

III-312 岩盤内亀裂におけるグラウトの流動特性に関する実験的検討

建設省土木研究所 ○正会員 齊藤 正明 正会員 永山 功
正会員 則松 秀晴 正会員 佐々木 隆

1. はじめに

ダムの施工では、通常、基礎岩盤の遮水性を改良する目的で、岩盤中の亀裂にセメントミルク(グラウト)を充填するグラウチングが実施される。しかし、グラウチング仕様は、各現場で試行錯誤的に決定しているのが現状であり、対象となる基礎岩盤に最適なグラウチング仕様を合理的に決定する手法の確立が強く望まれている。そのためには、まず、岩盤内に注入されたグラウトの基本的な流動特性を把握する必要がある。

本論文は、岩盤内の開口亀裂にグラウトが注入される場合を想定し、単純な開口亀裂模型に対してグラウトの注入実験を実施し、その流動特性について検討した結果を報告するものである。

2. 実験概要

実験装置の概要を図-1に、亀裂模型を図-2に示した。亀裂模型はアクリル製で厚さ1mm、幅20mmの流路となっており、屈曲角度 θ を 45° 、 90° 、 135° とした3種の屈曲亀裂モデルおよび屈曲のない直線亀裂モデルの計4種とした。模型への注入材料は、水および2種類の配合のグラウト(濃度:セメント水比 $C/W=0.25$, 1)とし、注入したときの圧力および流量を計測した。

3. 実験結果

3.1 屈曲角度と損失係数の関係

直線亀裂模型での計測結果より、摩擦損失水頭 Δh と平均流速 V との関係を求めたものが図-3である。図中の曲線は、低濃度のグラウト($C/W=0.25$)および水ではその流れが乱流状態と考えられるため、これを放物線で近似した。また、高濃度のグラウト($C/W=1$)ではその流れが層流から乱流の遷移領域にあって、これを放物線で近似することができないため、データをなめらかに結ぶ曲線で近似することとした。次に、図-3に示した摩擦損失水頭の近似曲線をもとに屈曲亀裂模型の実験での摩擦損失水頭を求め、全損失水頭からその値をさし引くことにより、屈曲損失水頭を求めた。平均流速と屈曲損失水頭の関係として表したものが図-4である。なお、図には次式で定義した近似曲線を併せて示した。

$$\Delta h_B = f_B \cdot \frac{V^2}{2g} \quad \dots\dots(1)$$

ここで、 Δh_B は屈曲損失水頭、 f_B は屈曲損失係数、 V は平均流速、 g は重力加速度である。また、図-5には屈曲損失係数と屈曲角度の関係を示した。図-4を見ると、水、低濃度のグラウト($C/W=0.25$)および高濃度のグラウト($C/W=1$)とも屈曲角度が大きくなると屈曲損失水頭は増加することがわかる。また、図-5より、屈曲損失係数の大きさは、水および低濃度のグラウト($C/W=0.25$)に比べ、高濃度のグラウト($C/W=1$)の方が大きいことがわかる。

3.2 屈曲損失と注入量

ここで、流路全長 L が20cmで屈曲(屈曲角度 θ)が1箇所あるモデ

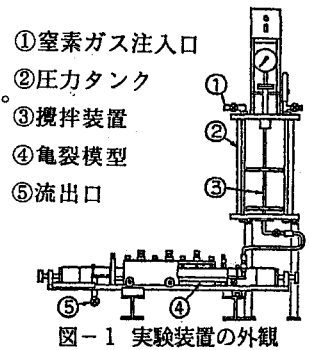


図-1 実験装置の外観

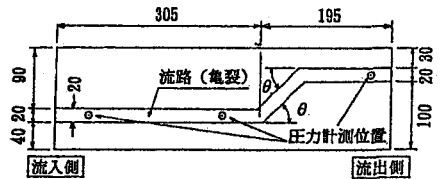
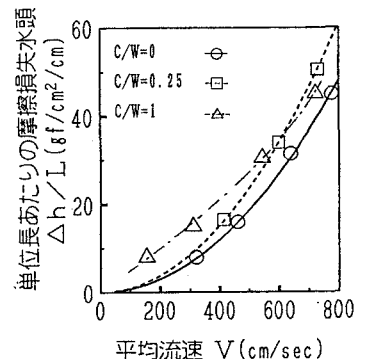


図-2 亀裂模型

図-3 平均流速と摩擦損失水頭
(直線亀裂モデル)

