0件 その他: 0件
特許	①有り	2出願中	3出願予定	4無し (番号: 特4785100、特5457588)
実用新案	1有り	2出願中	3出願予定	④無し (番号:)
評価・証明	1技術審査(番号:) 2民間開発建設技術(番号:) ・証明年月日() ・証明年月日() ・証明機関() ③新技術情報提供システム[NETIS] 4その他() (番号: KT-200039-A 登録年月日: 2020年4月22日)			
キーワード	1安全・安心 ②環境 3ゆとりと福祉 ④コスト削減・生産性の向上 ⑤公共工事の品質確保・向上 6リサイクル 7景観			
開発目標(選択)	自由記入 排泥量低減、大口径、2方向4ノズル噴射、扇形改良体、任意の改良径			
開発目標(選択)	①省人化 2省力化 ③作業効率向上 4施工精度向上 5耐久性向上 6安全性向上 7作業環境の向上 8周辺環境への影響抑制 ⑨地球環境への影響抑制 10省資源・省エネルギー 11出来ばえの向上 12リサイクル性向上 13その他			
従来との比較	従来の材料名・工法名: 高圧噴射攪拌工法 *深度15m, 改良長3m, 数量1,000m ³ 1 工程 【①短縮 (59.8%) 2同程度 3増加 (%)】 (噴射攪拌効率の向上)) 2 省人化 【①向上 (66.6%) 2同程度 3低下 (%)】 (労働時間の減少)) 3 経済性 【①向上 (23.4%) 2同程度 3低下 (%)】 (大口径・扇形改良)) 4 施工管理 【1向上 ②同程度 3低下 ()】 ()) 5 安全性 【1向上 ②同程度 3低下 ()】 ()) 6 施工性 【①向上 2同程度 3低下 ()】 (機械移動回数の減少)) 7 環境 【①向上 2同程度 3低下 ()】 (建設汚泥の発生量減少)) 8 汎用性 【1向上 ②同程度 3低下 ()】 ()) 9 品質 【1向上 ②同程度 3低下 ()】 ()) 10 その他 ()			

【歩掛り表】 標準 ・ 暫定 出典: 「N-Jet工法 技術・積算資料」

【施工単価等】 設計条件…土質:砂質土N=15, 改良対象土量:1,000m³, 深度15.0m, 改良長3.0m, 1セット

表-1 概算工事費比較表

比較項目	単位	従来工法	新規工法(N-Jet工法)	効果
		(φ1.8m×159本)	(φ3.5m×42本, r1.75m×6本)	
工程	日	117日	47日(41日+6日)	59.8%
省人化	人	817人 (117+350+350)	273人 (19+60+60+19+79+3+9+9+3+12)	66.6%
経済性	施工費(日)	159本×314,000=49,926,000 (117日)	42本×981,000=41,202,000 (41日) 6本×939,000=5,634,000 (6日)	6.2%
	材料費	159本×71,000=11,289,000	42本×97,000=4,074,000 6本×43,000=258,000	61.6%
	仮設費	1式=600,000 (プラント仮設・運搬)	1式=1,560,000 (プラント仮設・運搬)	-160.0%
	排泥処理費	円 1,101.9m ³ ×15,000=16,528,500	443.8m ³ ×15,000=6,657,000	59.7%
	特許使用料	円 477.0m×1,000=477,000	409.1m×2,500=1,022,750	-122.5%
計		78,820,500	60,407,750	23.4%

改良対象土量: 22.2m×15.0m×3.0m=1,000m³

従来工法: 日当たり施工量 1,000m³÷120日=8.3m³/日

新規工法: 日当たり施工量 1,000m³÷75日=13.3m³/日

材料費内訳(従来工法)φ1.8m 159本当り算出

名称	単位	数量	単価	金額
硬化材料	m ³	1,062.1	10,600	11,259,260
1本当り				71,000

材料費内訳(新規工法)φ3.5m 42本当り算出

名称	単位	数量	単価	金額
硬化材料	m ³	384.7	10,600	4,077,820
1本当り				97,000

材料費内訳(新規工法)r1.75m 6本当り算出

名称	単位	数量	単価	金額
硬化材料	m ³	24.4	10,600	258,640
1本当り				43,000

施工費内訳(従来工法)φ1.8m: 削孔長 15.0m/本 159本当り算出

名称	単位	数量	単価	金額
土木一般世話役	人	117.0	25,500	2,983,500
特殊作業員	人	350.0	24,700	8,645,000
普通作業員	人	350.0	21,600	7,560,000
専用機械損料	日	117.0	20,800	2,433,600
超高压ポンプ損料	日	117.0	31,900	3,732,300
空気圧縮機運転	日	117.0	7,500	877,500
トラック燃料費4.9t吊	日	117.0	32,000	3,744,000
削孔損耗資材費	m	2,385.0	2,000	4,770,000
造成損耗資材費	m ³	1,062.1	6,400	6,797,440
諸雑費	式	1.0		8,382,660
計				49,926,000
1本当り				314,000

