

超高強度コンクリート用高性能減水剤の粘性低減効果に関する検討

○(株)エヌエムビー 中央研究所 正会員 菅保 匠

正会員 杉山知巳

正会員 永峯秀則

正会員 太田 晃

1. はじめに

社会基盤の維持や省資源化による環境保全などから、コンクリート構造物の高強度化および高耐久化に関する研究が行われ、最近では $F_C=100\text{N/mm}^2$ のコンクリートも実用化されつつある¹⁾。今後、更に水結合材比が 20% 以下の高強度のコンクリートが適用になる可能性もある。筆者らは、水結合材比 20% 以下でも練上り時から打込み終了時までコンクリートに高い変形性と低い粘性の付与が可能、ポリカルボン酸系高性能減水剤(以下 SP と称す)を開発した。本文では、この SP を使用した超高強度コンクリートの粘性低減効果および静置状態から外力を与えた際のチキソトロピーの低減効果について検討を行った結果を報告する。

2. 試験概要

試験の要因と水準を表-1 に示す。高性能減水剤 SP1 は、ポリアクリル酸にポリエチレンオキサイドのグラフト鎖がついたポリカルボン酸ポリマーを主成分とするものである。また、SP2 は SP1 よりもさらにコンクリートに高変形性と低粘性の付与が可能となるよう、分子構造に変化を加えたものである。セメントはシリカフュームセメント(密度 3.08g/cm^3 、ブレン 5600 cm^2/g)を使用し、細・粗骨材は大井川水系陸砂(表乾密度 2.57g/cm^3 、吸水率 2.15%、実積率 68.9%、F.M.2.76)および青梅産硬質砂岩碎石(表乾密度 2.65g/cm^3 、吸水率 0.59%、実積率 61.1%、F.M.6.74、M.S.20mm)とした。

コンクリートの配合は、単位水量 150kg/m^3 、単位粗骨材量 861kg/m^3 、設定空気量 2.0% で一定とした。練混ぜ方法は、細骨材とセメントを 10 秒、水と SP 投入後 60 秒、粗骨材投入後 90 秒とし、練上り後に各測定を行った。コンクリートの変形性の指標としてスランプフローを、また粘性の指標として 50cm スランプフロー到達時間(以下 T50 と称す)、L 型フロー試験の 30cm および 50cm 到達時間(以下 L30、L50 と称す)を測定した。W/C=20、18% は練上り後 90 分まで経時変化の測定も行った。経時変化の測定は、練り板上にコンクリートを静置し、測定前にスコップで切り返してから行った。なお、目標のスランプフローの範囲は $65\pm 5\text{cm}$ とし、試験温度は 20°C とした。

3. 試験結果

3.1 コンクリートの変形性に及ぼす効果

フレッシュ性状の試験結果を表-2 に、水セメント比(以下 W/C) と SP 添加量の関係を図-1 に示す。いずれの W/C においても所要のスランプフローを得る添加量は SP2 の方が少なく、SP1 に比べて高い分散性を示すことが認められた。特に W/C=14% では、SP1 を 4.5% 以上添加してもスランプフローが 50cm 程度となり、分散効果が頭打ちの傾向を示したのに対し、SP2 は 3.0% で目標とするスランプフローが得られた。

スランプフローの経時変化のうち W/C=18% の結果を図-2 に示す。いずれの SP も各水セメント比で目標とする範囲を満足した。ただし、SP1 は練上りから 30 分後にやや増加した後、緩やかに低下する傾向にあるのに対し、SP2 は練上り後 90 分まではほぼ一定値を示した。

表-1 実験の要因と水準

要因	水準
水セメント比 (%)	20, 18, 14
高性能減水剤	SP1, SP2

表-2 コンクリートのフレッシュ性状

W/C (%)	SP		スランプフロー (cm)/T50 (秒)				L30/L50 (秒)		空気量 (%)
	種類	添加量	経過時間 (分)				経過時間 (分)		
		(Cx%)	0	30	60	90	0	60	
20.0	SP1	1.8	66.0	68.5	66.0	63.0	4.6	7.3	2.0
			9.5	10.8	13.7	16.8	17.0	24.1	
	SP2	1.3	68.0	67.5	68.5	67.0	2.9	3.6	1.8
			8.0	8.9	10.2	11.7	9.1	11.6	
18.0	SP1	2.2	64.0	68.5	67.5	65.0	6.4	10.1	1.9
			13.0	14.5	17.6	21.9	21.5	30.1	
	SP2	1.5	68.0	69.0	68.0	68.0	3.7	5.1	1.8
			9.5	10.5	12.7	14.2	12.0	17.0	
14.0	SP1	4.5	52.0	45.0	-	-	-	-	2.2
			49.8	-	-	-	-	-	
	SP2	3.0	70.0	70.5	-	-	-	-	2.0
			25.1	26.2	-	-	-	-	

キーワード：超高強度コンクリート、高性能減水剤、高分散性、粘性低減効果、チキソトロピー

連絡先：〒253-0071 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2722 Tel. 0467-87-8080 Fax. 0467-82-6299

