

高吸水性樹脂を混和したコンクリートの収縮特性に関する調査

技術本部 技術研究所 久徳貢大
 技術本部 技術研究所 西尾峻佑
 技術本部 技術研究所 小島利広

1. はじめに

高吸水性樹脂は自身の質量の数十倍から数百倍の水を吸収して膨潤し、乾燥環境下では吸収した水を放出する。その特性を活かして、コンクリートの自己収縮を低減する内部養生材として検討されて久しい。

高吸水性樹脂はコンクリート中で放水して体積を減じて空隙を形成する。筆者らは耐凍害性の観点から、高吸水性樹脂による微細空隙の形成とその混和量による気泡間隔制御に期待して実験を行い、凍結融解抵抗性が向上する一定の成果を得ている。そして、比較的高強度のプレキャストコンクリートにこの技術を適用することを目指しており、エントレインドエア相当の空隙を形成する粒子径の小さい高吸水性樹脂を混和したコンクリートに給熱養生を施して検討を行っている。

高吸水性樹脂が形成する総空隙量はその混和量で決定されるため、高強度のプレキャスト部材製造では強度管理の上で有利となる。加えて、低水セメント比のコンクリートを使用したプレキャスト部材の製造では、自己収縮や乾燥収縮などの長さ変化によるひび割れが品質管理上の課題となる。高吸水性樹脂添加による自己収縮の低減は部材製造時の有害なひび割れを抑制するのに期待できる。ただし、自己収縮の低減を目的とした高吸水性樹脂には比較的粒子径の大きいものが採用されており、粒子径の小さい高吸水性樹脂を混和したコンクリートの収縮特性は未だ明らかとなっていない。本報告では、高吸水性樹脂を混和したコンクリートの自己収縮試験および乾燥収縮試験を実施し、収縮特性を調査した結果を述べる。

2. 試験概要

2.1 使用材料

使用材料およびその略号を表-1に示す。高吸水性樹脂（以下、SAPと略記）は膨潤後の平均粒径が約50 μ mと比較的細かいものを選定した。また、このSAPは練混ぜ時の水のような電解質濃度の高い液中でも安定した吸水能を有する。

2.2 コンクリートの配合

コンクリートの配合は表-2に示すように単位粗骨材量と単位ペースト容積を一定とした。水セメント比が同一配合では、単位細骨材量を一定として単位モルタル量を統一した。膨潤したSAPをペースト容積に組み入れ、SAPの添加量（容積比）を変化させた。配合表中のW₂は添加したSAPが所定の容積（SAPの添加量）に膨潤するに要する水量である。

2.3 練混ぜ方法および養生方法

練混ぜではSAPの吸水量を補填するW₂を練混ぜ水としてW₁と併せて計量した。粉体のSAPはセメントと事前に混合したうえでミキサに投入した。

給熱養生の条件は最高温度50 $^{\circ}$ Cを4時間保持とし、昇温および降温速度はそれぞれ+10 $^{\circ}$ C/h、-5 $^{\circ}$ C/hの設定とした。給熱養生後の試験体は所定の試験材齢まで脱枠せず、封緘状態で温湿度が20 $^{\circ}$ C、60%RHの室内で保管した。

2.4 試験方法

自己収縮試験でのひずみは、日本コンクリート工学協会「超流動コンクリート研究委員会報告書（1994）」の「高流動コンクリートの自己収縮試験方法」を参考とした。ひずみの基長は打込み完了時とし、試験体採取の翌日に脱枠後、ただちに封緘処理をして計測を継続した。

