

石灰石微粉末とトリイソプロパノールアミンを併用した高流動コンクリートの施工性及び強度

(株)宇部三菱セメント研究所 宇部センター 正会員 伊藤智章
 同上 正会員 米田俊一
 同上 吉田浩一郎
 同上 小西和夫

1. はじめに

低水結合材比の高流動コンクリートは、粘性が高いため、施工ではポンプ圧送時の圧送抵抗が増加し、特に長距離、高所への圧送性の低下が生じ易い。従って、粘性を低下させることが施工性の改善と構造物の高品質化を可能とする。高流動コンクリートの粘性の低減方法として、石灰石微粉末を結合材の一部に添加することが考えられるが¹⁾、反面、強度の低下が懸念される。一方、トリイソプロパノールアミン(以下 TIPA)がセメント構成鉱物中のフェライト相の水和により生成する水酸化鉄の溶解度を高め、その結果として同相およびシリケート相の水和反応を促進することにより強度発現性を向上させることが明らかにされている²⁾。

本研究は、石灰石微粉末と TIPA を併用することにより良好な施工性と強度発現性を兼ね備えた高流動コンクリートの可能性について検討を試みた。

2. 実験概要

使用材料を表 1 に示す。

コンクリートの配合条件は、表 2 に示すように、単位水量及び水粉体比一定の条件で石灰石微粉末(LF)をセメントに対して内割で 15% 及び 30% 置換し、目標のスランプフロー(65±5cm)及び空気量(2±0.5%)になるように高性能 AE 減水剤

および空気量調整剤の添加量を調整した。また、TIPA は練混水に溶かして用いた。

試験は、スランプフロー(JSCE-F503 準拠)、V 漏斗流下時間(JSCE-F502 準拠)、空気量(JIS A 1128 準拠)および圧縮強度(JIS A 1108)を測定した。

3. 実験結果および考察

(1) 流動性

石灰石微粉末のブレン比表面積と同一スランプフロー(65cm)を得るための高性能 AE 減水剤の添加量との関係を図 1 に示す。同一スランプフローを得るための高性能 AE 減水剤の添加量は、石灰石微粉末のセメントへの置換率が大きいほど少なくなる傾向にあった。また、石灰石微粉末のブレン比表面積および TIPA の添加がスランプフローに及ぼす影響については明確でなかった。

表 1 使用材料

種類(記号)		性質
セメント	普通ポルトランドセメント(C)	密度:3.15g/cm ³ 、ブレン比表面積:3250cm ² /g
混和材(LF)	石灰石微粉末(LF4200)	密度:2.70g/cm ³ 、ブレン比表面積:4240cm ² /g
	石灰石微粉末(LF8000)	密度:2.70g/cm ³ 、ブレン比表面積:8130cm ² /g
	石灰石微粉末(LF13000)	密度:2.70g/cm ³ 、ブレン比表面積:13060cm ² /g
	石灰石微粉末(LF18000)	密度:2.70g/cm ³ 、ブレン比表面積:18000cm ² /g
細骨材	福岡県産海砂(S)	密度:2.59g/cm ³ 、吸水率:1.80%、粗粒率:2.72
粗骨材	山口県産硬質砂岩碎石2005(G)	密度:2.69g/cm ³ 、吸水率:0.54%、粗粒率:6.61
混和剤	強度増進剤(TIPA)	主成分:トリイソプロパノールアミン
	高性能AE減水剤(SP)	主成分:ホリカルボン酸エーテル系と架橋ポリマーの複合体
	空気量調整剤(AE)	主成分:ホリアルキレングリコール誘導体

表 2 コンクリートの配合

石灰石微粉末種類	TIPA 置換率 (%)	TIPA 添加率 (ppm)	W/(C+LF) (%)	単位量 (kg/m ³)				SP (%)	AE (%)	
				W	C	LF	S			G
—	0	0	30	175	583	0	826	809	1.7	0.004
LF4200	15	0			496	87	816	809	1.6	0.004
	15	300			496	87	816	809	1.6	0.004
	15	2000			496	87	816	809	1.5	0.004
	30	300			408	175	806	809	1.4	0.004
	30	2000			408	175	806	809	1.3	0.004
	30	300			496	87	816	809	1.5	0.004
LF8000	15	300			496	87	816	809	1.4	0.004
	15	2000			496	87	816	809	1.4	0.004
LF13000	15	300			496	87	816	809	1.4	0.004
	15	2000			496	87	816	809	1.4	0.004
LF18000	15	300			496	87	816	809	1.5	0.004
	30	2000	408	175	806	809	1.3	0.004		

キーワード：高流動コンクリート、石灰石微粉末、トリイソプロパノールアミン、V 漏斗流下時間、圧縮強度
 連絡先：〒755-8633 山口県宇部市大字小串字沖の山 1-6、TEL0836-22-6157、FAX0836-22-6182

石灰石微粉末のブレン比表面積とV漏斗流下時間との関係を図2に示す。石灰石微粉末のセメントへの置換率の増大に伴い、また石灰石微粉末のブレン比表面積が大きくなるほどコンクリートのV漏斗流下時間が短くなった。また、TIPAの添加がV漏斗流下時間へ及ぼす影響は明確でなかった。漏斗流下時間を短くすることにより高流動コンクリートのポンプ圧送性を改善できることも示されており³⁾⁴⁾、本実験の結果から、超微粉の石灰石微粉末をセメントに添加することにより高流動コンクリートのポンプ圧送性を著しく改善できると考えられる。

