

深礎工法における可塑性グラウト材を用いた裏込めについて

JR 東日本 東京工事事務所 正会員○大野 啓介
 正会員 金田 淳
 正会員 八柳 由花
 鉄建建設株式会社 建設技術総合センター 正会員 竹田 茂嗣

1. はじめに

深礎工法やシールドトンネル工法の施工時には、掘削地山と土留材との間に裏込め充填が行われている。裏込め充填材には、近年エアモルタルや可塑性グラウトなど多様な材料が開発されており、用途とその要求性能に合致した材料が工事で適用される。

一般的に深礎工法はセメント系の裏込め充填材が多く用いられている。しかし、浸透性の高い地層や地山に空隙がある場合などにおいては、裏込め充填材の流動が止まらず、固化が始まらないという課題があった。

可塑性グラウト材であればこのような課題を解決できるが、既往研究の多くは大規模なプラントを配備しての施工を想定している¹⁾²⁾。その為、狭小な施工環境における深礎工法への適用は難しい。

そこで今回、空隙がある地山での深礎工法への適用を想定して、可塑性グラウト材を用いた裏込め材の配合を検討したので報告する。

2. 深礎工法における可塑性グラウト材の要件

可塑性グラウト材は、無加圧時は自重のみで形状を保持し、加圧時は変形する性能を持つ。その為、一般的なセメント系材料とは異なり、注入箇所付近で一度滞留し、充填が進むと、空隙に合わせて形状を変える事が見込まれる。

可塑性グラウト材注入の際は、注入直前に、セメントを主成分とした主材と、可塑化材を混合する。その際の主剤と可塑化材の混合比率は実績が多く残ってい

るが、いずれも大規模なプラント設備を用いなければ管理が難しいものであった。

今回は、以下の3つの指標の基に、可塑性グラウト材に求める性状を維持しながら、深礎工に適用しやすい特性を持った配合設計を検討した。①主材と可塑性材の混合比率が簡潔で、人の手で管理しやすい事。②ゲルタイムが5～10秒以内で、ライナー背面での回り込みが十分期待できる事、③現場で圧送する為に十分な流動性がある事。

3. 試験

まず、複数ケースの配合設計で裏込め材を練り混ぜ、ゲルタイムと圧送性の確認を行った。その後、施工性と充填性能の確認を目的として屋外試験場で試験施工を実施した。

3.1 机上試験

(1) 試験方法

主材と可塑化材をそれぞれ計量ピッチャーに作成し、混合時のゲルタイムを確認した。主材の流動性について、プレパックドコンクリートの注入モルタルの流動性試験方法(P漏斗による方法)(JSCE-F 521-1999)により確認した。可塑化材には、汎用品³⁾を用いた。

(2) 結果と考察

机上試験で検討した裏込め材料の配合ケースと、試験結果を表-1に示す。可塑化材のカタログに記載された配合例を、表中で標準として記した。

配合計画時、フライアッシュは、小ロットで入手しや

表-1 机上練り混ぜ試験結果一覧

No	容積比		単位量(kg/m ³)										ゲルタイム (秒)	主材のP漏斗 流下時間(秒)
			主材(kg)					可塑化材(kg)						
	主材	可塑化材	OPC	FA	LS	L-NS	W	CG-1000	CG-2000	LS	D-100	W		
標準	850	150	400	400	0	0	542	3.0	15.0	0	0.1	142	10.8	-
①	500	500	500	0	0	0	342	1.0	5.0	400	0	349	-	-
②	667	333	500	0	500	2.0	324	2.0	10.0	0	0	328	10.0	1分以上
③	750	250	750	0	250	2.0	420	3.0	15.0	0	0	242	7.1	8.0

OPC：普通ポルトランドセメント，FA：フライアッシュ，LS：石灰石微粉末，S-NP：減水材，W：水，

CG-1000：ポリマー系可塑化材，CG-2000：無機系可塑化剤，D-100：遅延剤

キーワード 深礎基礎工法，裏込め充填材，可塑性グラウト材，現場試験

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 東日本旅客鉄道株式会社 TEL： E-mail：oono-keisuke@jreast.co.jp

すい石灰石微粉末に置き換えることとした。

また、大容量のプラント内での可塑化材練り混ぜにおいては、可塑化剤単体での固化を遅らせる事を目的として遅延剤を添加する。深礎工法においては、用意する可塑化材は小容量である為、本検討の配合計画では遅延剤は不要とした。

