

下水道管きょ更生工法 大口径管きょ向けグラウト材の特性

昭和 KDE(株) 正会員 ○榎 宏二、 正会員 佐藤 公
足立建設工業(株) 柴田 弘至、 村田 興平

1. はじめに

耐用年数を越えた下水道管は更新が必要となる。しかし、道路下に埋設されていることが多く、開削工事を行うと経済的、環境的負担が大きい。そのため、道路を掘り起こすことなく施工可能な非開削の下水道管きょ更生工法が普及している。SPR 工法はその一つであり、図-1 に示す様に下水を流しながら老朽化した下水道管の内部に塩化ビニル製プロファイル(以下更新管)を製管し、下水道管と更新管の隙間にグラウト材を充填し、強固な複合管とする工法である。この工法におけるグラウト材の要求性能としては、大きく分けて図-2 の三つがあげられ、この性能は相反する関係にあり、全ての性能を満足するバランスが重要となる。大口径においてはグラウト材の充填量が多く、可使用時間が短い場合は注入箇所の移動等の作業負担が大きくなるため可使用時間の改良が課題の一つである。また、上記工法に適応したグラウト材は現在使用されているが、液体エマルジョンを配合しており、一材化により更なる作業性の向上が期待できる。筆者らは上記要求性能を満足し、作業性を向上させたグラウト材の開発を行っている。本報文では基本配合の検討および要求性能に関する評価について報告する。

2. 基本配合の決定

材料の開発コンセプト及び開発品の特性を表-1 に示す。従来品と同等の特性を満足し、一材化かつ可使用時間の改良は困難であったが、混和材の調整を繰り返すことで、ラボ評価において表-1 の特性を満足することができた。そのため、施工現場を想定した評価を実施した。

3. 施工現場を想定した評価

本材料に要求される図-2 の性能について、現場を想定した評価を実施した。評価方法を表-2、評価結果を表-3、図-3 に示す。水中不分離性は表-3 に示す通り、既設管と更新管の隙間にある水を押し出した後に採取した試料は、練上りとほぼ同等の物性であり性能を満足する結果となった。圧送性は、図-3 に示す通り、2 インチ耐圧ホース 100m 圧送において、従来品の約 50%の圧送圧であり、性能を大幅に改良する結果となった。一体性は模擬管きょ試験体の切断面の状況確認において、既設管とグラウト材の接着層に一

キーワード SPR 工法、可使用時間、複合管

連絡先 〒321-2344 栃木県日光市猪倉 2204 昭和 KDE(株) 技術センター TEL 0288-25-7460

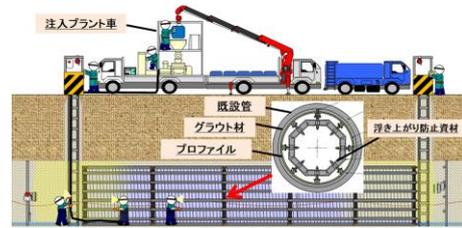


図-1 SPR 工法の概略図

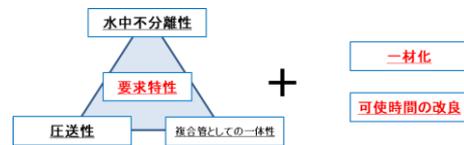


図-2 グラウト材の要求性能

表-1 開発コンセプト 及び 開発品の特性

試験項目	目標値	開発品の特性	試験方法
練上り性状	比重	2.10~2.30	2.17 JIS A 1171
	引抜きフロ値	250~380 mm	320 × 320 mm JIS R 5201 フローコーンを引上げた時の広がり測定
可使用時間: 上記性状を満足する時間	60分 以上	240 分	練上り性状試験方法と同方法
硬化物性 (材齢28日)	圧縮強度	50 N/mm ² 以上	59.4 N/mm ² JSCE G-521
	ヤング係数	22,000 N/mm ² 以上	24,800 N/mm ² JIS A 1149
	割裂引張強度	2.8 N/mm ² 以上	4.0 N/mm ² JIS A 1113
	接着強さ	破壊状態が界面剥離でなく、一体性が確認されていること	基板の凝集破壊 JIS A 1171

表-2 施工現場を想定した評価方法

評価項目	試験内容
圧送性	スクイズポンプを用いて、2インチの耐圧ホース又は鋼管100m圧送した場合のポンプ圧の測定
水中不分離性	施工現場を想定した模擬管きょを製作し、スクイズポンプを用いて、既設管と更新管の隙間にある水を押し出した後に採取した試料の物性確認
一体性	模擬管きょに充填後、硬化させた試料を切断し、切断面の状態確認
	下水道管きょ更生工法(SPR工法)の完成検査と同方法での確認

表-3 水中不分離性評価結果

試験項目	練上り物性	水を押し出し後の採取試料	試験方法
比重	2.17	2.18	JIS A 1171
引抜きフロ値	320 × 320 mm	315 × 310 mm	JIS R 5201 フローコーンを引上げた時の広がり測定
圧縮強度(材齢28日)	58.2 N/mm ²	58.6 N/mm ²	JSCE G-521

部隙間および巻込みエアと推察されるボイドが確認された。要因は可使用時間を改良(長く)した影響により充填後、硬化までにエア等の動きが生じ易くなり接着層に影響を与えたと推察される。そのため、配合の見直しを行った。

