

無機系安定剤の開発と凝結遅延効果及び材料分離抑制効果

(株)エルジー 正会員○鈴木 康之 (有)シモダ技術研究所 下田 一雄
可塑状グラウト協会 正会員 若菜 和之 京都大学名誉教授 正会員 朝倉 俊弘

1. はじめに

通常、地盤の間隙や構造物背面の空洞などに注入するグラウト材は、3～5 時間で流動性を失うため、当然ながら限られた時間内に施工を完了しなければならない。また、施工都度の圧送管内洗浄も必要となり、1 日当りの注入量や施工時間を減らす原因となる。さらに近年では、既設トンネルの背面空洞充填に対応するために長距離圧送なども行われるようになり、より高い圧送性能や長い使用可能時間（以下、可使時間という）が求められている。¹⁾

本研究では、空洞充填用グラウトに添加することで、セメント水和反応の抑制（凝結遅延）による可使時間の確保と、材料分離抑制による圧送性能などの作業性の向上を目的として、新しく開発した無機系安定剤（以下、「新安定剤」という）の性能確認試験を実施したので、その結果を報告する。

2. 実験概要

使用材料を表-1 に示す。（以下、表中に示す記号で各材料を表記する）また、混和剤は、「新安定剤」と一般的なオキシカルボン酸系の凝結遅延剤を用意した。

試験ケースは、基本となるセメントスラリー配合を 1m³ 当り C450kg、B25 kg、W847.5 kg（W/C=188%）とし、ケース 0 は混和剤無添加、ケース 1 は TG 1.5 kg、ケース 2 は TG 2.0 kg、ケース 3 は OC 1.5 kg、ケース 4 は OC 2.0 kg をそれぞれ添加し、計 5 ケースとした。

材料の混練りは、水、混和剤、粘着剤、セメントの順序で行い、実験は、
(1) 流動性と可使時間、(2) ブリーディング率について行った。

流動性は、「エアモルタル及びエアミルクの試験方法」のシリンダー法（JHS A 313-1999）に準拠して行った。これは内径 80mm×高さ 80mm の円筒形の筒に材料を入れ、筒を引き上げたときの材料の広がりを目視測定するものである。（以下、「フロー値」という）

可使時間は、基準となる試験方法がない為、フロー値の試験結果より判定することとした。通常のグラウトポンプでは、グラウトを実用的な距離まで圧送できるフロー値は、約 150mm 程度以上とされている。ここでは、ケース 0 のフロー値の変化を考慮し、フロー値が 180mm 以上を保持している時間を可使時間とした。

ブリーディング率は、「プレパックドコンクリートの注入モルタルのブリーディング率および膨張率試験方法」（ポリエチレン袋方法）（JSCE-F 522-2007）に準拠して行った。代表的な実験結果を表-2 に示す。

表-1 使用材料

材料名	記号	摘 要
固結材	C	普通ポルトランドセメント
粘着剤	B	粘土鉱物粉末
水	W	水道水
A 混和剤	新安定剤	TG 縮合リン酸塩系
	凝結遅延剤	OC オキシカルボン酸系（グルコン酸）

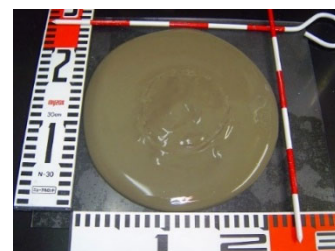


写真-1 フロー値試験状況

表-2 実験結果

ケース	A 混和剤 (kg)		使用量 (セメント%)	フロー値 (mm)		ブリーディング率 (%)	
	TG	OC		直後	24時間後	3時間後	24時間後
0	0	0	—	249	172(3時間後)	4.31	—
1	1.5	0	0.33	347	207	2.52	9.41
2	2.0	0	0.44	356	255	2.46	9.19
3	0	1.5	0.33	334	232	3.92	12.86
4	0	2.0	0.44	342	272	4.37	14.29

キーワード 混和剤，安定剤，ブリーディング，凝結遅延，材料分離，空洞充填

連絡先 〒169-0072 東京都新宿区大久保 1-15-9-502 株式会社エルジー TEL03-3208-8505 FAX03-3208-8509

3. 結果

(1) 流動性と可使時間

フロー値の結果を図-1に示す。混練り直後は、無添加のケース0が249mmであった。これに対してTG添加のケース1では347mm、ケース2が356mm、OC添加のケース3が334mm、ケース4が342mmと、全て流動性が向上した。TGは、OCよりも高い流動性を示していることがわかった。

ケース0は、混練り3時間後に172mmと、ポンプ圧送が難しい（施工が困難な）流動性となり、約4時間後には、ほぼ流動性がなくなった。よってケース0の可使時間は、約2.5時間と考えられる。