(2) 圧縮強度

石灰石微粉末のブレン比表面積と圧縮強度との関係を図3に示す。石灰石微粉末 LF4200 をセメントに 15% 置換することにより、石灰石微粉末無添加に比べて材齢 2 日及び 28 日の強度が 15% 程度低くなった。一方、石灰石微粉末 LF4200 を 15% 置換して用いた場合、TIPA を添加することで無添加に比べて材齢 2 日の強度は同等であるが、材齢 28 日では TIPA の添加率の増大とともに TIPA300ppm 添加で約 1.1 倍、TIPA2000ppm 添加で約 1.2 倍ほど強度が高くなり、TIPA の添加は材齢 28 日以降の強度を増進させるという既往の研究⁵⁾と同じ結果となった。また材齢 2 日では、石灰石微粉末のブレン比表面積が大きいほど強度は高くなった。これは、TIPA の初期材齢での強度増進効果が小さいことを考慮すると、微粉末効果による影響と考えられる。また材齢 28 日においても、石灰石微粉末のブレン比表面積が大きいほど、圧縮強度は概ね高くなる傾向が認められた。これより、超微粉の石灰石微粉末と TIPA を併用することにより初期および長期材齢での圧縮強度を著しく向上させることが出来ると考えられる。

4. まとめ

超微粉化した石灰石微粉末と TIPA の併用により、良好な施工性と強度発現性を兼ね備えた高流動コンクリートを得ることが出来る。

【参考文献】

- 1) 伊藤智章, 松永篤; ポンプ圧送性に及ぼすセメントおよび混和材の種類の影響, コンクリート工学年次論文報告集 No.21-2, pp1099-1104, 1999
- 2) E. Gartner and D. Myers; J. Am. Ceram. Soc. 79 6 1521, 1993
- 3) 河井徹, 橋田浩; 高流動コンクリートのレオロジー特性に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文報告集 No16-1, pp125-130, 1994
- 4) 竹田宣典, 平田隆祥, 近松竜一; 高流動コンクリートのポンプ圧送性の予測に関する考察, 高流動コンクリートシンポジウム論文報告集, pp91-96, 1996
- 5) 市川牧彦, 佐野奨, 小向雄人; セメントのキャラクターとトリップoint ノールミンによる強度増進効果の関連性, セメント・コンクリート論文集 No.50, pp110-115, 1996

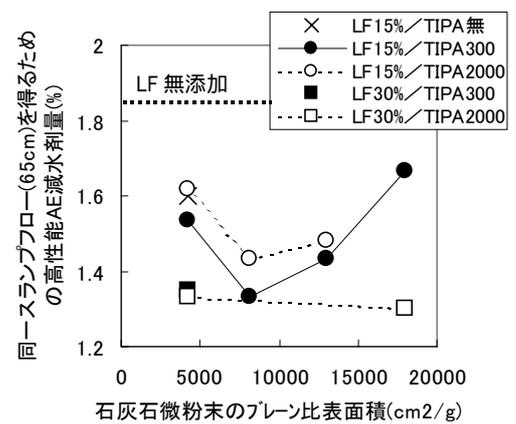


図1 石灰石微粉末のブレン比表面積と同一スランプフローを得るための高性能 AE 減水剤量との関係

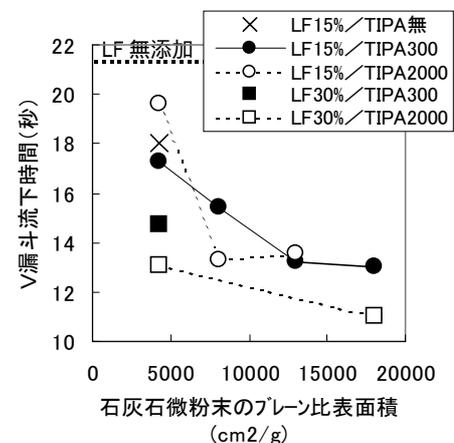


図2 石灰石微粉末のブレン比表面積とV漏斗流下時間との関係

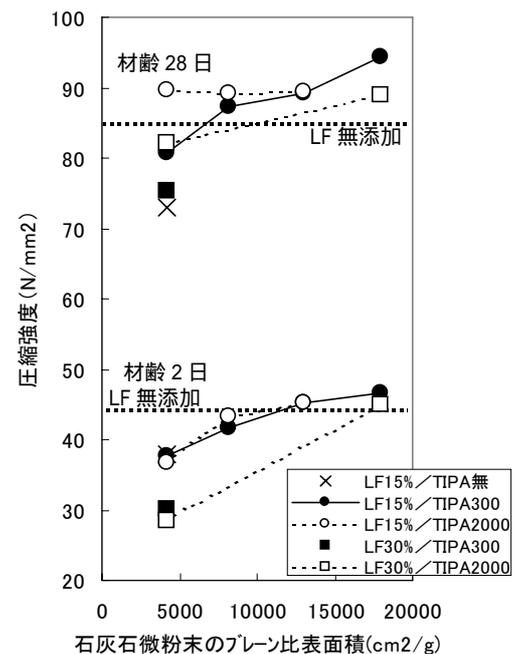


図3 石灰石微粉末のブレン比表面積とコンクリートの圧縮強度との関係