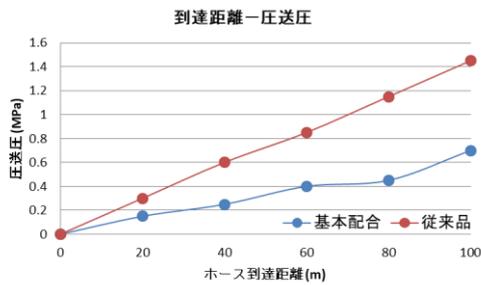


図-3 圧送性評価結果

4. 配合の見直し

上記要因を改善するため、有機系増粘剤を中心に配合の見直しを実施した場合は圧送性、分散均質性を低下させるために可使用時間を無機系粘土鉱物を用いて調整を行った。表-4 に示す通り、可使用時間と模擬管きよ試験体の切断面の状態に関係性があることを確認した。また、巻込みエア（以下ポイド）を改良するために接着層の隙間の改良が確認された配合 No.3 をベースとし、消泡剤の調整を実施した。表-5、写真-1 の配合 No.5 が示す通り、消泡剤の増加に伴いポイドは改良されたが粘度の上昇も確認された。上記評価において切断面の改良を最優先とし既設管とグラウト材の接着層に隙間がなく、一体性の確認された配合 No.5 にて再度施工現場を想定した評価を実施した。

表-4 可使用時間と模擬管きよ切断面の状態

項目	基本配合	検討配合		
		No.1	No.2	No.3
無機系粘土鉱物添加量	—	C×0.5%	C×1.0%	C×1.5%
可使用時間	240分	180分	90分	60分
模擬管きよ切断面の確認: 接着層における隙間の有無	×有	×有	◎無	◎無
模擬管きよ切断面の確認: 巻込みエア(ポイド)の有無	×有	×有	×有	△一部有

表-5 消泡剤添加量と模擬管きよ切断面の状態

項目	基本配合	検討配合		
		No.3	No.4	No.5
消泡剤の添加量	C×0.4%	C×0.4%	C×1.2%	C×2.0%
粘度(振動粘度計):	260 mPa・s	260 mPa・s	300 mPa・s	340 mPa・s
模擬管きよ切断面の確認: 接着層における隙間の有無	×有	◎無	◎無	◎無
模擬管きよ切断面の確認: 巻込みエア(ポイド)の有無	×有	△一部有	△一部有	◎無

5. 施工現場を想定した評価

上記配合 No.5 について、「3. 施工現場を想定した評価」と同様の評価を行った。また、より現場に類似した評価を行うために水中不分離性と一体性については、写真-2 の様な7.2m 模擬管きよを作製し評価を行った。評価結果を表-6、図-4 に示す。水中不分離性は表-6 に示す通り、配合 No.5 においても、水を押し出した後に採取した試料は、練上りとほぼ同等の物性であり、性能を満足する結果であった。

表-6 水中不分離性評価結果

試験項目	練上り物性	水を押し出し後の採取試料	試験方法
比重	2.20	2.21	JIS A 1171
引抜きフロー値	305 × 300 mm	280 × 280 mm	JIS R 5201 フローコーンを上げた時の広がりを測定
圧縮強度(材齢28日)	56.6 N/mm ²	56.3 N/mm ²	JSCE G-521

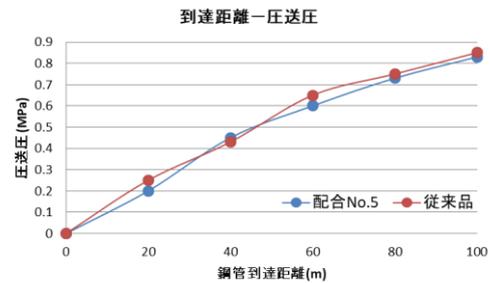


図-4 圧送性評価結果



写真-1 一体性評価

写真-2 模擬管きよ試験

圧送性は図-4 に示す通り、配合 No.5 は2 インチ鋼管 100m 圧送において、可使用時間の調整に伴い、圧送性の改良は確認されなかったが、従来品とほぼ同等の圧送圧であり、性能を満足する結果となった。一体性は、下水道管きよ更生工法(SPR 工法)における完成検査と同方法においても、打音変化等の異常は確認されず、一体化を示す結果となった。

6. まとめ

作業性を向上させるため、一材化かつ可使用時間の改良を課題としグラウト材の開発、評価を実施した。可使用時間の改良に伴い、充填後のエア等の動きが生じ易くなり、一体性を満足する結果は得られなかった。無機系粘土鉱物、消泡剤を調整する配合の見直しを実施した結果、課題の一つである一材化かつ下水道管きよ更生工法用グラウト材としての要求性能を満足することができた。今後の課題としては、可使用時間の改良を行い、より作業性等を向上できる様に開発、改良を検討中である。

謝辞:

本開発にあたり、ご指導を頂きました SPR 工法開発者である東京都下水道サービス株式会社様、積水化学工業株式会社様に心より感謝と御礼申し上げます。

参考文献:

- 1) 東京都下水道サービス(株) : SPR 工法の設計概論-設計理論と設計概論