

# 懸濁型地盤注入材の砂地盤への浸透の可能性

三井化学産資株式会社	正会員	○櫻井康一
三井化学産資株式会社	正会員	西村 淳
三井化学産資株式会社	非会員	広瀬安治
三井化学産資株式会社	非会員	笹口 学
八戸工業大学	正会員	熊谷浩二
八戸工業大学	正会員	金子賢治

## 1. はじめに

懸濁型地盤注入材は、砂質土や砂礫土への浸透注入は困難であるとされ、これらの地盤には用いられてこなかった<sup>1)</sup>。しかし近年、超微粒子かつ低粘度タイプの懸濁型地盤注入材（以下：浸透性耐久グラウト材）が開発され、砂地盤への注入に用いられるようになってきている。

本稿では、人工土層注入試験により作成した注入固結体の出来形や、固結体の電子顕微鏡写真について紹介し、それらについて考察する。

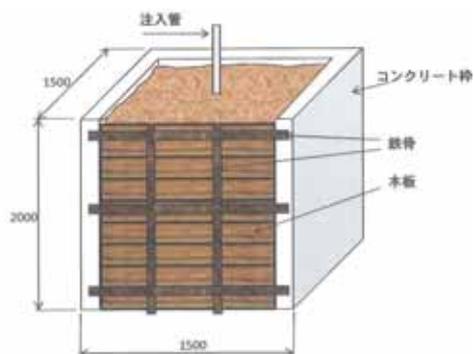


図-1 模擬地盤の全体図

## 2. 超微粒子懸濁型地盤注入材の概説

本稿にて紹介する浸透性耐久グラウト材は高炉スラグを主成分とし、アルカリ刺激剤等によりセメントと同様な水和硬化物を形成する。従って、従来の溶液型注入材よりも耐久性に優れた固結体を形成し、また高い固結強度を得ることができる。一方で、平均粒径が $4\mu\text{m}$ と超微粒子である上、特殊分散剤の働きにより極めて優れた分散性を有し、 $5\text{mPa}\cdot\text{s}$ 前後と極めて粘性が低い注入材である。

## 3. 人工土層注入試験<sup>2)</sup>

### 1) 試験条件

図-1のように、 $W1500\times L1500\times H2000$ のコンクリート枠を利用して砂による模擬地盤を造成し、浸透性耐久グラウト材の注入試験を行った。

試験槽の容量は $4.5\text{m}^3$ であり、対象地盤には平均粒径 $0.6\text{mm}$ の川砂を用いた。砂地盤の造成は、 $25\text{cm}$ 毎に水を添加しながら挿入型バイブレータで締固めながら行った。注入管（ $\phi 40.5\text{mm}$ ）は、事前に砂地盤の造成と同時に設置した。

注入は単管ロッド方式で行い、注入速度は $15\text{L}/\text{min}$ とした。注入量は $200\text{L}$ としたが、これは地盤の注入率を $40\%$ とした場合に改良径 $1\text{m}$ の球状の固結体が計算上得られる注入量である。

### 2) 固結体

4週間養生後に開削し、固結体の形状を確認した（図-2、図-3）。

得られた固結体は、水平方向の直径 $1.15\text{m}$ 、高さ方向 $0.91\text{m}$ の、注入口を中心としたやや扁平したきれいな球状を示した。後日実施した固結体のコア抜きサンプリングによる一軸圧縮試験でも、バラツキの少ない圧



図-2 固結体の全景写真

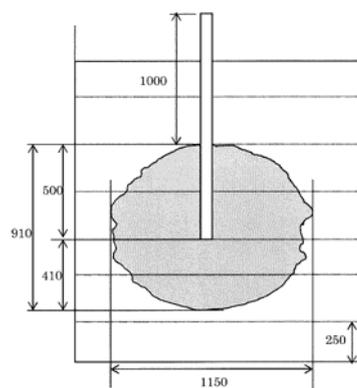


図-3 固結体の形

キーワード 超微粒子、懸濁型、人工土層注入試験、電子顕微鏡写真、浸透性

連絡先 〒113-0034 東京都文京区湯島3-39-10 三井化学産資株式会社 Tel 03-3837-5855

縮強度（平均 4.0MN/m<sup>2</sup>）であることを示している、均質な改良体であることが確認できた。

均質な砂地盤に溶液型地盤注入材を浸透させた場合、ほぼ球状の改良体が形成できることは、認知されている<sup>3)</sup>が、当注入試験により、懸濁型地盤注入材でも同様な改良体を形成することができた。

