

超吸水性ポリマー混入モルタルの収縮および強度特性

金沢大学理工学域 学生会員 ○桑原 寛司
金沢大学理工学域 正会員 五十嵐 心一

1. 序論

従来、化学製品業界を中心に開発が進められてきた高分子ゲルの超吸水性ポリマー(SAP: Superabsorbent polymer)は、コンクリート分野においても自己収縮を低減させる内部養生材の一つとして知られている。現在では欧米を中心に、低水セメント比系への適用に限らず、さらなる SAP の有効利用策を模索する動きが活発である。SAP の使用は単に内部貯水槽を導入するだけでなく、その放水性能によっては、セメントペーストマトリックスの水セメント比を増大させることが考えられ、その一方にて放水後には空な空間を残すことから、自己収縮以外の物性にも影響を及ぼすことが考えられる。

本研究においては、SAP の有無が水セメント比の異なるモルタルの収縮および強度特性に及ぼす影響を実験的に検討することを目的とする。

2. 実験概要

(1) 使用材料および配合

普通ポルトランドセメント(密度: 3.15g/cm³, 比表面積: 3310cm²/g) および手取川産の川砂(密度: 2.61g/cm³, 吸水率: 1.48%)を使用し、水セメント比 0.28 および 0.40, セメント: 砂 = 1: 2 のモルタル供試体を作製した。混和剤としてポリカルボン酸エーテル系の高性能減水剤をセメント質量の 2.2% および 0.6% 添加した。使用した SAP はコンクリートの内部養生用に開発されたもので、アクリルアミド・アクリル酸共重合体(密度: 1.25g/cm³)のほぼ単一粒度の粒子である。この SAP は乾燥時の質量の約 13 倍の吸水能を有し、吸水前の平均粒子径は約 200μm 程度、吸水後には約 500μm 程度にまで膨潤する。SAP の混入量は、吸水後の SAP の体積がセメントペーストマトリックス全体積に対して 3% および 10% (モルタル体積に対して 1.5% および 4.8%) となるようにした。水セメント比 0.28 において SAP 体積率 10% というのは、セメント質量に対して 0.5% に相当し、自己収縮を補償するのに理論上必要な内部貯水量を十分に満たしている。また、水セ

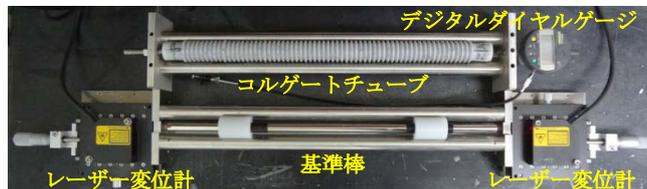


図-1 長さ変化測定装置

メント比 0.40 においては、SAP 混入量が体積率 3% および 10% のどちらの場合も、自己収縮を抑制することが可能な量である。また、比較のため SAP を混入していないモルタル供試体も作製した。

(2) 長さ変化試験

ASTM C 1698-09 に従い、ポリエチレン製のコルゲートチューブ(直径: 約 30mm, 長さ: 約 420mm) 供試体を作製し、自己収縮の測定を行った。なお、図-1 に示すように打ち込み直後からの変形についてはレーザー変位計により測定し、硬化後の長さ変化は接触式のダイヤルゲージにて測定した。また、円筒型枠を使用して、コルゲートチューブ供試体と同寸法の円柱供試体を作製した。打ち込み後 24 時間にて脱型し、ただちに、ビニール袋を用いて密封養生を行った。材齢 7 日にてビニール袋を除き、乾燥条件下(温度: 20±2°C, 湿度: 60±5%)での長さ変化および質量変化を測定した。

(3) 圧縮強度試験

打設後 24 時間にて脱型した円柱供試体(直径: 100mm, 高さ: 200mm) をビニール袋に密封し、恒温室(温度: 20±2°C) に保管した。材齢 7 日にて取り出してひずみゲ