一方、24時間後では、ケース1 (TG) が207mmでケース3 (OC) 232mmの約9割弱と、ポンプ圧送が可能な流動性を保持していることが分かった。ケース2 (TG) は255mmでケース4 (OC) 272mmの約9割強となり、添加量に比例し流動性もよくなる傾向が見られた。

「新安定剤」TGは、添加量1.5kgのケース1で24時間後に200mm以上あり、可使時間約1日の確保が確認できた。また、添加量を2.0kgに増やしたケース2では、約1.5日の可使時間が確保できた。このことから、流動性を長時間保持することができ、十分な凝結遅延効果を持っていることがわかった。

(2) ブリーディング率

ブリーディング率の結果を図-2に示す。混練り3時間後では、無添加のケース0が4.31%、TG添加のケース1は、2.52%、ケース2は、2.46%、OC添加のケース3は3.92%、ケース4は4.37%、とTGが最も低い値を示した。

24時間後では、時間の経過とともにTGとOCの差が広がっていき、ケース1 (TG) は9.41%で、ケース3 (OC) 12.86%の約7割強、ケース2は9.19%で、ケース4 (OC) 14.29%の約6割強とブリーディング率が改善している。

「新安定剤」TGは、添加量を増やすとブリーディング率が若干改善される傾向はあるが、添加量にかかわらず、安定した分離沈降の抑制効果を発揮することがわかった。これは主成分である縮合リン酸塩の効果であり、圧送性能の向上が期待される。

OCでは、添加量を増やすとブリーディング率が増す傾向があった。

4. まとめ

本研究の「新安定剤」TGは、流動性を長時間保持しながら、水セメント比が大きいグラウト材においても、一般的なオキシカルボン酸系凝結遅延剤と比べ、十分な遅延効果と高い材料分離抑制効果を持つことが確認された。より長い可使時間を得るために添加量を増やしても、安定した材料分離抑制効果を発揮することがわかり、このことから圧送性能の向上が期待でき、長距離圧送も対応可能になるなど、施工性が向上すると言える。

また、長い可使時間により圧送管内残置ができ、翌日の再圧送が可能となることにより、圧送管洗浄回数の削減及び産業廃棄物の減量にもつながり、材料ロスの多くなりがちな長距離圧送において、経済性の向上が期待できる。

＜参考文献＞ 1) 三木五三郎、下田一雄：可塑状グラウト注入工法、日刊建設工業新聞社、2001.7

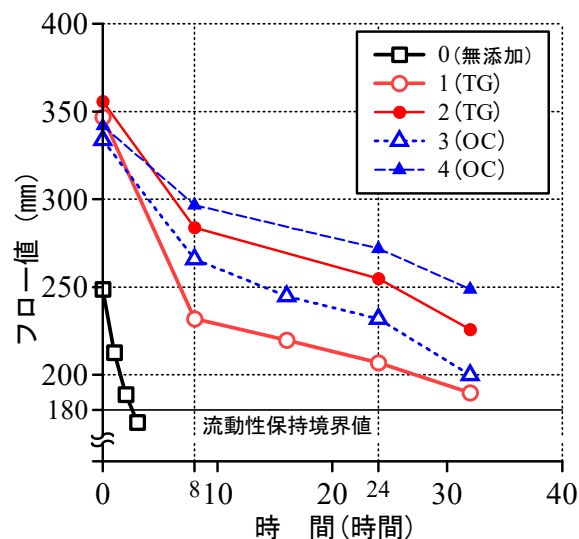


図-1 流動性と可使時間

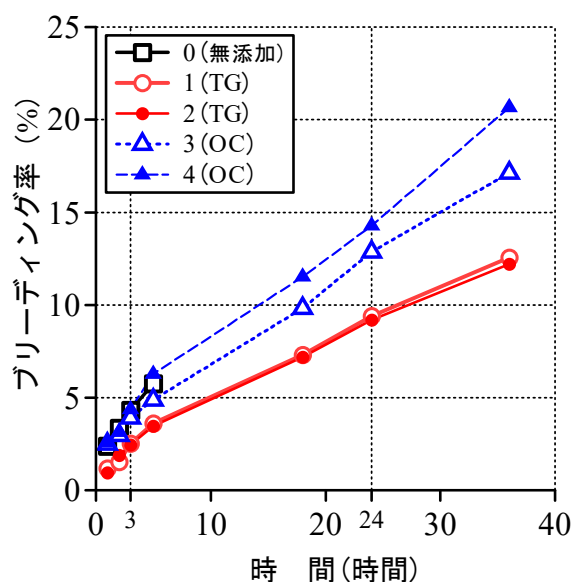


図-2 ブリーディング率