#### 4. 固結体の電子顕微鏡写真

##### 1) 撮影条件

装置：操作型電子顕微鏡（SEM） JSM-5410LV（日本電子製）

条件：低真空（LV）モード 反射電子像 加速電圧 15KW

倍率：×150 倍

観察面作成方法：試料を切断して新しい断面（10×10 mm）を出し、無蒸着にて撮影

##### 2) 観察結果

図-4は、浸透性耐久グラウト材を試料砂に浸透させて作成したサンドゲル試料を撮影したものである。0.1~0.15 mm（100~150 μm）の角張ったものが試料砂で、細かい粒が浸透性耐久グラウト材の個々の粒子である。浸透性耐久グラウト材の固結粒子が砂と砂との間の間隙にびっしり詰まっている様子がよくわかる。これは、当注入材の成分の粒径が細かいため砂粒子間の間隙を移動し易くなっており、そのためまんべんなく粒子が砂の間隙に密に入り込むことができたためと考えられる。また、注入材の粒子のひとつひとつが確認できるが、これは注入液の粒子の分散性が良好であり、固結するまで粒子同士が凝集していなかったことを示すものと考えられる。以上のような特徴を有していたため、当注入液は浸透性を持つことができるのと考えられる。

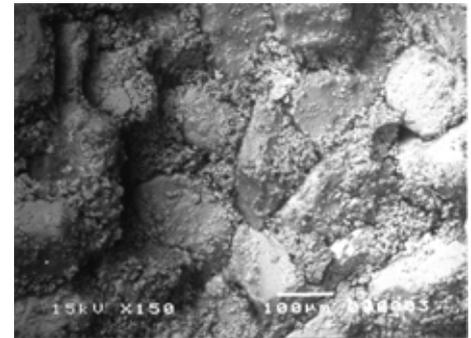


図-4 浸透性耐久グラウト材のサンドゲル電子顕微鏡写真

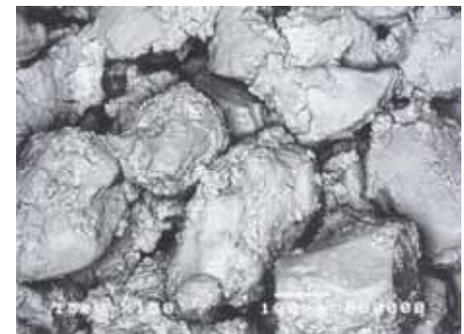


図-5 一般濁型地盤注入材の未浸透サンドゲルの電子顕微鏡写真

一方、図-5は一般懸濁型地盤注入材を用いて作成したサンドゲルである。この注入液は試料砂に浸透しなかったため、次善の方法として注入液と試料砂を均一に混合して固結させ、サンドゲルとしている。この写真によると、注入液が試料砂に付着して固結している様子はわかるが、砂粒子間の間隙はほとんど充填されず、すなわちほとんど浸透が成されていないことがわかる。また固結体については、粒子ひとつひとつはほとんど確認できず、凝集したものがそのまま固結したように見える。これは、注入液が固結する前から既に粒子同士の凝集が始まっており、それが砂粒子の表面に付着するだけで、大きくなった凝集体に浸透性能はほとんどなくなっていることを示すものとなっている。

以上のように懸濁型注入材で砂に浸透させようとするには、粒子径が大きな要素を占めることは確かであるが、同時に粒子同士の凝集をどれだけ抑えるかが重要になってくるものと考えられる。

#### 5. おわりに

浸透性耐久グラウト材は、既に 150 を超える施工実績を有しており、その注入対象地盤のほとんどが砂または砂礫であり、改良体の掘削による改良体の浸透状況も確認されてきた。

懸濁型注入材でも成分が超微粒子であり、さらに粒子同士の凝集を抑えられれば、砂地盤への注入による地盤改良は可能であると考えられる。

##### 【参考文献】

1) 社団法人日本グラウト協会；新訂正しい薬液注入工法，pp. 10，2007

2) 小池，平井，黒木，熊谷；超微粒子懸濁型地盤改良材の注入試験、土木学会代 59 回年次学術講演会，pp. 3-543，2004

3) 熊谷浩二；砂質土地盤における薬液注入効果に関する基礎的研究，1995