

泥土加圧シールド工法で用いる新たな加泥材の開発

(株)大林組 正会員 ○木村志照, 三浦俊彦, 服部鋭啓

1. はじめに

シールド工法のひとつである泥土加圧シールド工法は、カッターで切削された土砂に加泥材を注入して練混ぜて、掘削土砂を不透水性と塑性流動を持つ泥土に変換する。その泥土をチャンバーおよびスクリーコンベアに充填させ、シールドジャッキの速度やスクリーコンベアの回転速度を調整することにより泥土圧を作用させ、切羽の安定性を保持する工法である。

加泥材は、鉱物系、天然系または合成系高分子などが掘削地山、排土方法などの条件に応じて使用されている。細粒分が極端に少ない場合、ベントナイト泥水では、混合土の塑性流動性が担保できないこともある。また、沿岸近くなど地下水塩濃度が高い場合は、鉱物系加泥材や高分子の中には、塩の影響により凝集し、加泥材の粘性低下により、混合土からの分離水の増加等の影響を受けることがある。

本検討では、砂質土において細粒分含有率に広く対応しつつ、地下水塩濃度の影響を受けづらい新たな加泥材の開発を行った結果を報告する。

2. 新たな加泥材

新たな加泥材として、主剤は、耐塩性があり、塩の影響を受けづらいグァーガムとした。また、細粒分の増減の変化に対応するためには、不足する細粒分を補う粘性が必要である。そこで、グァーガムを架橋（ゲル化）させることで任意の粘性を担保できると考え、助剤としてゲル化剤を添加することとした。

グァーガムのゲル化剤として、ホウ砂（ホウ素）が広く使用されていたが、ホウ素は土壤環境規制物質に指定されている。そこで、ホウ砂に変わる新たなゲル化剤として、チタン系溶液タイプのゲル化剤を用いた。図1にゲルの一例を示す。



図1 ゲルの様子
(グァーガム 20kg/m³,
ゲル化剤 20%)

2. 1 ゲル化剤添加量に応じた粘性特性 ゲル化剤添加量に対するグァーガムゲルの粘性特性を評価した。5kg/m³および10kg/m³濃度のグァーガム溶液と、比較として10kg/m³濃度のキサンタンガム溶液を用いて、ゲル化剤を0～10%添加した時の粘性変化について、B型粘度計（TVB-10H, 東機産業社製）を用い回転数30rpmで測定した。なお、ゲル化剤添加率は、グァーガムおよびキサンタンガム溶液中に含まれるそれぞれの粉体量に対する質量割合を示している。図2に粘度測定の結果を示す。ゲル化剤添加率に応じて粘性が上昇している。なお、グァーガム10kg/m³ではゲル化剤添加率が4%より多くなるとゲル化しスライム状となったため、粘性を測定することはできなかった。一方、キサンタンガムはゲル化剤添加率を増やしても、粘度の変化がほとんど生じなかった。ゲル化は、高分子中の水酸基（-OH）とチタン（Ti）が、架橋（-O-Ti-O-）する反応である。キサンタンガムは分子中の水酸基（-OH）がグァーガムに比べ少ないためと粘度変化が生じていないものと考えられる。以上より、ゲル化剤添加率を変えることで、任意の粘度を有するグァーガムゲルを作製することができる。

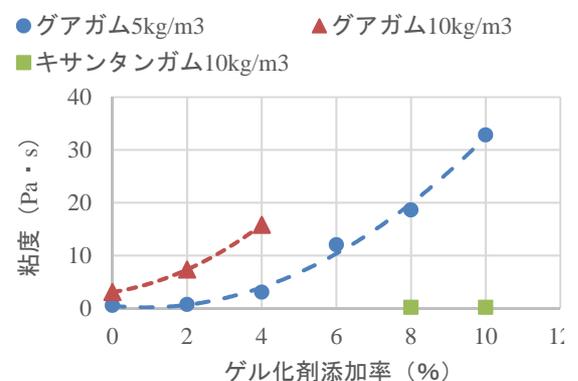


図2 ゲル化剤添加量に応じた粘度変化

3. 加泥材配合の検討

掘削条件として、厳しいと考えられる「地下水塩濃度が高い」「排土方法がポンプ圧送」を想定した試験により加泥

キーワード 泥土加圧シールド, 加泥材, ゲル化

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 (株)大林組 TEL 042-495-4907

材配合の検討を行った。この条件は、塩影響で分離水が生じ、土砂分離することにより土砂圧送管が閉塞しやすいことを想定している。

3. 1 試験方法 試料土として、表 1 に示す細粒分含有率の異なる 3 種類の模擬土を用いた。地下水塩濃度影響として、海水濃度の約 1/3 となるように調整した人工海水を用い、模擬土の含水比を調整した。試料土にグァーガム溶液を体積比で 25 % 添加混合し、混合後、グァーガム溶液中に含まれる粉体量に対し、ゲル化剤を各質量割合で添加混合した。塑性流動性としてテーブルフローを混合直後と 3 日後、分離水としてブリージング率を 1 日後および 3 日後に測定した。表 2 に試験ケースを示す。なお、比較としてベントナイト泥水を用いたケース実施した。判定は、テーブルフロー130mm 以上、ブリージング率 3%以下を基準とした。

