

環境に配慮したセメントゼロ型裏込め注入材の開発

(株) タック 正会員 ○瀧川信二, 森田駿矢
吉田智哉, 吉田修康

1. はじめに

地球規模の課題である気候変動問題の解決に向けて 2015 年パリ協定が採択され、温室効果ガス低減が求められている。カーボンニュートラルの実現は、持続可能な社会をつくる喫緊の課題であるといえる。

(株) タックは沈下抑止特殊充填材¹⁾に使用している非セメント系硬化材に着目し、これを利用したシールド工法用の新たな裏込め注入材を開発した。シールド工法用裏込め注入材の特徴は、①地上からトンネル先端まで1,000m以上の長距離圧送が可能である、②注入時は水希釈に強く流動性に優れている、③注入完了後はまもなく硬化し強度が発現するといった性質を併せ持つ。これらの機能を確認する配合試験の結果について報告する。

2. 試験概要

裏込め注入材として必要な性状を確認するため、A液のフロー値(圧送性と流動性)、ブリーディング率(品質安定性と圧送性)、ゲルタイム(水希釈抵抗性)および一軸圧縮強度(地盤安定性)の測定を行った。

2.1 新裏込め注入材試験配合

A液中の硬化材と3水準のB液(塑強調整剤)を変化させた表-1の各配合で試験を実施した。

表-1 セメントゼロ型裏込め注入材試験配合

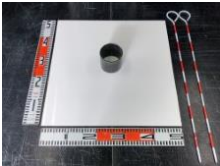
配合 ケース	A液(925L)				B液
	硬化材	助材	安定剤	水	塑強調整剤
1	240kg	25kg	2.4kg	825L	50,75,100L
2	270kg	25kg	2.7kg	813L	
3	300kg	25kg	3.0kg	802L	

2.2 試験方法と目標値

(1) フレッシュ性状

フレッシュ性状の確認はシールド可塑状注入工法技術マニュアル²⁾に準じて実施した。試験項目と目標値を表-2に示す。

表-2 試験項目と目標値

試験項目	A液性状			A液+B液
	比重 (1.18~1.22)	フロー値 (Φ80mm×H80mm)	ブリーディング率 (24時間後)	ゲルタイム
試験概要	 	 		 
目標値	理論値±0.05	400±100mm	5%以下	15秒以内

(2) 一軸圧縮強度

材齢別の一軸圧縮強度の目標値を表-3に示す。

表-3 裏込め注入材の目標強度

試験項目	材齢別一軸圧縮強度(kN/m ²)	
	1時間	28日
目標値	20	1,500

キーワード：シールド工法，裏込め注入材，カーボンニュートラル，非セメント系

連絡先 〒709-0223 岡山県備前市吉永町南方 1073 (株)タック 管理本部 TEL0869-84-2069

3. 試験結果

(1) フレッシュ性状

フレッシュ性状の試験結果を表-4に示す。表中のハッチング箇所は目標値に達しなかった項目である。

表-4 フレッシュ性状試験結果

配合 ケース	比重	フロー値 (mm)	ブリーディング率 (%)		ゲルタイム (秒)		
			1時間	24時間	B=50L	B=75L	B=100L
1	1.18	440×440	2.0	7.0	4	7	12
2	1.20	410×410	1.0	4.0	3	5	10
3	1.22	390×390	0.5	3.0	3	4	7

(2) 一軸圧縮強度

一軸圧縮試験結果を表-5および図-1～2に示し、硬化後の状態を写真-1に示す。弊社の標準的なシールド用裏込め注入材と比べて、どの配合ケースもB液（塑強調整剤）添加量が75Lで強度のピークが得られた。

表-5 一軸圧縮試験結果

配合 ケース	1時間強度(kN/m ²)			28日強度(kN/m ²)		
	B=50L	B=75L	B=100L	B=50L	B=75L	B=100L
1	4	12	12	1,301	1,527	1,505
2	8	24	20	1,702	2,251	1,998
3	14	26	26	1,997	2,891	2,877

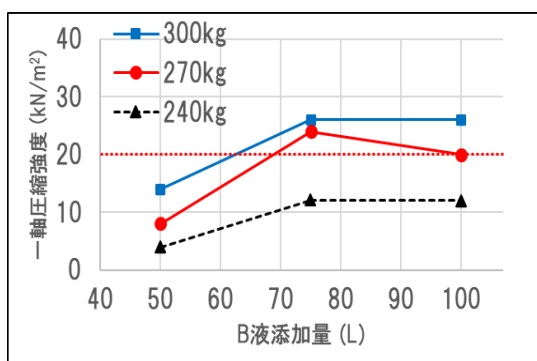


図-1 一軸圧縮強度(1時間)

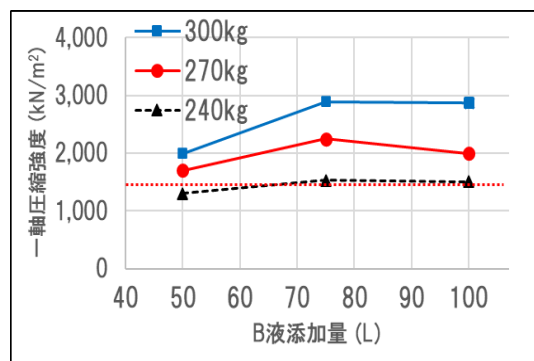


図-2 一軸圧縮強度(28日)

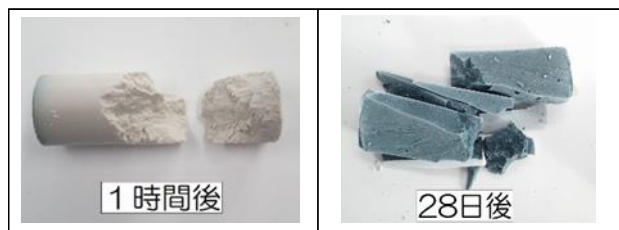


写真-1 硬化後の状態(配合ケース2, B液=75L)

4. まとめ

非セメント系硬化材 270～300kg/m³で塑強調整剤 75～100L/m³の配合が目標値を満足した。環境省の温室効果ガス排出量算定方法・排出係数一覧によると、セメント製造のCO₂排出係数は0.5 kg-CO₂/kgである。

この場合、セメントゼロ型裏込め注入材は本配合で、次のCO₂排出量削減が期待できる。

$$\text{裏込め注入材 } 1\text{m}^3 \text{ 当たり : } (270 \sim 300) \text{ kg} \times 0.5 \text{ kg-CO}_2/\text{kg} = (135 \sim 150) \text{ kg-CO}_2$$

【参考文献】

- 1) 吉迫ら：矩形シールド工事における新しい沈下抑止特殊充填材の施工実績，土木学会第72回年次学術講演集，pp. 627-628，2017。
- 2) 可塑状グラウト協会：シールド可塑状注入工法技術マニュアル改訂第5版，pp. 43-45，2018。