

天然高分子材料を用いた噴発防止剤の開発

(株)大林組 正会員 ○木村 志照, 三浦 俊彦, 武田 厚
田中 善広, 千野 裕之
京浜ソイル株式会社 永井 文博

1. はじめに

気泡シールド工法に代表される泥土圧シールドは、切羽あるいはチャンバ内に添加材を注入しながら掘進するもので、注入される添加材が、掘削土の流動性と止水性を向上させ、かつ、チャンバ内での掘削土の付着を防止できるため、スムーズな掘進が可能となる¹⁾。この時、掘削土は、チャンバ内からスクリーコンベアを介して、土圧を徐々に減圧しながら大気圧下に排出することで、切羽圧の安定を保持している。このため、添加材の使用量設定は、円滑な掘進を実施するための重要な要素であるが、カッタートルクなどの機械負荷低減やチャンバ内での土砂付着防止を目的に使用量を設定すると、掘削土の流動性が高くなり、スクリーコンベア排土口から土砂噴発が発生し、切羽圧の保持が困難となる場合がある。こうした場合には、スクリーコンベア内に噴発防止剤を注入し、土砂の流動性を低下させることで噴発を防止する必要がある。一般的に噴発防止剤は、アクリルアミドのような液体状の合成高分子剤（以下、従来剤）が用いられる。しかし、合成系高分子は難分解性であり、環境中に長く残存することが懸念される。本報告では、環境中で分解性に優れている天然高分子を合成高分子の代わりに主成分とし、従来の合成系高分子と同等性能を有する新たな噴発防止剤の開発の検討について報告する。

2. 天然高分子材料を用いた噴発防止剤の検討

検討した天然高分子材料は、植物由来で、粉末状である。まず、泥土状に調整した試料土（土丹）に、粉末状の天然高分子材と従来剤をそれぞれ添加し、効果を目視で比較した。結果を表-1に示す。天然高分子材も従来剤と同様に噴発防止効果があることがわかった。しかし、粉末状では施工性が悪いため、主成分である天然高分子に溶剤等の助剤を添加し、エマルジョン化し液体状となる配合を検討した。結果、安定性に優れたサンプルCを候補剤と選定した。図-1に示すように流動性のある性状を有していること、および表-1に示すように噴発防止効果も従来剤同様有している材である。

3. 噴発防止効果の比較検討試験

サンプルCと従来剤の噴発防止効果について、表-2に示す購入土（トチクレイ、笠岡粘土）および現場採取土（土丹、沖積粘土①、②、③）の6種類を対象に比較試験を行った。各試料土を液性限界程度の含水比に調整し、泥土状となった初期土にサンプルC及び従来剤を添加し改質した。改質後の土を、締固めた土のコーン指数試験方法（JIS A 1228:2009）に準拠し、コーン指数を計測した。その結果を図-2に示す。横軸は土砂1m³に対する添加した噴発防止剤の有効成分量、縦軸はコーン指数を示す。また、改質前後の液性・塑性限

表-1 各材による泥土改質効果

添加材	なし (ブランク)	従来剤 (液体状)	天然高分子 (粉末状)	サンプルC (液体状)
添加量	—	4.0kg/m ³ -土砂	2.3kg/m ³ -土砂	5.7kg/m ³ -土砂
改質 状態	 泥土状態	 バラバラとした粒状	 バラバラとした粒状	 バラバラとした粒状



図-1 サンプルC

キーワード 噴発防止剤, シールドトンネル, 天然高分子

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

界を JIS A 1205:2009 に準拠し計測した。塑性図にプロットした結果が図-3 である。なお点線で囲われた範囲は、関東近郊における土の塑性図上の一般的分布²⁾を示している。

土丹及びトチクレーに対しては、どちらの剤も少量の添加で改質効果が得られた。沖積粘土③は従来剤の方が改質効果は高く、サンプル C は添加量を増やすことで改質効果を得られた。笠岡粘土も同様な傾向を得られたものの、ともに改質効果は低い結果となった。沖積粘土①及び沖積粘土②では、ともに改質効果が著しく低く、従来剤は添加量を増やしても全く改質効果がなかった。この改質結果と、図 3 の塑性図から両剤の改質可能な範囲は、土の分類で「CL・ML・MH」の範囲である傾向が示唆された。ただし、沖積粘土①は「MH」範囲であるが、改質効果が低い、またはほぼない結果となっている。表-2 より、沖積粘土①は、他より pH が著しく酸性側である。この原因は、XRD 分析から黄鉄鉱と石膏が確認されることから、地上保管中に黄鉄鉱の風化により、酸性化したものと推察され、酸性側の土壌に対して、両剤の効果が低減する可能性が示唆される。以上から、例外はあるものの、一般的に関東近郊で広く分布する土質に対して、サンプル C を噴発防止剤として使用することは可能であることが示唆された。

