

加泥材混合土の改質方法の開発

(株)大林組 正会員 ○木村志照, 三浦俊彦
(株)立花マテリアル 中尾朋弘, 瀬戸口祐人

1. はじめに

泥土加圧シールド工法では、排出土は流動性が高く強度（以下、コーン指数）が 200kN/m^2 未満の場合、汚泥として産廃処分される。一方で、近年では貯留・搬出前までを一体の施工システムとして、高分子凝集剤や固化材などを添加し、強度を増すことで建設発生土（以下、改良土）として有効利用されている¹⁾。

気泡シールド工法では、細粒分が少なく、砂分・礫分が多い地山では適切な塑性流動性が確保できず、ベントナイト泥水などの加泥材を併用または気泡に置き換えて注入する場合がある。その場合、排出土の取扱いが産廃となることが多い。しかし、同様に一体の施工システム内で適切に改質し、コーン指数を確保することで有効利用が可能となるのではと考える。

本検討では、加泥材を含む混合土の改質方法の検討結果を報告する。

2. 加泥材改質の要素試験

加泥材単体への改質要素試験を実施し、改質材料・方法の検討を行った。

2.1 試験方法 加泥材は「ベントナイト泥水」「ケイ酸 Na（水ガラス）」「合成系高分子」を組合せたゲル状の材（写真 1）を対象とした。加泥材の流動性を低下させるためには、ベントナイトの分散性の低下、ケイ酸 Na や高分子により付与される粘性を低下させることが重要と考えた。そこで、濁水処理などで用いられる凝集剤や高分子凝集剤を添加し、その効果を検討した。試験方法は、加泥材 1,000ml に各剤を添加し、さじで攪拌し、「見た目のまとまり」「付着性（触感）」「テーブルフロー（以下、TF）値」にて効果を評価した。



写真 1 加泥材性状(TF)

2.2 試験結果 表 1 に試験結果を示す。加泥材自体はゲル状で付着性がかなり強く流動性が高い性状であった。金属塩を主とするカチオン性無機凝集剤のみを添加すると、No.1-1 添加量 25ml ではダマができるものの TF125mm と流動性が高くかつ、付着が強かった。No.1-2 添加量を倍量の 50ml とすると、付着性がややあるものの、まとまりがあり TF 値が 109mm と流動性が低下した。次に、カチオン性低分子凝集剤を混合し、添加したところ No.1-3 添加量 25ml で付着性がやや低下し、No.1-4 添加量 50ml で付着性は大幅に低下した。しかし、どちらのケースでも改質後 1 時間静置すると上面に水が少量浮きだし、底部は湿っぽい性状となった。これは、ベントナイトおよびケイ酸 Na の凝集が進むことで、加泥材が保有しきれない自由水が生

表 1 要素試験結果

No.	カチオン性 無機凝集剤 (ml)	カチオン性 低分子凝集剤 (ml)	アニオン性 高分子凝集剤 (ml)	性状 (目視)	付着性	TF (mm)	1 時間後 の自由水性状
1-1	—	—	—	ゲル状	かなり強い	166	無し
1-1	25	—	—	ダマができる	強い	125	無し
1-2	50	—	—	まとまり有り	やや有り	109	上面少し, 底部湿る
1-3	50	25	—	まとまり有り	やや低下	103	上面少し, 底部湿る
1-4	50	50	—	まとまり有り	低下	102	上面少し, 底部湿る
1-5	50	50	3	締まりやすい	なし	103	上面無し, 底部湿る

キーワード 泥土圧シールド, 加泥材, 改質, コーン指数

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 TEL 042-495-1014

じたためと推察される。混合土の場合、自由水が増加するとコーン指数が低下することが予想される。そのため、アニオン性高分子凝集剤を添加し、吸水させることでより改質効果を高められると考えた。両カチオン性凝集剤を添加混合した後にアニオン性高分子凝集剤を3ml添加(No.1-5)すると加泥材がよくまとまり、付着も低下した。また、底部は湿った状態であったものの上面に自由水は発生せず、アニオン性高分子凝集剤の効果を発揮したとも考えられる。以上のことから、カチオン性無機および低分子凝集剤を添加し、アニオン性高分子凝集剤を後で添加混合することで、加泥材混合土の改質が期待できると考えられた。

