

分子構成の異なるポリカルボン酸系高性能減水剤が超高強度コンクリートのフレッシュ性状に及ぼす影響に関する研究

宇都宮大学工学部	学生会員	小倉 正照
宇都宮大学工学部	正会員	藤原 浩巳
宇都宮大学工学部	正会員	丸岡 正知
日本シーカ株式会社	正会員	斉藤 賢

1. はじめに

コンクリート構造物の高層化等の要求から、150N/mm²を超える超高強度コンクリートの需要は、今後一層高まるものと予想される¹⁾²⁾。しかし、このような超高強度コンクリートは、高粉体量による粘性の増加により作業性を低下させる。今回、分子構成の異なるポリカルボン酸系高性能減水剤(SP)を用いて、コンクリートのフレッシュ性状および硬化性状について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および要因の組合せ

表1に使用材料を示す。表2に配合条件および配合要因を示す。配合は、コンクリートの粘性を変化させるために、水結合材比(W/C)を15%、20%の2水準とし、単位水量(W)は150kg/m³、単位粉体量(C)は1000kg/m³、750kg/m³で一定とした。SP添加率は、W/Cが15%の時、スランプフロー値が600±50mm、20%の時は650±50mmとなるように調整し、消泡剤は空気量が2%以下となるよう添加率を調整した。但し、SP添加率の上限を4%とした。

表3に使用したSPの分子量とエチレンオキシド(E0)モル数を示す。SPは、異なる分子量とエチレンオキシド(E0)モル数からなるA~Gを使用した。A:36モル、B-D:22モル、E-G:40モルを合成した。

表1 使用材料

材料	記号	材料名	密度
セメント	C	高強度用セメント(普通ポルトランドセメントベース)	2.99
水	W	上水道水	1.00
細骨材	S	大月市初狩町産砕砂	2.63
粗骨材	G	大月市初狩町産砕石	2.63
消泡剤	DF	ポリアルキレングリコロール誘導体	1.00
高性能AE減水剤	SP	表-3に示す7種類のポリカルボン酸系	

表2 配合条件および配合要因

W/C (%)	Xv (%)	単位水量 (kg/m ³)	スランプフロー値 (mm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)			
					C (結合材)	W	S	G
15	37.5	150	600±50	2.0以下	1000	150	317	986
20	37.5	150	650±50	2.0以下	750	150	537	986

表3 各種高性能減水剤(SP)の分子量とE0モル数

	A	B	C	D	E	F	G
固形分(%)	30	30	30	30	30	30	30
分子量	18000	31000	17000	6000	41000	24000	9000
(E0)モル数	36	22	22	22	40	40	40

2.2 試験項目

(1) 練り混ぜ時間

粉体と細骨材を空練りし、水と減水剤を加えて練り混ぜてから、モルタルが形成されるまでの時間を測定し、練り混ぜ時間とした。

(2) スランプフロー試験

「高流動コンクリート施工指針の試験方法(土木学会規準)(案)スランプフロー試験」に準じて行った。

(3) 空気量試験

「JIS A 1128-1999 フレッシュコンクリート量の圧力による試験方法(空気室圧力方法)」に準じて行った。

(4) 50cm フロー到達時間測定試験

「高流動コンクリート施工指針の試験方法(土木学会規準)(案)スランプフロー試験」に準じて行った。

(5) 傾斜フロー試験

図1に示す装置を用いて、所定の位置にフロー速度測定器を設置し、コンクリート用タンクにコンクリートを3層10回突きで詰め、上面をならす。その後ゲートを開き、コンクリートの流動端がセンサー間を通過する時の流入速度v1(cm/s)、流出速度v2を読み取り、2つの平均値を流動先端速度(V)とした。なお、傾斜角度は既往の研究³⁾から23°とした。