乾燥収縮試験は、「JIS A 1129-3（ダイヤルゲージ法）」に準拠し、材齢7日をひずみの基長として所定の時期に試験体長および質量を測定した。

表-1 使用材料

材料	略号	特性または仕様
セメント	C	早強ポルトランドセメント、密度:3.14g/cm ³
水	W	上水道水(小田原市)
細骨材	S	砕砂、表乾密度:2.61g/cm ³ 、吸水率:1.07%、粗粒率:3.00
粗骨材	G	砕石2005、表乾密度:2.64g/cm ³ 、吸水率:0.72%
高吸水性樹脂	SAP	膨潤後粒径:約50 μ m、吸水能:約40倍
高性能減水剤	SP	主成分:ポリカルボン酸エーテル系化合物
空気量調整剤(消泡剤)	D	主成分:ポ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

配合名	ペースト容積(L/m ³)	W ₁ /C (%)	(W ₁ +W ₂)/C (%)	SAPの添加量(vol%)	設計空気量(vol%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
							水 W ₁	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	SAP吸水 W ₂	粉体 SAP
W/C30%-SAP0.0%	350	30.0	30.0	0.0	2.0	44.5	160	533	760	956	0	0
W/C30%-SAP1.0%			31.9	1.0		44.5	155	517	760	956	10	0.244
W/C35%-SAP0.0%	326	35.0	35.0	0.0		46.4	160	457	823	956	0	0
W/C35%-SAP1.0%			37.2	1.0		46.4	155	443	823	956	10	0.244
W/C35%-SAP2.0%			39.7	2.0		46.4	150	428	823	956	20	0.488
W/C35%-SAP3.0%			42.1	3.0		46.4	144	413	823	956	30	0.732
W/C40%-SAP0.0%			308	40.0		40.0	0.0	47.9	160	400	873	956
W/C40%-SAP1.0%	42.5	1.0				47.9	154	386	873	956	10	0.244

3. 試験結果

3.1 自己収縮試験

打込み完了から材齢7日までのひずみの経時変化を図-1に示す。いずれの試験体でも給熱養生期間中に収縮したのち、膨張に転じた。水セメント比40%ではSAPの添加有無によるひずみの差異がわずかであるが、水セメント比30%と35%ではSAPの添加量が多いほど収縮量が小さく、膨張が停止した点の膨張量が大きくなった。膨張が停止した点のひずみに着目すると、図-2に示すようにSAPの添加量とひずみには正の相関が認められた。本検討の範囲では水セメント比35%において、SAPの添加量が1%増えるごとにひずみが約 80×10^{-6} 低減された。

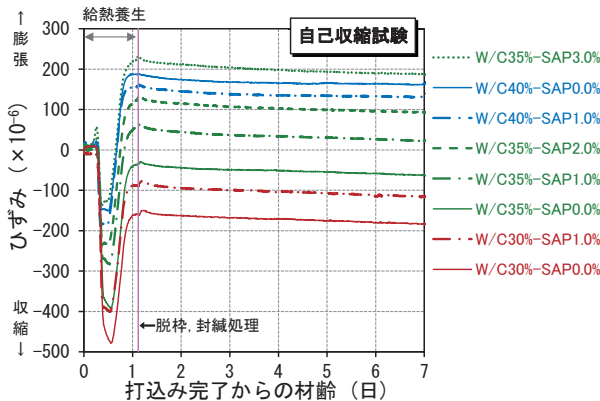


図-1 材齢7日までの自己収縮ひずみの経時変化

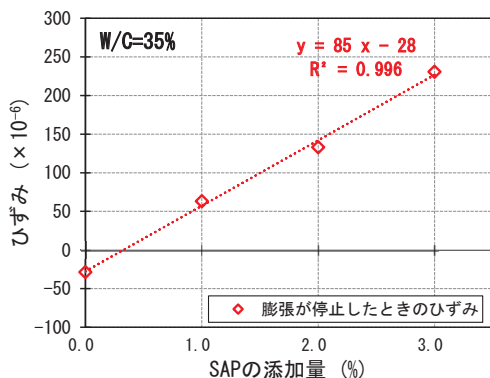


図-2 SAPの添加量と膨張が停止したときのひずみの関係

3.2 乾燥収縮試験

乾燥開始から保存期間350日における質量変化率と乾燥収縮ひずみの関係を図-3に示す。いずれの水セメント比においても、乾燥収縮ひずみの差は、SAPの添加量1%ごとに最大でも約 40×10^{-6} と比較的小さく、SAPの添加量が乾燥収縮に与える影響も明瞭でない。

