

耐凍害性向上を目的に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検討

株式会社ピーエス三菱 正会員 ○久徳 貢大
株式会社ピーエス三菱 西尾 峻佑
株式会社ピーエス三菱 正会員 小島 利広

1. はじめに

高吸水性樹脂は自身の数十倍から数百倍の水を吸収して膨潤し、乾燥雰囲気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抑制する内部養生材として検討されて久しい¹⁾。
高吸水性樹脂はコンクリート中で放水して体積を減じ、最終的には空隙となる。筆者らは、その空隙形成に期待して実験を行い、高吸水性樹脂の混和によって凍結融解抵抗性が向上する結果を得た²⁾。比較的高強度のプレキャストコンクリートへの適用を目指しており、エントレインドエア相当の空隙となる細か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。
本報告では、このように比較的細か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の長さ変化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）は膨潤前の中心粒径が約15μmと粒径の比較的小さい破砕品を選定した。また、このSAPは水酸化カルシウムを含む練混ぜ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に示すように空気量と単位粗骨材量を一定とした。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ペースト容積を統一した。単位水量は160kg/m³を基本として、膨潤したSAPを含むペースト容積を一定としてSAPの添加量（容積比）を変化させた。表中のW₂は添加したSAPが膨潤するに要する水量であり、配合上の単位水量はW₁とし、本検討における水セメント比の表記はW₁/Cとした。

2.3 練混ぜ方法と養生方法

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。乾燥状態の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℃を4時間保持とし、昇温および降温速度はそれぞれ+10℃/時間、-5℃/時間の設定とした。給熱養生後の供試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℃、60%RHの室内で保管した。

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、表乾密度:2.64g/cm ³ 、吸水率:0.72%、G _{max} :20mm
高吸水性樹脂	SAP	膨潤後粒径:約50μm、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	D	主成分:ポリアルキレングリコール誘導体

表-2 コンクリート配合

配合名	目標 スランプ (±2.5cm)	目標 空気量 (±1.0%)	SAP 添加量 (vol%)	W ₁ /C (%)	(W ₁ +W ₂)/C (%)	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	紛体樹脂 SAP
30-SAP0%	18.0	2.0	0.0	30.0	30.0	44.5	160	533	760	956	0	0
30-SAP1%	18.0	2.0	1.0	30.0	31.9	44.5	155	517	760	956	10	0.244
35-SAP0%	18.0	2.0	0.0	35.0	35.0	46.4	160	457	823	956	0	0
35-SAP1%	18.0	2.0	1.0	35.0	37.2	46.4	155	443	823	956	10	0.244
35-SAP2%	18.0	2.0	2.0	35.0	39.7	46.4	150	428	823	956	20	0.488
35-SAP3%	18.0	2.0	3.0	35.0	42.1	46.4	144	413	823	956	30	0.732
40-SAP0%	12.0	2.0	0.0	40.0	40.0	47.9	160	400	873	956	0	0
40-SAP1%	12.0	2.0	1.0	40.0	42.5	47.9	154	386	873	956	10	0.244

キーワード 高吸水性樹脂, 凍害, 乾燥収縮, 自己収縮, プレキャスト
連絡先 〒250-0875 神奈川県小田原市南鴨宮 2-1-67 株式会社ピーエス三菱技術研究所 TEL 0465-46-2780

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」を参考に、供試体の中央に埋込み型ひずみ計を設置して測定した。ひずみの基長は打込み完了時とし、供試体採取の翌日に脱枠後、速やか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 日を基長として所定の時期に供試体長および質量を測定するものとした。

3. 試験結果

3.1 自己収縮試験

打込み完了から48時間までのひずみの経時変化を図-1に示す。給熱養生期間中に全配合で収縮したのち膨張に転じた。水セメント比30%と35%配合に着目すると、SAPの添加量が多いほど収縮量が小さく、膨張に転じた後の最大値が大きくなった。打込み完了から2日以降のひずみの経時変化を図-2に示す。ひずみの差はそのまま長期にわたり維持され、無添加と比べて総収縮量が低減される結果となった。この傾向は、山崎らの研究³⁾で示された結果と同様であり、促進養生の影響を受けなかった。水セメント比40%配合では最終的なひずみの差は約30 μ となり、SAP有無による差異は見られなかった。

