

Ⅲ-A296

ソイルセメントグラウトの浸透特性に関する実験的研究

○東京電力（株）電力技術研究所 正会員 貝沼憲男
 東京電力（株）電力技術研究所 正会員 安田 登
 前田建設工業（株）技術研究所 神藤健一
 前田建設工業（株）技術研究所 小熊 登

1. はじめに

ダム湛水池からの浸透流量の低減のための止水グラウトの重要性は益々高まっており、確実な止水効果とともに工事費の削減が必要となっている。そこで、ダム建設地点近傍に分布し土捨て場等に処分される現地発生土（細粒分の多いロームや粘土）を有効利用することを考え、通常使用しているセメントミルクに現地発生土を添加したグラウト（以下ソイルセメントグラウトと呼ぶ）を岩盤の止水グラウトに適用し、セメント購入費の低減とグラウトの材料分離を防止して品質向上を図ることを目標に研究を行っている。

本論では、土質材料を添加したソイルセメントグラウトをセメントグラウトの浸透特性と比較し、止水グラウトへの適用性を検討することを目的としたパイプ注入実験について述べる。

2. パイプ注入実験の概要

a) 使用材料

今回使用した現地発生土(L)の基本物性を表-1に、粒度分布を図-1に示す。粘土分を非常に多く含有することが特徴である。なお、地山に自然状態で分布する場合は最大粒径が10mm以上の粗粒分も含有するため、2mm, 75 μ mの2種に湿式分級し試験を行った。セメント(C)は高炉B種セメントを使用した。

表-1 現地発生土の基本物性

含水比 (%)	土粒子密度 (g/cm^3)	最大粒径 (mm)	平均粒径 (mm)	pH	膨潤性 鈉物	CEC ($\text{meq}/\text{m g}$)
73 ~ 152	2.5 ~ 2.7	10 ~ 19	0.02 ~ 0.04	7.2 ~ 7.5	無し	10 ~ 30

b) 実験方法

実験は、表面がごく平滑な円形ビニルパイプ（内径4mm）を割れ目に見立て、一定圧力（0.03kgf/cm²）でグラウトの配合（粘性）を変化させて攪拌装置に連結したパイプに注入し、グラウトの先端流速を50cmピッチで計測した。また、グラウトはある流速以下となると沈殿が発生し、グラウト粒子と水に材料分離することが確認され、材料分離が発生する速度（以後限界流速と呼ぶ）と浸透距離および実験終了後にパイプを切断して採取した試料の化学分析（JIS R-5202）を行い、距離別のセメント含有量を算出した。

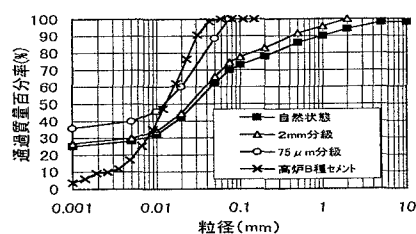


図-1 使用材料の粒径加積曲線

3. 実験結果および考察

①浸透距離と配合の関係を図-2に示す。セメントグラウト W/C=4~10の浸透距離は5.5~7.5 mであるのに対して、ソイルセメントグラウトで2mm分級、75 μ m分級では明瞭な差異がなく、4~9 mの範囲にある。ただし、W/(C+L)が大きくなるほどソイルセメントグラウトでは浸透距離が大きくなるのに対して、セメントグラウトはW/Cが大きいのほど浸透距離が短い傾向が認められた。これはセメントグラウトではW/Cが大きくなるほどブリージングが大きくなり沈降し易いのに対して、ソイルセメントグラウトはL/(C+L)が50%以上であるとほとんどブリージングが一定となり、W/(C+L)が大きくなるほど粘性が小さくなるので浸透距離が大きくなるものと考えられる。これより、ソイルセメントグラウトはある適切な配合にするこ

