

(VI-12) 非開削撤去埋戻し工法における充填埋戻し材の開発について

清水建設(株) 土木東京支店 技術部
清水建設(株) 土木本部 技術開発部
清水建設(株) 土木東京支店 技術部
太平洋セメント(株) 研究本部 佐倉研究所

正会員 ○永田 義久
正会員 脇 登志夫
正会員 草刈 太一
野口 雅朗

1. はじめに

「非開削撤去埋戻し工法(TU工法)」¹⁾とは、TUシールド機を前進させながら、地上から開削することなく、スキンプレート内に取り込んだ既設下水道管の切断、撤去とシールド機背面の充填埋戻しを同時に行なう工法である(写真-1)。

本工法に用いる埋戻し材は、既設下水道管撤去直後の空隙を速やかに充填固化する「短期強度発現性」と、経年後も周辺地盤と同様に人力で掘削が可能な強度となる「長期強度抑制性」の両方の強度特性を兼ね備えていると同時に、「充填性(流動性)」に優れたものであることが求められる。

今回は、本工法に用いる埋戻し材の配合設計の検討過程、および同材を用いて実施工を行なった結果について報告する。

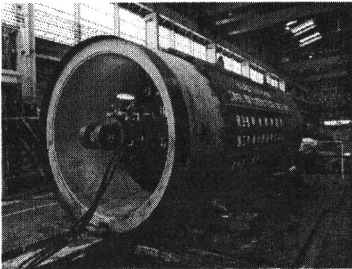


写真-1 TUシールド機

2. 埋戻し材の配合設計

2.1 設計目標値の設定

本工法に用いる埋戻し材の配合を検討するにあたり、同材が満たすべき性能に関する項目とその具体的な目標値を表-1に示すように定めた。

表-1 埋戻し材の性能目標

設定項目	目標値
一軸圧縮強度	3時間材令: 0.5 kgf/cm ² 以上 28日材令: 5.6 kgf/cm ² 以下
フロー値 (Pロート)	10秒以下(混練直後)
ブリージング率	5%以下
ゲルタイム	60秒以下

2.2 裏込め注入材の性能に関する検討

本工法に用いる埋戻し材が満たすべき性能のひとつに短期強度の発現がある。既存の充填材の中で短期強度を確保できるものとしてはシールド工法に用いる二液性裏込め注入材が一般的である。そこで、裏込め材の短期強度と充填性について比較検討した結果、二液性の水ガラス系可塑状型タイプが前述の目標値を満たすという結論を得た。そこで同タイプの裏込め材をベースとして、埋戻し材の配合設計を行なうこととした。

2.3 配合計画

水ガラス系裏込め材を本工法の埋戻し材に用いた場合に問題となるのは、長期強度が伸びすぎる点である。従って、本工法の埋戻し材の配合計画にあたっての課題は、ベースである水ガラス系裏込め材の長期強度をどのようにして低減させるかという点にある。

水ガラス系裏込め材の配合はセメント系硬化材、水ガラス系急結剤、増粘剤、および安定剤などからなるが、このうち長期強度の発現に対して支配的なのは硬化材中のセメント成分量である。そこで、埋戻し材に用いる硬化材の構成成分として、セメントの混和材で、微粒子のため流動性に富む「分級フライアッシュ」(表-2)を用いることとした。

表-2 分級フライアッシュの品質

比重	2.35~2.45
比表面積	5,500cm ² /g 以上
湿分	0.2%以下
二酸化ケイ素	45%以上
強熱減量	5%以下

非開削／裏込め材／短期強度発現／長期強度抑制／分級フライアッシュ

〒105-8007 東京都港区芝浦1丁目2番3-12号 シーパンスS館 TEL 03(5441)0571 FAX 03(5441)0510

2.4 試験結果

硬化材、水セメント比 (W/C) , 急結剤の配合設定を変えた 6 通りの試料を作成し (表-3) 、各試料について一軸圧縮強度、およびフレッシュ性状の測定を行なった。結果を表-4 に示す。

これらの結果に基づき、前述の性能目標をよりクリアできる配合として、埋戻し材の標準配合が表-5 に示すように決定された。

表-3 試験試料の配合一覧

試料	A 液 (900~920 l)					B 液	
	F A 系硬化材 (kg)	増粘剤 (kg)	安定剤 (kg)	水 (l)	設定値		水ガラス系急結剤 (l)
					W/C (%)	比重	
①	200	20	0.30	830	1383	1.142	80
②	200	20	0.30	810	1350	1.145	100
③	230	20	0.34	818	1186	1.161	80
④	230	20	0.34	798	1156	1.165	100
⑤	260	20	0.39	805	1032	1.180	80
⑥	260	20	0.39	785	1006	1.184	100

表-4 試験結果一覧

試料	一軸圧縮強度 (kgf/cm ²)				フレッシュ性状			判定
	材 令				A 液		A+B 液	
	1 時間	3 時間	1 日	28 日	Flow 値 (秒)	ブリージング率 (%)	ゲルタイム (秒)	
①	0.06	0.21	1.54	2.84	8.6	1	40	×
②	0.06	0.23	1.71	2.87	8.7	2	56	×
③	0.16	0.80	2.38	4.87	8.6	1	31	○
④	0.14	1.00	2.26	4.12	8.8	1	35	○
⑤	0.22	1.22	3.30	7.21	8.7	1	22	×
⑥	0.22	1.70	3.35	6.92	8.8	1	30	×

表-5 埋戻し材の標準配合

A 液 (900 l)				B 液急結剤 (l)	W/C (%)	単位体積重量 (tf/m ³)
硬化材 (kg)	増粘剤 (kg)	安定剤 (kg)	水 (l)			
230	20	0.34	798	100	1,156	1.15±0.5

3. 施工結果

実施工は既設下水道管 (φ 2,000mm, 延長 L=82m) の撤去工事について行なった。施工中は埋戻し材の注入手量および注入手圧等について計測管理を行なった。また施工後は埋戻し材充填部から採取したコアを用いて一軸圧縮試験を行ない、所定の強度が得られているかを確認した。結果を要約すれば以下の通りである。

- ・埋戻し材の注入手量はシールド機の前進量に比例し、沈下のないように約 5m³/m の一定の割合で注入した。
- ・埋戻し材の注入手圧は施工期間中を通じてほぼ一定 (約 1.0kgf/cm²) であった。
- ・硬化後の埋戻し材の一軸圧縮強度 (qu=1.34~1.54kgf/cm²) は周辺地盤の一軸圧縮強度をわずかに上回っており、ほぼ設計通りの結果が得られていることが確認された。

4. まとめ

既存の水ガラス系裏込め注入材の改良により、表-1 に示す性能を満足する埋戻し材の標準配合が表-5 に示すように得られた。また実施施工中の計測管理、および施工後のサンプリング調査の結果、充填性、強度特性とともに所定の性能を満足することが検証された。

今回の改良のポイントは、水ガラス系裏込め注入材中の硬化材の構成成分に分級フライアッシュを配合する点にあった。この配合の目的を「硬化材中にセメント系以外の細粒分を添加するため」と解釈した場合、フライアッシュに換えて建設発生土 (粘性土) 等が利用できる可能性も考えられ、今後の検討課題である。

参考文献

- 1) 鈴木, 相根, 脇 : 既設下水道管の非開削撤去埋戻し工法 (TU 工法) の開発と実施, 建設の機械化, No. 582, pp.6-11, 1998