

## 超吸水性ポリマーによるスケーリング抵抗性改善に関する一考察

金沢大学 学生会員 ○上原 典香  
 金沢大学 学生会員 大山 和哉  
 金沢大学 正会員 五十嵐心一

## 1. 序論

超吸水性ポリマー (Superabsorbent polymers : 以下 SAP と略す) をコンクリートに練り混ぜた際、吸水した水分を短時間に放出し、SAP が存在していた位置には残存空隙を生じる。この空隙が、AE 剤により連行される気泡と同等の役割を果たし、凍結融解抵抗性が改善されると考えられている。しかし、SAP による残存空隙は気泡とは寸法分布が異なり、材齢初期には水で満たされた空隙であることなど、気泡とは異なる特徴を有している。これらの点は保護領域の概念に基づく従来の耐凍害性のメカニズムに再考を促しうると考えられるが、これに関して検討された例はない。

本研究においては、SAP を混入したコンクリートのスケーリング抵抗性の変化を 膨潤後の SAP 粒子の粒度分布と関連付けながら論じる。特に、SAP 粒子の粒子寸法の観点から、耐凍害性発現機構について検討することを目的とする。

## 2. 実験概要

## (1) 使用材料およびコンクリートの配合

セメントは普通ポルトランドセメント、骨材には川砂および川砂利を使用した。AE 剤は市販品であ

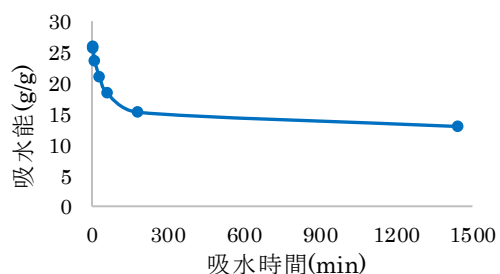


図-1 SAP のティーバッグ試験結果

る。使用した SAP (密度  $1.38\text{g/cm}^3$ 、吸水前平均径  $40.4\mu\text{m}$ ) は、逆相懸濁重合法により製造された非保水性の球状粉体であり、 $W/C=5$  のセメント溶解濾過液を使用したティーバッグ試験により評価した吸水特性を図-1 に示す。コンクリートの水セメント比  $0.50$ 、目標スランプ  $12 \pm 2\text{cm}$  として配合を決定した。SAP の混入量はセメント質量の  $0.15\%$  および  $0.25\%$  とし、比較のために AE コンクリートおよび AE 剤、SAP とも使用しない配合 (non-AE) を加えた。なお、SAP を使用する場合、一般には SAP の吸水能を適当に仮定してその分の水量を増やすが、この方法では水セメント比が保証されない。そこで本研究においては、SAP が吸水した水分は放出されて水和に利用できることを考慮し、吸水量として見込んだ水量を増やすことなく、単位水量と単位セメント量を増大させ、水セメント比が  $0.5$  に保たれるようにした。コンクリートの配合を表-1 に示す。

## (2) スケーリング試験

ASTMC 457 に準じてスケーリング試験を行った。  $100 \times 100 \times 100\text{mm}^3$  の立方体供試体を作製し、材齢 1 日にて脱型し、材齢 7 日まで水中養生 ( $20^\circ\text{C}$ ) を行った。その後材齢 28 日まで恒温室 ( $20^\circ\text{C}$ ,  $60\%\text{R.H.}$ ) にて気中養生を行った。この期間の材齢 25 日にて試験面とその対向面を除く側面 4 面にエポキシ樹脂を塗布して表面を保護した。材齢 28 日にて、試験面を 6~8 時間程度 NaCl 水溶液 (濃度  $3\%$ ) に深さ  $5\text{mm}$  まで浸漬し飽水処理を施した。その後供試体の容器に NaCl 水溶液を供試体下面から深さ  $10\text{mm}$  ほど満たし、低温室 (温度  $-20^\circ\text{C}$ ) にて 18 時間 (凍結過程)、供試体を取り出し室温  $20^\circ\text{C}$  にて 6 時間 (融解過程)

表-1 コンクリートの配合

配合	Gmax (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 ( $\text{kg/m}^3$ )				(%wt/C)	
						W	C	S	G	SAP	AE 剤
non-AE	25	12	50	1.5	40	182	365	709	1068	0	0
SAP0.15%	25	12	50	1.5	40	187	373	701	1056	0.56	0
SAP0.25%	25	12	50	1.5	40	199	399	679	1023	0.997	0
AE	25	12	50	5.0	42	159	318	743	1041	0	0.014

静置した。以上 24 時間を 1 サイクルとして、これを 50 サイクル繰り返した。5 サイクルごとに剥離したコンクリート片を回収し、その乾燥質量を計測した。

### (3) SAP の分布の評価

材齢 28 日にて供試体を切断して、その表面を研磨した。研磨面に黒色インクを塗布し、その後表面に白色粉末（炭酸カルシウム）を充填し、表面空隙が白色粒子として識別できるようにした。表面の顕微鏡観察を行い、その画像を取得した。画像解析により、白色部（残存空隙）の面積と粒子寸法分布を求めた。

