

特殊増粘剤を使用した軽量高流動コンクリートのレオロジー特性

長岡技術科学大学 学生会員 北岡 勇介

長岡技術科学大学 フェロー 丸山 久一

鹿島技術研究所 フェロー 坂田 昇

鹿島技術研究所 正会員 横関 康祐、松原 功明

1. はじめに

一般に、単位容積質量 $1.5 \sim 1.8 \text{ t/m}^3$ 程度の軽量コンクリートではポンプ圧送が行われているが、 1.0 t/m^3 程度ではその実績がないのが現状である。コンクリートのポンプ圧送性には、コンクリートの塑性粘度や圧送中の管内圧力による骨材の吸水などが影響する。一方、管内圧力を低減するために高流動コンクリートとした場合、材料分離を抑制するために増粘剤の添加などで粘性を上げる必要があるが、粘性が大きくなるほどポンプ圧送性は低下する。今回新規に開発された特殊増粘剤は、その従来にないレオロジー特性¹⁾により、コンクリートのポンプ圧送性の改善が期待できることから、この特殊増粘剤を使用した軽量高流動コンクリートについて、その特性を実験的に検討した。

2. 試験概要

2.1 使用材料およびコンクリート配合

表-1 に使用材料を示す。コンクリートの単位容積質量を 1.0 t/m^3 程度とするために、骨材には人工軽量骨材を使用した。一般に、人工軽量骨材はポンプ圧送性を向上させるためプレウェッティングして使用すること

名称	種類	記号	摘要
セメント	普通ポルトランドセメント	C	密度: 3.16 g/cm^3 , 比表面積: $3270 \text{ cm}^2/\text{g}$
細骨材	人工軽量細骨材	S	絶対乾密度: 0.71 g/cm^3 , 表乾密度: 0.77 g/cm^3 , FM: 3.04 24h吸水率: 9.10% (1.2mm以下), 廃ガラス発泡再生骨材
粗骨材	人工軽量粗骨材	G	絶対乾密度: 0.93 g/cm^3 , 24h吸水率12.8%, 膨張頁岩系 Gmax: 15mm, FM: 6.47
混和剤	特殊増粘剤	VIS	特殊増粘剤 A成分: アニオン性特殊界面活性剤 B成分: カチオン性特殊界面活性剤
	高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸系

が多いが、その場合、コンクリートの凍結融解抵抗性を低下させる可能性があることから、今回は絶対乾状態で使用することとした。また、特殊増粘剤（以下、VIS）は二液性の液体であり、両成分を混合することで粘性を発現する。表-2 にコンクリートの配合を示す。VISを使用したコンクリートについては、水セメント比（以下、W/C）で2水準、モルタル中の細骨材容積率（以下、s/m）で3水準を設定した。単位粗骨材容積（以下、Gvol）については、一般的な高流動コンクリートに使用される配合を参考として330Lとした。空気量については、

表-2 コンクリート配合

W/C (%)	s/m (%)	Air (%)	単位量(kg/m^3)				VIS (W x %)	SP (C x %)
			W	C	S	G		
30	45	8	170	567	200	256	0	0.6
	40	10	191	477	160	297		
	45	10	175	438	180	297		
40	50	10	159	398	160	297	1.25 3.00	2.00 4.00
	40	10	217	395	160	297		
	45	10	175	438	180	297		
55	50	10	181	329	200	297		

表-3 回転翼型粘度計試験
コンクリートの単位容積質量で 1.0 t/m^3 程度を目指すため、10%と設定した。

なお、高い材料分離抵抗性と、スランプフロー500mm以上の流動性が得られるように高性能 AE 減水剤（以下、SP）および VIS の添加率を調整した。

2.2 試験項目および試験方法

試験項目については、フレッシュ性状を把握するためのスランプフロー試験、ポンプ圧送性を評価するための回転翼粘度計試験とした。スランプフロー試験では、

フローがほぼ最大となる、スランプコーン引き上げ後2分において測定することとした。また、表-3 に、回転翼型粘度計試験を実施したケースでの、各混和剤の添加率を示す。なお、VIS 添加率は A 成分および B 成分とも同じ添加率とした。その他、材齢28日の標準養生後に圧縮強度試験を実施した。

W/C (%)	VIS (W x %)	SP剤 (C x %)
40	2.0	3.0
		4.0
55	2.0	2.0
		3.0
	3.0	4.0

キーワード：軽量骨材コンクリート、ポンプ圧送性、増粘剤、回転翼型粘度計、見掛けの塑性粘度

連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL：0258-47-1611(内線 6310)

3. 試験結果

3.1 フレッシュ性状

SP 添加率とスランプフローの関係を図 - 1 に示す。SP 添加率の増加に伴いスランプフローが大きくなる傾向を示した。また、いずれの配合も材料分離は確認されず、高い材料分離抵抗性を示した。

3.2 硬化性状

単位容積質量と材齢 28 日の圧縮強度の関係を図 - 2 に示す。図より、いずれの W/C においても、s/m が小さいほど、単位容積質量、圧縮強度ともに大きくなる結果となった。

