

微細気泡混入安定液の実用化に向けた基礎的実験

清水建設株式会社 正会員 ○清水 謙
 清水建設株式会社 正会員 長澤 正明
 清水建設株式会社 正会員 小森田 哲也
 松下鋳産株式会社 正会員 北本 利男
 株式会社ワイビーエム 宇川 岳史

1. はじめに

我が国における近年の地中連続壁工法では、小型・低空頭の水平回転式掘削機（写真-1）の使用が主流となっている。水平回転式掘削機の弱点として、粘性土地盤掘削時のドラムカッター（写真-2）への粘性土の付着（以下「粘着」と称す）による掘削能率の低下や掘削不能による中断がある。

粘着により掘削不能になると、掘削機を地上に引き揚げてドラムカッターに粘着した土（以下「粘着土」と称す）を人力で除去しなければならず、掘削能率の低下の主要因になっている。



写真-1 水平回転式掘削機 写真-2 ドラムカッター 写真-3 ドラムカッターの粘着状況 写真-4 従来の粘着対策（ワイヤーブラシ）

2. 粘着防止のための微細気泡の活用

従来の粘着防止対策として、ドラムカッター外周部に楕状の金属製部材（例：写真-4）を設置し、粘着土を物理的に掻き落とす方法があるが、効果はそれほど高くない。そこで、ドラムカッターへの粘着自体を抑制する対策として、安定液に微細気泡を混入させることを考案した。

微細気泡には、気泡の径に応じて名称区分がある（図-1）。気泡の径が100 μ m未満であるファインバブル（以下「FB」と称す）には、界面活性作用による洗浄効果や生物活性効果の

あることが報告¹⁾されており、他の産業分野では実用化もされている。安定液にFBを混入させることによる影響と効果を確認するために、以下の実験を行った。

3. 実験の概要

実験に使用する安定液は、ベントナイト系安定液の標準的な配合²⁾とした。分散剤との効果の比較や相乗効果の有無を確認するため、表-1に

示す配合①～④の4種類の安定液を用いて実験を行った。FBは、フォームジェット（型式FJP-3-SP）（写真-5）を用いて安定液に混入させた（写真-6）。安定液中のFB量を測定することは困難であるため、フォームジェットをその処理能力（表-2）により24時間連続運転させてFB混入安定液を作製した。4種類の配合の安定液に粘性土を添加・攪拌し、安定液の基本性状（比重、粘性、泥膜厚、ろ水量、pH）を試験した。

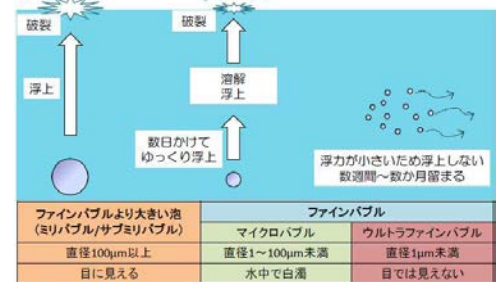


図-1 気泡の径と名称¹⁾

表-1 安定液の配合

配合	水	ベントナイト	CMC(ポリマー)	分散剤	ファインバブル	
配合NO	水道水(kg)	白馬S(kg)	TP-30(kg)	パワーフロー(kg)		
①	①通常	1,000	50	1.5	0.0	無
②	②通常+FB	1,000	50	1.5	0.0	有
③	③通常+分散剤	1,000	50	1.5	3.0	無
④	④通常+分散剤+FB	1,000	50	1.5	3.0	有



写真-5 FJP-3-SP 写真-6 FB混入状況

表-2 FJP-3-SPの性能³⁾

型式	FJP-3-SP
最大処理量	3m ³ /h
ウルトラファインバブルの数	10 ⁷ 個/mL
ウルトラファインバブルの平均粒径	100~200nm

キーワード 地中連続壁工法, 安定液, ファインバブル, 粘着土

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1 清水建設株式会社 土木技術本部 基盤技術部 Tel03-3561-2203

4. 実験の結果

安定液性状の試験結果を図-2～6に示す。

比重については、FBの混入により0.01～0.04程度の増加が見られた(図-2)。これは、FBの界面活性作用により粘土やベントナイトが分散され、凝集・沈降が抑制されたためと考えられる。

粘性については、FBの混入によりファンネル粘度が1～5秒程度低下した(図-3)。これは、FBが安定液のコロイドに対して潤滑効果を発揮したものと考えられる。

泥膜厚については、FBの混入により顕著に減少することを確認した(図-4)。これは比重と同様に、FBの界面活性作用により粘土やベントナイトが分散され、凝集・沈降が抑制されたためと考えられる。またFBと分散剤の双方を