### 3. 結果と考察

図-2 にスケーリングの進行の状況を示す。初期には粗骨材に近い試験面のポップアウトが生じ、サイクル数が経過するにつれて剥離が周囲へ広がる傾向が認められた。non-AE は表面がすべて剥離し、non-AE と SAP0.15%では粗骨材の剥落も見られた。

図-3 にスケーリング量の変化を示す。SAP を混入することでスケーリングが著しく低減できることがわかる。特に SAP0.25%ではスケーリング量としては AE とほぼ同程度に抑えられているが、試験面の劣化の様子はかなり異なっていて（図-2）、両者のスケーリング抵抗性の発現の相違が示唆された。

図-4 にコンクリート中の切断面にて観察された空隙の直径分布を示す。non-AE では粒径 100 $\mu\text{m}$  以上の空隙はかなり少ないが SAP 混入ではそのような大きな空隙が多数存在している。この大きな粒子が

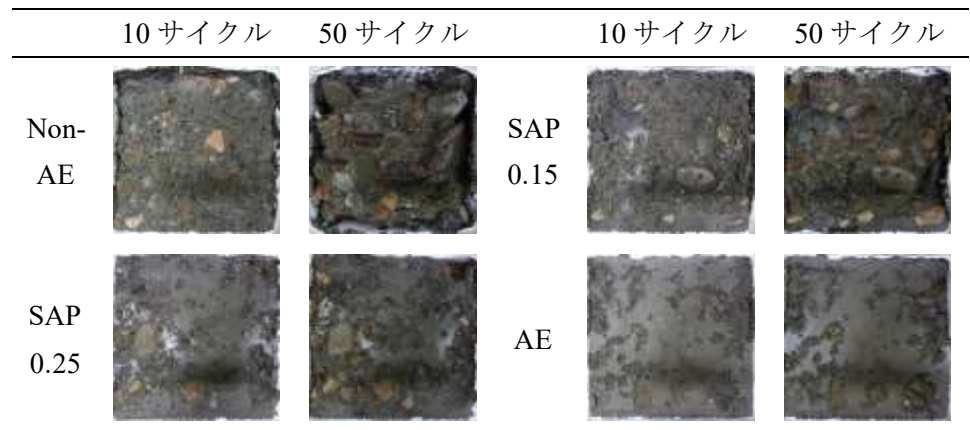


図-2 スケーリング進行の様子（10cm×10cm）

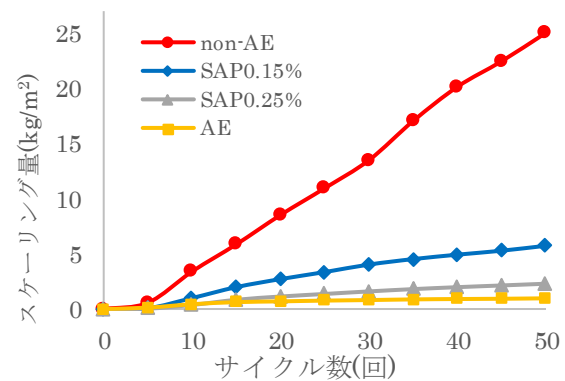


図-3 スケーリング試験結果

スケーリング抵抗性を改善したと考えられる。よって、気泡間隔と水分移動距離を根拠とする従来の保護領域の考え方では、SAP による耐凍害性改善は必ずしも説明できないように思われる。

### 4. 結論

SAP によるスケーリング抵抗性改善機構は、粒径が大きな空隙が関わっているようであり、従来の気泡導入による保護の考え方では説明できないようである。

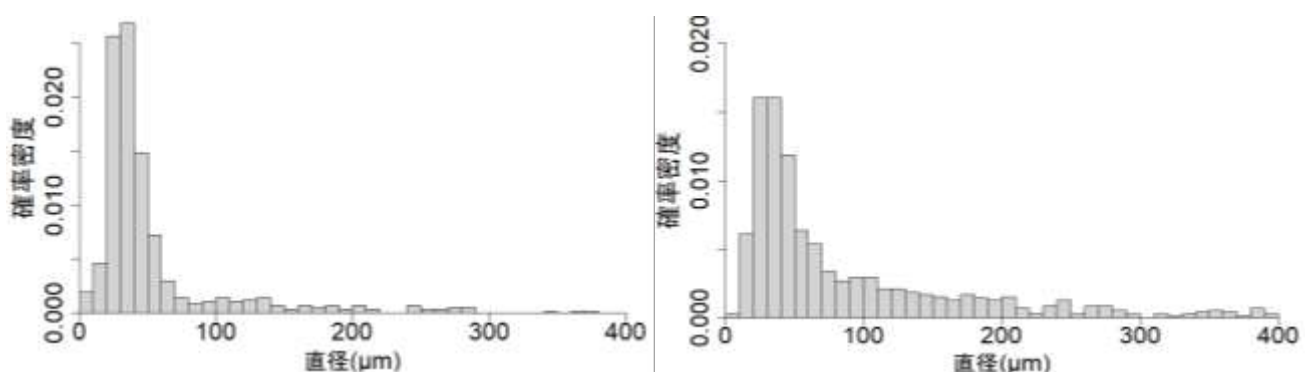


図-4 コンクリート中の空隙系の直径分布(a)non-AE, (b)SAP0.25%