3.3 レオロジー性状

図 - 3 に回転数とトルクの関係を示す。一般的なコンクリートにおけるトルクと回転数の関係は、一次式 $N = (1/h)T + (g/h)$ (T:トルク, N:回転数) で表すことができ、見掛けの塑性粘度を h、見掛けの降伏値を g で表すことができる。なお、図中に、過去の文献からポンプ圧送可能であったコンクリート (W/C30%, 単位水量 170kg/m³, 単位容積質量 1.8t/m³) での試験結果²⁾を実線で示した。図より、VIS を使用したコンクリートでは W/C が増加するほど見掛けの塑性粘度は小さくなり、VIS 添加率が増加するほど大きくなった。また、s/m が減少するほど見掛けの塑性粘度は小さくなったが、その変化の度合いは W/C および VIS 添加率による変化よりは小さい結果となった。なお、W/C30% で VIS を使用しないコンクリートの塑性粘度については、W/C40% で VIS を 2.0% および 3.0% としたときの試験結果の中間に位置し、その挙動は一般的なコンクリートと同様線形であった。これに対し、VIS を使用したコンクリートについては、二次曲線的な挙動を示した。特に W/C40% では、同一配合で VIS の添加率のみ異なっている場合、低回転時の傾きには大きな差があるが、高回転数になるほど、その二曲線の傾きは同程度となる傾向を示した。図 - 4 に、VIS 添加率と、見掛けの塑性粘度変化率の関係を示す。ここで、見掛けの塑性粘度変化率とは、回転数 25 ~ 50rpm の高回転数時において線形近似した際の見掛けの塑性粘度を、回転数 2.5 ~ 25rpm の低回転数時の同値で除した値である。なお、VIS を添加しないコンクリートについては、塑性粘度は変化しないものと考えた。図より、回転数によって見掛けの塑性粘度が変化するのは VIS 添加による影響が大きいといえる。以上より、コンクリートのポンプ圧送性に影響を及ぼすいくつかの要因のうち、レオロジー特性のみから判断すると、VIS を使用した軽量高流動コンクリートは、高せん断力下でそのポンプ圧送性が改善される可能性があるものと考えられた。

4. まとめ

新規に開発された特殊増粘剤を使用すると、高い流動性と材料分離抵抗性を有した軽量高流動コンクリートの製造が可能であり、その特殊なレオロジー特性により、高せん断力下で見掛けの塑性粘度が低下することが分かった。

参考文献

- 1) 山室ら：新規特殊増粘剤を用いたペーストおよび超軽量モルタルの基礎物性，コンクリート工学年次論文報告集，VOL.24，2003 投稿中
- 2) 笠井ら：石灰石を用いたコンクリート用骨材の開発，日本建築学会学術講演梗概集，A-1，pp693-694，2002

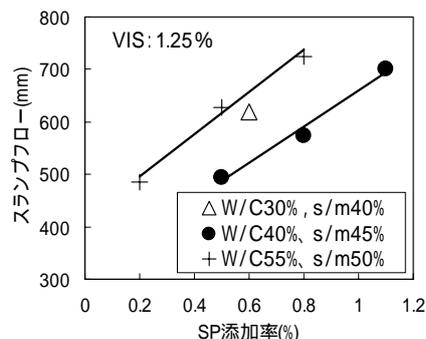


図 - 1 SP 添加率とスランプフロー

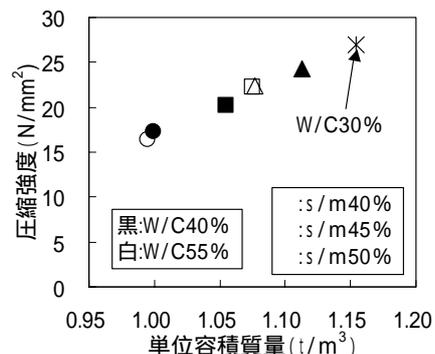


図 - 2 単位容積質量と圧縮強度

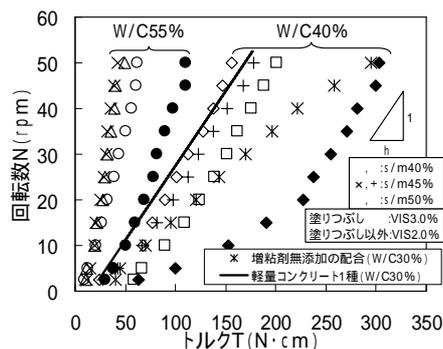


図 - 3 トルクと回転数

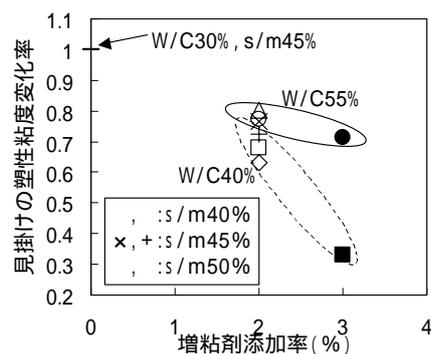


図 - 4 増粘剤添加率と

見掛けの塑性粘度変化率