

長距離水中流動充填材の圧送性に関する検討

カジマ・リノベイト(株) 正会員 ○前山篤史 大石智広
東京パワーテクノロジー(株) 小林 仁 鹿島建設(株) 正会員 柳井修司 高木英知
立花マテリアル(株) 長岡廉浩 ケミカルグラウト(株) 三上雄一
日特建設(株) 正会員 阿部智彦 ライト工業(株) 正会員 大槻俊正 花王(株) 鈴木憲一

1. はじめに

100m もの長距離を水中流動できる充填材は、既に開発され現場での実績がある¹⁾。しかしながら、材料の製造箇所（練上がり場）から打設場所までの距離がある場合には、配管による圧送が必要な場合もあり、そのような条件下での圧送性は不明である。そこで、今回はプレミックス仕様の充填材を開発し、以下の2つの目的のために圧送実験を実施した。

- (1) 充填材の長距離圧送時における圧送損失の程度を確認し、圧送後の性状とフレッシュ性状を確認する。
- (2) 充填材の硬化遅延性（≒オープンタイムの長さ）を確認するために、配管内に滞留させた充填材を、翌日再圧送が可能であるかを確認する。

2. 配合選定試験

配合は、充填材の規格値を満足する2種類の配合とこれらに保持機能を有する高性能減水剤を加えた場合の24時間後の性状を見ながら、圧送実験に用いる配合を決定した。

表-1 配合およびフロー試験および圧縮強度結果一覧(事前検討)

配合 No.	水紛体比 (%)	水 (kg)	充填材 プレミックスセメント (kg)	保持剤 (kg)	フロー値 (mm)		圧縮強度 (N/mm ²)	
					練上り直後	24時間後	7日	28日
1	78	19.4	25	—	425×400	80×80	1.27	3.19
1'	76	19.1	25	0.028 (P×1.1%)	445×445	380×375	1.14	3.19
2	64	15.9	25	—	415×405	263×260	2.23	4.88

表-1に配合およびフロー試験と圧縮強度試験結果の一覧を示す。24時間静置後のフロー試験結果より、保持剤を添加しない配合 No.1およびNo.2は流動性の低下が大きく見られ、配合 No.1はNo.2に比べより大きな流動性の低下が見られた。一方、保持剤を添加した配合 No.1'は、流動性の低下は見られたものの写真-1に示すように塊まりもほとんど生じず均一な広がりを見せ、圧縮強度についても保持剤の添加が圧縮強度に与える影響はほとんど無いことから、保持剤の効果が確認できた。



写真-1 24時間後のフロー状況

以上より、今回の圧送実験での基本配合は、配合 No.2 に保持剤を添加した配合とし、最終的には表-2に示す配合とした。

表-2 圧送実験用配合

項目	充填材 プレミックスセメント (kg)	水 (kg)	保持剤 P×1.0% (kg)
1袋当り	25	15.5	0.25
m ³ 当り	875	541.3	8.75

3. 圧送実験

3.1 実験概要

圧送実験の配管等の配置概要を図-1に、ポンプ仕様を表-3に示す。実験は、2インチのSGP配管と1インチの耐圧ホースの2種類について実施し、圧送距離は約120mとした。また、2インチ配管については、配管内に充填材を滞留させて翌日そのまま圧送し、再圧送が可能か否かを確認した。主な計測項目は、フレッシュ性状（フロー値、空気量、練上り温度）、管内圧力、圧縮強度（気中採取）、水中不分離性とした。

キーワード：長距離水中流動充填材、プレミックス材料、ポンプ圧送、遅延性

連絡先：〒162-0065 東京都新宿区住吉町1-20 Hilo 研究会事務局 TEL 03-3351-1122

3.2 実験結果

2 インチ配管における充填材のフレッシュ性状試験、および硬化性状試験の結果を表－4に示す。

圧送性については、2 インチ配管および1 インチホースともに問題なく、120m の距離を圧送することができ、2 インチ配管については、翌日においても圧送可能であった。

