

# 凍害抑制混和材としての高吸水性ポリマーの有効性

大分高専 正会員○一宮 一夫  
大分高専専攻科 学生会員 岡本 稜  
大分高専 非会員 志藤 暢哉

## 1. はじめに

コンクリートの凍害は、AE剤を添加して空気量5%程度にすることで抑制できることが知られている。しかし、同量のAE剤であっても季節により空気連行性が異なり、コンクリート技術者は対応に苦慮している。また、気泡であるため、締固め作業に伴う振動でコンクリート内部での気泡分布が反重力方向に偏在することもあり、その結果として所要の耐久性を得られない事例も報告されている。

他方、保水材として衛生分野や農業分野等で広く使用されている高吸水性ポリマーは、強アルカリ性のコンクリート中においても自重の数10倍の水を吸収できる。吸水した高吸水性ポリマーは密度がほぼ $1.0\text{g/cm}^3$ であることから、AE剤で連行される気泡と比べるとコンクリート内部での分布の安定性は増し、さらには季節による変動を除くことができる。そこで、本研究では高吸水性ポリマーをコンクリート製造時に他の材料と一緒に練り混ぜて、硬化体内部に均等に空隙を分布させる方法の有効性を検討した。

## 2. 実験概要

表1 配合表

### (1) 使用材料

普通ポルトランドセメント（密度 $3.16\text{g/cm}^3$ ）、水道水、海砂（密度 $2.67\text{g/cm}^3$ ）、石灰石砕石（密度 $2.71\text{g/cm}^3$ ）、高性能AE減水剤を基本に、AE剤ならびに平均粒径の異なる2種類の高吸水性ポリマー

（以下、SAPという）を使用した。なお、本文中では平均粒径が大きいものを

SAP-1（粒径 $0.25\sim 0.35\text{mm}$ ）、小さいものをSAP-2（粒径 $0.1\sim 0.15\text{mm}$ ）と表記する。

配合名	W/C (%)	単位量( $\text{kg/m}^3$ )							
		C	W	W'	S	G	SP	AE	SAP
Ref	45	350	158	—	833	1100	4.3	—	—
Ref+AE	45	350	158	—	833	1100	4.3	0.385	—
SAP-1	45	350	158	17.5	833	1100	4.3	—	0.525
SAP-2	45	350	158	17.5	833	1100	4.3	—	0.525

### (2) 配合

表1に配合表を示す。Refは基本配合で、強度、スランプ、空気量の目標値が $40\text{N/mm}^2$ 、 $12\text{cm}$ 、 $1.5\%$ になるように定めた。Ref+AEではRefにAE剤を添加して空気量を $5.0\%$ にした。SAP-1とSAP-2はSAPを添加した配合で、SAPの吸水分をW'としてWに追加した。なお、本研究では比較的ブリーディングが大きい配合とし、AE剤に比べてSAPの優位性が分かりやすくした。

### (3) 供試体の製作

練混ぜにはコンクリート用水平二軸強制練りミキサーを使用した。練混ぜは、セメント、骨材、SAPを入れて120秒間の空練り、水と混和剤を入れて60秒間の一次練混ぜ、かき落としのための休止、120秒間の二次練混ぜの順で行った。練混ぜを終えたコンクリートは、圧縮強度用の円柱型枠（ $\phi 10\text{cm}\times 20\text{cm}$ ）、凍結融解試験用の角柱型枠（ $10\text{cm}\times 10\text{cm}\times 40\text{cm}$ ）に充填した。脱型は打設の翌日に行い、その後、材齢28日まで標準養生を行った。

### (4) 試験項目および方法

コンクリートの物性評価のために、スランプ試験（JIS A 1101）、空気量試験（JIS A 1128）、圧縮強度試験（JIS A 1108）、凍結融解試験（JIS A 1148）を行った。凍結融解試験では、30サイクルごとに供試体の質量と動弾性係数を測定した。

### 3. 実験結果

#### (1) スランプならびに空気量

配合ごとのスランプと空気量は Ref が 12cm と 1.0%, Ref-AE が 22cm と 4.7%, SAP-1 が 10cm と 1.0%, SAP-2 が 14cm と 0.5% となった。

#### (2) 圧縮強度

図 1 に圧縮強度の結果を示す。同図によると Ref+AE, SAP-1, SAP-2 の強度レベルはほぼ同じで、Ref に対して 20%程度低い。いずれの配合も W/C が同じ 45%であり、強度低下の原因を空隙量の増加と仮定すると、AE 剤で連行された空気による Ref+AE の空隙量と SAP で形成された SAP-1 と SAP-2 の空隙量はほぼ同じと考えられる。