施工費内訳(新規工法)φ3.5m: 削孔長 15.4m/本 42本当り算出

名称	単位	数量	単価	金額
土木一般世話役	人	19.0	25,500	484,500
特殊運転手	人	60.0	24,600	1,476,000
特殊作業員	人	60.0	24,700	1,482,000
電工	人	19.0	25,700	488,300
普通作業員	人	79.0	21,600	1,706,400
削孔造成機械費	日	41.0	270,000	11,070,000
プラント機械費	日	41.0	366,000	15,006,000
削孔損耗資材費	m	646.8	2,700	1,746,360
造成損耗資材費	m ³	384.7	12,500	4,808,750
動力費	ℓ	25,235	117.0	2,952,495
計				41,220,805
1本当り				981,000

施工費内訳(新規工法)r1.75m: 削孔長 15.4m/本 6本当り算出

名称	単位	数量	単価	金額
土木一般世話役	人	3.0	25,500	76,500
特殊運転手	人	9.0	24,600	221,400
特殊作業員	人	9.0	24,700	222,300
電工	人	3.0	25,700	77,100
普通作業員	人	12.0	21,600	259,200
削孔造成機械費	日	6.0	365,000	2,190,000
プラント機械費	日	6.0	272,000	1,632,000
削孔損耗資材費	m	92.4	4,280	395,472
造成損耗資材費	m ³	24.4	12,500	305,000
動力費	ℓ	2,157	117.0	252,369
計				5,631,341
1本当り				939,000

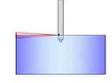
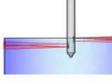
新技術調査表 (3)

1. 高圧力・大容量の4ノズル噴射により、大口徑化(最大径3.5m)と造成時間の短縮が可能

従来工法ではノズルからの噴射圧力は20MPa、噴射量は0.06m³/分と固定されているが、N-Jet工法では調整でき、噴射圧力の高圧化、噴射量の大吐出化が可能である。従来工法に比べ、最大噴射圧力を2倍の40MPa、噴射量を6倍の0.36m³/分に調整することで、大口徑改良体(最大径φ3.5m)の造成が可能となった。

従来工法では1方向1ノズル噴射に対し、N-Jet工法では2方向4ノズル噴射のため、ロッド1回転当たりの改良効率が高められる。また、ノズルの引上げ速度の調整もできることから、同条件における円形改良体の造成で比較すると、引上げ速度を従来工法の5倍にすることで、造成時間を1/5に短縮できた(表-2参照)。

表-2 噴射仕様・最大値の比較

名称	従来工法	新規工法 (N-Jet工法)
噴射仕様	1方向1ノズル噴射 	2方向4ノズル噴射 
	1回転で造成	半回転で造成
最大噴射圧力	20MPa	40MPa
最大噴射量	0.06m ³ /分	0.36m ³ /分
最大改良径	2.0m	3.5m
引上げ速度	40分/m	8分/m

注) 砂質土; N=10での比較

2. 扇形改良体の造成(最大半径3.0m)が可能

ロッド継ぎ手をネジ式からピンジョイント式とすることで、継手部の固定が強化されて揺動への対応が可能となった(図-2参照)。また、揺動角度を制御できる地盤改良機を用いることで、扇形改良体を始め自由な形状の改良体の配置を可能とした(図-3参照)。

検査・試験データ等



ネジ式継手



ピンジョイント式継手

図-2 継手の改良点



図-3 野外造成実験(改良体形状 噴射揺動角度 45°)

3. 硬化材使用量と造成排泥量の低減に伴い環境性が向上

N-Jet工法は、ノズルからの噴射圧力・噴射量と引上げ速度を調整することで、改良対象土量に対する硬化材使用量の低減が可能となる。改良対象土量1,000m³で「硬化材使用量」と「造成排泥量」を比較すると、従来工法では「1,062.1m³」と「1,101.9m³」となり、改良土量相当分の硬化材が使用され同量の排泥が排出される(表-3、図-5参照)。これは噴射圧力・噴射量とノズルの引上げ速度が調整できないため、硬化材使用量が過剰となることが原因である。

一方で、N-Jet工法では「409.1m³」と「443.8m³」となり、改良対象土量の過半が土粒子のまま存在しながら、硬化材と混合固結していることを示している。これは機械の調整により、過剰となる硬化材使用量を改善できるからである。なお、改良後の改良体強度や有効改良径については、施工現場での採取ボーリングコアによる強度試験を実施して、それぞれ満足していることを確認している(図-4参照)。

