

揺動式高圧噴射攪拌工法による既設下水管周辺の液状化対策

不動テトラ 正会員 ○村上 恵洋, 正会員 尾形 太, 井戸田 幹二
大興建設 長瀬 和夫, 松浦 友記博

1. はじめに

高圧噴射攪拌工法は、シールド機械の発進・到達の防護、立坑の底盤改良など仮設としての適用事例が多いが、近年では耐震補強や液状化対策などの本設利用としての適用事例が増えてきている。またその際に供用中の既設構造物へ近接した施工となる場合が多く、既設構造物への影響を抑えながら施工する必要がある。

愛知県内で実施された道路改良工事において道路盛土直下の液状化対策として静的締固め砂杭工法による液状化対策が計画されたが、一部のエリアにおいて、地中深くに埋設されている既設下水管(内径 ϕ 1,800mm、セグメント外径 ϕ 2,350mm)が存在したことから、管渠周辺部は地盤変位を伴う静的締固め砂杭工法の適用が困難と判断された。そこで地盤変位が小さい2重管式の高圧噴射攪拌工法を用いて既設下水管周辺を固化する案が採用された。

以下では、工事の概要および施工方法と動態観測結果について述べる。

2. 工事概要

本工事は、道路盛土の液状化対策として、揺動式高圧噴射攪拌(FTJ-FAN)工法により既設下水管を巻き込みながら管渠の周辺部を固化改良する工事である。改良体の平面配置図および断面図を図-1、図-2に示す。

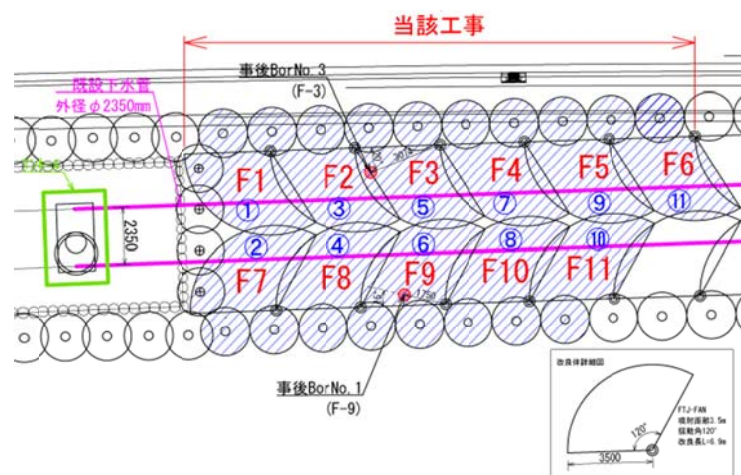


図1 地盤改良工平面図

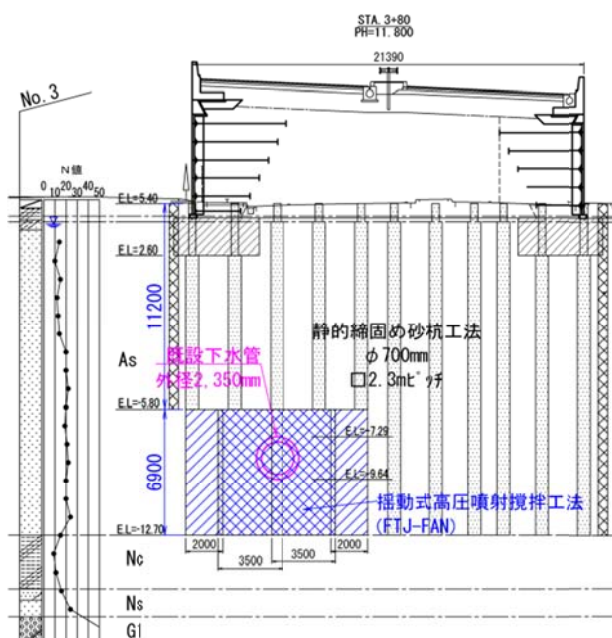


図2 地盤改良工断面図と土質条件

3. 工法概要と施工方法

(1) 工法概要

FTJ-FAN 工法は攪拌翼の正面にほぼ水平に取り付けた複数の噴射ノズルから高圧かつ大流量の固化材スラリーをエアと共に揺動噴射させることで、扇状あるいは矩形(長方形)状の改良体を造成可能な工法であり、既設構造物に対して、離れた位置から、必要箇所のみを無駄なくかつ低変位で改良できる工法である。

(2) 噴射テスト

施工前に改良エリア外において塩ビ管 ϕ 25mmによる確認孔を設置(図-4)後、改良半径と同じ3.5m離れた位置から噴射改良を実施したところ、塩ビ管からスラリーの噴出が確認された。このことから、所定の改良径(半径3.5m)の扇状改良が可能と判断し、本施工を実施した。

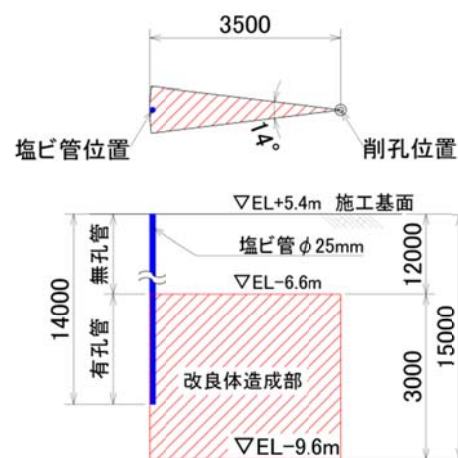


図3 噴射テスト概要

キーワード 高圧噴射攪拌, 近接施工, 液状化対策

連絡先 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町7番1号 (株)不動テトラ地盤事業本部 TEL 03-5644-8534