3. 2 試験結果 テーブルフロー試験およびブリージング試験の結果を図 3 および図 4 に示す。なお、No.M-1 と No.H-1 については、1 日後のブリージング率が基準を超えていたため、3 日後の測定は実施していない。テーブルフローの結果より、全てのケースで基準を満たしており、塑性流動性を有していると判断された。傾向としては、細粒分含有率が高くなるほど、土砂の粘性が高くなるため流動性が小さくなった。また、比較のベントナイト泥水は、ゲル化加泥材よりも流動性が高くなる傾向となった。ブリージング率の結果より、ベントナイト泥水では塩によるベントナイトの凝集により、粘性が低下し分離水を抑えることはできなかった。一方、ゲル化加泥材は、グァーガム 8kg/m³ 以上で、細粒分に応じてゲル化剤添加量を増減させることで直後の分離水を抑えることができた。3 日後でもグァーガム 10kg/m³ 以上で細粒分に応じて、ゲル化剤添加量を増減させることで、ブリージング率の基準を満たすことができた。このことから、地山の細粒分が増減しても、ゲル化剤量を調整することで地山変化に対応可能であることが示唆された。

4. まとめ

- 1). グァーガム溶液にチタン系のゲル化剤を用い、任意の粘度に調整可能な新たな加泥材を開発した。
- 2). ゲル化加泥材は、ベントナイト泥水よりも地下水塩濃度の影響を受けづらい。
- 3). ゲル化剤量を調整することで、地山の細粒分変化に対応が可能である。

参考文献 1) 泥土加圧シールド工法-技術資料-, シールド工法技術協会, 2011.8

表 1 模擬土

No.	粒径通過百分率(%)			含水比 (%)	湿潤密度 (g/cm ³)
	0.074mm	0.25mm	2.0mm		
L	7.4	20.7	73.6	15	2.15
M	18.0	41.0	87.3	15	2.15
H	30.3	53.9	95.1	15	2.15

表 2 試験ケース

No.	模擬土	加泥材配合			注入率 (v/v%)
		グァーガム (kg/m ³)	ゲル化剤 (%)	ベントナイト泥水 (kg/m ³)	
L-1	L	8	15	—	25
L-2	L	10	10	—	25
L-3	L	10	15	—	25
M-1	M	5	10	—	25
M-2	M	8	10	—	25
M-3	M	10	10	—	25
H-1	H	5	10	—	25
H-2	H	8	10	—	25
H-3	H	10	10	—	25
LB-1	L	—	—	70	25
MB-1	M	—	—	70	25

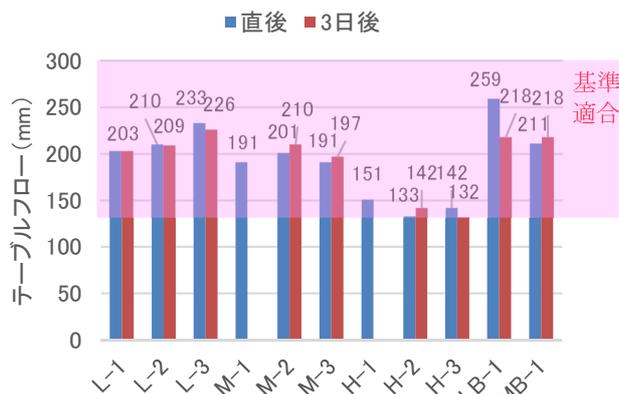


図 3 テーブルフロー試験結果

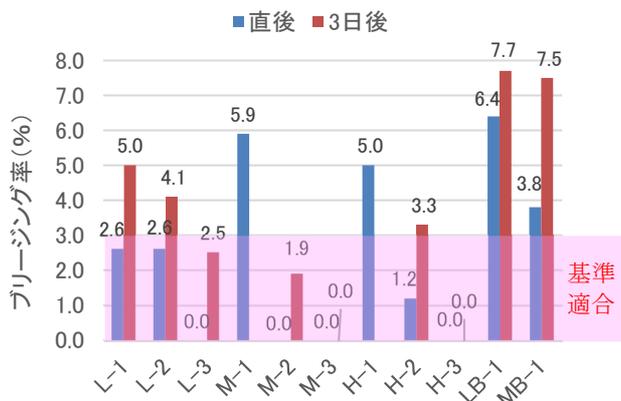


図 4 ブリージング試験結果