3. 加泥材混合土の改質試験

前章の要素試験から、最も加泥材混合土改質の効果が期待される「カチオン性無機および低分子凝集剤を添加混合し、さらにアニオン性高分子凝集剤を添加混合する方法」について加泥材混合土の改質試験を行い、その効果を検証した。

3. 1 検討方法 模擬土は図1に示すように最大粒径9.5mmの砂礫質土を用いた。混合土は、地山体積当たり、気泡(1%濃度, 10倍発泡)15v/v%と加泥材20v/v%添加混合し作製した。改質は、アニオン性高分子凝集剤添加量をパラメータとし、表2に示す配合とした。

カチオン性無機および低分子凝集剤を混合した溶液を混合土に添加し、パン型ミキサーにて30秒×2回攪拌後、アニオン性高分子凝集剤を添加し同様に攪拌した。なお、改質剤添加量は、地山1m³に対する添加量である。改質後の混合土をJIS A 1228「締固めた土のコーン指数試験方法」に準拠し、コーン指数測定を行った。また、改質目標値は $q_c \geq 200 \text{ kN/m}^2$ である。

3. 2 検討方法 図2にアニオン性高分子凝集剤添加量とコーン指数の関係を示す。改質なしのNo.2-1ではコーン指数(以下、 q_c)14kN/m²と流動性が高い状態であった。一方、アニオン性高分子凝集剤を添加することで q_c は上昇し、0.8kg/m³添加で200kN/m²以上となり、3.0kg/m³でピーク($q_c=769 \text{ kN/m}^2$)となった。その後緩やかに低下し、16.0kg/m³程度で $q_c < 200 \text{ kN/m}^2$ となった。3.0kg/m³以降は、アニオン性高分子凝集剤が過剰となり、逆に粘性を付与するため徐々に低下したものと考えられる。

4. まとめ

- 1) カチオン性無機および低分子凝集剤の混合液を混合し、混合土を凝集させた後、アニオン性高分子凝集剤を混合することで、土砂の団粒化および自由水の吸水により、加泥材混合土を改質することができる。
- 2) 地山含水比、加泥材注入率により異なるが、アニオン性高分子凝集剤添加量により、改質の程度は調整可能と考えられる。

参考文献 1) 東京外環トンネル発生土に関する対応マニュアル, 東京外環トンネル発生土検討会, 2015.7

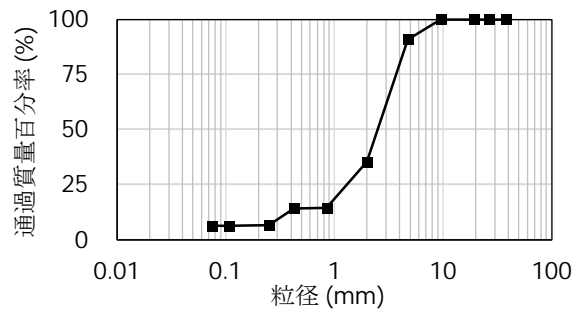


図1 模擬土の粒径加積曲線

表2 改質材配合

No.	カチオン性無機凝集剤 (L/m ³)	カチオン性低分子凝集剤 (L/m ³)	アニオン性高分子凝集剤 (kg/m ³)
2-1	—	—	—
2-2	10.0	10.0	0.4
2-3	10.0	10.0	0.8
2-4	10.0	10.0	1.6
2-5	10.0	10.0	3.0
2-6	10.0	10.0	6.0
2-7	10.0	10.0	12.0
2-8	10.0	10.0	20.0

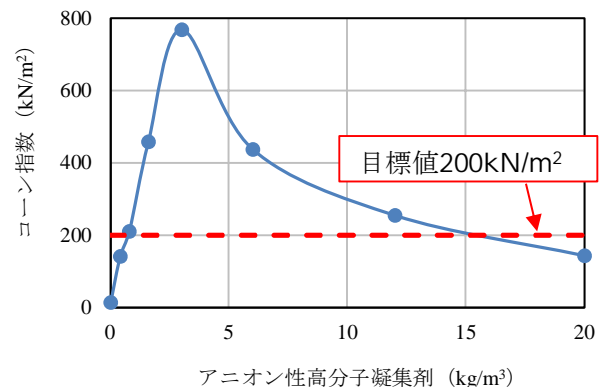


図2 改質後の混合土のコーン指数