

V-242 混和材を添加したセメントペーストの気泡セメントとしての特性

秩父小野田中央研究所
同上正会員○橋本 真幸
正会員 大森 啓至正会員 内田 晃一
正会員 丸田 俊久

1. はじめに

セメントペーストと気泡を混合し製造した気泡セメントは、軽量、流動性に優れた材料であり、軽量盛土材・裏込材・空洞充填材など幅広い用途に利用されてきた。一方最近では、シールド施工による下水道の普及に伴い、シールド二次覆工中込材としての気泡セメントの用途が増加してきている¹⁾。

現在、中込材の施工方法には、坑外で作製しポンプで圧送したセメントペーストと気泡とを坑内の先端部分で混合する方法ならびに気泡セメントをそのまま圧送する方法の二つがある。どちらの方法においても、圧送延長距離が1km以上すなわち、ペースト圧送限界以上の施工現場が大半を占めている。このため、ほとんどの現場では、中継ポンプを用いて対応しており、その施工費用増加などの問題から中込材として長距離圧送できる材料が要求されてきている。

本研究は、前者の施工方法を前提として、混和材として粒度構成の異なる粉体の組み合わせが、ペーストの塑性粘度に及ぼす影響を検討し、圧送性を向上させたセメントペーストの最適な配合の選択ならびに気泡セメントとしての品質特性の確認を目的に実験を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料

試験に用いたセメントは、普通ポルトランドセメント(OPC)と高炉セメントB種(BB)の2種類であり、混和材には、図-1の粒度分布をもつ3種類の粉体を用いた。なお混和材A、B、Cはそれぞれ分級フライアッシュ、JISフライアッシュおよび炭酸カルシウムである。また、気泡セメントを作製する際に使用した起泡剤は合成界面活性剤である。

2.2 実験方法

実験の因子と水準および試験項目を表-1に示す。実験Ⅰは、セメントペーストの圧送性が粘性に関係があることに着目し、粒度分布の違う粉体がペーストの塑性粘度に及ぼす影響について検討したものである。また、実験Ⅱは、実験Ⅰで検討した結果に基づき粘度を調整し、ペーストに気泡を混合した気泡セメントの品質特性について検討したものである。なお、圧送性を向上させるため、実際に用いられている粘度60cPの配合1以外は、同一の粘度40cPに低下させた。実験Ⅰの塑性粘度測定は、図-2にあるような構造の振動式粘度計を用いた。表-2は、気泡セメントの配合を示したものであり、練り上がり時の生比重を0.8としたものである。試験方法は、生比重とフロー値を練り上がり直後から60分後まで、15分おきに測定し、また、一軸強度試験を材齢28日において行った。

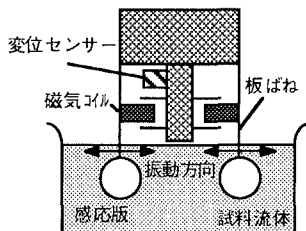


図-2 振動式粘度計

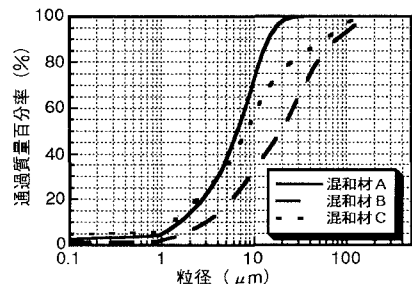


図-1 混和材の粒度分布

表-1 実験の因子と水準および試験項目

	実験の因子	実験の水準	試験項目
実験Ⅰ	セメントの種類	OPC	粘度測定
	水結合材比	50, 60%	
	混和材置換率	33.3, 50, 66.7%	
実験Ⅱ	混和材の種類	A, B, C	フロー値 (経時変化) 生比重 (経時変化) 28日一軸強度
	水結合材比	60%	
	混和材置換率	50%	
	粉体構成の種類	1. OPC+混和材 A 2. OPC+混和材 A+ 混和材 B(A:B=3:2) 3. OPC+混和材 A+ 混和材 C(A:C=1:4) 4. BB+混和材 C	