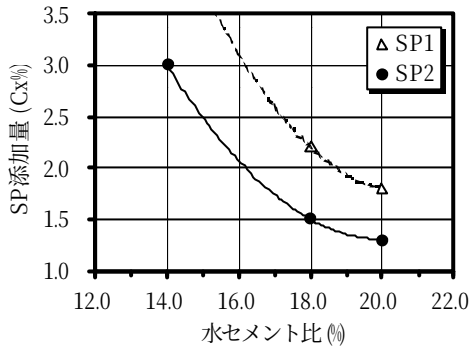


図-1 SP添加量の比較

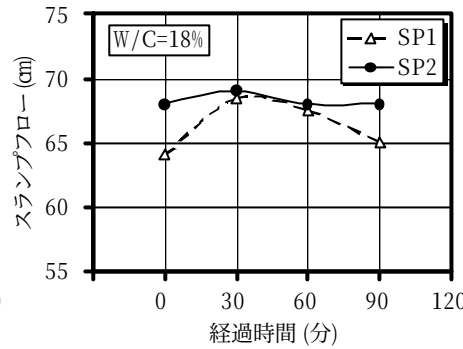


図-2 スランプフローの経時変化

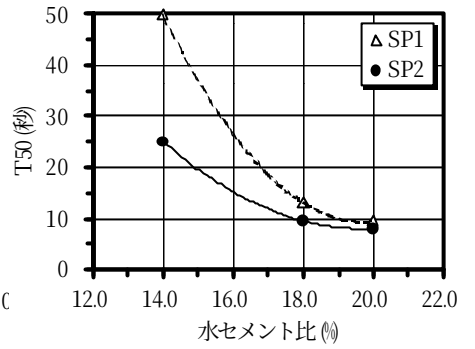


図-3 コンクリートの粘性の比較

3.2 コンクリートの粘性に及ぼす効果

図-3 に W/C と粘性の指標として測定した T50 の関係を示す。W/C=20% では、SP1 と SP2 に大きな粘性の差は認められないが、W/C の低下に伴い粘性の差が大きくなる傾向にある。T50 の経時変化を図-4 に示す。図中の数字は直後に対する T50 の増加率である。いずれの SP も各

W/C で時間が経過すると T50 が増加し、コンクリートの粘性が徐々に大きくなる傾向にある。ただし、SP2 は SP1 に比べて各経過時間の T50 が小さく、かつ、0 分に対する T50 の増加率も小さい。なお、表-2 より、同じく粘性の指標として測定した L30 および L50 の傾向も T50 と同様である。W/C=20%以下のコンクリートを用いて施工する際、如何にコンクリートの粘性を抑制するかが重要であると思われる。SP2 は粘性低減効果を練上り時のみならず時間が経過しても保持できる特長を有していると判断される。

なお、経時変化の測定前にスコップで切り返す際、SP2 の方が加える力は少なくなる傾向にあることが認められた。静置状態にあるコンクリートに力を加えて流動させる場合に要する力が異なるのは、コンクリートのチキソトロピー性が異なるためであると考えられ、次にモルタルでこの現象の定量的な評価を試みた。

3.3 チキソトロピーに及ぼす効果

W/C=18%のコンクリート配合から粗骨材を取り除いたモルタルを ASTM C 305 に準拠するミキサで練混ぜ、φ80mmx75mm の塩ビ製のコーンによるフロー値を 0、30、60、90 分で測定した。チキソトロピーの評価は、①静置したモルタルを各測定前にミキサで 5 秒間練り混ぜてから測定する方法と、②練混ぜ直後にフローコーン内にモルタルを詰めた状態で各測定時間まで静置した場合のモルタルフローを比較し、①と②の差を①で除した変化率で表した。試験結果は表-3 に示す通り、①に対する②の変化率は SP2 の方が小さく、SP2 の 90 分後の変化率が SP1 では 30 分後と同程度であることが認められた。測定前に外力を加えた状態と静置を保持した状態の変形性（フロー）の差が小さい方が、チキソトロピーは小さいものと判断される。チキソトロピーが実際の施工の中で影響を及ぼすのは、バケットによる打込み、ポンプの配管内にコンクリートが滞留し再度圧送した場合、ならし作業等が考えられ、チキソトロピーの低減が超高強度コンクリート用高性能減水剤に必要な特性と考えられる。

4. まとめ

超高強度コンクリート用高性能減水剤のフレッシュ性状、とりわけ粘性の低減効果について報告を行った。今後は、ポリカルボン酸ポリマーの分子構造の影響および粘性低減のメカニズムについて検討を行う予定である。

参考文献：1) 鬼頭 誠ほか：超高性能コンクリートへのアプローチ S.Q.C の開発、セメント・コンクリート、No.632、pp.84-90、1999.10

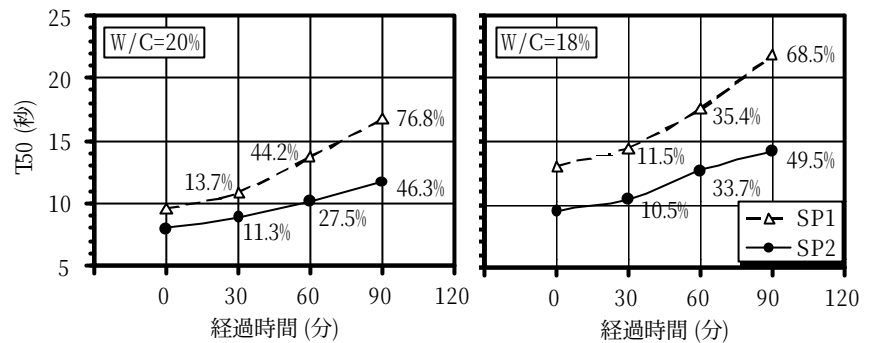


図-4 T50 の経時変化

表-3 チキソトロピーの評価

W/C (%)	SP 種類	SP 添加量 (Cx%)	経過時間 (分)			
			0	①	②	変化率
18.0	SP1	2.2	0	344	-	-
			30	329	250	0.24
			60	328	215	0.34
			90	315	180	0.43
	SP2	1.5	0	329	-	-
			30	310	270	0.13
			60	304	248	0.18
			90	300	232	0.23