(3) 施工手順

施工手順は、先に静的締固め砂杭工法により既設下水管上部を締固め改良した後に、高圧噴射攪拌工を実施した。また、高圧噴射攪拌工法の打設順序としては、既設下水管の両脇を交互に改良する順序（図-1）で施工した。

(4) 施工中の動態観測方法

施工中の動態観測方法は、施工前後に下水管内部の損傷調査を直接目視にて行うと共に、固定式傾斜計を設置し施工中の自動計測を行った。

4. 施工状況と動態観測結果

既設下水管の深度は GL-12.7m～15.0m であるが、FTJ-FAN 工法は、改良下端の GL-18.1m まで削孔後に、改良下端 GL-18.1m から改良天端の GL-11.2m まで揺動噴射を繰り返し改良体を造成する。施工中は埋設管に設置した固定式傾斜計の動きをモニタリング画面で観測しながら施工を行った。周辺地盤変位を抑制するためには排泥を地表面にエアリフトさせる必要がある。そこで削孔穴が閉塞しないよう監視しながら施工した。また揺動を一旦停止する場合には、噴射口が下水管の方向に向かないように配慮した。施工状況を写真-1 に示す。FTJ-FAN 工法の施工中は、削孔穴から排泥がエアと共に地表に排出され、排泥と共に既設下水管の外周部に充填されたシールドの裏込め材（CB 材）の欠片が多量に噴出した。動態観測結果を図-4 に示すが、下水管の上部を噴射して解泥した際に、若干浮き上がる傾向を見せたが、全施工期間中の最大変位は 5.8mm であり、許容変位量 12mm の半分程度に収まった。



写真1 施工状況写真

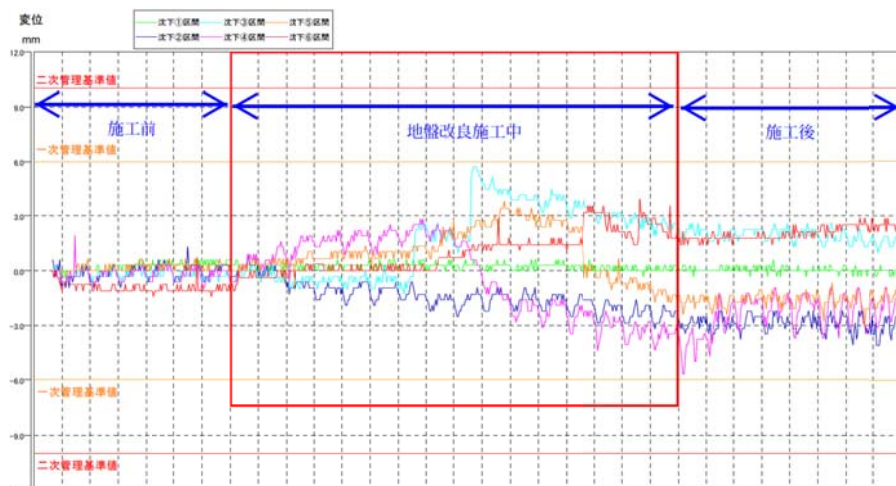


図4 動態観測結果

5. 改良効果

施工後の事後調査ボーリングは、品質管理基準に示す D/4 の位置 (Bor.No.1) および改良体のラップ部 (Bor.No.3) で実施した。（図-1）2本のボーリング共、コアの状態は良好で、特にラップ部の No.3 では F-2 で造成した改良体に F-3 からの噴射で切削されて再固化した跡（写真-2 の白印箇所）がみられ、噴射到達距離が 3.5m 以上であったことが分かる。コア採取後の一軸圧縮試験の結果でも改良強度は $quf=1,785 \sim 2,743 \text{ kN/m}^2$ （平均 $2,230 \text{ kN/m}^2$ ）と設計基準強度（ $quck=200 \text{ kN/m}^2$ ）を十分満足する結果となった。

6. おわりに

任意の角度で扇状の固化改良体が造成可能な FTJ-FAN 工法により、供用中の下水管を巻き込む形状の固化改良に適用した事例を報告した。本工事で得られた知見を以下にまとめる。

- ①揺動式高圧噴射攪拌（FTJ-FAN）工法により供用中の下水管を巻き込む形状での固化改良が可能である。
- ②排泥の排出状況を確認しながら施工することで埋設管渠への変位影響も小さく抑えられる。

本報告にご協力頂いた、愛知県一宮建設事務所・大興建設の関係者各位に深く感謝の意を表します。

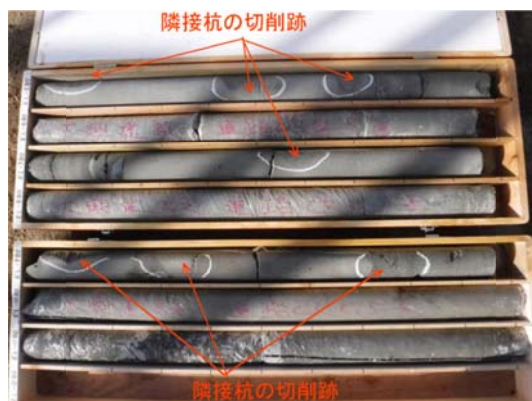


写真2 コア写真