添加した配合④では、粘土量が300kg/m³を超える領域にて泥膜厚が顕著に減少することが確認された。分散剤とFBには、相乗効果のあることが考えられる。

ろ水量については、FBの混入により減少傾向となることを確認した(図-5)。

pHについては、FBの混入により若干低下することを確認した(図-6)。これはFBにより水分子の水素結合が断たれて解離が進み⁴⁾、pHが低下したものと考えられる。

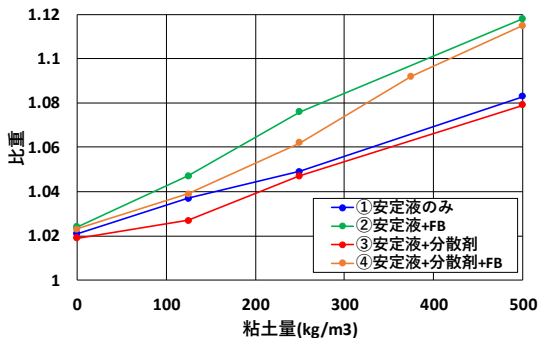


図-2 安定液の性状試験結果(比重)

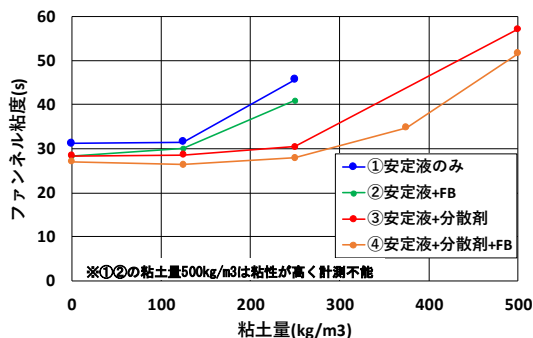


図-3 安定液の性状試験結果(ファンネル粘度)

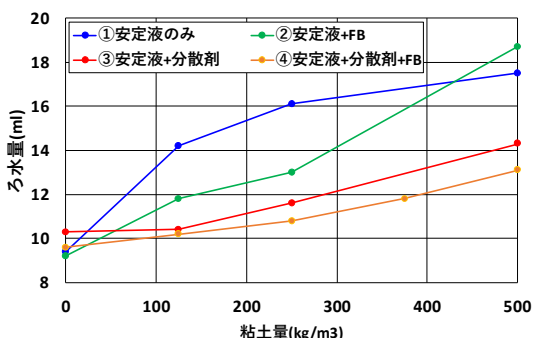


図-5 安定液の性状試験結果(ろ水量)

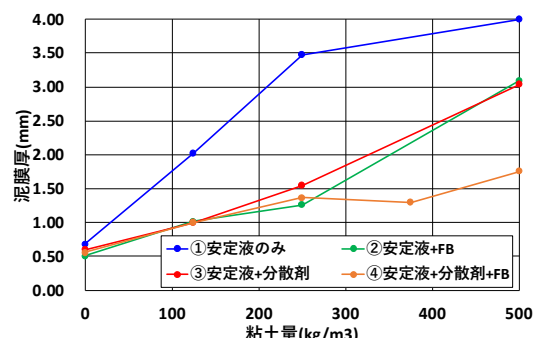


図-4 安定液の性状試験結果(泥膜厚)

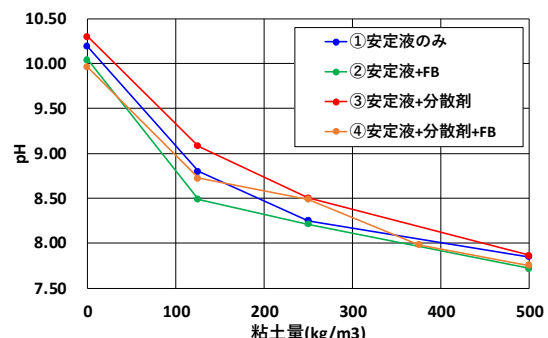


図-6 安定液の性状試験結果(pH)

5. まとめと今後の展開

FBを安定液に混入することにより、泥膜厚の顕著な減少やろ水量の減少、ファンネル粘度の減少といった粘着抑止対策として有利に働く安定液性状の変化が認められた。今後は1/10モデル掘削実験を行い、粘着抑止の有効性が確認できれば実機施工試験を実施して、微細気泡混入安定液の実用化に向けた取り組みを進めてゆく予定である。

参考文献

- 1) 経済産業省 九州経済産業局, ファインバブル活用事例集, 2018年1月
- 2) 地中連続壁基礎協会, 地中連続壁基礎工法施工指針(案), 平成26年7月
- 3) 株式会社ワイビーエム, ウルトラファインバブル発生装置, 2020年9月8日
- 4) 氷室昭三, 「ファインバブルの基礎とその応用について」, 実教出版 理科資料80号, 2016年9月26日