

中性系可塑性充填材の施工性に関する検討

戸田建設(株)

正会員 ○田中 徹

正会員 中山 卓人

太平洋セメント(株)

柳谷 昌平

松山 祐介

1. はじめに

膨大な資産を形成するに至った社会資本施設が順次更新の時期を迎え、これら既存ストックの機能を効率的に保全し、耐用年数を延長させることが課題となっている。筆者らは、保全技術の一つとして、トンネルや開水路等の各種構造物背面に発生した空洞を充填する「中性系可塑性充填材」の開発^{1),2)}を実施している。本充填材は周辺環境への負荷軽減を目的として、フレッシュ時および硬化後も中性領域（水素イオン濃度：pH=5.8～8.6）を維持することが可能な材料である。本文では、使用材料の一つである増粘材の種類が流動性に及ぼす影響や、養生温度と強度の関係など施工性に関わる事項について検討した結果について述べる。

2. 中性系可塑性充填材の概要

表-1 に使用材料の一覧、表-2 に基本性状、表-3 に標準配合を示す。増粘材は異なる種類の6材料を選定した。標準配合は目標強度別に高強度および低強度配合とした。

本充填材の施工はA液とB液を充填作業直前に専用機械で混合し、所定の部位までポンプ圧送打設する。A液はpH調整材およびフロー値調整と可塑性を付与する増粘材であり、フロー値（JHS 313 シリンダー法）を要求性能に応じて制御する。B液は硬化材でありセメントと比較して低アルカリ性（飽和水溶液 pH=約 10.5）であるマグネシウム化合物と水から構成される。なお、アルカリ条件で可溶する増粘材（セルロース系、グリコール系、界面活性系）については、B液に添加するものとする。

本材料の硬化後のpHは、「矢板工法トンネルの背面空洞注入工設計施工要領（東、中、西日本高速道路(株)）」を参考に計測管理している。

なお、フレッシュ時のpHは、写真-1に示すように、練混ぜ直後にpH電極計を直接充填材に差込んで計測し、中性領域の範囲であることを確認している。



写真-1 pHの測定状況

表-1 使用材料一覧

材料名	仕 様
硬 化 材	マグネシウム化合物 密度 3.2g/cm ³
pH調整材	硫酸アルミニウム水溶液 密度 1.32g/cm ³
増 粘 材	バイオポリマー系（グアーガム）
	バイオポリマー系（キサンタンガム）
	アクリル系（カルボン酸系重合体）
	セルロース系（セルロースエステル）
	グリコール系（ポリエチレングリコール）
水	界面活性系（アルキルアリルスルホン酸） （アルキルアンモニウム塩）
	水道水

表-2 基本性状

配 合 Type	水素イオン濃度 (pH)	目標強度 (N/mm ²)	フロー値 (mm)
高強度	5.8～8.6	1.5	80～155 (120)
低強度		0.8	

表-3 標準配合(kg/m³)

配 合 Type	A液			B液	
	pH調整材	増粘材	水	硬化材	水
高強度	340	2.6	232	309	412
低強度	325	4.1	345	246	328

キーワード 充填材，中性，可塑性，空洞，空隙，環境保全

連絡先 〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設(株)価値創造推進室 TEL:03-3535-6299 FAX:03-3535-1524

3. 施工性に関する検討

(1) 増粘材のフロー値に及ぼす影響

図-1 に、低強度標準配合における各種増粘材使用時の粘度とフロー値の関係を示す。なお、粘度の測定は B 型回転粘度計(ブルックフィールド社製 HBF)を用いた。試験の結果、バイオポリマー系はフロー値が小さく、特にグアーガムは粘度が他材料と比べて高くなることから、中性領域での水中不分離抵抗性が求められる本充填材には、最適な材料であると考えられる。

図-2 に、高強度標準配合において増粘材にグアーガムを使用した場合の練混ぜ直後の材料温度とフローの関係を示す。配合が一定でも、フロー値は練混ぜ温度の上昇に伴って小さくなる。したがって、練混ぜ温度が 15 以下程度で本材料を製造・施工する場合、標準配合に示す増粘材単位量では、目標フロー値(80 ~ 155mm)を達成できない可能性がある。

