

脈状地盤改良工法による北千住駅付近の液状化対策 事前検討および試験施工

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○井澤 淳、石橋利倫、小島謙一
 東武鉄道 (株) 非会員 井上康太、新井俊介
 鹿島建設 (株) 正会員 岩崎俊樹、渡邊勇人
 ライト工業 (株) 正会員 大西高明、林田 晃

1. はじめに

筆者らは、動的に薬液注入を行うことで地盤内に図 1 に示すような脈状の改良体を作成し、低改良率で効率的に液状化被害の軽減が可能な脈状地盤改良工法を開発している¹⁾。本稿では、首都圏の営業線盛土直下地盤の液状化対策として適用した事例について、その注入率設計および適用性確認のための試験施工結果について報告する。

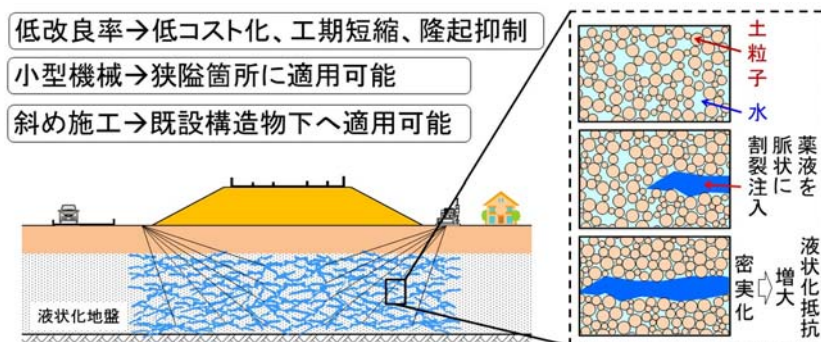


図 1 脈状注入工法の概要

2. 事前検討

適用箇所周辺の地質縦断面図を図 2 に示す。T.P.-2.0m 程度までの盛土層 (5~50mm 程度の礫が点在する細砂・シルトの不均質な混合土砂) 下の 3m~10m 程度の沖積砂層 (As1) が液状化層に該当する。事前検討としては、最も液状化層の厚い赤枠でハッチングした起点方の地盤調査結果を用いた。地表面位置は終点方の

