

## ループ状攪拌翼を用いた地盤改良工法による鉄粉混合攪拌実験

西松建設（株） 正会員 ○武井正孝 西松建設（株） フェロー 稲葉 力  
山伸工業（株） 山下伸一 愛媛大学工学部 正会員 矢田部龍一

### 1. はじめに

高圧噴射攪拌による地盤改良工事では、ほとんどの場合、施工に伴い固化材の混入した汚泥を排出するので、これを廃棄物として処分しなければならない。著者らは、排泥を全く出さない地盤改良工法を開発した。この工法は、固化材と土の混合攪拌能力が高いことも特徴のひとつである。この特徴を活かし、本工法を原位置において浄化薬剤を混合する土壤汚染浄化工法として用いることを検討中である。その一環として、浄化薬剤として用いられる鉄粉のエア圧送および原位置混合攪拌実験を行い、さらに鉄粉の混合状況を確認するために、混合攪拌した地盤から試料を採取し、蛍光X線分析を行った。

### 2. 工法の概要

本工法は、機械攪拌と超高圧噴射攪拌を併用することにより地盤内に円柱状の改良体を造成するセメント固化系の地盤改良工法である。施工機械の概要を図1に示す。改良を行うアタッチメントは、単軸の二重管ロッドとそれを回すモーター、およびロッドの先端に取り付けられた攪拌翼などから構成されている。攪拌翼は、図1(b)に示すように、縦爪の付いたスクリー状の羽根が、球根状に巻かれた形状をしている。施工時には、まず攪拌翼を時計回りに回転させて所定の深度まで削孔する。続いて攪拌翼の回転を反転させ、エアを下向きに、注入材を横向きに噴射しながら、注入材と土を混合攪拌しつつ攪拌翼を引き上げる。このとき攪拌翼は、注入材と土の混合物を羽根の間に取り込むとともに、下向きに送りかつ押し込む効果を発揮すると考えられ、これが排泥を出さなくする主な要因と思われる<sup>1)</sup>。なお、攪拌翼の大きさは最外径 300～1500mm の範囲でいくつかあるが、今回の実験では最外径 1000mm のものを使用した。また攪拌翼の回転数は最大で 30rpm 程度であり、今回の実験では 26rpm であった。