表-3 硬化材使用量他の比較

名称	従来工法	新規工法(N-Jet工法)
改良径	φ1.8m	φ3.5m, r1.75m
引上げ速度	35分/m	8分/m
改良長	159本×3.0m=477m	φ3.5m:42本×3.0m=126m r1.75m:6本×3.0m=18m 計=144m
硬化材使用量	35分/m×0.06m ³ /分×477m×1.06=1,062.1m ³	φ3.5m:8分/m×0.36m ³ /分×126m×1.06=384.7m ³ r1.75m:8分/m×0.16m ³ /分×18m×1.06=24.4m ³ 計=409.1m ³
造成排泥量	35分/m×0.06m ³ /分×477m×1.10=1,101.9m ³	φ3.5m:8分/m×0.36m ³ /分×126m×1.15=417.3m ³ r1.75m:8分/m×0.16m ³ /分×18m×1.15=26.5m ³ 計=443.8m ³

注) 改良対象土量: 1,000m³当りでの比較(砂質土 N=15の場合)

硬化材損失率: 1.06 造成排泥増加率: 1.10~1.15

改良体強度試験結果の一例

No	No. 1	No. 2	No. 3
強度(N/mm ²)	3.43	3.34	3.59

砂質土の設計基準強度; qu=3.00 N/mm²を満足 (N-Jet工法 技術資料より)

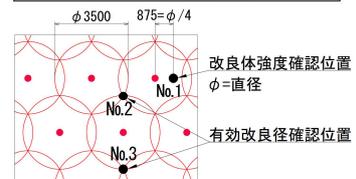


図-4 改良体強度試験結果と確認位置

建設局
事業への
適用性

- 立坑および開削底盤の地盤強化、止水強化、ヒービング防止
- 用地境界等の制約や地中障害がある箇所での部分改(扇型)
- 河川護岸、共同溝における地盤の液状化対策、支持力増強
- 土留めの欠損部防護

新技術調査表 (4)

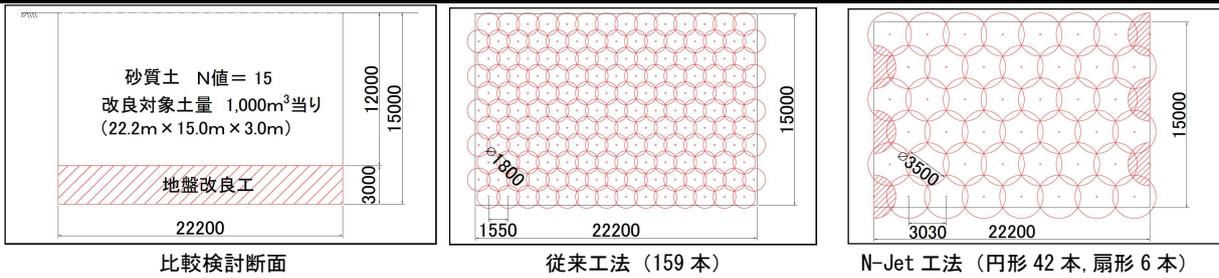


図-5 改良対象土量(1,000m³)における従来工法とN-Jet工法の改良体配置比較

4. 現場条件に合わせ噴射仕様を適宜調整することで効率的な改良が可能

1) 地盤性状に合わせ噴射量・引上げ速度を調整した効率的な改良例

地盤性状が変化する土質の場合、従来工法では噴射量・引上げ速度が固定されており調整ができない。砂質土(N値=15)と粘性土(N値=3)の地盤性状において、従来工法の造成有効径は、砂質土でφ1.8m、粘性土でφ1.4mの径で固定されるため、その場合両者で設定した小さい径のφ1.4mに合わせた計画配置となる。一方で、N-Jet工法では造成有効径を設定した後に、変化する地盤に合わせて噴射量・引き上げ速度を任意に選定できる(表-4参照)。その結果、条件に適した造成有効径(最大径φ3.5m)が設定でき、効率的な改良が可能である(図-6参照)。

表-4 造成有効径と噴射量・引上げ速度の比較

従来工法	砂質土: N=15	粘性土: N=3
造成有効径 φ (m)	1.8	1.4
噴射量 qc (m³/分)	0.06	0.06
引上げ速度 tz (分/m)	35.0	20.0

新規工法 (N-Jet 工法)	砂質土: N=15		粘性土: N=3				
造成有効径 φ (m)	2.0	2.3	2.5	2.8	3.0	3.3	3.5
噴射量 qc (m³/分)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.36	0.36
引上げ速度 tz (分/m)	5.0	6.5	5.0	6.0	7.0	7.2	8.0

