

Ⅲ - B230 不均質供試体に対する割裂方向制御（FDC）グラウチング工法の室内実験

建設省土木研究所 フェロー 藤澤 侃彦¹・吉田 等¹・正会員 山口嘉一¹
日特建設 正会員 ○松井 孝²

1. はじめに

割裂方向制御（FDC）グラウチング工法は、河川の流向に直交する鉛直面にグラウト脈を形成することにより効果的な遮水性の改良を目指す工法である。室内基礎実験では、均質な懸濁液ホモゲル（セメントベントナイト）および砂供試体において所定方向への鉛直グラウト脈の形成が可能であることを確認した^{1),2)}。また、マサ地盤において実施した原位置試験では、注入孔軸から50cm未満の範囲では概ね意図した方向の鉛直グラウト脈が形成されるとともに既存の割れ目・シームにもグラウトが注入された^{3),4)}。今回は、難透水である懸濁液ホモゲル中に透水層（弱層）を設けた不均質な供試体に対して、FDCグラウチング工法およびステージ注入工法を模擬した室内注入実験を行い透水層がグラウト脈・割裂脈の進展方向に与える影響および透水層の改良状況を観察した。

2. 実験方法

実験装置および注入モールドは前報^{1),2)}に準じたものを使用した。注入の対象となる供試体は、難透水層にはゲルタイムを調整できる懸濁液ホモゲル（超微粒子セメント+純粋シリカ）を、透水層には川砂を使用して作製した。作製した供試体の物性を表一、2に示す。注入条件を表一3に示す。注入は、図一1に示すように予め埋設したFDC注入管から注入する方法（タイプa）および円形裸孔から直接注入材料を注入する方法（タイプb）の2種類で実施した。FDC注入管は、鉛直スリットの長さを40cm、吐出方向をNS2方向としたものを使用した。透水層は、注入孔に対して連続している水平層状の形状（ケース1、3）および連続していない円弧状の形状（ケース2）で作製した。注入実験は、グラウト用ポンプを使用して、W/C=4のセメントミルクを5.0ℓ/minで注入し、モールド外周面から注入材料が吐出した時点から約10分間注入を継続して終了した。注入中の注入圧力および流量は、自記記録した。

3. 実験結果

グラウト脈・割裂脈の形成および透水層の砂の固結状況を図一2に示す。これらの実験結果から得られた知見を以下にまとめる。

- ① 鉛直スリットを設けたFDC注入管を用いた方法では、難透水層の懸濁

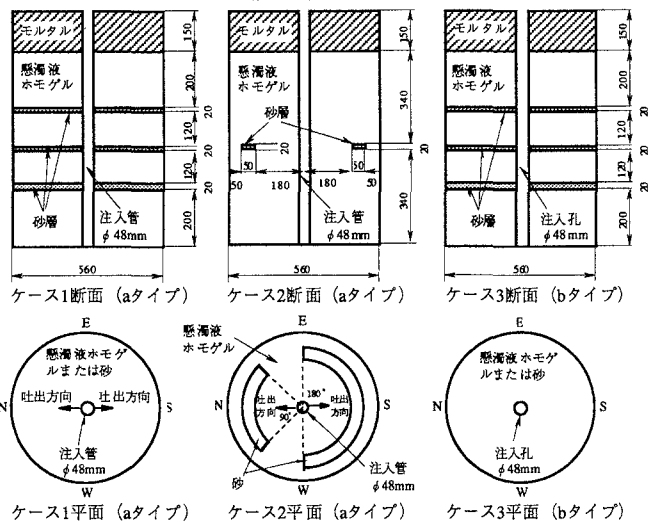
表一 難透水層の物性

表二 透水層の物性

項目	試料	懸濁液ホモゲル	項目	試料	砂
配合	A液 シリカ:水=1:3 B液 セメント:水=1:2.53		湿潤密度 ρ_i (g/cm ³)		1.49
密度 ρ (g/cm ³)		1.16	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)		1.35
一軸圧縮強さ (3日) qu_3 (kgf/cm ²)		8.90	含水比 w (%)		10.8
変形係数 E_{50} (kgf/cm ²)		1,200	透水係数 k (cm/s)		3.9×10^{-2}

表一3 注入条件

ケース	タイプ	スリットタイプ	透水層形状	スリット長/注入区間長	吐出方向
1	a	鉛直スリット	水平層状連続	$\ell=40$ cm	NS2方向
2	a	鉛直スリット	円弧状不連続	$\ell=40$ cm	NS2方向
3	b	円形裸孔	水平層状連続	$\ell=70$ cm	全面

