

泥土圧シールド掘削土の流動化処理土への適用性に関する検討

前田建設工業株式会社 技術研究所 ○(正)清水英樹
前田建設工業株式会社 中部支店 八坂光洋
前田建設工業株式会社 技術研究所 (正)勝又正治 (正)鶴田慎之介

1. はじめに

建設現場から発生する建設発生土は年間膨大な量に上っており、環境への配慮を最優先する時流の中にあつて、大きな社会問題となっている。このような問題の解決には、早急に循環型社会システムの構築が求められているが、それらの施策を推進する手段のひとつとして、「流動化処理工法」が注目されている。本文は、流動化処理工法のさらなる適用範囲拡大を目的として行った、泥土圧シールド掘削土の流動化処理土への適用性に関する検討結果について報告するものである。

2. 検討の背景

これまでに、泥水式シールドから発生する一次分級砂や余剰泥水を流動化処理土に用いた事例¹⁾は数多く報告されているが、泥土圧式シールドの掘削土を用いた事例はほとんど報告されていない。この理由として、泥土圧式シールドの場合、掘削土をチャンバー内で塑性流動させるための加泥剤や地上に排出された掘削土を運搬可能な状態に改質するための固化剤などが添加されており、これが流動化処理土への適用を阻んでいると考える。しかし、今後行われるシールド工事ではコスト面での優位性がある泥土圧式の占める割合が増えていくものと予想され、“処分に困る掘削土”を排出する代表的な工事となることが見込まれる。したがって、泥土圧シールド掘削土の流動化処理土への適用性を検討することにより、掘削土の処分問題解決と流動化処理工法の適用範囲拡大を図ることが本検討の目的である。

3. 検討の内容

3.1 試料土の土質特性

最近の泥土圧式シールドでは、地盤条件に合わせて粘土・ベントナイト、高分子材料、気泡などを添加する各種の工法が使われている²⁾。ここでは滞水層、砂礫層から軟弱粘性土層までの幅広い地層に対応可能といわれる気泡シールド工法(切羽あるいはチャンバー内にシェービングクリームのような微細な気泡を注入しながら掘進する工法:写真-1)に着目し、これを想定した掘削土を模擬的に作製した上で流動化処理土の主材とする配合試験を実施した。

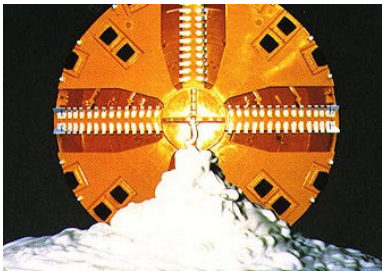


写真-1 気泡シールド工法

3.2 試料土の土質特性

配合試験に用いた試料土は開削工事の現場から採取した土砂を19mmアンダーにふるい分けしたものに、購入クレイ材(岐阜県産粘土:三ツ星クレイ)を添加することで細粒分含有率が10, 20, 30%と変化するように調整した。採取土砂と購入クレイ材の土質特性を表-1、試料土の土質特性を表-2に示すとともに試料土の粒度分布を図-1に示す。

表-1 採取土砂とクレイ材の土質特性

材 料 の 種 類		採取土砂 (-19mm)	クレイ材
土粒子密度 Gs [g/cm ³]		2.613	2.627
粒度 特性	礫分 (2~19mm) [%]	53.2	0
	砂分 (75μm~2mm) [%]	36.8	2.8
	シルト分 (5~75μm) [%]	3.5	10.0
	粘土分 (5μm以下) [%]	6.5	87.2
	最大粒径 [mm]	19	-
自然含水比 [%]		15.1	0.9

表-2 試料土の土質特性

試料土の細粒分 [%]		10	20	30
採取土砂とクレイ材の乾燥重量比		100:0	87:13	76:24
土粒子密度 Gs [g/cm ³]		2.613	2.617	2.619
粒度 特性	礫分 (2~19mm) [%]	53.2	46.3	40.2
	砂分 (75μm~2mm) [%]	36.8	32.4	28.5
	シルト分 (5~75μm) [%]	3.5	4.3	5.1
	粘土分 (5μm以下) [%]	6.5	17.0	26.3
	最大粒径 [mm]	19	19	19
自然含水比 [%]		15.1	14.0	12.2

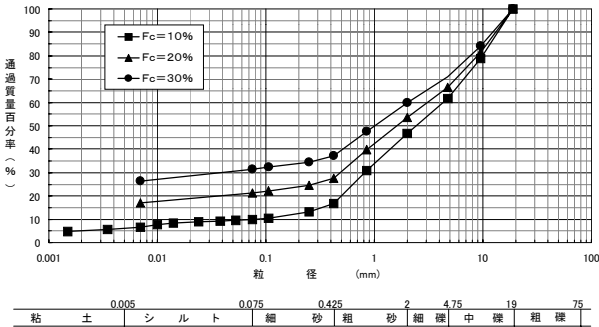


図-1 試料土の粒度分布

キーワード: 流動化処理土/泥土圧シールド掘削土/気泡シールド工法/気泡剤/配合試験
連絡先: 前田建設工業(株)技術研究所(〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16・ 03(3977)2241・ shimizuh@jcity.maeda.co.jp)