4. まとめ

- 1) 天然高分子材料を主成分とし、環境分解性の高い液体状の噴発防止剤を開発した。
- 2) 塑性図上の分類で「CL・ML・MH」の範囲の土質において従来剤と同様に、噴発防止効果があり、一般的に関東近郊に分布する土質に対して噴発防止剤として使用可能である。
- 3) 酸性化している土壌に対しては、従来剤と同様、噴発防止効果が低い。

参考文献

- 1) 気泡シールド工法-技術資料-, シールド工法技術協会, 2011.8
- 2) 建築基礎構造のための地盤評価 Q&A, 一般社団法人日本建築学会, 2015.11

表-2 試料土特性

		購入土		現場採取土			
		笠岡粘土	トチクレー	土丹	沖積粘土		
一般	土粒子密度 (g/cm ³)	2.680	2.650 ~ 2.700	2.673	2.696	2.602	2.693
	自然含水比 (%)	6.6	1.4	20.0	64.3	50.4	40.9
	pH	8.35	7.93	8.29	3.35	6.52	9.10
コンシステンシー特性	液性限界 (%)	60.5	31.0	39.0	91.9	78.0	64.4
	塑性限界 (%)	20.2	19.5	27.3	51.3	28.1	40.3
	塑性指数	40.3	11.5	11.7	40.6	49.9	24.1
粒度	礫分 (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	砂分 (%)	0.5	0.0	15.0	9.0	3.1	9.4
	シルト分 (%)	36.5	83.2	66.4	36.3	25.0	54.3
	粘土分 (%)	63.0	16.8	18.6	54.7	71.9	36.3

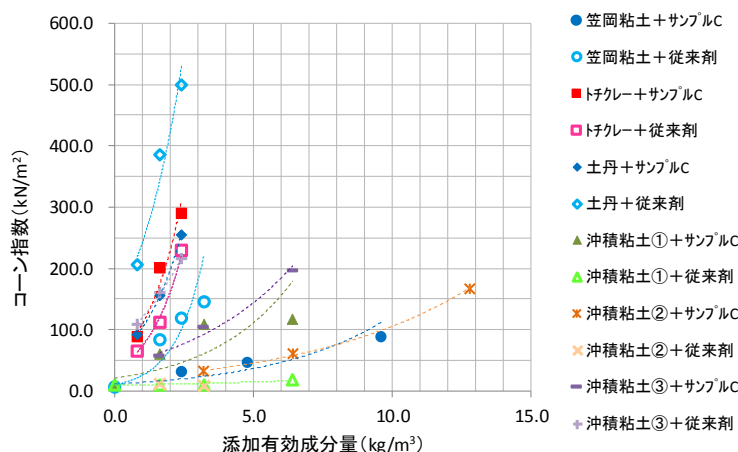


図-2 添加有効成分による改質効果 (コーン指数)

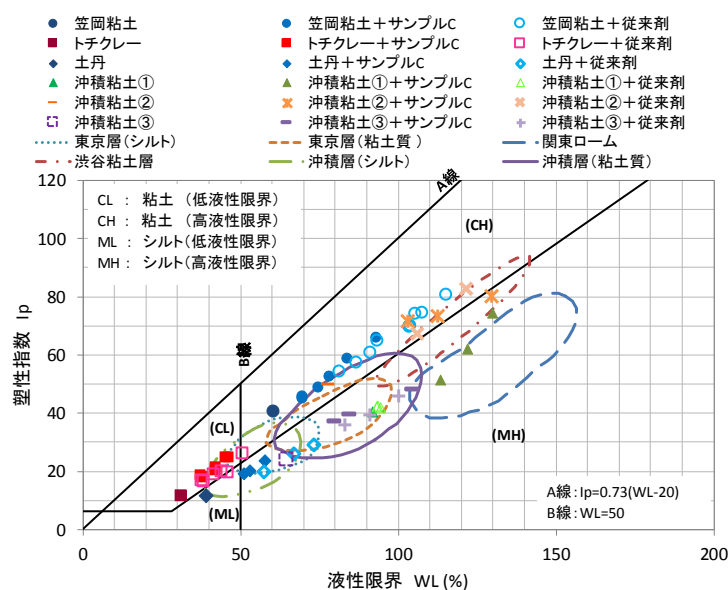


図-3 改質前後の塑性図上の位置