地中連続壁や杭工事に使用する安定液の比重低減剤の開発－素材選定評価－

栗田工業㈱ 正会員 平尾 孝典 ○藤田 聡
㈱大林組 正会員 三浦 俊彦 荒川 真 水本 実
松下鉱産㈱ 松下 眞矢

１．はじめに

近年、地中連続壁や杭工事の大型化や掘削機の性能向上に伴う掘削速度の増加により、大量の安定液を短時間で繰り返し使用する必要に迫られている。安定液の繰り返し使用頻度が増加した結果、安定液に混入する掘削土砂のうち粘土・シルト分が解こう、微細化し、土砂分離機やスクリューデカンタ等の遠心分離機を用いても、十分に除去することができず、比重の上昇による劣化安定液の廃棄量増加が懸念される。そこで、筆者らは安定液の機能を損なうことなく、安定液の比重を低減できる比重低減剤の開発を行った。比重低減剤は掘削土砂の解こう、微細化を抑制する機能を有し、安定液の粘性を下げることで更に遠心分離効果が向上すると考えられる。そこで本報告では、遠心分離機で効率的に土粒子を除去する為の指標として、安定液の回転粘度(B型粘度)に着目し、比重低減効果を検討した結果について報告する。

２．実験方法

比重低減剤は多数のスクリーニング試験から 3 種類を選定した。A 剤は従来から使用されている比重低減剤である。B 剤と C 剤は新たに開発したものである。評価した比重低減剤は、いずれも合成有機高分子化合物であるが､B 剤と C 剤は、A 剤と比較し、製品粘度が若干低い特徴を有する。

表-1 実験ケース

新液		粘土		比重低減剤	
ベントナイト 2.0%	CMC 0.2%	粘土Ⅰ(笠岡粘土)	6%	A剤	0.2%
		粘土Ⅱ(実現場粘土)	10%		
		粘土Ⅲ(実現場粘土)	10%		
		粘土Ⅰ(笠岡粘土)	6%	B剤	0.2%
		粘土Ⅱ(実現場粘土)	10%		
		粘土Ⅲ(実現場粘土)	10%		
		粘土Ⅰ(笠岡粘土)	6%	C剤	0.2%
		粘土Ⅱ(実現場粘土)	10%		
		粘土Ⅲ(実現場粘土)	10%		

実験ケースは表 1、実験手順は図 1 に示す。本実験では、新液に比重低減剤を加え、土砂の混入による比重増加を抑制する効果を調べた（性状維持試験）。配合条件はベントナイト 2%、CMC 0.2%、比重低減剤を 0.2%とし、新液を 2L/ケース作製した。新液に粘土Ⅰ、粘土Ⅱ、粘土Ⅲを各々6%、10%、10%添加し、撹拌混合した後、卓上型遠心分離機で分離し、安定液の性状を測定した。その後、粘土の添加・撹拌混合、遠心分離、安定液の性状測定の順に 3 回もしくは 4 回繰り返した。安定液の性状測定項目は比重、B 型粘度とした。安定液の B 型粘度測定は最大 1000mPa･s を想定し、ローターNo1、6rpm の数値で測定した結果から解析を行った。

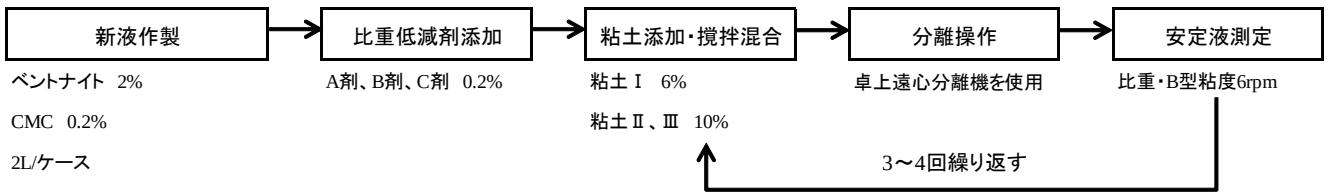

図-1 実験手順

キーワード 地中連続壁，杭，安定液、比重、B 型粘度
連絡先 〒164-0001 東京都中野区中野 4-10-1 栗田工業（株）技術統括部門 技術サービス二部 TEL 03-6743-5161

また遠心分離機での分離性を評価する為、固形分濃度を算出し、各 B 型粘度測定値との関係を調査した。固形分濃度は、遠心分離後の比重から換算した数値と、繰り返し添加した粘土の添加率から算出し、固形分除去率は以下の式から算出した。