(6) 圧縮強度試験

「JIS A 1108-1999 コンクリートの圧縮強度試験方法」に準じて行った。養生方法は、20℃の水中で養生し、材齢28日について圧縮強度試験を行った。

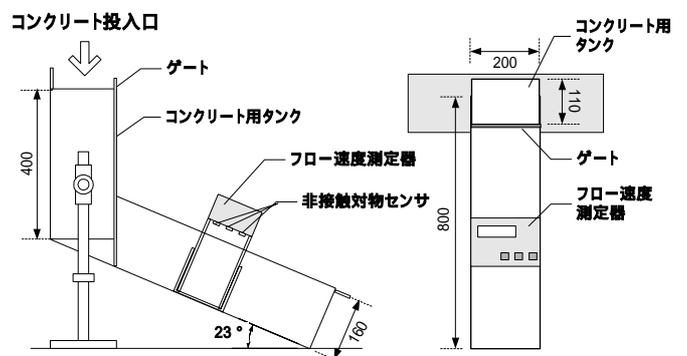


図1 傾斜フロー試験装置

4. 実験結果および考察

(1) フレッシュ性状

表4にコンクリートのフレッシュ性状測定結果を示す。また、図2にW/C=15%のSP添加率を示し、図3にW/C=20%のSP添加率を示す。

成形性

表4より、W/C=15%ではSP「A」「F」が所要のスランブフロー値を得ることができた。

しかし、SP「E」「G」は、練り混ぜることが可能だったが、所要のスランブフロー値を得られなかった。SP「E」「F」「G」は、同等のE0モル数であり分子量が異なる。この中で、SP「F」の分子量24000が高い分散性を示した。また、SP「B」「C」「D」に関しては、SP添加率を増やしたがモルタル形成ができなかった。これは、E0モル数が他のSPよりも小さいことに寄与していると考えられる。

W/C=20%では、SP「A」「C」「E」「F」「G」が練り混ぜることが可能だった。特に、図3よりSP「A」「F」はSP添加率が他のSPと比べ少なく、所要のスランブフロー値を得た。

したがって、分子量が18000~24000の間と、E0モル数が36~40モル間のものが他のSPと比べ最も分散性が良いと考えられる。また、SP「B」「D」は、練り混ぜることは可能だったが所要のスランブフロー値を得られなかった。それに加え、W/C=15%でもSP「B」「D」は所要のスランブフロー値を得られなかった。これは、E0モル数の増減が分散性に大きく影響していると考えられる。

傾斜フロー試験

図4にW/C=15%およびW/C=20%の流動先端速度を示した。

これは、成形ができたもののみ傾斜フロー試験を行った。図4より、流動先端速度はW/C=15%の場合、SP「A」はSP「F」と比べ若干速い結果であった。

これは、得られたスランブフロー値に起因していると考えられる。また、W/C=20%の場合、SP「E」が最も流動先端速度が速いという結果を得た。SP「A」とSP「E」は同じスラン

ブフロー値であるが、SP添加率は異なる。SP「E」は「A」よりも約1.7倍も多く使用した。また、SPは水の一部として計量しているため、見かけ上SP「E」の水量は小さくなる。そのことを考慮すると、流動先端速度はSP添加率が低いSP「A」が速くなったと考えられる。

(2) 圧縮強度

各種高性能減水剤(SP)のW/C=15%,W/C=20%の材齢28日における圧縮強度を図5に示す。

図5より、どのSPの種類でも超高強度レベルである100N/mm²を超えていたので、硬化性状には影響がなかった。

6. まとめ

今回の結果よりW/C=15%の場合、SP「A」の構造が最も分散性が高い結果であった。W/C=20%の場合も同様であった。

しかし、コンクリートの粘性評価による50cmフロー到達時間、流動性先端速度では異なる結果を得た。

また、成形が出来たものに関しては、どのSPでも120N/mm²程度の強度発現性が得られたので、硬化性状には影響がないことがわかった。

参考文献

- 1) 藤村ゆい：超高強度コンクリートの諸特性に及ぼす各種混和材の影響に関する研究，宇都宮大学大学院博士前期課程工学部研究科建設学専攻材料研究室博士前期課程修了論文2007
- 2) 木之下光男，下野敏秀，米澤敏男，三井健郎：超高強度コンクリート用高性能減水剤の性質，コンクリート工学年次論文報告書，Vol.6, No.1, pp341-346, 1994
- 3) 中田睦実：傾斜フロー試験によるコンクリートのフレッシュ性状評価に関する研究，宇都宮大学工学部建設学専攻建設工学コース材料研究室卒業論文2003