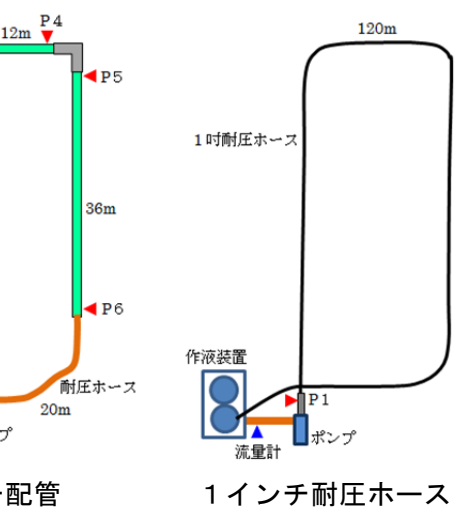
フロー値は、1 日目の練上がり直後が約 385 mm であったのに対して、2 日目の再圧送後に筒先から採取した試料では約 395 mm、そして翌日に再圧送し、筒先から採取した試料では約 374 mm と、いずれにおいても大きな流動性の低下は見られなかった。水中不分離性についても写真－2 に示すようにほとんど濁りは確認されなかった。硬化性状では、圧送後に筒先から採取した試料の圧縮強度において、1 日目が 5.5 N/mm² で、2 日目が 6.6 N/mm² と 2 日目の強度が増しており、強度的にも問題のないことが確認できた。

定常時の管内圧力と圧力損失のデータを表－5 に示す。2 インチ配管の水平管の圧力損失は1 日目で 0.014N/mm²/m、2 日目で 0.015 N/mm²/m であり、2 日目の方がやや大きくなったが、その差はほとんど生じなかった。曲がり管の圧力損失も最大で 0.1667 N/mm²/m と小さいものであった。1 インチホースの圧力損失は、0.0175 N/mm²/m であった。

4. まとめ

今回の一連の圧送実験を通して、以下のことが確認できた。

- (1) プレミックス充填材の圧送性は、2 インチ SGP 配管および1 インチ耐圧ホースのどちらでも 120m の距離を圧送でき、圧送後の性状も問題ない。また、圧送計画に資する圧力損失データを取得できた。
- (2) 連続して 2 日間以上の充填が必要な場合、通常は 1 日終了時点で配管内の清掃を行うが、保持機能のある高性能減水剤を添加することにより、配管内の清掃を行わずとも、翌日の圧送作業が可能である。



図－1 配管の配置概要図

表－3 ポンプ仕様

項 目	2インチ配管	1インチホース
ポンプ型式	チューブ式ポンプ KB-65	モノポンプ 4NE-30
吐出方式	チューブ式押出方式	スネーク式
最大理論吐出量	140 ℓ/min(清水時)	60 ℓ/min (清水時)
最大理論吐出圧	2.0MPa	1.6MPa

表－4 フレッシュ性状および硬化性状一覧(2 インチ配管)

試料の採取方法	フロー値 (mm)	空気量 (%)	練上り温度 (℃)	圧縮強度 (N/mm ²)
練上り直後に採取	385×384	5.0	24	—
圧送後に筒先から採取	395×394	5.2	27	5.5
翌日に再圧送し、筒先から採取	386×362	—	—	6.6



写真－2 2日目圧送後の水中不分離性

表－5 定常時の管内圧力および圧力損失

項 目	細 目	圧送量 (ℓ/分)	管内圧力(N/mm ²)						各センサー間の圧力損失(N/mm ² /m)					全体の 圧力損失 (N/mm ² /m)
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	
2インチ配管	1日目	100～130	1.80	1.15	1.10	0.93	0.92	0.45	0.0135	0.0833	0.0142	0.0167	0.0131	0.014
	2日目(再圧送)	100～110	1.95	1.25	1.15	1.05	1.03	0.45	0.0146	0.1667	0.0083	0.0333	0.0161	0.015
1インチホース	1日目	20～30	2.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0175

参考文献

1) 柳井・石橋他：福島第一原子力発電所 海水配管トレンチトンネル部に適用した長距離水中流動性を有するセメント系材料の配合検討，土木学会第 71 回年次学術講演会，VI-353，pp.705-706，2016