

III - 434

十斤系シルドへの高吸水性樹脂適用方法についての実験的研究

大林組技術研究所 正員 羽生田 吉也
大林組技術研究所 正員 藤原 紀夫

1. まえがき

土圧系シールドの掘進時に、吸水させた高吸水性樹脂を圧力室内の掘削土に混合して、止水性、流動性を確保することによって、切羽の安定を図りながら行なう方法がある。この研究では、滯水砂レキ地盤の施工に焦点を充て、高吸水性樹脂ゲルの適用方法について研究を進めてきた¹⁾。

この報文は、室内実験から、吸水した高吸水性樹脂ゲルと、更に起泡剤を加えて発泡したゲルを使う場合について圧力保持効果を比較し、また、ゲルの分解およびゲル混合土の処理方法について検討した。

2. 實驗材料

2-1 高吸水樹脂と性状

(1) 高吸水性樹脂 植物ないし石油から精製される白色の乾燥粉体で、自重の数百倍の蒸留水を吸水してゲル状化する。高分子による架橋構造の形成に因るもので、ゲル状化したものを含めて高吸水性樹脂と呼ぶ事がある。識別を要する場合に、高吸水性樹脂に粉体、ゲルをつけて表わすことにした。

(2) 物理性状 BL型粘度計で測定したゲルの粘性を
ゲル濃度 C_g との関係で図-1 に示す。

2-2 土砂材料と調整

(1) 土砂材料 実験で用いる土砂は、均一粒径の豆砂利(5 mm)、鬼怒川産川砂、及び川砂の細粒分調整用のクレイサンドで、粒度分布を図-2に示す。

(2) 水分・細粒分の調整 土砂材料は、天日乾燥した後、加水して水分を調整する。川砂では細粒分も所定割合に調整する。

3. 室 内 実 験

3-1 模型実験による切羽圧力の保持性比較

シールド掘進時の切羽圧力の保持のために適するの
は、ゲルか気泡状の発泡ゲルかを、模型実験により調
査した。

(1) 実験方法 ゲルは、水道水に樹脂S-100を濃度0.4%（重量比）で溶いたものを用いる。発泡ゲルは、さらに水道水に対して起泡剤を0.2%の割合で加えてゲルを作成し、圧縮空気で発泡倍率1.5倍の気泡状にしたもの用いる。土砂への、それぞれの混合割合 λ_c および λ_f は、水切り後の豆砂利に対して40%（体積比をパーセント表示）を設定する。

図-3 に示す模型土槽(300 \times 500 \times 100mm, アクリル製)に試料土を詰めて、上方からの給水により、土槽内部に次の圧力条件を設定する。

0.5~1.0~1.5~2.0 kgf/cm²

土槽内下方への十分な水の浸透と圧力の設定を確認後に、給水加圧用のコック Cを締める。次に、下方の電磁弁を10秒間、開放する。この間、土槽内圧力の保持状態を、0.005 sec 毎に測定、記録する。

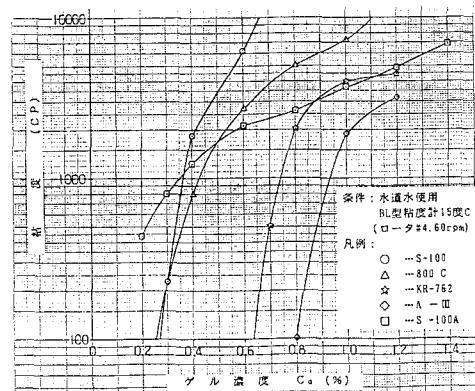


図-1 高吸水性樹脂ゲルの粘性

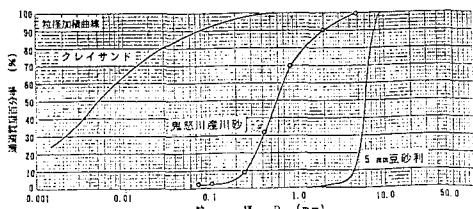


図-2 土砂材料の粒度分布

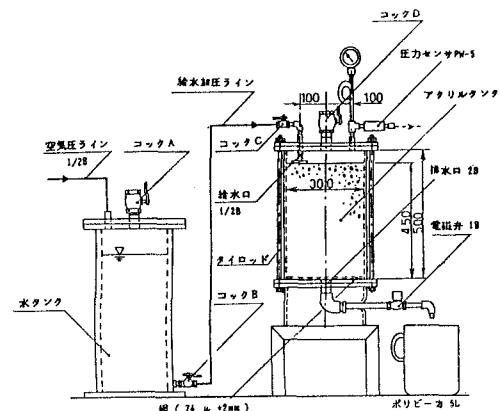


図-3 切羽圧力保持性模型実験装置

(2) 実験結果 土砂だけの場合には、土槽内部の圧力は0.7秒間に大気圧まで降下して、圧力保持が不可能である。ゲルないし発泡ゲルを混合した場合を、図-4に示す。何れの圧力設定下でも、10秒間は大気圧以上を保持できた。また、発泡ゲルを使用したケースでは、単にゲルよりも、圧力保持性が優れていた。