#### (3) 相対動弾性係数ならびに質量減少率

図 2 に相対動弾性係数、図 3 に同供試体の質量変化を示す。まず相対動弾性係数の結果では、Ref は 60 サイクルで相対動弾性係数が 60%まで低下しており、凍結融解に対する抵抗性が低いことが分かる。AE 剤を添加して空気量を高めた Ref+AE も同様に早期に劣化しているが、ブリーディングが大きく、連行した空気が打設時の振動等で放出されたことで供試体内部の空気量が Ref と同程度となったことが原因と推察される。一方、SAP を混和した SAP-1 と SAP-2 も 90 サイクルまた 120 サイクルで相対動弾性係数が 60%に達しており、十分な凍結融解抵抗性を有しているとは言えないが、Ref や Ref+AE と比べると良好であり、SAP は凍害抑制用混和材として期待できる。また、平均粒径が小さい SAP-2 の方が SAP-1 よりも劣化速度が小さいことから、より平均粒径が小さい SAP をより多く混和することで、300 サイクルでも相対動弾性係数が 60%以上のコンクリートを製造できる可能性がある。なお、SAP の凍結融解抵抗性向上効果は図 3 の質量減少率の比較からも確認できる。

### 4. まとめ

- (1) 同一サイクル数における相対動弾性係数は、SAP を添加した配合 (SAP-1, SAP-2) の方が SAP を添加しない配合 (Ref) よりも大きく、SAP は AE 剤の代替となる可能性がある。
- (2) SAP-1 と SAP-2 を比較すると、劣化速度は平均粒径が小さい SAP-2 の方が小さいことから、さらに耐凍害性を向上させるには SAP-2 の添加率を増す方法や、より平均粒径の小さい SAP を使用する方法が有効と考えられる。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 23560560 の助成を受けたものです。紙面を借り深謝いたします。

参考文献：1) V.Mechtcherine,H.W.Reinhardt,Application of superabsorbent polymers in concrete construction (RILEM State-of-the-Art Reports),Springer,

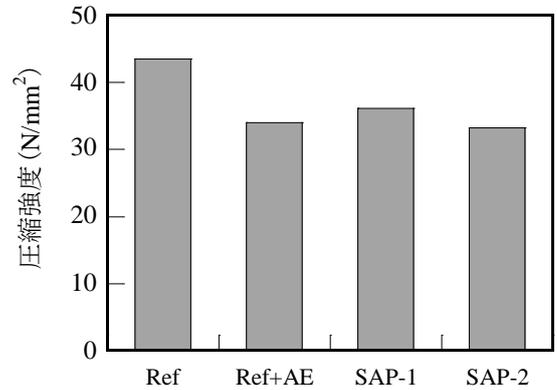


図 1 配合ごとの圧縮強度

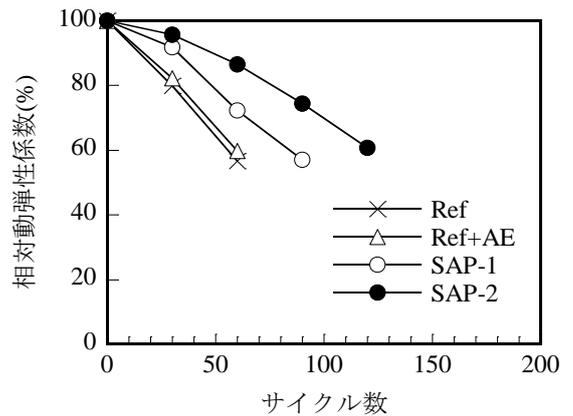


図 2 配合ごとの相対動弾性係数の変化

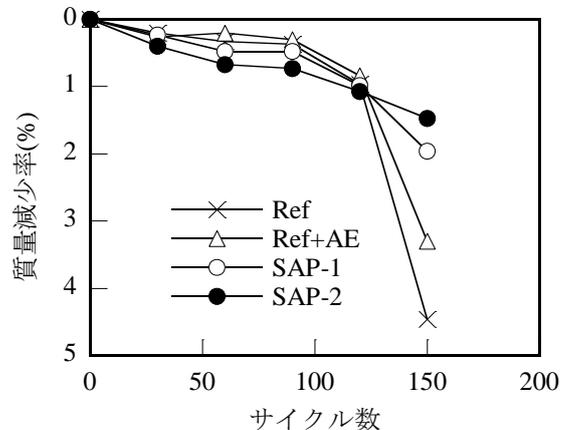


図 3 配合ごとの質量変化