

Ⅲ-B199 超遅延型安定剤を用いた裏込め注入材料の基礎物性

住友大阪セメント 正 長岡誠一 上原伸郎 青山 要
 鹿島建設 正 玉井達郎 正 五十嵐寛昌

1. はじめに

シールド工法の最近の動向として、単一シールドマシンの掘進距離は長距離化する傾向にあり、裏込め注入材料について長距離対応型の開発が望まれている。長距離対応型の裏込め注入材料には次の性能が必要であると考えられる。すなわち、圧力損失を低減するために、セメント-ペントナイト懸濁液(以下 A 液)が低粘性であること。また、洗浄頻度や材料ロスを低減するために、A 液が配管内で固結することなく、なおかつ急結材(以下 B 液)と混合後は所期の性能を有することである。しかしながら、A 液の安定剤(遅延剤)として最もよく用いられているオキシカルボン酸塩は、A 液に対する遅延効果が十分でないため、これを用いた裏込め注入材料では、長距離圧送が困難であると考えられる。

本報では、植物由来のポリオール(以下、超遅延型安定剤)を安定剤として用いた裏込め注入材料の各種物性について報告する。

2. 試験方法

2-1 安定剤添加量の選定

従来型安定剤、および超遅延型安定剤の添加量をそれぞれ変化させた A 液について、単一円筒型粘度計による粘度測定を実施した。2 日後の粘度測定結果から 3000cp を圧送可能限界と設定し、それぞれの安定剤について最適添加量を選定した。使用材料を表 1 に示す。

表 1 使用材料

材料	記号	仕様等
固化材	C	スシールド:住友大阪セメント社製
助 材	B	Western-Gel
安定剤	RO	主成分:オキシカルボン酸塩(従来型)
	RN	主成分:ポリオール(超遅延型)
急結材	SS	特殊水ガラス
混練水	W	水道水

2-2 静置状態での配管内付着

長さ 45cm(2B)の鋼管を水平に設置し、A 液を流し込み後 48 時間放置し、その後排出する操作を 15 回繰り返した。流し込む A 液には新たに練混ぜたものを用い、試験途中での鋼管の洗浄は行なわなかった。

表 2 裏込め注入材料の配合

No.	単位量(kg/m ³)				SS (L/m ³)	
	C	B	安定剤			W
			RO	RN		
1	250	35	2		828	75
2				6	824	

2-3 A 液の練置きによる影響

所定日数練り置いた後 A 液の粘度を測定した。また、練り置いた A 液を B 液と混合しゲルタイム、および圧縮強度を測定した。なお、試験には表 2 に示す No. 2 の配合を用いた。

2-4 実施工による実証実験

都内の某シールドトンネル施工現場において、超遅延型安定剤を用いた裏込め注入材料を使用し、6 日間配管を洗浄しなかったときの配管内付着具合を観察した。

3. 結果及び考察

3-1 安定剤添加量の選定

粘度の測定結果を図 1 に示す。従来型安定剤は、添加量の増加に伴って 2 日後の粘度が増加する傾向を示した。しかし、添加量 1kg/m³では 3 日後に A 液が固結した。したがって、最適添加量は低粘度が確保でき 3 日後も固結しない 2kg/m³とした。一方、超遅延型安定剤は、添加量 2kg/m³では従来型に比べ粘度が高くなったが、4kg/m³以上では逆に粘度が低くなった。したがって、最適添加量は 4kg/m³程度と考えられる。

