

高盛土部における高圧噴射攪拌工法を用いた液状化対策

東鉄工業(株) 正会員 ○高橋 利幸 ※1

ライト工業(株) 茶園 八十志 ※2

東日本旅客鉄道(株) 正会員 高橋 昌英 ※3

1. はじめに

本工事は、今後予想される首都直下地震における液状化対策として、この線路橋の橋台背面周辺高盛土部に柱状改良体を用いた地盤改良を行う(図-1)。

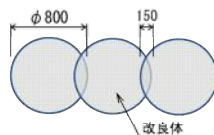
φ800の柱状改良体は150以上ラップさせ連壁を形成し、液状化層を締切ること、盛土内からの土砂流出を防止する働きをする(図-2～4)。

本稿は、地盤改良(工法)の試験施工および本施工について報告する。

2. 地盤改良工法

地盤改良工法は、単管ロッド工法のCCP-LE工法を改良し、二重管ロッドに変更することで1工程施工を可能にした高圧噴射攪拌【ノンアップ・コンパクトジェット(以下、NCJ)】工法(図-5)である。NCJ工法は、改良径φ800、改良強度1N/mm²、サイクルタイム短縮、地盤

図-2 柱状改良体



変位抑制を目指し、小型のボーリングマシン(以下、改良機)を用いて、平成27年に試験施工を粘性土地盤(ローム層)にて実施した¹⁾。

3. 現場条件および施工上の課題

液状化対策を目的とした対策工は、鋼矢板締切り工等も挙げられるが、線路周辺で狭隘かつ架空線等の空頭制限3.9mである箇所の施工は困難である。このような現場条件から、小型改良機かつ狭隘箇所でも施工可能なNCJ工法を選定した。

本施工では、周辺地盤に影響を与えることなく線路内で夜間線路閉鎖作業(以下、夜間線閉)(実作業時間210分)の限られた時間内に所定の改良品質(改良径φ800、改良強度3N/mm²)を確保することが課題であった。

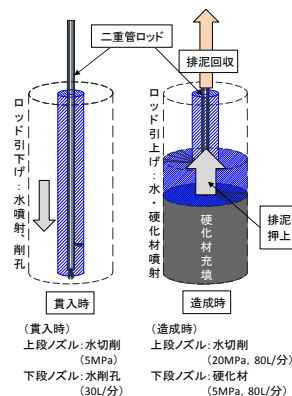


図-5 NCJ工法概略図

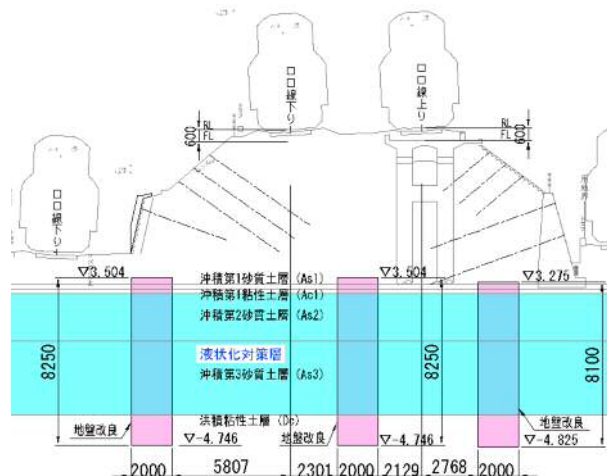


図-3 施工断面図(A-A断面)

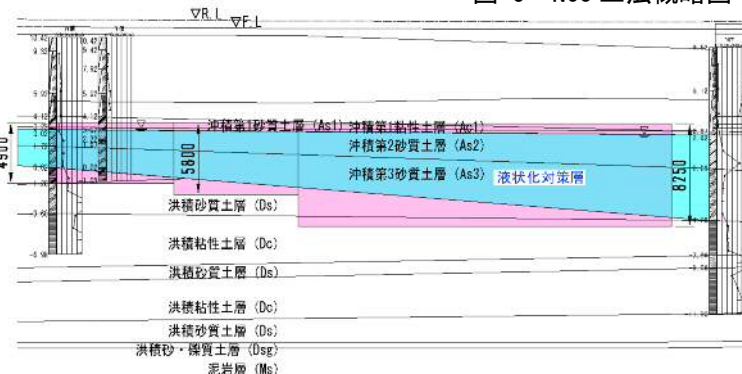


図-4 施工縦断面図(B-B矢視)

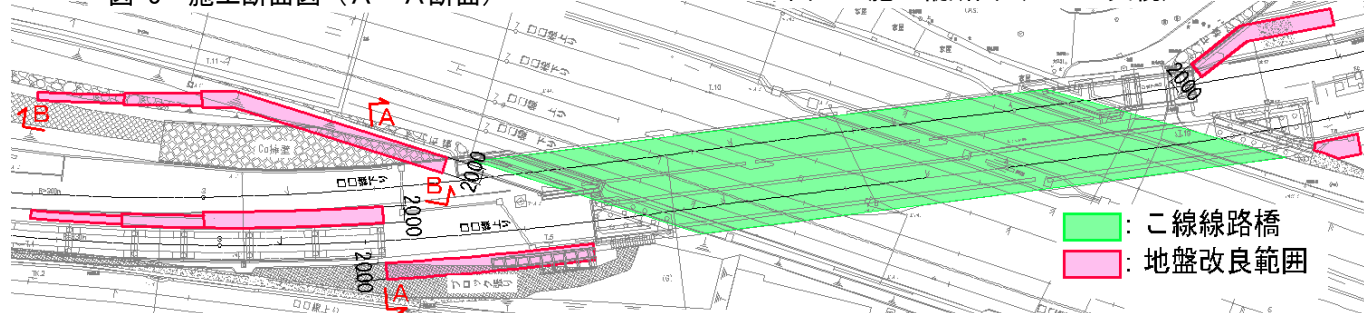


図-1 施工位置平面図

キーワード：首都直下地震対策、液状化対策、地盤改良、高圧噴射攪拌工法

連絡先 ※1 東鉄工業(株)横浜支店 〒220-0023 神奈川県横浜市西区平沼 1-40-26 TEL045-290-8711
 ※2 ライト工業(株) 〒130-0014 東京都墨田区亀沢 4-17-12 TEL045-320-2716
 ※3 東日本旅客鉄道(株)横浜支社 〒220-0023 神奈川県横浜市西区平沼 1-40-26 TEL045-320-2716



