

2. 扇形および矩形断面を造成できる高圧噴射攪拌工法の紹介

－ FTJ-FAN (エフティージェイファン) 工法 －

株式会社不動テトラ ○ 深田 久

1. はじめに

高圧噴射攪拌工法は、超高圧のジェット噴流によって地盤を切削し、セメント系の材料（固化材）を用いて固化改良体を造成する地盤改良工法である。近年では、耐震化等のニーズを受けて、高圧噴射攪拌工法の用途も広がっており、既設構造物直下を施工する事例も出てきている。しかしながら、従来の高圧噴射攪拌工法では、既存躯体を貫通する削孔や、大断面の円形改良体を構造物の外周部から造成する必要があり、経済性や施工性における課題があった。

そこで、既設構造物の外周部から固化材スラリーを構造物直下方向に噴射し、改良体を造成することで躯体の撤去もしくは削孔を必要とせず、無駄のない効率的な改良体の配置が可能な揺動式複流線固化材スラリー噴射攪拌工法【以下、本稿ではFTJ-FAN (エフティージェイファン) 工法とよぶ】を開発した。ここでは、FTJ-FAN工法の概要および特徴と、既設河川堤防の耐震補強の事例を紹介する。¹⁾

2. FTJ-FAN工法の概要

FTJ-FAN工法は、図-1、図-2 に示すように、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揺動噴射させることで、任意の角度の扇形あるいは矩形(長方形)状の改良体を地盤内に造成する工法である。

FTJ-FAN工法の特徴を以下に示す。

- ①超高圧固化材スラリーの周囲にエアを沿わせるエア併用施工（二重管）により、周辺地盤、構造物への変位影響を抑制しながら、地盤改良体の造成が可能である。
- ②揺動ジェット方式の採用により扇形あるいは矩形（長方形）の改良体の造成が可能で、効率よく改良体を配置できる。（写真-1、写真-2 参照）

③自走式施工機を使用するので機動性に富む。

扇形タイプの標準的な噴射距離は、砂質土地盤で半径 3.5m、粘性土地盤で半径 3.0m、最大噴射距離の実績は砂質土地盤で半径 4.0m である。扇形の揺動角度は 180° まで任意に設定可能である。矩形タイプは噴射距離 4.0m、改良幅 0.5m である。なお、噴射仕様は地盤条件や施工条件に合わせて決定する。改良体の設計基準強度は砂質土地盤で $q_u=3,000\text{kN/m}^2$ 、粘性土地盤で $q_u=1,000\text{kN/m}^2$ を標準仕様とする。適用地盤は、砂質土地盤で $N\leq 30$ 、粘性土地盤で $N\leq 3$ を対象としている。