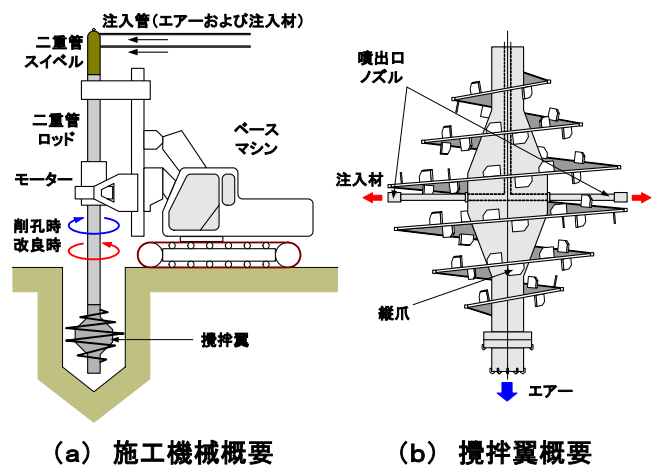


図1 施工機械概要

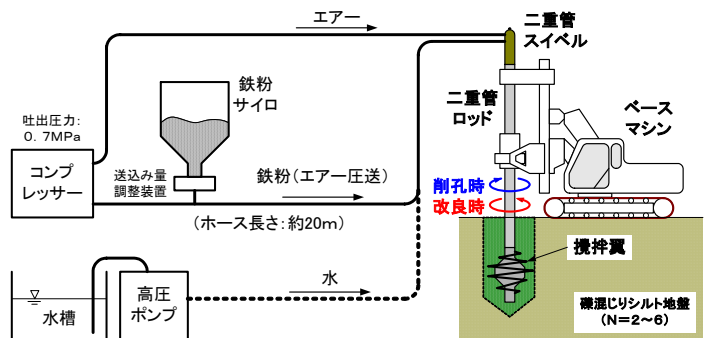


図2 鉄粉原位置混合攪拌実験概要

### 3. 実験方法および分析方法

鉄粉の原位置混合攪拌実験の概要を図2に示す。地盤は  $N=2\sim6$  の礫混じりシルト地盤である。使用した鉄粉は、見掛け比重 2.5 であり  $150\mu\text{m}$  のふるいを 90% 以上通過する粒度を持つ。この鉄粉を、注入材を送り込む経路を利用してエア圧送した。その際、送り込む量を調節する機構を設け、湿潤土質量あたり 5% 程度の量が送られるように調節した。混合攪拌の施工手順は、1)削孔 2)引上げ（エアと鉄粉を噴射）、3)再削孔、4)引上げ（エアと水を噴射）である。最後の引き上げ時に水を噴射するのは、鉄粉とともに液状の薬剤を送り込む浄化技術を想定しているためである。混合攪拌の実験条件と試料の採取位置を図3に示す。実験は引き上げ速度などを変えて4通り行った。混合攪拌終了後、図3(b)に示す4本のコア A～D を採取し、同図に示

キーワード：地盤改良、高圧噴射攪拌工法、鉄粉、土壤汚染浄化、蛍光X線分析

連絡先：〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間 2570-4 Tel.046-275-0089 Fax.046-275-6796

す5ヶ所の位置から輪切り試料を切り出し、蛍光 X 線分析に供した（Case5～9）。今回用いた蛍光 X 線分析装置は、堀場製作所製 X 線分析顕微鏡 XGT-2000 である。なお、コア試料の他に、現地の土と鉄粉を実験室内で所定の割合（0%、2.5%、5%、10%）で混合し、整形した試料の分析も併せて行った。

3. 分析結果および考察

分析により得られた蛍光 X 線マッピング画像（X 線画像を取り込む元素として FeK $\alpha$  を指定）の例を図4に示す。蛍光 X 線の強度が相対的に高い点が、走査範囲（4cm $\times$ 4cm）内に概ね均等に分布している。これらの画像からは、地盤内に送り込まれた鉄粉は、地盤内で比較的均一に分布するまで混合攪拌されたことが推測される。簡易定量分析の結果を表1に示す。かなりばらつきが大きいのが、今回の分析のみでは、必ずしも分析自体の補正が十分に行えていないことも考えられ、さらなる検討が必要と思われる。その他、簡易磁力分析の適用性についても検討したい。

4. おわりに

今回の実験に続いて、実際の汚染土地盤において浄化薬剤の送り込みおよび混合攪拌を行い、浄化効果を確認する実証実験を行う予定である。

謝辞： 蛍光 X 線分析の実施に際しご指導およびご協力頂いた愛媛大学工学部環境建設工学科土質・環境地盤研究室の横田公忠助教授および修士2年の浅木佑允氏に心より御礼申し上げます。