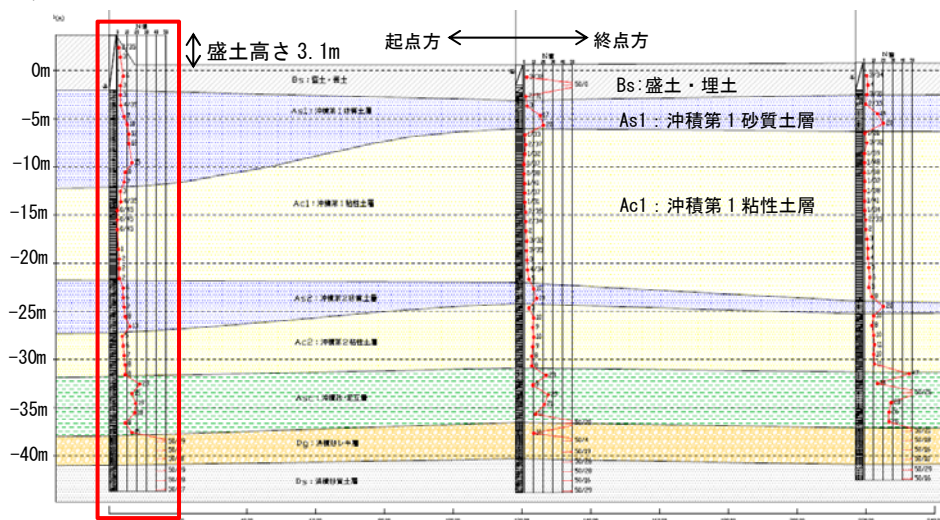


図 2 適用箇所周辺の地質縦断面図

盛土層上面位置とし、それより上部の盛土を考慮した場合 (盛土高: 3.1m, 上載荷重: 58.9kPa) と考慮しない場合の 2 ケースを実施した。地下水位は起点側で T.P.-2.0m 程度、終点方で T.P.-1.0m 程度と河川に向かう終点方に向かって高くなる傾向にあり、検討対象地点の情報を用いてシルト混り細砂層上面とした。対象地震波は、鉄道構造物等設計標準 耐震設計²⁾に示されている標準 L2 地震動のうち液状化に対して厳しいスペクトル I 地震動とし、GHE-S モデルを用いた地盤の動的解析結果を用いて作用を設定した。改良範囲は、図 3 に示すように上部のみを改良したケースを想定した。注入率は 10% としたが、安全側の検討するため有効注入率 5% として検討した結果を表 1 に示す。より厳しい判定となる盛土高を考慮しないケースの部分改良パターンであっても、改良後の P_L 値は 5 程度であったことから、本箇所では部分改良により液状化対策効果が十分に得られることを確認できた。

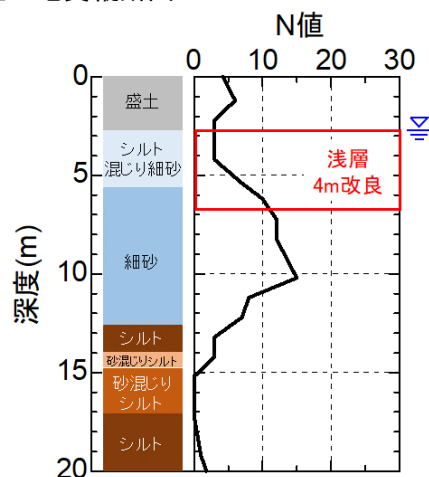


図 3 事前検討箇所および改良範囲

3. 試験施工

事前検討で想定した有効注入率 5% を実際の施工で得られるかを確認するため、対処箇所近傍で試験施工を

キーワード 液状化対策 注入

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 地震動力学 TEL042-573-7394

表 1(a) 事前検討結果（盛土荷重有り）

有効 注入率	深度 (m)	N 値	Fc	FL	ΔPL	PL
改良前	0.0～0.7	4.7	25.1	—	—	6.77
	0.7～1.7	6.0	38.7	—	—	
	1.7～2.7	3.0	52.1	—	—	
	2.7～3.7	3.0	20.6	0.720	2.356	
	3.7～4.7	3.0	26.6	0.738	2.066	
	4.7～5.1	5.4	25.1	0.750	0.755	
	5.1～5.7	7.0	25.1	0.791	0.915	
	5.7～6.7	10.0	25.5	1.000	0.000	
	6.7～7.7	12.0	39.6	—	—	
	7.7～8.7	12.0	17.8	0.956	0.262	
改良後	0.0～0.7	4.7	25.1	—	—	1.39
	0.7～1.7	6.0	38.7	—	—	
	1.7～2.7	3.0	52.1	—	—	
	2.7～3.7	7.6	20.6	0.955	0.376	
	3.7～4.7	7.5	26.6	0.958	0.334	
	4.7～5.1	11.1	25.1	1.000	0.000	
	5.1～5.7	13.3	25.1	1.040	0.000	
	5.7～6.7	17.2	25.5	1.250	0.000	
	6.7～7.7	12.0	39.6	—	—	
	7.7～8.7	12.0	17.8	0.956	0.262	
未改良	8.7～9.7	13.5	15.1	0.960	0.218	
	9.7～10.7	15.0	15.1	0.960	0.196	

表 1(b) 事前検討結果（盛土荷重なし）

有効 注入率	深度 (m)	N 値	Fc	FL	ΔPL	PL
改良前	0.0～0.7	4.7	25.1	—	—	12.38
	0.7～1.7	6.0	38.7	—	—	
	1.7～2.7	3.0	52.1	—	—	
	2.7～3.7	3.0	20.6	0.667	2.800	
	3.7～4.7	3.0	26.6	0.647	2.785	
	4.7～5.1	5.4	25.1	0.645	1.072	
	5.1～5.7	7.0	25.1	0.679	1.405	
	5.7～6.7	10.0	25.5	0.833	1.150	
	6.7～7.7	12.0	39.6	—	—	
	7.7～8.7	12.0	17.8	0.810	1.119	
改良後	0.0～0.7	9.3	25.1	—	—	5.75
	0.7～1.7	10.7	38.7	—	—	
	1.7～2.7	6.6	52.1	—	—	
	2.7～3.7	8.1	20.6	0.918	0.692	
	3.7～4.7	7.9	26.6	0.854	1.152	
	4.7～5.1	11.6	25.1	0.874	0.380	
	5.1～5.7	13.8	25.1	0.918	0.358	
	5.7～6.7	17.8	25.5	1.082	0.000	
	6.7～7.7	12.0	39.6	—	—	
	7.7～8.7	12.0	17.8	0.810	1.119	
未改良	8.7～9.7	13.5	15.1	0.790	1.132	
	9.7～10.7	15.0	15.1	0.812	0.922	

