

異なる超吸水性ポリマーを用いたコンクリートのスケーリング抵抗性の比較

金沢大学理工学域 学生会員 ○草山 翔平
金沢大学理工学域 正会員 五十嵐 心一

1. 序論

近年コンクリートの混和材料として超吸水性ポリマー (SAP: Superabsorbent polymer) が注目を集めている。これは、SAP をコンクリート中に混入することにより SAP 残存空隙をコンクリート中に均一に分散させることが可能となり、凍結融解抵抗性の改善が期待できるためである。しかし、高水セメント比の場合ではコンクリート SAP 中の水が完全には放水されなため、残存空隙となるか明らかなではない。また、SAP によるコンクリートのスケーリング抵抗性の増大は空気連行性によるものと説明されるが、実際には空気連行性を有しない SAP も存在する。

本研究においては粒子の形状寸法の異なる SAP を用いたときのスケーリング抵抗性の相違を明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

(1) 使用材料および供試体の作製

セメントには普通ポルトランドセメント（密度：3.15 g/cm³,比表面積：3310cm²/g）を使用した。骨材には珪砂（密度：2.60g/cm³,吸水率：2.07g/cm³），碎石（密度：2.60g/cm³,吸水率：2.03g/cm³）および川砂利（密度：2.58g/cm³,吸水率：1.98g/cm³）を粒度分布を調整した上で用いた。使用した2種類のSAPの吸水能はともにその乾燥質量の33.3倍であり、練り混ぜ中にSAPが完全に吸水し、コンクリート中のマト

リックスの水セメント比を0.5から0.45に低減するとして配合を決定した。図-1に使用したSAPの吸水前の状態を示す。また、図-2にSAP粒子の円相当径に基づく粒度分布を示す。表-1に作製したコンクリートの配合を示す。150×150×75mmの型枠にコンクリートを打設し、打設後24時間にて脱型し、材齢14日まで水中養生(温度:20℃±1℃)を行った。その後水中から取り出し、材齢28日まで気中養生(温度:20℃±1℃,湿度:60%±5%)を行った。ASTM C 672に準じて試験面以外からの劣化を防ぐため供試体側面をエポキシ樹脂で被膜した。さらに周囲を厚さ4mmのプラスチック板で覆い、試験面の上に深さ6mm程度で湛水できるような貯水槽を設けた。

(2) スケーリング試験

ASTM C 672に準じて、供試体上の貯水槽にNaCl水溶液(3%)を満たし、温度-22℃にて18時間静置した。その後供試体を冷凍庫から取り出し20℃にて6時間静置した。以上を1サイクルとしてコンクリートに凍結融解サイクルを与えた。凍結融解5サイクルごとにスケーリング量を計測した。nサイクル後のスケーリング量を計測し、式(1)より単位面積当たりの累積スケーリング量を求めた。

$$m_n = \frac{\sum \mu_s}{A} \times 10^3 \quad (kg/m^2) \quad (1)$$

ここに、 μ_s はスケーリング質量(g)、Aは試験断面積(mm²)である。

(3) 剥離面積率

試験面の画像を取得し、画像解析により剥離面積率を測定した。

(4) スケーリング深さ

(2)にて求めたスケーリング量と(3)にて求めた

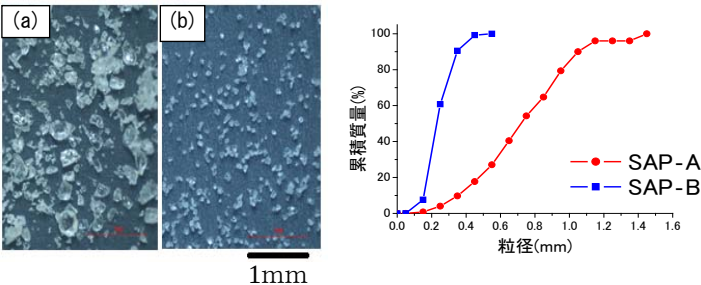


図-1 吸水前のSAPの形状

図-2 SAP粒度分布

((a)SAP-A, (b)SAP-B)

表-1 コンクリートの配合表

配合	Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量(kg/m ³)					
					C	W	S	G(碎石)	G(川砂利)	減水剤
無混入	25	45	42.6	2.5	351	158	799	452	603	1.93
SAPA	25	45	42.6	2.1	345	172	784	444	592	1.90
SAPB	25	45	42.6	2.6	345	172	784	444	592	1.90