写真-1 試料採取・効果確認



写真-2 単管足場



写真-3 プラント



写真-4 自走式改良機

4. 試験施工および仕様選定

試験施工は3タイプ行い、各々の改良効果を比較検討した。【タイプ1】はNCJ工法の標準仕様、【タイプ2】は硬化材吐出量を増やした仕様、【タイプ3】は引上げ時間を長くした仕様である。

改良体は、改良径 $\phi 800$ 、削孔長6.0m（造成長5.0m）とし、硬化材は表-1の配合で単柱改良体を各1本造成した。なお、試験施工に用いる地盤は本施工の土質区分と同一の砂層地盤を対象とした（図-6）。

表-1 標準配合

名称	重量
高炉セメントB種	760 kg
混和剤	12 kg
水	740 kg
合計	1000 l

改良径最外部をボーリングにより試料採取し、フェノールフタレイン溶液反応（写真-1）と圧縮強度測定による改良効果を確認した。

試験施工の施工条件・結果およびタイプ2,3の特徴を表-2に示す。全タイプで改良品質（改良径 $\phi 800$ 、改良強度 3N/mm^2 ）を満足し、地盤変位も確認されなかった。以上より、最も経済的で線閉時間内完了が可能な標準仕様【タイプ1】を選定した。

5. 本施工

1)仮設工

盛土のり面側に、改良機の夜間線閉時線路内乗り入れ用、昼間作業用として単管足場を構築した（写真-2）。また、施工エリアから最大180m離れた場所にヤード（ 236m^2 ）を確保し、プラントを設置した（写真-3）。

2)改良品質

改良体ラップ部（図-7）をボーリングにより試料採取し、改良品質が確保され、連壁が形成されているこ

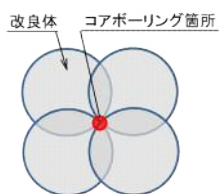


図-7 試料採取位置図

とを確認した。改良径は $\phi 800$ 以上、改良強度 3.0N/mm^2 以上であった。

3)サイクルタイム

実作業時間210分に対し、貫入切削時間52分、造成時間70分、ロッド引抜き15分、作業段取り・片付け30分を含めても43分の余裕があり、異常時の軌道整備にも対応できることを確認した。

4)地盤変位

施工前後の軌道検測では、軌間・高低・通り・水準・平面性の全て軌道変状がないことを確認した。

5)改良機

移動性を配慮し自走式に改良した（写真-4）。その結果、作業着手終了時の移動を円滑に行うことができた。

6)架空線近接作業

短尺ロッド（ $L=1.0\text{m}$ ）を使用し、架空線との離隔を確保しながら安全に施工を行った。

6. おわりに

粘性土地盤を対象とした平成27年試験施工以来、最初の実施工であり、課題をクリアできたことは上述のとおりである。

今回は砂地盤が対象であり、異なる土質での適用性が拡大した。また、改良機と不整地車を組合せ、自走式に改良することでサイクルタイムを短縮でき、今後、同種工事で活用できることを確認した。

次の実施工に向けた施工性について、さらなる検討を重ねていきたい。

表-2 試験施工条件・結果一覧

		仕様 タイプ		NCJ工法標準 【タイプ1】	硬化材吐出量増 【タイプ2】	引上げ時間長 【タイプ3】
施工 条件	貫入時	切削水	切削圧力	5MPa		
			吐出量	30ℓ/分		
	造成時	切削水	切削圧力	20MPa		
			吐出量	80ℓ/分		
		硬化材	改良圧力	5～10MPa		
			吐出量	80ℓ/分	90ℓ/分	80ℓ/分
		引上げ速度	4分/ｍ	4分/ｍ	6分/ｍ	
結果	改良品質	改良径	φ 900	φ 900	φ 1000	
		改良強度	σ 29 ＝5.44N/mm2	σ 22 ＝10.67N/mm2	σ 28 ＝5.88N/mm2	
特徴		利点	－	改良強度を確保できる	改良径を確保できる	
		欠点	－	コストが増加する	施工時間が増加する	
本施工選定				○	－	

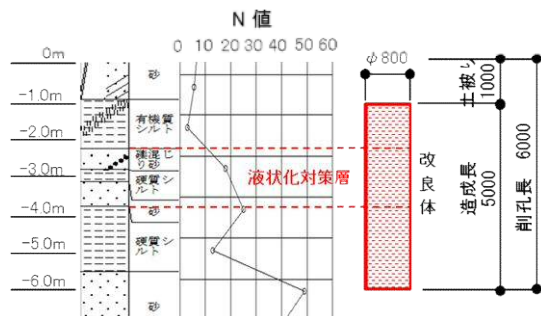


図-6 ボーリング柱状図および改良体（試験施工）

参考文献

- 鈴木，瀬下，佐藤，桐村，山内，中村：高圧噴射攪拌による鉄道橋台背面部の柱状改良体補強工，土木学会年次学術講演会，2015年