図-3 に、各種配合における増粘材単位量とフロー値の関係を示す。配合によらず、増粘材単位量の増加に伴ってフロー値が低下する傾向を示した。

以上の結果より、増粘材としてグアーガムを使用し、施工時の温度条件等に応じて増粘材の単位量を調整することで目標とする流動性を得られることを確認した。

(2) 養生温度と圧縮強度の関係

図-4 に高強度配合における練混ぜ水の温度と養生温度が圧縮強度に及ぼす影響を示す。冬期施工を模擬した養生温度 5 の場合(図中)，練混ぜ水の温度が 5 の条件では材齢 28 日で目標強度 1.5N/mm^2 に達しない。しかし、練混ぜ水の温度を 20 に調整することで、養生温度 5 の環境下においても材齢 28 日の目標強度を上回ることを確認した。したがって、外気温が 5 の場合でも、練混ぜ水を 20 まで加温して施工することで、目標強度を達成することが可能となる。

4. まとめ

本充填材の流動性を制御する上で重要な増粘材の種類や単位量、および温度の影響について検討を行い、施工環境に応じた流動性および強度の制御が可能であることを確認した。今後も周辺環境への影響を考慮し、社会資本施設等の保全を目的とした信頼性の高い新しい技術の開発に取り組んでいく。

参考文献

- 1) 田中ら：環境配慮型中性系可塑性充填材の各種性状に関する考察 平成 23 年度 土木学会年次講演会第 部門
- 2) 中山ら：環境配慮型中性系可塑性充填材の開発 土木学会 土木建設技術発表会 2013

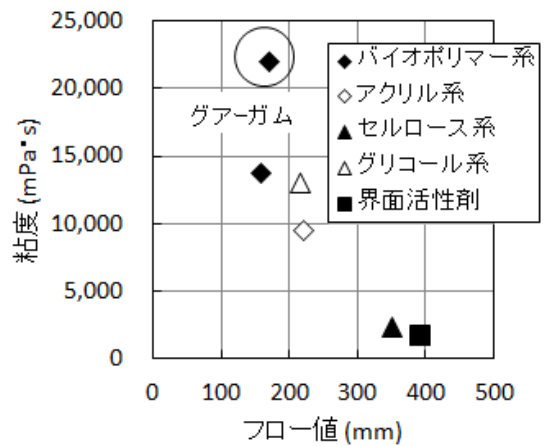


図-1 粘度とフロー値の関係

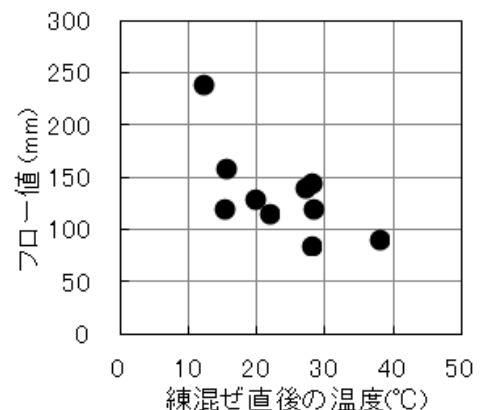


図-2 材料温度とフロー値の関係

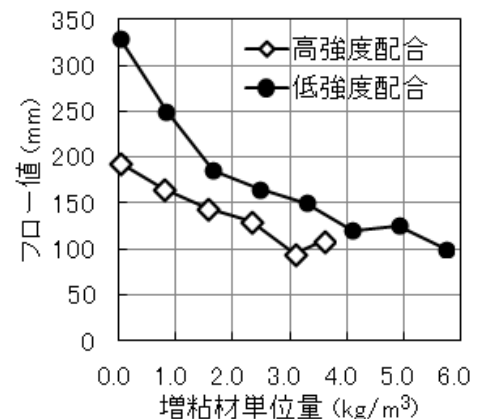


図-3 単位量とフロー値の関係

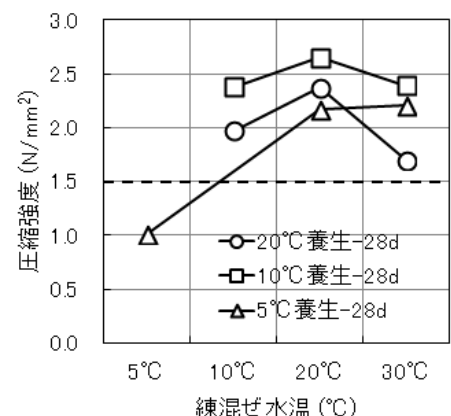


図-4 練混ぜ水温と強度の関係