表4 各種混和剤のフレッシュ性状

W/C (%)	混和剤	DF/C (%)	SP (%)	練り時間 (min)	スランブフロー値 (mm)	50cmフロー到達時間 (S)	空気量 (%)	温度 (℃)
15	A	0.7	1.70	5	590	21 98	1.9	21.5
	B	0.7	4.00	7	-	-	-	-
	C	0.7	2.00	-	-	-	-	-
	D	0.7	4.00	9	-	-	-	-
	E	0.7	3.00	4	525	95 00	-	-
	F	0.7	1.70	5	565	64 02	1.7	20.0
	G	0.7	3.40	5	425	-	1.7	-
20	A	0.7	1.35	3	700	7 93	1.5	19.3
	B	0.7	4.00	5	575	26 17	1.4	18.0
	C	0.7	3.70	3	600	21 61	1.2	18.9
	D	0.7	4.00	8	340	-	-	-
	E	0.7	2.25	3	700	13 47	1.2	15.5
	F	0.7	1.25	3	605	17 20	1.7	20.4
	G	0.7	3.30	3	615	12 70	1.1	19.5

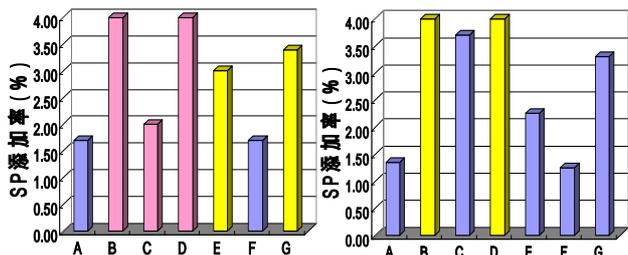


図2 W/C=15%のSP添加率

図3 W/C=20%のSP添加率

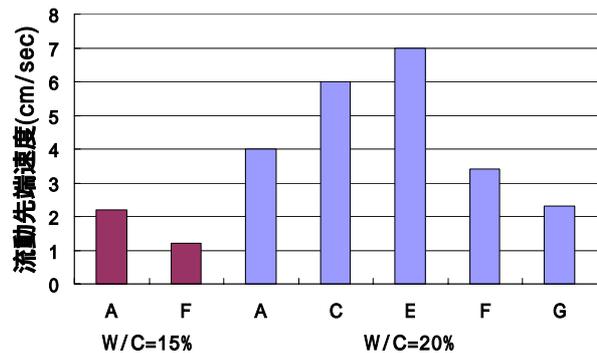


図4 流動先端速度

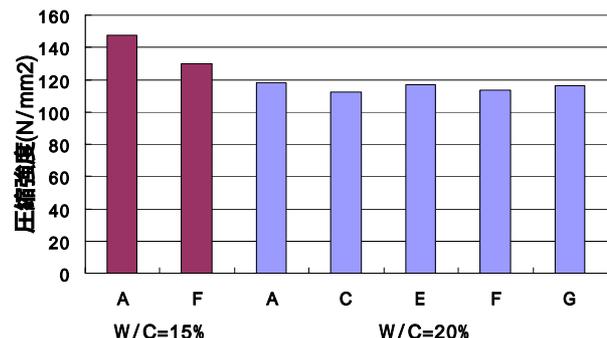


図5 圧縮強度 (材齢28日)