表-2 気泡セメントの配合表

単位量(kg/m ³)			
セメント	混和材	水	起泡剤
245	245	294	4.54

3. 実験結果

（実験Ⅰ）図-3は、混和材の置換率とペーストの粘度の関係を示したものである。水結合材が50%、60%といずれの場合においても、平均粒径の小さな混和材Aの置換率を増加させるに従い、粘度が増加し、平均粒径の大きな混和材BおよびCの置換率を増加させると、粘度が低下する傾向が見られた。図-4は、水結合材比60%の粘度とOPCと混和材の2成分からなる粉体の粒子径の関係を示したグラフである。90%通過粒径と粘度に負の相関関係が顕著に認められた。今回の実験における粉体構成の範囲内であれば、粒度分布より粘度が推定できることが明らかになった。

（実験Ⅱ）配合1から4は、表-1の実験の水準に示す。図-5は、フロー値の経時変化を示したものである。全ての配合について時間とともにフロー値が増加する傾向を示した。その中においても、配合2のフロー値は、最も増加する割合が高かった。また、ペーストの粘度と気泡セメントのフロー値は必ずしも一致しないことが明らかになった。図-6は、気泡セメントにおける生比重の経時変化を示したものである。配合3、4の生比重はあまり変化が見られなかった。一方、配合2の生比重は、練り混ぜ直後0.84から60分後には0.98と最も大きく変化した。これは、JISフライッシュに含まれる未燃カーボンが起泡剤に吸着することにより、消泡し比重が重くなったものと考えられる。図-7は、配合1から4までの材齢28日における一軸圧縮強度を示したものである。配合4は、22.4kgf/cm²と最も高く、配合2は、9.8kgf/cm²と最も低い値を示した。

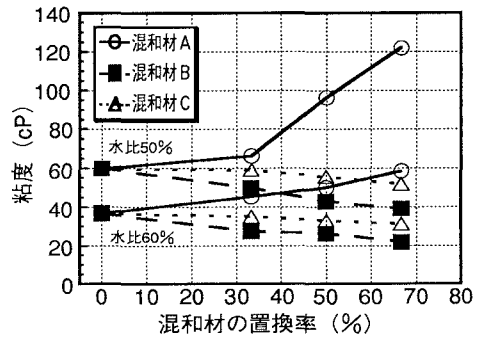


図-3 混和材置換率と粘度の関係

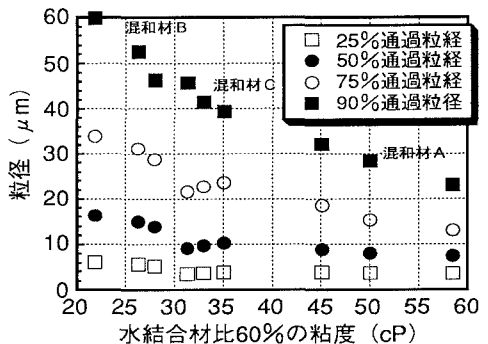


図-4 粘度と粒径の関係

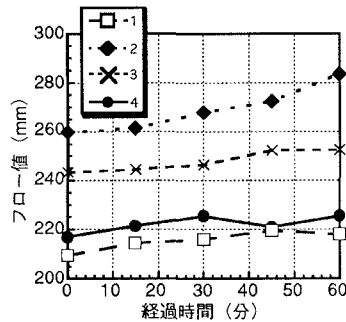


図-5 フロー値の経時変化

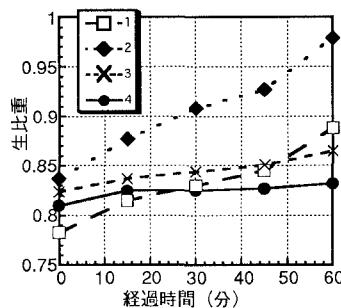


図-6 生比重の経時変化

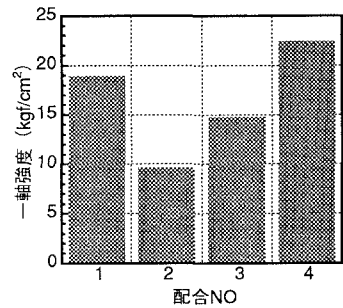


図-7 FMの一軸圧縮強度（材齢28日）

4. まとめ

ペーストの圧送性を向上させるには、*フリーディング*による管内沈降を生じない範囲で、粘度を低下させることが必要である。今回の実験の範囲内であれば、20 μ m以上の粒径を30～50%含むJISフライッシュ、炭酸カルシウムを用いると、粘度を低下させることが可能であり、粒度分布により粘度が概ね推定できることが明らかになった。また、混和材として炭酸カルシウムを用いると安定した気泡セメントを得られることが分かった。

【参考文献】1) 今井友宏：「FRPM管-中込材によるシールド2次覆工工法」、セメントコンクリート No583、1995.9