

高吸水性ポリマーの粒径とコンクリートの耐凍害性の関係

大分高専専攻科 学生会員○志藤 暢哉
大分高専 正会員 一宮 一夫
大分高専 非会員 梶原 雄二

1. はじめに

コンクリートの凍害対策には、通常、AE 剤を添加して空気量を 4~6%に調整する方法がとられている。しかし、締固め作業に伴う振動や季節により空気連行性が異なり、所定の空隙を確実に導入できていないことで劣化した事例も報告されている。

他方、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、乾燥すると空隙を形成するという特徴を有する¹⁾。吸水した高吸水性ポリマーは密度がほぼ $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 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。本研究では粒径の異なる 2 種類の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た供試体を製造し、同供試体の高吸水性ポリマーの耐凍害性改善効果を調べた。

2. 実験概要

(1) 使用材料

普通ポルトランドセメント(密度 $3.16\text{g}/\text{cm}^3$)、水道水、海砂(密度 $2.67\text{g}/\text{cm}^3$)、石灰石砕石(密度 $2.71\text{g}/\text{cm}^3$)、高性能 AE 減水剤を基本に、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 $250\sim 350\mu\text{m}$)、小さいものを SAP-2(粒径 $100\sim 150\mu\text{m}$)と表記する。

(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 $40\text{N}/\text{mm}^2$ 、 12cm 、 1.5% になるように定めた。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 SAP の優位性を分かりやすくするため、空気量の目標値を 1.5% とした。

(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)、画像解析法による気泡組織の測定(面積法)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。

表 1 配合表

配合名	W/C (%)	単位量(kg/m^3)							
		C	W	W'	S	G	SP	AE	SAP
Ref	45	350	158	—	833	1100	4.3	—	—
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

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%, 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 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、強度低下の原因は、SAP 混和に伴う空隙量の増加と考えられ、強度低下率がほぼ同水準であることから、SAP-1 と SAP-2 で導入された空隙量はほぼ同じと推察される。

(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率を示す。まず相対動弾性係数では、Ref は 60 サイクルで 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。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 60% まで低下しており、十分な凍結融解抵抗性を有しているとは言えないが、Ref 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。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) 画像解析法による気泡組織の測定

配合ごとの気泡間隔係数と硬化後の空隙量(空気量に相当)は、Ref が 979 μm と 1.2%, SAP-1 が 547 μm と 2.4%, SAP-2 が 567 μm と 1.3% という結果を得た。一般に、気泡間隔係数が 250 μm 以下の場合に優れた耐凍害性を示すが、いずれの配合でも 250 μm 以上の大きな値を示した。しかし、硬化後の空気量においては SAP-1, SAP-2 とともにフレッシュ時よりも大きな値を示した。以上の結果から、SAP を添加した配合は、Ref 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と考えられる。

4. まとめ

(1) SAP を混和することで相対動弾性係数の低下が抑制されることから、SAP は AE 剤の代わりとなり得る。

(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、平均粒径の小さい SAP を使用することや SAP の添加量を増やすことにより耐凍害性が向上すると考えられる。

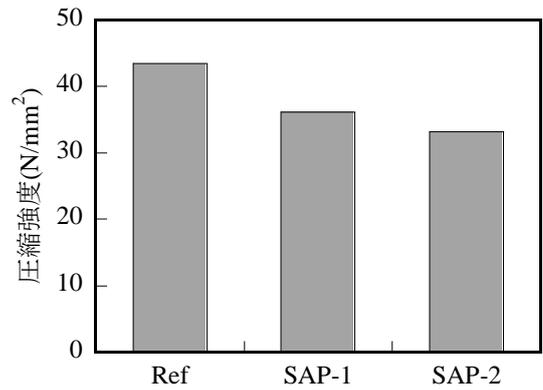


図 1 配合ごとの圧縮強度

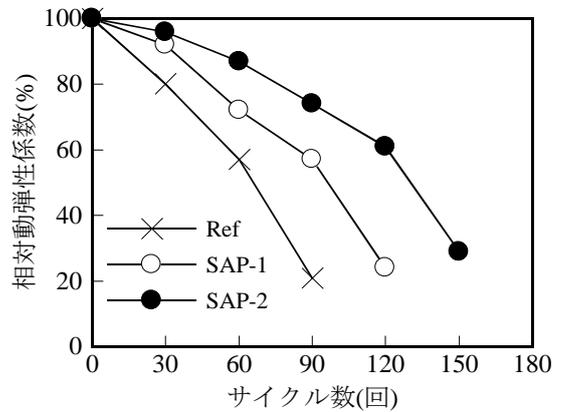


図 2 配合ごとの相対動弾性係数の変化

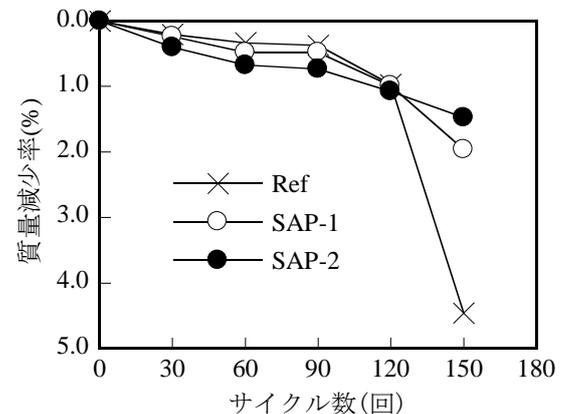


図 3 配合ごとの質量変化

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