参考文献：1)武井ら：ループ状攪拌翼を用いた噴射攪拌工法の混合攪拌メカニズム，第38回地盤工学研究発表会，2003（投稿中）。

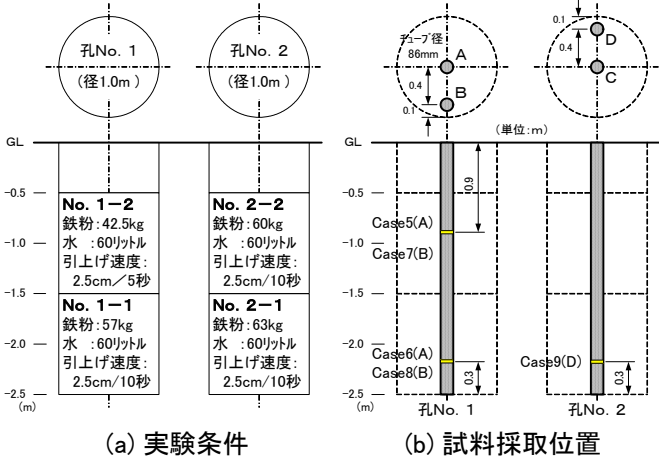


図3 混合攪拌実験条件および分析試料採取位置

表1 定量分析結果

| ケース   | 混合攪拌場所 | 鉄粉混合量 | Fe定量分析結果<br>(重量濃度%) |      |      |
|-------|--------|-------|---------------------|------|------|
| Case1 | 実験室    | 0%    | 4.09                | 4.13 | 6.47 |
| Case2 | 実験室    | 2.5%  | 5.49                | —    | —    |
| Case3 | 実験室    | 5.0%  | 7.83                | —    | —    |
| Case4 | 実験室    | 10.0% | 18.17               | —    | —    |
| Case5 | 原位置    | 約5%   | 3.92                | 8.20 | 6.51 |
| Case6 | 原位置    | 約5%   | 2.40                | 2.73 | 2.73 |
| Case7 | 原位置    | 約5%   | 5.58                | 2.74 | 6.48 |
| Case8 | 原位置    | 約5%   | 5.85                | 4.23 | 5.26 |
| Case9 | 原位置    | 約5%   | 6.84                | 7.85 | 6.60 |

注1) Case5～9の試料採取位置は図3(b)参照  
注2) 分析回数は、Case2～4が1回（1ヶ所）、他は3回（3ヶ所）

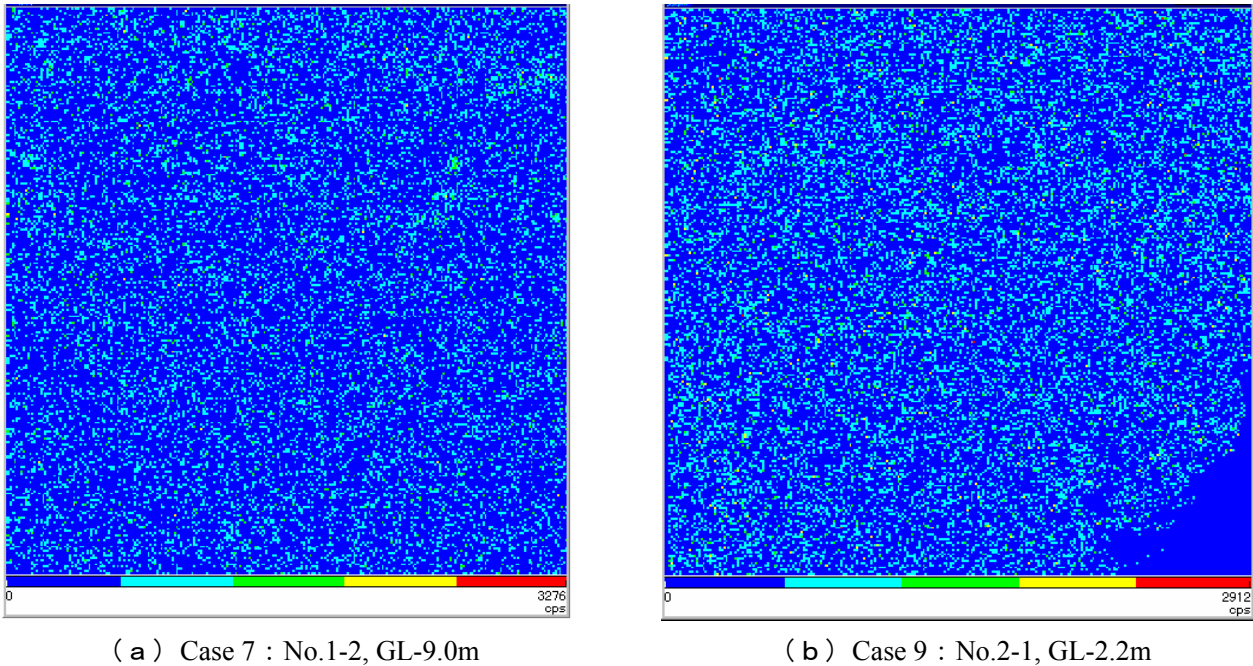


図4 蛍光X線マッピング画像例（Fe K $\alpha$ ：4cm $\times$ 4cm）