（キーワード）ソイルセメント、セメントミルク、グラウト、浸透性、室内実験

（連絡先）東京都練馬区旭町 1-39-16 TEL03-3977-2638 FAX03-3977-2251

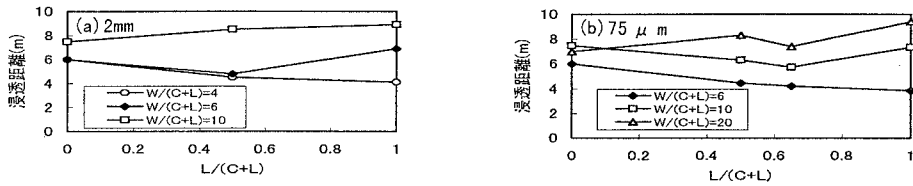


図-2 配合と浸透距離の関係

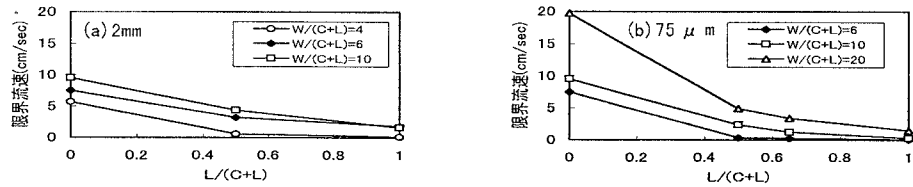


図-3 配合と境界流速の関係

とによりセメントグラウトと同様かそれ以上浸透することになり、止水工事での1孔当たりの改良範囲の拡大により注入次数の削減が図れる可能性があることがわかった。

- ②境界流速と配合の関係を図-3に示す。セメントグラウトの境界流速は、 $W/C=2.5$ では約4.4cm/sec、 $W/C=10$ では約9.5cm/secであるのに対して、75 μm分級のソイルグラウト（ $L/(L+C)=100\%$ のものを呼ぶ）では $W/L=20$ の水比が大きいものでも、約1.5cm/secであり、 $W/L=6$ より濃い配合では材料分離は認められなかった。また、75 μm分級のソイルセメントグラウト（ $L/(C+L)=50\%$ ）は $W/(C+L)=6$ で境界流速は0.3cm/sec程度、 $W/(C+L)=20$ でも5cm/sec以下であり、セメントグラウトと比較して小さく、かつ、セメントを入れないソイルグラウトより大きく、中間的な境界流速であった。境界流速が小さいことは、注入されたグラウトが材料分離しにくいことを表しており、同じ粘性の場合には浸透距離が長くなることになる。ここで境界流速とB型粘度計により測定したグラウトの粘性の関係を図-4に示す。これよりグラウトの粘性と境界流速には負の相関があることがわかった。

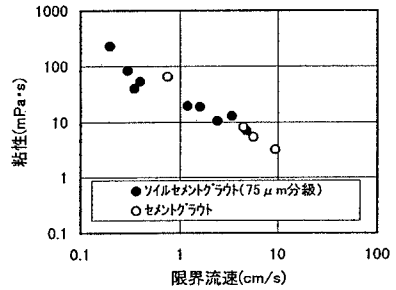


図-4 境界流速と粘性

- ③割れ目に注入されたソイルセメントグラウトは、浸透途中で材料分離が発生し水和反応が無い土質分のみになる区間ではパイピングが発生し、その割れ目が水みちになる危険性がある。これより距離別にパイプ中の試料を採取し、化学分析によりセメント含有量の比率を求めた。図-5に示す通り、グラウトの配合によりセメント含有量は異なるものの、口元付近には初期の配合よりセメント含有量が多くなっており、浸透距離に従ってセメント含有量が少なくなるが、先端部でもセメント含有量は強度発現が期待できる一定値に収束する（初期配合が $C/(L+C)=50\%$ で30%、同様に $C/(L+C)=35\%$ で20%）傾向が認められた。

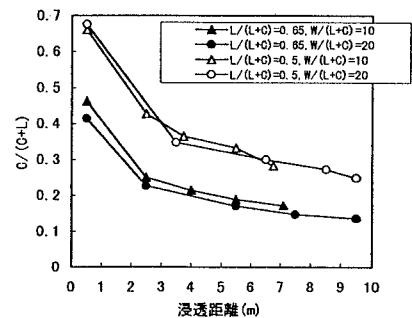


図-5 浸透距離とセメント含有率

4. おわりに

現地発生土を用いたソイルセメントグラウトの浸透性はセメントグラウトと同等以上であり、材料分離もしにくいことがわかった。割れ目中でのグラウトの固化特性については今後報告する予定である。