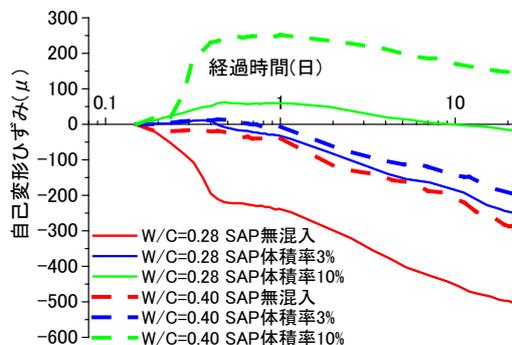


図-2 自己変形ひずみの経時変化

キーワード 超吸水性ポリマー, 自己収縮, 乾燥収縮, 静弾性係数, 圧縮強度, 内部養生

連絡先 〒920-0092 石川県金沢市角間町 金沢大学自然科学研究科環境デザイン学専攻 TEL076-264-6373

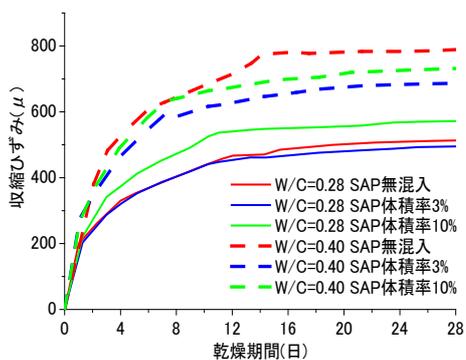


図-3 収縮ひずみの経時変化

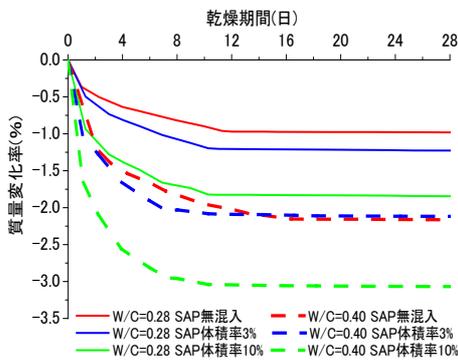


図-4 質量変化

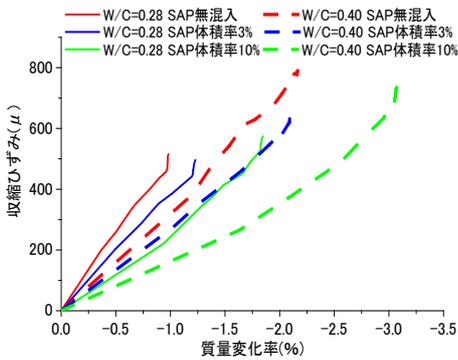


図-5 質量変化率と収縮ひずみの関係

表-1 密封養生を行った供試体の圧縮強度および静弾性係数 (材齢 7 日)

	W/C=0.28		W/C=0.40	
	圧縮強度(N/mm ²)	静弾性係数(kN/mm ²)	圧縮強度(N/mm ²)	静弾性係数(kN/mm ²)
SAP無混入	62.8	35.6	39.9	26.4
SAP体積率3%	62.0	35.7	38.9	27.3
SAP体積率10%	45.3	28.5	39.1	26.1

ージを貼付し、JIS A 1149 に従い、圧縮強度および静弾性係数を求めた。

3. 結果と考察

図-2 は密封養生を行った供試体の自己収縮ひずみの経時変化を示したものである。水セメント比によらず、SAP 体積率 3% の場合は材齢 1 日までの自己収縮が抑制されるが、それ以降はひずみが単調に増加した。一方で、SAP 体積率 10% においては、とくに水セメント比 0.40 において初期に顕著な膨張がみられ、材齢 1 日以降は自己収縮傾向を示している。

図-3 は乾燥環境下での収縮ひずみの経時変化を示したものである。水セメント比 0.28 の場合、SAP の有無により生じた収縮量の差は小さく、SAP 体積率 10% でも収縮ひずみがわずかに増加する程度である。一方、自己および乾燥収縮の両影響をより強く受けていると考えられる水セメント比 0.40 においては、SAP の混入により収縮が若干低減されている。

図-4 は乾燥にともなう質量変化を示したものである。水セメント比によらず SAP の体積率が大きくなるほど乾燥初期における水分逸散量は多くなる。しかし、乾燥開始から 7 日程度経過すると SAP の有無にかかわらず質量変化はほとんど認められない。

図-5 は乾燥収縮ひずみと質量変化率の関係を示したものである。いずれの水セメント比においても逸散水量の増大にしたがい、収縮ひずみが増大する。一方、水セメント比によらず、SAP の混入率を大きくすると水分逸散量が増加するにもかかわらず、収縮ひずみには大きな差は認められない。したがって、SAP の混入率を大きくするほど、同じ逸散水量における収縮ひずみが SAP 無混

入のもの比べて著しく小さくなる。SAP 内部水は打ち込みから 1 日程度でほとんど放出されるといわれているが、以上より、SAP の混入によるマトリックス中の水分の増加が乾燥収縮挙動に及ぼす影響は大きくはないようである。

表-1 は圧縮強度および静弾性係数を示したものである。水セメント比 0.28 においては、SAP 無混入および SAP 体積率 3% の圧縮強度および弾性係数は同程度である。しかし、SAP 体積率 10% のものは明らかに小さな値を示す。一方、水セメント比 0.40 の場合は、SAP の有無によらず強度および弾性係数がほぼ同程度の値を示す。SAP を混入すると、周囲に水分を放出した後に SAP が空な空隙として残存する。これにより、SAP を混入した場合においては、SAP が欠陥となって力学特性を低下させることが懸念される。しかし、本実験結果からは、若材齢の自己収縮だけが抑制できる程度の SAP 混入量であれば、強度への影響は小さく、また水セメント比が高い場合でも連行空気量程度までの混入量であれば、強度への影響はほとんどないといえる。

4. 結論

SAP の混入が収縮および強度特性に及ぼす影響は水セメント比により異なる。しかし、若材齢における収縮抑制を目的とする量であれば、乾燥収縮および強度特性への影響は小さい。

謝辞

本研究の実施にあたり 2012 年度セメント協会研究奨励金および日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(C), 課題番号 21560482) の交付を受けた。ここに記して、謝意を表す。