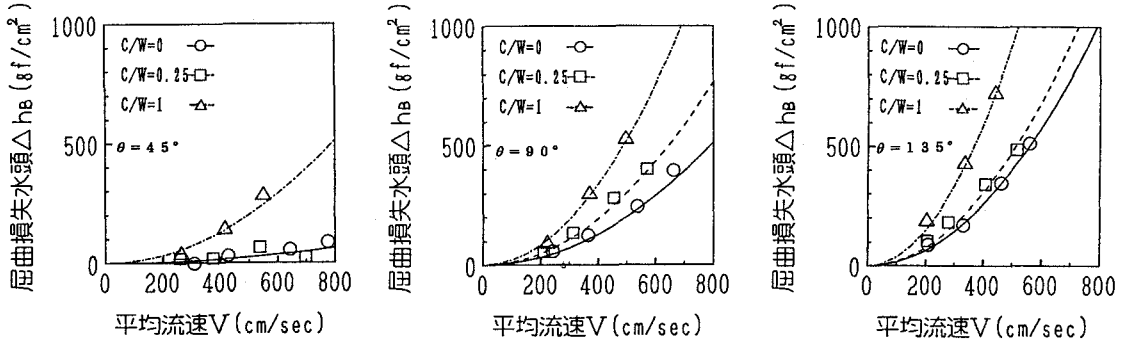


図-4 平均流速と屈曲損失水頭

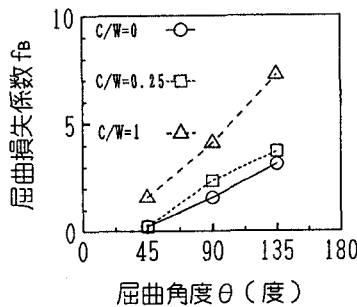


図-5 屈曲角度と
屈曲損失係数

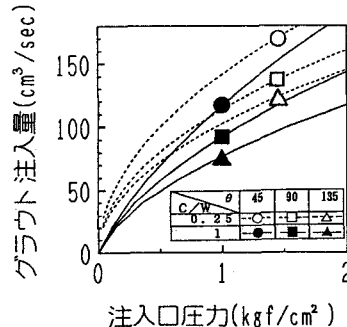


図-6 注入口圧力と
グラウト注入量

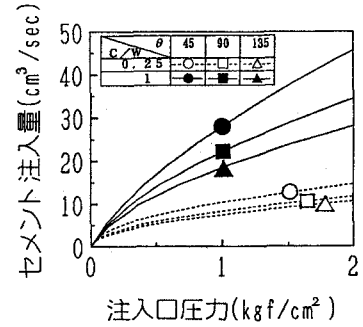


図-7 注入口圧力と
セメント注入量

ルを設定し、図-3、4に示した曲線をもとに任意の平均流速での摩擦損失水頭および各屈曲角度での屈曲損失水頭の値を求めた。次に、これらの値を加えた全損失水頭を注入口での注入口圧力としたときに、注入口圧力とグラウト注入量との関係を示したのが図-6である。また、注入口圧力とセメント注入量との関係を示したのが図-7である。図-6より、同じ注入口圧力におけるグラウト注入量を見ると、低濃度のグラウト($C/W=0.25$)の方が、グラウト注入量が大きくなっている。しかし、図-7のようにセメント注入量で見た場合、逆に、高濃度のグラウトの方がセメント注入量では大きくなっている。次に、セメント注入量と注入口圧力との比をセメント注入効率と定義し、注入口圧力0.5kgf/cm²、注入口圧力1.5kgf/cm²の場合について、屈曲角度 θ とセメント注入効率の関係を示したのが図-8である。図より、セメント注入効率は、どの屈曲角度でも、注入口圧力の低い方が大きくなっている。

4. まとめ

- ①グラウトの濃度が高いほど屈曲損失は大きい。
- ②同濃度のグラウトでは、屈曲角度が大きいくほど屈曲損失は大きい。
- ③同じ屈曲角度、注入圧力では、グラウト注入量は低濃度のグラウトの方が大きい、セメント注入量では、高濃度グラウトの方が大きくなる。
- ④同じ屈曲角度、グラウト濃度では、注入圧力の低い方がセメント注入効率が高い。

〈参考文献〉 庄司俊介、永山 功、則松秀晴：開口亀裂グラウトの流動特性に関する実験的検討 第24回岩盤力学に関するシンポジウム 講演論文集 PP.106-110, 1992

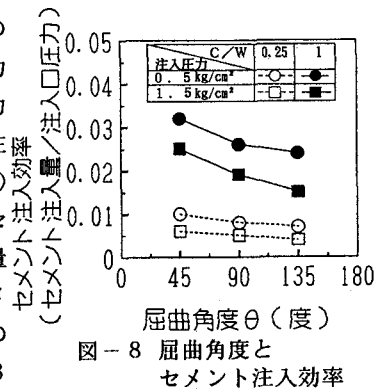


図-8 屈曲角度と
セメント注入効率