

国際線地区取付誘導路の液状化対策（その2）－高圧噴射攪拌工法－

三信建設工業株式会社 正会員 ○ 新坂 孝志 萩原 耕太  
 大成建設株式会社 正会員 土方 遍 正会員 辻岡 伸昭  
 大成建設株式会社 正会員 増田 知浩 正会員 渡辺 洋子  
 国土交通省 東京空港整備事務所 松尾 秀典

1. はじめに

東京国際空港国際線地区では国際線 9 万回への増枠に対応するため、PFI 事業によりエプロンの拡充を図っている。また、エプロンへの取付誘導路の整備として、液状化対策工および舗装工を中心とした国直轄工事が、2014 年の一部供用開始に向けて行われた。

本報は、取付誘導路の液状化対策として行われた対策工事のうち、既設の幹線排水管が施工範囲の近傍にあるために採用された高圧噴射攪拌工法について報告するものである。

2. 施工概要

図-1 に本工事の施工箇所を示す。本工事は、B 誘導路からエプロンにかけての取付誘導路の液状化対策を行うものである。事業境界よりエプロン側については、PFI 事業として締固め工法および機械攪拌工法により液状化対策が行われている。また、事業境界より B 滑走路側については、国直轄事業として、B 滑走路建設時に締固め工法による液状化対策が行われている。本工事で対象となるのは、新設される取付誘導路の未対策箇所である。当該施工エリアは B 滑走路運用のため、作業時間が限定されている。このため、空港の滑走路や誘導路の液状化対策として実績のある静的圧入締固め工法が採用された<sup>1)</sup>。ただし、対策エリアの一部については既設幹線排水管に近接しており、変位等の影響が懸念されたため<sup>2)</sup>、静的圧入締固め工法は適用できなかった。また、当該対策範囲の土質は細粒分含有率が 40%以上の箇所が多いため<sup>1)</sup>、薬液注入工法の適用もできなかった。そこで、幹線排水管の近傍については高圧噴射攪拌工法(V-JET 工法<sup>3)</sup>)が採用された。

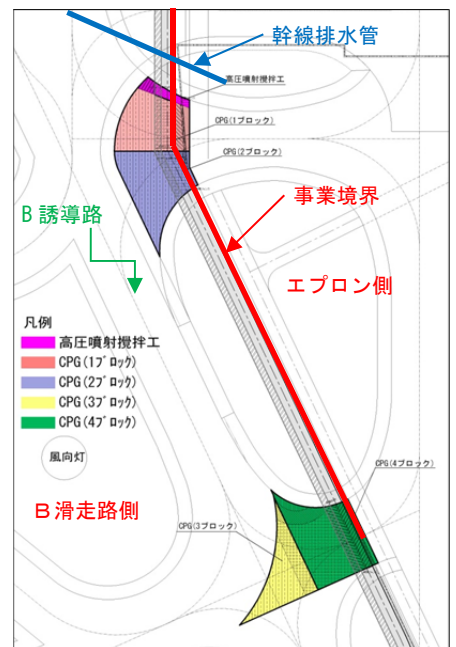


図-1 施工平面図

図-2 に高圧噴射攪拌工法の改良範囲および計測位置を示す。高圧噴射攪拌工は有効径が  $\phi 3,500\text{mm}$  で、標準型が 11 本、揺動型が 8 本の合計 19 本である。造成長は、いずれも 10.1m である。改良範囲の近傍には既設の幹線排水管( $\phi 1650 \times 3$  条)が存在する。このため、幹線排水管の健全性を確保しながら施工する必要があった。そこで、幹線排水管側の 1 列については、施工時に発生する地盤の緩みを最小限にするために、揺動型の噴射による施工を採用し、半円形状となるように配置した。また半円形状にすることにより、高圧噴射攪拌工法の噴射ノズルが幹線排水管側へ向けることなく施工することも可能となった。

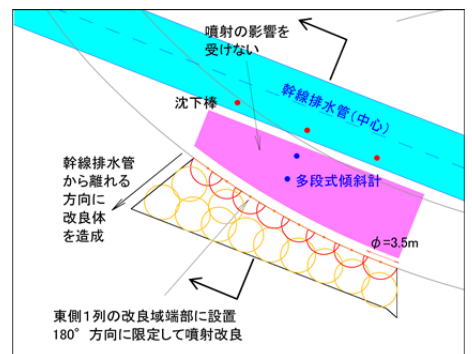


図-2 高圧噴射攪拌工法の改良範囲および計測位置

図-3 に標準断面図を示す。対象となる土層は、 $N=7\sim 13$  の As1 層(砂質土)と、 $N=2\sim 5$  の Ac2U 層(粘性土)である。高圧噴射攪拌工法は、一般的に土質と N 値から有効径を設定しているが、これら 2 つの土層

に対し同じ造成時間で施工すると、有効径が大きく異なるものとなる。そこで、表-1 の設計仕様一覧に示すように、土層ごとに造成時間を変化させ、有効径の均一化を図った。