3-2 小実験によるゲルの分解・処理

蒸留水に高吸水性樹脂800Cを溶解してゲルを作り、塩化カルシウムを徐々に加えて分解した。分解状態を粘度計指示値でまとめた結果、完全に分解させて水様にするのに、使用した樹脂粉体と等重量を要した。

また、分解後のゲルは、綿毛状となり下方に薄く沈澱する。この際の上澄み液は、元のゲル濃度に応じて酸性度が高くなるため、中和処理も必要となった。消石灰による中和例では、この所要量が塩化カルシウム重量の約1/200であった。

3-3 ゲル混合土の分解と細粒分の影響

3-3-1 試料の作成方法

(1) 川砂に、クレイサンドを表-1に示す割合で加え細粒分を補給する。つぎに、水分調整のため水道水を加えて試料土を作成する。

(2) 高吸水性樹脂S-100の粉末を0.5wt%比の割合で水道水に溶いてゲルを作成する。

(3) 試料土1Lを採り、上記のゲルを表-1の割合で加えてゲル混合土を作る。

(4) CaCl_2 を水道水に溶いて10、30%濃度(重量比%)の処理材を作成する。

3-3-2 ゲル混合土の分解・処理結果

(1) 処理材の混入攪拌による分解

ゲル混合土をビーカー(5L容器, 165 \times 100mm)に入れ、ゲルが理論上完全に分解する量の処理材を投入して攪拌速度60r.p.m.程度で搔き混ぜる。その後、水の浮上状態、攪拌抵抗から分解状態を判断し、分解に要する攪拌回数を調べた。

この結果、細粒分は少なく、ゲル混合比が大きいもの程、攪拌回数が少なくても早く分解した。処理材の濃度で見ると、30%の方が散布する液量が1/3と少なく混合・攪拌が悪くなるためやや分解が遅れる。

(2) 分解後の自然放置時の観察

細粒分が10%を越えると攪拌を十分しないと分解しにくく、分解後も外部に放つ水が土中から抜け切れず、土砂はヘドロ状を呈した。この試料500CCをメスシリンダに採って分離、沈殿状態を観察した。過剰となった水分が細粒分と共に、土砂中から浮上し、上部に薄層を形成した。放置して5日後のゲル混合土は、ほとんど流動性を失ない、ゲルを添加前の砂に近い状態になった。

4. まとめ

以上、模型実験などから、高吸水性樹脂ゲルの圧力保持性は、発泡した気泡状のものが優れること、このゲルを分解するのに樹脂粉末と等重量のカルシウム塩を要すること、さらに、分解に使用した塩の0.5%相当重量の消石灰を中和に要することが、分かった。また、ゲルを混合した土砂の処理は、ゲルの分解と同様に出来るが、土砂の細粒分が10%を越えると、脱水された水の分離が悪くなる傾向が見られた。

参考文献

- 1) 藤原、羽生田、太田、田中、山下：トンネル工事における高吸水性樹脂利用に関する実験的研究、大林組技術研究所報、No. 31, (1985), pp. 141~145
- 2) 斎藤、藤原、羽生田、山下：土圧系シールドにおける気泡混入により掘削土の流動性を高める推進実験、大林組技術研究所報、No. 21, (1980), pp. 105~109
- 3) 羽生田、藤原、山下：下水道工事への気泡シールド工法の適用、大林組技術研究所報、No. 32, (1986), pp. 62~66

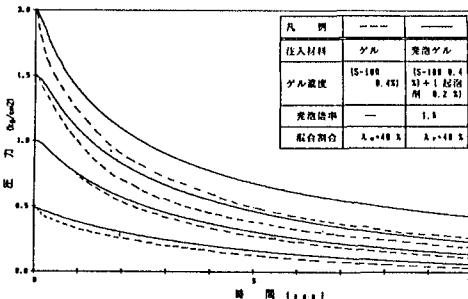


図-4 切羽圧力の保持効果

粒度 の割合	ゲル混合土 条件	ゲル混合比(%)	15	20	25	30
		ゲルの混合量(cc)	150	200	250	300
10 %	粗粒分	0.75	1.00	1.25	1.50	
	細粒介	33	28	19	15	
	細粒分	9.2 %	35	30	25	20
30 %	粗粒分	12.7 %	50~70	50~70	50~70	50~70
	細粒分	2 %	35	30	20	17
	細粒分	9.2 %	40	30	26	22
	細粒分	12.7 %	50~70	50~70	50~70	50~70

表-1 細粒分の割合とゲル混合土の分解

この結果、細粒分は少なく、ゲル混合比が大きいもの程、攪拌回数が少なくても早く分解した。処理材の濃度で見ると、30%の方が散布する液量が1/3と少なく混合・攪拌が悪くなるためやや分解が遅れる。

参考文献

1) 藤原、羽生田、太田、田中、山下：トンネル工事における高吸水性樹脂利用に関する実験的研究、大林組技術研究所報、No. 31, (1985), pp. 141~145

2) 斎藤、藤原、羽生田、山下：土圧系シールドにおける気泡混入により掘削土の流動性を高める推進実験、大林組技術研究所報、No. 21, (1980), pp. 105~109

3) 羽生田、藤原、山下：下水道工事への気泡シールド工法の適用、大林組技術研究所報、No. 32, (1986), pp. 62~66