3. 3 配合試験ケース

試料土の細粒分含有率、単位セメント量、泥水密度をパラメータとした一連の配合ケースにおいて、気泡添加の有無が流動化処理土の品質に及ぼす影響について調べた。配合試験ケースの一覧を表-3 に示す。表中にある泥水密度とは、試料土に加水してスラリー状に解泥したときの密度を言い、材料分離が生じない下限値付近で 1 水準、フロー値 160mm を概ね確保できる上限値付近で 1 水準、計 2 水準の値を設定した。なお、固化材には高炉セメント B 種を用いた。

3. 4 気泡添加方法

気泡添加ケースにおける気泡の添加方法は以下の通りであった。

- ①別途、事前に気泡試験を実施し、最適な気泡添加仕様を決定。
- ②試料土に加水して、含水比を約 24%に調整(気泡試験の結果より)。
- ③気泡剤(原液濃度 3%)を容積比で 6 倍に発泡させて、気泡を作製。
- ④試料土の容積比 30%の気泡を投入し、ハンドミキサーで 30 秒間の弱攪拌(チャンバー内での混合攪拌を模擬)
- ⑤5 分間放置(流動化処理プラントに送られるまでのタイムラグを想定→消泡期間)
- ⑥水、固化材の順で投入し、ハンドミキサーで 60 秒間の強攪拌(流動化処理プラントにおける混練を模擬)

4. 検討の結果

図-2 は気泡添加が流動化処理土のフロー値に及ぼす影響を示したものである。この図より、気泡添加により全般的に 15%程度フロー値が低下していることが確認できる。その傾向は、Fcに依存するというよりはむしろ、気泡を添加しない通常の流動化処理土において十分なフロー値が出ているケースほど気泡添加によるフローの落ち込みが激しく、最大で 40%ものフロー低下が生じている。

つぎに図-3 により、気泡添加が流動化処理土の一軸圧縮強度に及ぼす影響を見てみると、こちらは掘削土のFcの違いによって、挙動にかなりの差が見られる。Fc=10%の場合は気泡添加により約 40%もの強度低下が引き起こされている。一方、Fc=30%の場合は強度の低下は全く見られず、むしろ若干強度増加する傾向にも見える。

5. まとめ

- ①気泡が添加された掘削土を流動化処理土に用いた場合には、通常よりもフローと強度が低下する恐れがあるため、所定の品質を確保するための適切な割増が必要となる。
- ②フローの低下は元々 200mm を超えるようなフローを有する処理土ほど大きく表れ、強度の低下は細粒分の少ない砂質土からなる処理土ほど顕著に表れる。

6. おわりに

気泡シールド掘削土の流動化処理土への適用性に関して問題点が顕在化したが、流動化剤(分散剤)や消泡剤の併用などいくつかの方策が考えられ、効果確認のための追加検討を行い次第、別途報告の機会をもちたいと考える。

《参考文献》

- 1)例えば、助川 禎;泥水シールド発生土によるトンネルインバート材の開発,土木学会論文集 No.504, VI-25, pp.107-116, 1994.12
- 2)シールド工法入門,地盤工学会入門シリーズ 17, 3.3(5), p.83, 1992.9.

表-3 試験ケース一覧表

細粒分含有率 Fc (%)	気泡 添加	セメント量 (kg/m ³)	泥水密度
10	無	50 100 150	各セメント量で 2 水準
	有		
20	無		
	有		

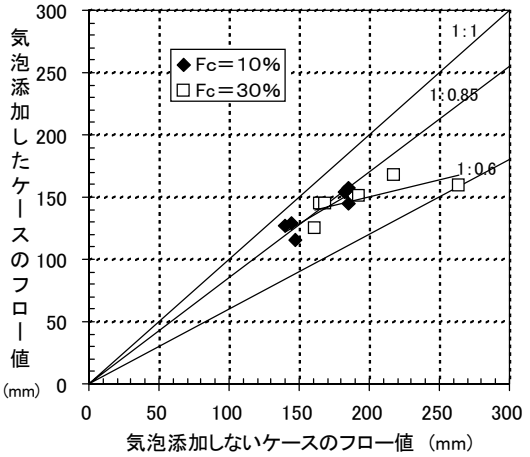


図-2 気泡添加がフローに及ぼす影響

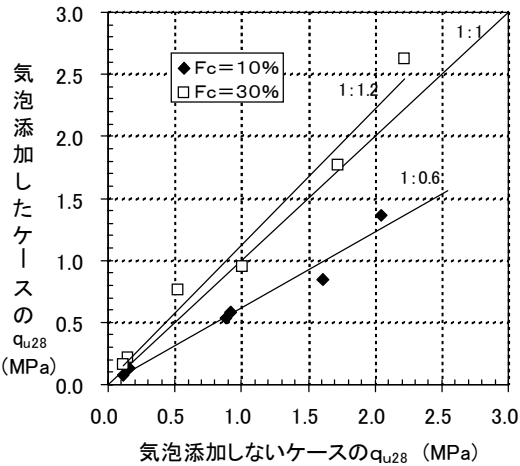


図-3 気泡添加がquに及ぼす影響