* 造成有効径: φ2.0m~φ3.5mより任意に選定可能

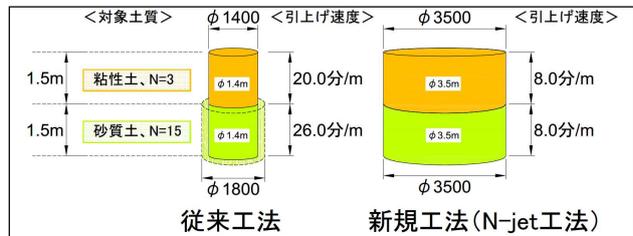


図-6 造成有効径の選定比

2) 地下埋設物や用地境界を考慮して扇形改良を適用した例

図-7に示すような境界に制約がある条件下で、地下埋設物の下部のみを改良する場合、従来工法では円形改良(φ1.8m)のため改良範囲が境界の外まで影響する。また、噴射する硬化材が改良範囲全体に行き渡っていないため、断面中央付近で未改良範囲が発生している。

一方で、N-Jet工法では扇形改良(r1.75m)を千鳥状に施工することで、改良範囲が境界の外まで影響しない。また、硬化材が改良範囲全体に行き渡っていることから、効率的に改良されている。

なお、施工位置と地下埋設物・境界との最小離隔は、ロード半径(100mm)と余裕幅(50mm)が必要となり150mmとなる。

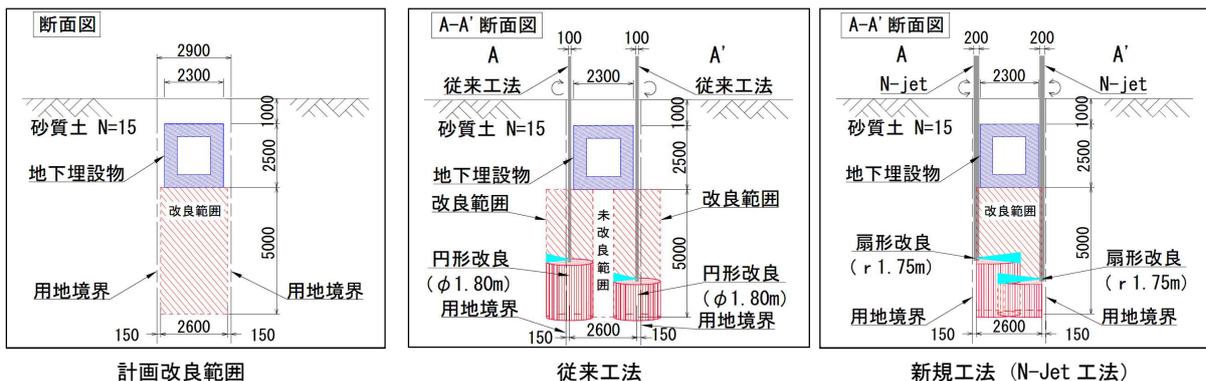


図-7 地下埋設物や用地境界を考慮した場合の従来工法とN-Jet工法の改良体配置比較

新技術調査表（5） 《実績表》

	局名	事務所名	工事件名	施工期間	CORINS 登録 No.
東京都における施工実績	東京都下水道局	第一基幹施設再構築事務所	北区栄町付近石神井川流域貯留管設置工事	2023/6/12～2023/07/18	
		第一基幹施設再構築事務所	北区栄町付近石神井川流域貯留管設置工事	2022/05/16～2022/08/06	
		第一基幹施設再構築事務所	吾嬬ポンプ所施設再構築その5工事	2020/12/18～2021/03/31	
	【評価等がある場合、その内容】				
東京都以外の施工実績（国土交通省・埼玉県・福岡県・長崎県・富山県）	発注者	工事件名	施工期間	CORINS 登録 No.	
	国土交通省関東地方整備局	国道東埼玉道路中川連絡線橋下部その3工事	2023/11/15～2023/12/02		
	国土交通省中国地方整備局	玉島笠岡道路千瓜川橋下部他工事	2023/10/06～2023/10/18		
	国土交通省四国地方整備局	高松港朝日地区岸壁(-7.5m) 船尾部築造工事(その2)	2022/08/08～2022/10/31		
	日本原子力研究開発機構	サイクル研 HAW周辺地盤改良工事	2023/10/11～2023/11/10		
	日本原子力研究開発機構	サイクル研 津波漂流物防護柵設置工事	2021/12/09～2023/09/29		
	埼玉県	総選除) 4鴻巣-8号調整池整備その1工事	2023/07/07～2023/10/21		
	福岡県	池町川 地下調節池(けやき通り) 築造工事(1工区)	2023/04/11～2023/08/31		
	長崎県中央振興局	一般県道諫早外環状線道路改良工事	2021/10/12～2022/04/30		
富山県	中川水系沖田川河川改修放水路工工事	2021/09/15～2021/09/30			
【評価等がある場合、その内容】					