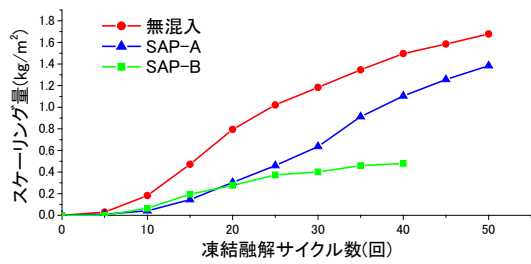


図-3 スケーリング量

剥離面積率から式(2)を用いてスケーリング深さを算出した。ただし、粗骨材は剥離しないものとした

$$d_n = \frac{\sum \mu_s}{\rho \cdot A \cdot p_n} \times 10^3 \quad (\text{mm}) \quad (2)$$

ここに、 d_n はスケーリング深さ(mm)、 μ_s はスケーリング質量(g)、 ρ はコンクリート中のモルタル成分の密度(g/cm³)、 A は試験断面積(mm²)、 p_n は剥離面積率(%)である。

3. 結果および考察

図-3にスケーリング試験の結果を示す。SAPの混入によりコンクリートのスケーリング量は明らかに減少しており、特にSAP-Bを用いたコンクリートのスケーリング量の低下は顕著である。

図-4にSAP無混入コンクリートとSAP-A混入コンクリートのスケーリングの様子を示す。SAP無混入では30サイクル時点で表面の大部分に剥離が生じているが、SAP-A混入ではそれに比べると剥離は局所的である。

図-5は剥離面積率を示したものである。SAP無混入およびSAP-B混入コンクリートでは20サイクル程度まで剥離面積率が増加し、30サイクル程度からは増加割合が小さくなっている。一方、SAP-Aは継続して単調に剥離面積は大きくなっており50サイクル経過時においても収束するような傾向は認められない。

図-6にスケーリング深さの変化を示す。SAP無混入およびSAP-A混入コンクリートにおいては深さが0.8mm程度であるが、SAP-B混入の場合は深さが0.6mm程度である。

一般にスケーリングは表面における結晶圧の発生と関係し、空気量の増加やブリー징の低減によってスケーリング抵抗性は増大する。しかし、本研究にて用いたSAPは水溶液重合合法で製造されたもの

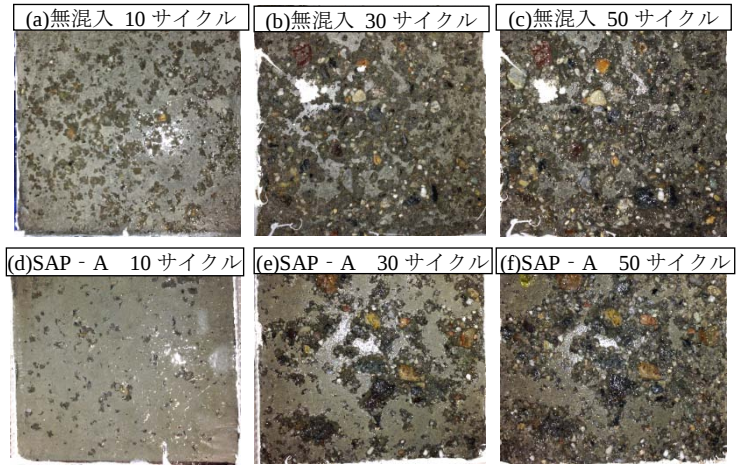


図-4 スケーリングの様子

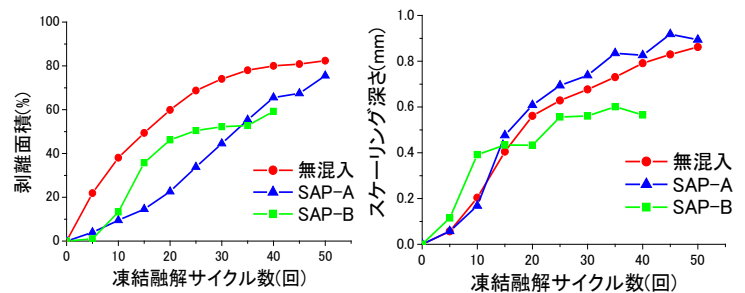


図-5 剥離面積率

図-6 スケーリング深さ

で、残存界面活性剤がないことから、表-1に示すように空気連行性もほとんどない。よって、このようなスケーリング抵抗性の相違はSAPの粒度およびその分布の相違により生じたことが考えられる。本研究にて用いたSAP-AとBでは図-2に示すように粒度分布が大きく異なる。このため吸水後の液相においては、粒径の小さいSAP-BがSAP-Aよりも多数のゲル状粒子として分散していたことになる。このようなゲル状粒子の存在により液相の粘性が増大してブリー징が抑制され、結果としてスケーリング抵抗性が増大したと考えられる。

4. 結論

空気連行性をもたないSAPであってもコンクリートに混入することによりスケーリング抵抗性が改善された。微細なSAP粒子を用いることによる液相の粘性の変化がスケーリング抵抗性の相違に関係していると考えられる。

謝辞

本研究の実施にあたり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。