3.3 収縮特性の評価

打込み完了から材齢7日までの自己収縮ひずみ、材齢7日から保存期間350日までの乾燥収縮ひずみおよびそれらを累積した全収縮量を図-4に示す。水セメント比40%では、SAP添加の有無による全収縮量のひずみの差が約 30×10^{-6} と少なく、変化がほぼ見られない。一方、SAP添加によって自己収縮を低減した水セメント比35%以下では、SAPの添加量が多いほど全収縮量も低減している。今回の試験では、膨潤後の粒子径がエントレインドエア相当の $50 \mu\text{m}$ 程度になるSAPを

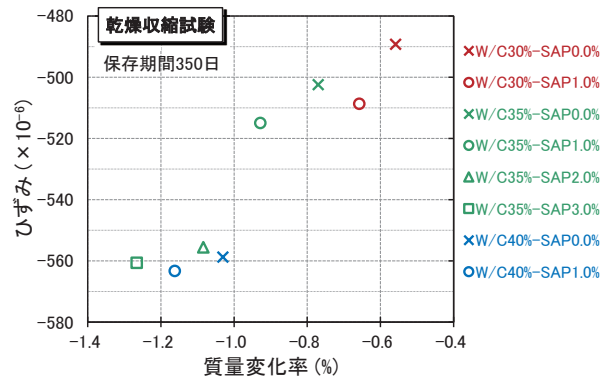


図-3 質量変化率とひずみの関係(保存期間350日)

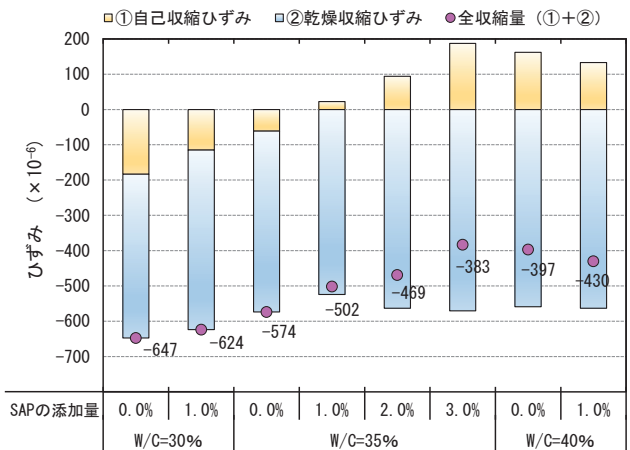


図-4 全収縮量の比較

用いており、比較的粒子径の小さいSAPでも、その添加によって自己収縮を低減する効果を発揮することが確認された。

4. まとめ

本検討では比較的粒子径の小さい高吸水性樹脂を混和し、給熱養生を施したコンクリート試験体の収縮特性を調査した。その結果、次の知見を得た。

- ・水セメント比35%以下での自己収縮量は高吸水性樹脂の添加量が多いほど小さくなり、高吸水性樹脂の添加量が容積比で1%増加するごとにひずみが約 80×10^{-6} 低減された。
- ・乾燥環境下においては、ひずみの差はわずかで高吸水性樹脂の添加有無が乾燥収縮に与える影響は明瞭でなかった。
- ・本検討の範囲では、自己収縮量と乾燥収縮量を累積したひずみで評価すると、水セメント比35%以下ならば高吸水性樹脂の添加によって総収縮量は低減される傾向にあり、高強度のプレキャスト製品製造におけるひび割れ発生防止に有利と考えられる。

Key Words : 高吸水性樹脂, 自己収縮, 乾燥収縮



久徳貢大



西尾峻佑



小島利広