FTJ-FAN工法には、12t 級の超小型施工機と 25 t 級の小型施工機の 2 種類があり、自走式のため機動性に富み、小型のため狭隘地への適用性が高い。

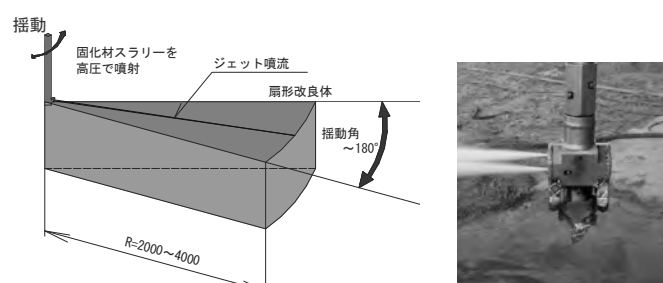


図-1 扇形タイプの噴射模式図とスラリー噴射状況

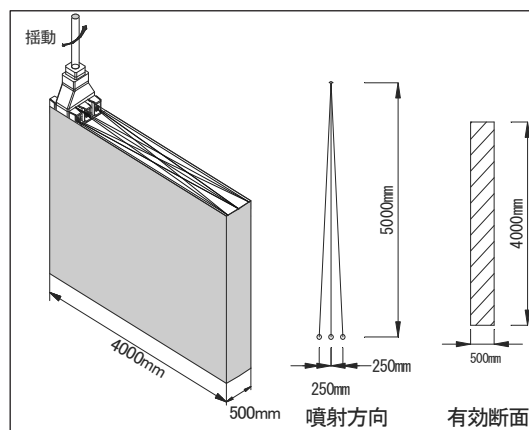


図-2 矩形タイプの噴射模式図

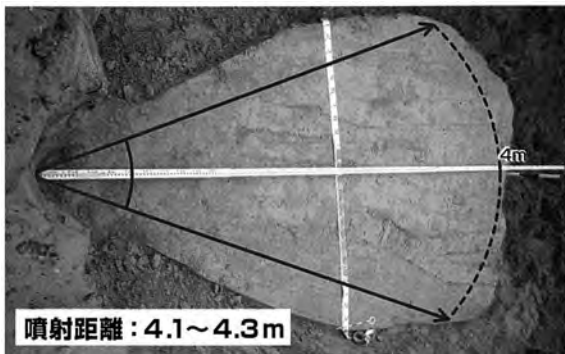


写真-1 扇形改良体の出来型形状



写真-2 矩形(長方形)改良体の出来型形状

3. 施工事例

既設の河川堤防の特殊堤の直下地盤の液状化対策を目的として施工した事例を紹介する。当地区では図-3に示すように、川裏側に民地が迫っており施工ヤードの確保が困難であった。そのため川表側(河川側)から既設構造物直下を固化する必要がある。さらに写真-3に示すように、施工区間の一部(延長140m)は、施工スペースが幅3.0m程度しか確保できず施工機の幅が2.3mであるので、施工機の横は人が一人歩ける程度であった。そのため、資機材等はフロート式台船に搭載することで施工を行った。

図-3に示すように必要改良幅4.8mを確保するために、FTJ-FAN工法と二重管式高圧噴射攪拌工法(エフツインジェット工法)を組み合わせた。FTJ-FAN工法は扇形の部分となり、揺動角 117° を基本に、一部線形および施工順序の関係から $53\sim 180$ 度、噴射距離の半径 $R=4.0$ mの扇形形状の施工をおこなった。円形の部分がエフツインジェット工法であり、改良径直径 $D=2.0$ mの円形状の施工を行った。

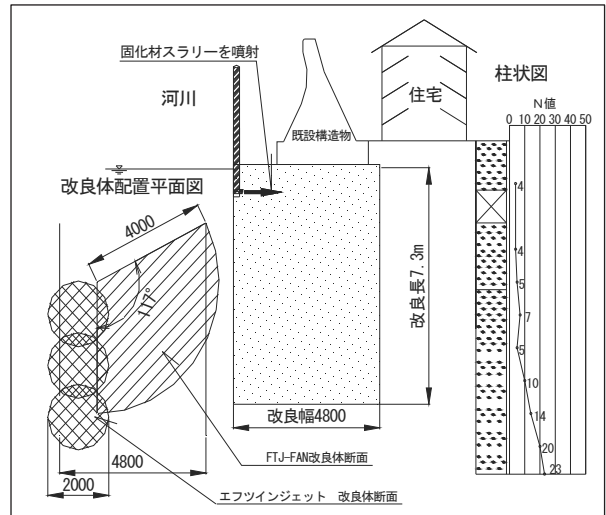


図-3 改良仕様の概要と原地盤柱状図



写真-3 特殊堤における施工状況

改良対象土層はN値=6~30程度の「細砂」である。細粒含有率(F_c)が1.3~4.5%と少なく、均等係数(U_c)は5.0以下と非常に粒径が揃っている。改良深度は地震時に「液状化する」範囲を網羅する深度で、改良率は100%である。施工後の出来形確認のため、鉛直ボーリングと斜めボーリングを実施し、改良体コアが全域で採取されたことを確認した。

4. おわりに

今後は、FTJ-FAN工法の施工ニーズに応じた技術の改善と更なる開発を進めていく所存である。

参考文献: 1) 秋間健, 岡戸雅則, 田中肇一, 大林淳: 既設河川堤防の耐震補強—FTJ-FAN工法—, 基礎工, 2016. 7.