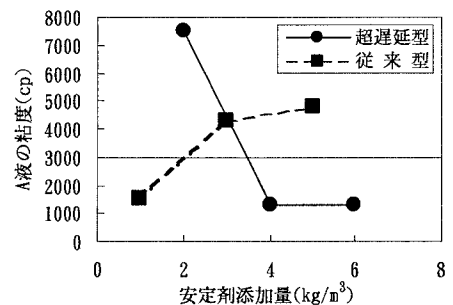


図1 2日静置後のA液の粘度

キーワード：シールド工法、長距離圧送、裏込め注入、安定剤、ポリオール

連絡先：〒551-0021 大阪市大正区南恩加島 7-1-55 住友大阪セメント TEL 06-6556-2260 FAX 06-6556-2209

が、今回は安全のため最適添加量を $6\text{kg}/\text{m}^3$ とした。裏込め注入材料の最適配合を表2に示す。

3-2 静置状態での配管内付着

配管内におけるA液の累積残留量を配管底からの高さによって確認した。従来型安定剤を用いた配合では、回数を重ねる毎に徐々に残留量が増加し、最終的には高さ28mmの堆積物が確認された。一方、超遅延型安定剤を用いた配合では、試験回数4回目の時点で急激に残留量が増加し、10回目の時点で排出口付近が閉塞したため、その後の試験を中止した。試験終了（試験開始から30日経過）後、配管内のA液の状態を確認した結果、従来型安定剤を用いたものは既に固結しており、配管より取り出すことが不可能であった。また、固結部断面の観察から、年輪のような模様が確認された。これに対し超遅延型安定剤を用いたものは、写真1、写真2に示すように、1ヶ月後においても未固結であり、加圧することにより容易に排出することが可能であった。

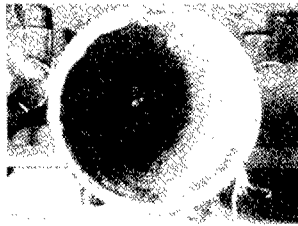


写真1 押し出し後の配管

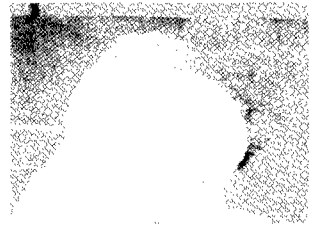


写真2 押し出し後のA液

3-3 A液の練り置きによる影響

図2にA液の練り置き日数と粘度との関係を示す。A液の粘度は1日後までにやや上昇するものの、その後は十分な低粘性を維持することが明らかとなった。ゲルタイムの測定結果を図3に示す。練り上がり直後は13秒であったが、1日以降7日までは28秒前後であった。圧縮強度の試験結果を図4に示す。A液の練り置き日数に関係なく、各材齢における圧縮強度は同等の値を示し、良好な強度発現性が確認された。

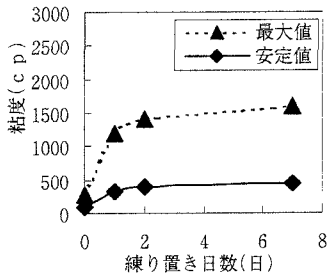


図2 練り置き日数と粘度

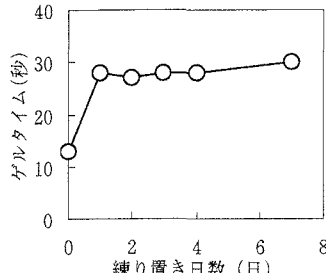


図3 練り置き日数とゲルタイム

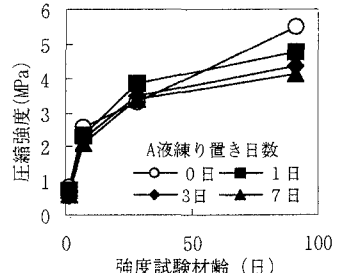


図4 練り置き日数と圧縮強度

3-4 実施工による実証実験

超遅延型安定剤を用いたA液は、流動性、粘性、およびブリーディング率のすべてにおいて要求性能を十分に満足し、また、B液と混合後もゲルタイム、強度発現性ともに極めて良好であった。6日間洗浄することなく供用した配管内部の状況を写真3に示す。

4 まとめ

- (1) 静置状態での配管内付着を確認した結果、超遅延型安定剤を用いたA液は、約1ヶ月後においても未固結であり、加圧することによって容易に排出が可能である。
- (2) ゲルタイムはA液を練置くことによって若干長くなるものの、7日後においても十分な急結性を示す。
- (3) A液を7日練り置いた場合であっても、B液混合後の裏込め注入材料は良好な強度発現性を示す。
- (4) 超遅延型安定剤を用いることによってA液の可使用時間は7日程度まで延長可能である。
- (5) 超遅延型安定剤を用いたA液は配管内で固結しないため、配管の洗浄頻度を著しく低減できる。

以上のことから、今回開発した超遅延剤を用いた裏込め注入材料は、シールド工法の長距離化に十分適応可能であることが確認された。

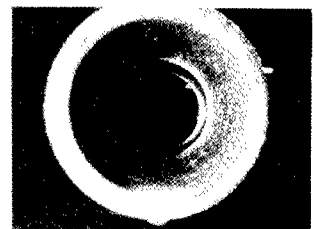


写真3 6日間無洗浄の配管