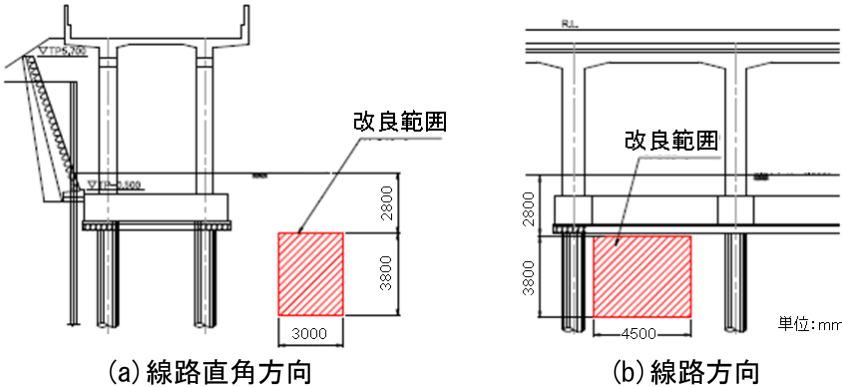


図 4 試験施工断面

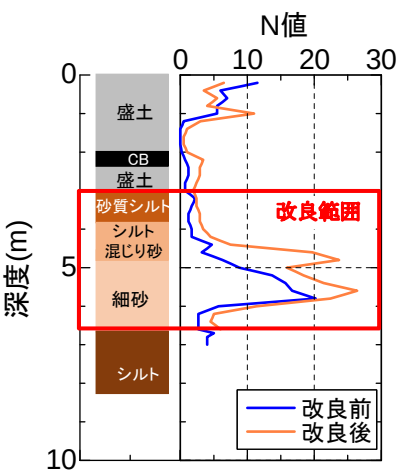


図 5 試験施工改良前後の N_d 値

実施した。施工断面を図 4 に示す。改良前後に実施したミニラムサウンディング試験の結果得られた注入前後の N_d 値を図 5 に示すが、改良範囲において N_d 値の増加が確認できた。また、各層でバラツキはあるものの、実施注入率 10% に対して平均 4.8% の有効注入率が得られており、事前検討で想定した注入を概ね実施出来ることを確認した。

4. まとめ

本稿では、脈状地盤改良工法による北千住駅付近の液状化対策の適用性に関する事前検討および試験施工による確認について報告した。これを元に実施した施工結果については別報³⁾で報告する。

参考文献 1)井澤ら、脈状地盤改良工法による液状化対策発表会，基礎工，2015.2)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，2012 3)石橋ら、脈状地盤改良工法による北千住駅付近の液状化対策 施工および品質確認、第 74 回年次学術講演会，2019.

表 2 試験施工における有効注入率

下面 深度 m	土質データ				改良前		改良後		有効 注入率 %	平均有効 注入率 %	備考
	Fc %	σ _v kN/m ³	e _{max}	e _{min}	N _d 値	間隙比	N _d 値	間隙比			
1.00	26.5	7.4	1.530	0.812	7.1	1.075	5.2	1.141	0.0	-	-
2.00	26.5	18.7	1.530	0.812	0.9	1.379	2.7	1.268	0.0	-	-
2.80	26.5	25.6	1.530	0.812	0.8	1.393	2.6	1.283	0.0	-	-
4.00	26.5	32.4	1.530	0.812	1.5	1.348	2.6	1.291	2.4	4.8	改良範囲
5.00	32.5	40.9	1.650	0.860	3.9	1.341	12.4	1.098	10.4		
6.00	9.2	49.7	1.184	0.674	14.9	0.808	20.7	0.741	3.7		
6.60	9.1	59.1	1.182	0.673	3.3	1.012	5.8	0.957	2.8		