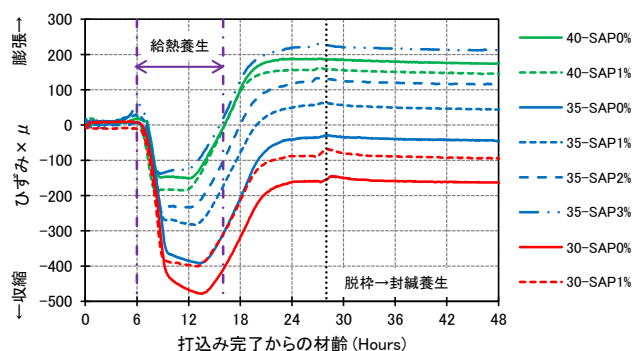


図-1 自己収縮ひずみ(短期)

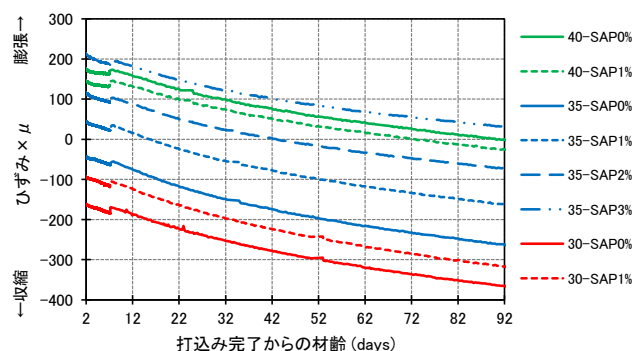


図-2 自己収縮ひずみ(長期)

3.2 乾燥収縮試験

ひずみの経時変化を図-3に示す。保存期間1週における水セメント比35%と40%配合に着目するとSAPの添加量が多いほど収縮ひずみは小さかった。一方で水セメント比30%配合ではSAPを添加した方が大きいひずみを計測した。これらの初期に生じたひずみの差は保存期間が長くなると小さくなり、長期的には各水セメント比でひずみの差が60 μ 以下と変化がほとんど無くなった。

また、質量変化については各水セメント比の配合でSAPの添加量が多いほど保存期間12ヶ月における質量減少量も多いことが確認された。これは桑原¹⁾の示す逸散水量とひずみの関係と同様の結果となった。

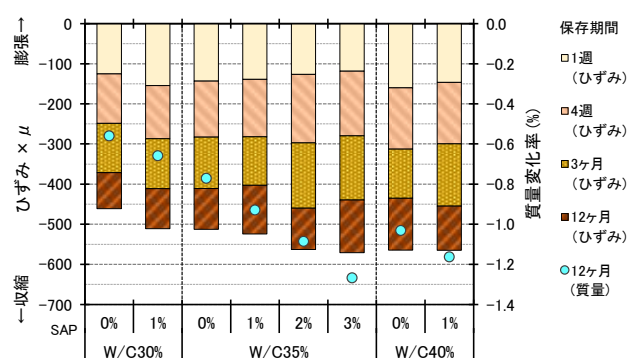


図-3 乾燥収縮ひずみ

4. まとめ

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供試体の長さ変化を調査し、次の知見を得た。

- ・水セメント比 35%以下での自己収縮量は SAP の添加量が多いほど小さくなる。
- ・乾燥雰囲気下における質量変化は SAP の添加量が多いほど大きくなるが、長さ変化は質量変化ほどの変動を生じない。

参考文献

- 1) 桑原ら：超吸水性ポリマー混入がモルタルの収縮挙動に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集 Vol.35, No.1, pp.1951-1956, 2013
- 2) 久徳ら：高吸水性樹脂を混和したコンクリートの凍結融解抵抗性に関する実験的検討，プレストレスト工学会第 29 回シンポジウム論文集, pp.415-420, 2020
- 3) 山崎ら：超吸水性ポリマーによる貯水方法がモルタルの物性に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.1, pp.403-408, 2017