写真-1 に施工状況を示す。当現場は夜間のみの施工で、昼間は開放する必要があるため、車載式プラントを採用した。施工順序は、幹線排水管への影響を少なくするため、幹線排水管側を先行し、順次離れる方向に施工した。削孔は、φ142mm(回転)またはφ200mm(揺動)のケーシングパイプを使用した先行削孔方式で行った。削孔が完了した後、表-1 に示す仕様にて造成を行った。

幹線排水管への影響を監視するため、幹線排水管の直上に沈下棒を設置し、トータルステーションを使用した計測管理を行った。また、施工エリアと既設排水管の間に多段式傾斜計を設置し、地中の側方変位を計測した。効果確認については、施工後にチェックボーリングを3箇所行い、一軸圧縮試験により強度を確認した。

3. 施工結果

図-4 に、施工エリア側に設置した多段式傾斜計による地中側方変位の計測結果を示す。幹線排水管の許容変位量(管理値)±87mm に対し、最大の変位量は最大で 5.9mm であった。また、幹線排水管側に設置した傾斜計による地中側方変位の計測結果は、最大で 4.0mm であった。幹線排水管に設置した沈下棒による鉛直変位の計測結果では、幹線排水管の許容変位量(管理値)±87mm に対し、最大で 5.1mm であった。また、事前および事後にトータルステーションにより排水管を直接計測し、動いていないことを確認した。

表-2 に一軸圧縮試験結果を示す。目標強度が As1 層(砂質土層)で 3.0MN/m<sup>2</sup>、Ac2U 層(粘性土層)で 1.0MN/m<sup>2</sup> であったのに対し、全ての層で目標強度を満足する結果が得られた。

このように、水平変位および鉛直変位は許容変位量に対し 1 割以下で、幹線排水管の健全性を確保しながら施工が完了した。

4. まとめ

供用中の空港施設である幹線排水管の近傍にて、高圧噴射攪拌工法(V-JET 工法)を併用して液状化対策を行った。この結果、揺動型の施工を併用し、計測管理を行うことにより、既設幹線排水管の健全性を確保しながら施工することができた。

【参考文献】

- 1) 辻岡・土方・増田・渡辺・新坂・萩原・松尾：国際線地区取付誘導路の液状化対策(その1)ー静的圧入締固め工法ー，土木学会第69回年次学術講演会，2014(投稿中)。
- 2) 八木橋・松下・山本・菅野・井上・小西・足立・大沢：液状化対策としてのコンパクショングラウチングの施工事例，第4回地盤改良シンポジウム，pp.149-154，2000。
- 3) 山崎淳一：大口径高速施工の高圧噴射攪拌工法 V-JET 工法の概要と適用例，土木施工，Vol.53，No.5，pp.26-29，2012。

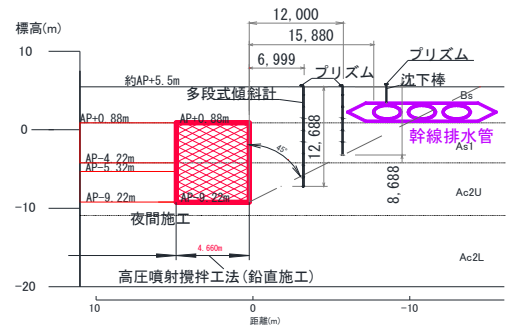


図-3 標準断面図

表-1 設計仕様一覧

タイプ		V2	
		A	B
噴射圧力 (MPa)		35	
硬化材吐出量 (L/min)		360	
有効径 (m)	砂質土 $N \leq 50$	3.5	4.0
	粘性土 $N \leq 3$		
	砂質土 $50 < N \leq 100$	3.2	3.6
	粘性土 $3 < N \leq 5$		
	砂質土 $100 < N \leq 150$	2.8	3.2
	粘性土 $5 < N \leq 7$		
造成時間 (min/m)		10	14



写真-1 施工状況

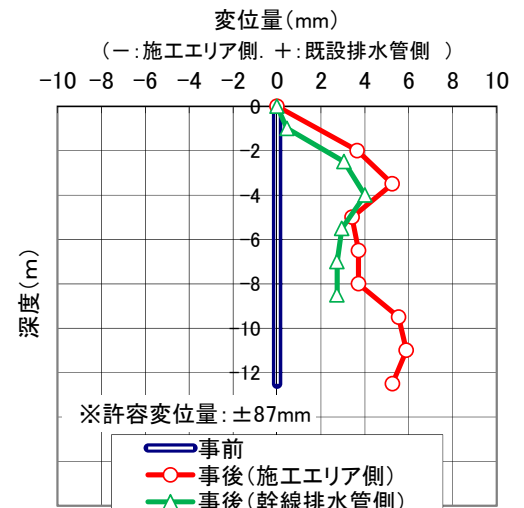


図-4 地中水平変位

表-2 一軸圧縮試験結果

	土質区分	目標強度	一軸試験結果 (MN/m <sup>2</sup> )
No.2	As1	3.00	3.34
	Ac2U	1.00	3.89
No.3	Ac2U	1.00	3.62
	As1	3.00	5.10
No.4	Ac2U	1.00	4.04
	Ac2U	1.00	3.06
No.4	As1	3.00	5.08
	Ac2U	1.00	1.57
	Ac2U	1.00	5.13