配合①は、混合前から可塑化材が固化してしまったため、ゲルタイムを確認出来なかった。

配合②は、ゲル化が確認でき、メーカー品と同等のゲルタイムを示した。しかし、主材の水の量が少なかったために P 漏斗流下時間が 1 分以上と長く、圧送性が低いと判断した。

配合③は、ゲル化が確認でき、メーカー品よりも短いゲルタイムを示した。また、P 漏斗流下時間も 8.0 秒と現場での圧送に問題ない性状を示した。(図-1)

以上の結果から、屋外試験では試験体③を採用した。



図-1 ゲル化後の試験体の写真

3.2 屋外試験

(1) 試験方法

深さ 1.5m まで掘削を行い、有効径 2.0m のライナー PL を組立て、裏込め材の充填を行った。裏込め材を充填する際は、パッカーをライナー PL 下端に設置し、漏れ出し防止と空隙の再現を行った(図-2)。地山とライナープレート間に設置したパッカーは掘削孔の外周に沿って一周させる際に、パッカー同士の間数 cm の隙間が生じる。これを地山空隙と想定し、裏込め材の漏

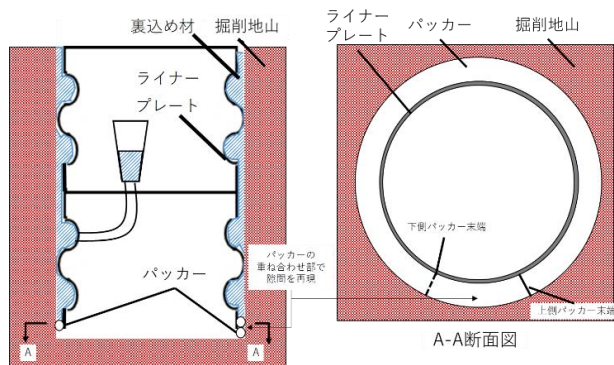


図-2 屋外試験の施工程イメージ

れ出しが防止できているか確認した。

可塑性グラウト材は以下の要領で練り混ぜた。主材・可塑性材を、それぞれハンドミキサーを用いて攪拌し、注入時にホースの射出口付近で混合した。その際注入圧力を調整し、3:1 の割合で混合するようした。注入は打音により充填が確認できるまで行った。

表-2 に試験場の地盤条件を示す。

表-2 試験地盤の土質定数

掘削深度 (m)	N 値	透水係数 (cm/s)	間隙率(%)	土質および記事
0~9.95	6~28	1.39×10^{-3}	48.1	粘土混り砂

※透水係数は回復法により測定した

(2) 結果と考察

可塑性グラウト材を注入した際には、透明な上澄み液以外に漏れ出しは無かった。パッカー同士の数 cm の隙間からも、充填材の漏れ出しは確認されなかった。

また、掘り起こして確認した所、裏込め充填材が土粒子の間隙へ浸透した様子は確認できなかった。試験地盤の透水性は中位に分類され(JIS A 1218:2009)、間隙率も締固めたバラスト並み(一般に 40~50%)に高い。

以上のように、空隙の多い環境下でも漏れ出しが無かった事から、充填を確実にける事が期待できる。

4. まとめ

空隙地山における深礎工法への採用に適した可塑性グラウト材料の配合を検討した。

裏込め材の注入時に、空隙からの漏れ出しは確認されず、充填は問題なく行う事が出来た。

今回用いた裏込め材は減水材を用いて主材の流動性を確保した。今後の課題として、セメント量を下げるなどの改良を行い、低コスト化に向けて検討を続ける。

参考文献

- 1) 谷口修, 加藤弘義, 志澤三明, 渡邊宗幸, 野口孝俊: 可塑性グラウト材を使用した水中狭隘部への重点に関する実験的検討, 土木学会論文集 B3, Vol73, 2017
- 2) 石井裕泰, 羽生剛, 北詰昌樹: 捨石マウンドを対象とした可塑性グラウト注入工法の施工と適用性の検討, 地盤後学ジャーナル, Vol11, No4, pp327-339
- 3) クリーングラウト工法, デンカ株式会社, <https://safe.menlosecurity.com/docview/viewer/docNA3FC9087FCE9d0cba90c1f1c0b1540f581a3a61c3753c5d949eb562170c895978971df62053e>