固形分除去率(%)＝(遠心分離後の固形分濃度)/(遠心分離前の固形分濃度＋粘土添加率)×100

３．結果

３．１　B 型粘度の目標値

B 型粘度と遠心分離機による固形分除去率を図 2 に示す。粘土Ⅰ、Ⅱ、ⅢでB 型粘度と固形分除去率の関係は異なるが、安定液の B 型粘度が低い程、固形分除去率が増加する傾向が確認された。特に 60mPa･s 未満では各粘土ともに固形分除去率が急激に増加することが確認された。そこで、安定液の B 型粘度を 60mPa･s 未満に調整できる比重低減剤を開発すれば、更なる比重低減効果が期待できると考え、本取り組みを開始した。

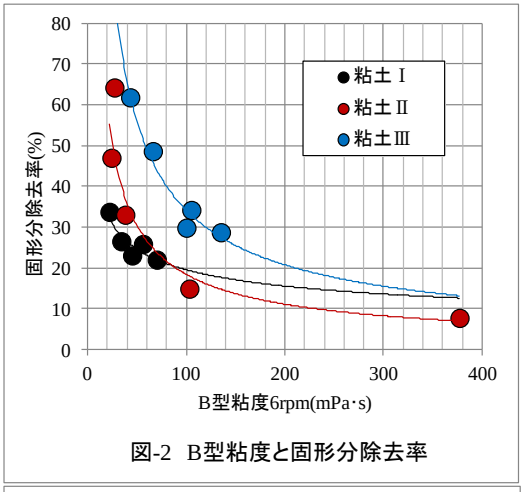

図-2　B型粘度と固形分除去率

３．２　比重低減剤の効果検証

選択した 3 種類の比重低減剤を新液に添加し、粘土Ⅰを繰り返し添加した際の、安定液の B 型粘度を図 3 に示す。B 型粘度は粘土の繰り返し添加回数とともに上昇し、A 剤、C 剤は粘土の繰り返し添加回数 3 回目、4 回目で目標とする 60mPa･s を超える結果となった。B 剤は無添加とほぼ同等であったが、粘土の繰り返し回数 4 回目までは目標とする B 型粘度を下回る結果となり、3 種類の比重低減剤の中では最も B 型粘度の増加を抑制できることが確認された。

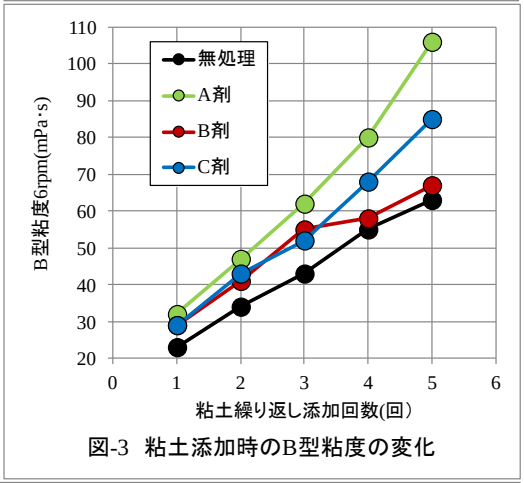

図-3　粘土添加時のB型粘度の変化

次に算出した固形分除去率の結果を図 4 に示す。比重低減剤を添加することで同じ B 型粘度でも、無添加に比べ、固形分除去率が増加する結果が得られた。特に B 型粘度が 60mPa･s 未満になると、比重低減剤の固形分除去効果が表れ始め、B 型粘度が 40mPa･s 未満になると、無添加と比較し、A、B、C 剤の固形分除去率は 2～8 ポイント高い結果が得られた。これは、比重低減剤の化学的作用に起因すると思われる。また選定した 3 種類の比重低減剤の中では B 剤が最も安定液の B 型粘度の増加が小さく、かつ化学的作用も伴って、最も固形物除去率が高く、比重低減効果に優れることが確認された。

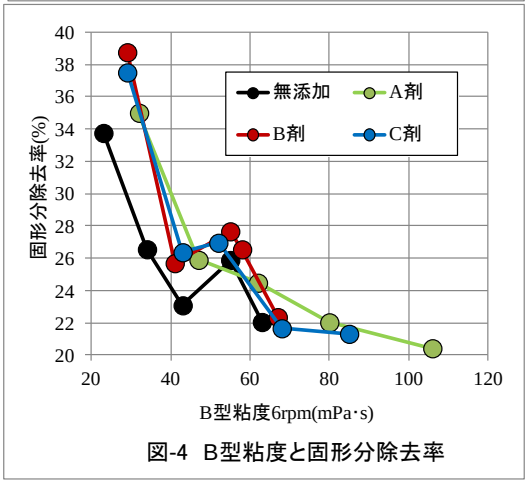

図-4　B型粘度と固形分除去率

４．おわりに

安定液の B 型粘度を低めに維持し、固形分除去率を増加させることで、より効果の高い比重低減剤を開発することができた。

今後は現場実証試験における比重低減効果の検証、適用性の検討を進めていきながら、土質性状や安定液の実現場配合に合わせた、更なる比重低減剤の改良を行っていく。