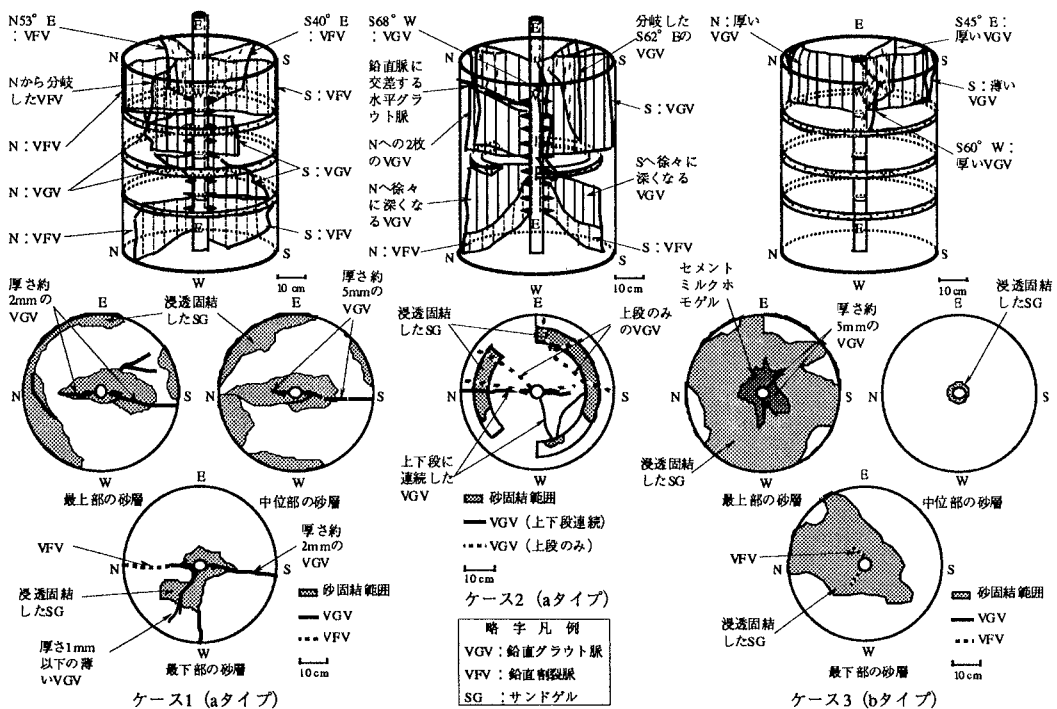


図一 供試体の構造

キーワード：FDCグラウチング工法、割裂注入、浸透注入、軟岩、室内実験

¹〒305 茨城県つくば市大字旭1番地 TEL 0298-64-2211 FAX 0298-64-0164

²〒104 東京都中央区銀座8-14-14 TEL 03-3542-9298 FAX 03-3542-9117



図一2 グラウト脈・割裂脈の形成状況および砂層の固結状況

液ホモゲルにおいて概ねスリットを設けた方向に割裂が生じ鉛直グラウト脈が形成されるとともに、透水層である砂層をも割裂して鉛直グラウト脈が進展していた（ケース1，2）。

- ② FDC注入管を用い連続している水平層状の透水層を設置した場合では、透水層の砂層においてスリット方向に延びている鉛直グラウト脈周辺および外周部の砂にグラウトが注入され浸潤固結したが、砂層全体の固結ではなかった（ケース1）。
- ③ FDC注入管を用い連続していない円弧状の透水層を設置した場合では、鉛直グラウト脈を通してグラウトが注入され砂層の約60～70%が浸潤固結した（ケース2）。
- ④ 円形裸孔から直接注入する方法では、最上部の砂層より上部の懸濁液ホモゲルのみに4方向の鉛直グラウト脈が形成されたものの指向性はみられなかった。一方、最上部の砂層はほぼ全域（約90%）が固結しており注入孔周辺ではセメントミルクホモゲルが形成された。中位部の砂層は固結しなかったが、最下部の砂層の約40%が浸潤固結した（ケース3）。

4. まとめ

FDCグラウチング工法を模擬したケース1，2の実験では、難透水懸濁液ホモゲルおよび透水砂層ともに概ねスリット方向に進展する割裂注入による鉛直グラウト脈が形成され目的を達したが、砂層へのグラウトの浸透注入は部分的であり、特にケース1では割裂部周辺に限られた。ステージ注入工法を模擬したケース3の実験では、供試体に意図する方向の鉛直グラウト脈が形成されなかったが、より広い範囲に、かつ等方的に砂層にグラウトが浸潤、固結していた。

以上の結果から、注入孔と連続する透水層の存在する不均質な軟岩地盤に対しては、高透水層を注入管設置前にシール材の低圧注入により等方的に改良し、孔周辺を難透水性とした後FDCグラウチング工法を適用することで、透水層の改良範囲を広めたいうで指向性の高いグラウト脈を形成できると考えられる。

参考文献

- 1) 藤澤 他(1994)：グラウト脈の進展に関する室内基礎実験観察，土木学会第49回年次講演概要集，第Ⅲ部，pp.1544～1545。
- 2) 藤澤 他(1995)：割裂方向制御グラウチングに関する基礎的実験，ダム工学，No18，pp.13～22。
- 3) 藤澤 他(1995)：割裂方向制御グラウチング工法の原位置試験，ダム工学，No19，pp.4～15。
- 4) 藤澤 他(1996)：マサ地盤における割裂方向制御（FDC）グラウチング工法の原位置試験，第31回地盤工学研究発表講演集，pp.127～128。