

凍害によるスケーリング抑制材としての高吸水性ポリマーの効果

大分工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○加藤 英徳

大分工業高等専門学校 正会員 一宮 一夫

1. はじめに

コンクリートの凍害対策として、適量の AE 剤をコンクリート製造時に添加する方法が広く採用されているが、コンクリートの凝結過程での気泡特性の変化や収縮低減剤を使用した場合の空気量の確保などにおいて課題がある。

本研究では、コンクリートの耐凍害性を担保できる技術として高吸水性ポリマー（以下、SAP という）を混和材料として用いる工法の実用化を目指し、SAP 添加率ならびに SAP 粒径とスケーリング量の関係から、2 水準の水セメント比（W/C=40%、50%）における効果を調べた。

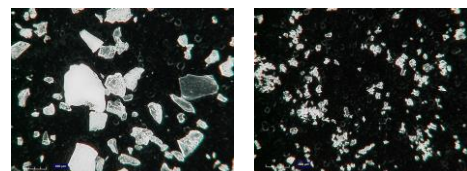
2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ）、練混ぜ水は水道水、細骨材は山砂（密度 2.59g/cm^3 ）、粗骨材は石灰岩碎石（密度 2.71g/cm^3 ）、混和剤には AE 減水剤ならびに AE 剤を用いた。SAP には、吸水量が 7.5 g/g （乾燥自重に対する吸水可能量）で、粒度分布を 2 水準（ $<250\mu\text{m}$ 、 $<63\mu\text{m}$ ）に分級して用いた。図 1 に SAP の拡大画像、表 1 にコンクリートの配合を示す。水セメント比（W/C）は 40%と 50%の 2 水準、目標スランブは $8\text{cm}\pm 1.5\text{cm}$ 、目標空気量は $1.5\pm 0.5\%$ ならびに $6.0\pm 0.5\%$ （以下、それぞれ Non-SAP_Air 1.5%、Non-SAP_Air 6.0%という）とした。SAP 添加率はセメント質量に対して 0.25%と 0.5%（以下、SAP_C $\times$ 0.25%、SAP_C $\times$ 0.5%という）の 2 水準で、SAP 吸水分を練り混ぜ水に追加し、ペーストの W/C が Non-SAP と同じになるようにした。養生は標準養生、圧縮強度試験は JIS に準拠し、空隙分布は画像処理で定量化した。スケーリング試験は JSCE-F 505 に準拠して行った。

3. 実験結果

(1) 圧縮強度

図 2 に W/C=40%の材齢 28 日における圧縮強度の結果を示す。Non-SAP_Air 1.5%が 45.4N/mm^2 で、AE 剤や SAP 添加の有無ならびに添加率による顕著な強度低下はほとんど見られない。



< 250 μm < 63 μm
図 1 SAP の拡大画像（相対比較）

(2) 空隙分布

図 3 の空隙分布からは AE 剤を添加して空気量を 6.0%にすると、 $150\mu\text{m}$ 以下の空隙が増加していることから、耐凍害性を高めるには $50\sim 150\mu\text{m}$ の空隙を増加させる必要があることが分かる。このことは坂田らのコンクリートの気泡組織と耐凍害性に関する研究¹⁾の知見と一致する。他方、SAP をセメント質量 0.5% 添加した場合（SAP_C $\times$ 0.5%）は AE 剤添加

表 1 コンクリートの配合

W/C (%)	配合名	単位量 (kg/m^3)							
		C	W	W'	S	G	SAP	AE 減水剤	AE
40	Non-SAP_Air1.5%	417	168	—	645	1060	—	4.9	—
	Non-SAP_Air6.0%	417	168	—	645	1060	—	4.4	0.0265
	SAP_C $\times$ 0.25%	417	168	7.8	645	1060	1.04	2.4	—
	SAP_C $\times$ 0.5%	417	168	15.7	645	1060	2.08	0.8	—
50	Non-SAP_Air1.5%	366	184	—	645	1060	—	—	—
	Non-SAP_Air6.0%	366	184	—	645	1060	—	—	0.0325
	SAP_C $\times$ 0.25%	366	184	6.9	645	1060	0.92	—	—
	SAP_C $\times$ 0.5%	366	184	13.7	645	1060	1.83	—	—

キーワード 高吸水性ポリマー、添加率、粒度、スケーリング、空隙分布

連絡先 〒870-0152 大分県大分市牧 1666 番地 大分工業高等専門学校 都市・環境工学科 TEL 097-552-7664

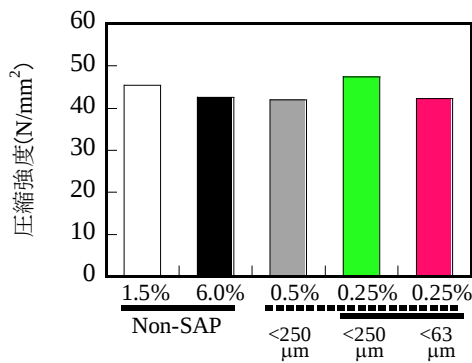


図2 圧縮強度 (W/C=40%)

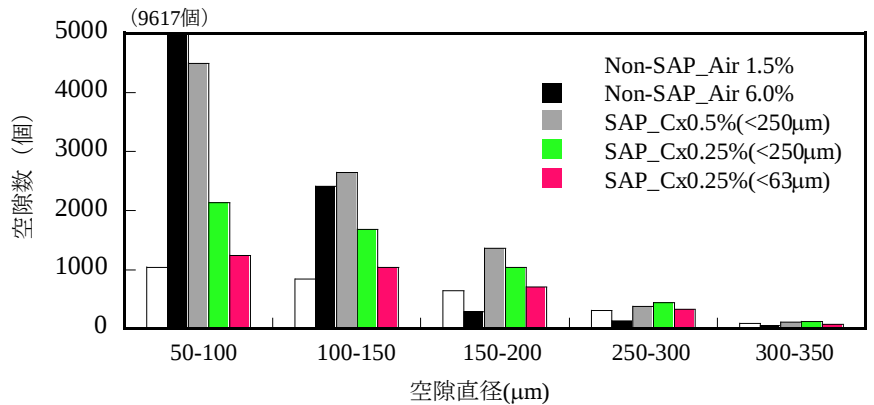


図3 空隙直径の分布 (W/C=40%)

(Non-SAP_Air 6.0%)と同様の空隙を形成できることが分かる。

(3) スケーリング量

図4に W/C=40%のスケーリング量の結果を示す。Non-SAP の比較から、本実験においても AE 剤で空気量を 6.0%に調整することでスケーリング量を抑制でき、W/C=40%でのスケーリング量はおよそ 2000g/m²程度で耐凍害性あり、5000g/m²程度では耐凍害性なしと判断できる。SAP 添加率で比較すると、SAP_C×0.5%では効果が認められるが、SAP_C×0.25%では効果は見受けられない。これは、スケーリング抑制に必要な空隙の絶対量が不足するためと推察される。他方、63µm 以下に分級した SAP を混和した配合 (SAP_C×0.25%(<63µm)) のスケーリング量は 3000g/m²程度であり、スケーリング量の減少効果が見受けられる。しかし、図3では 50~150µm の空隙は低水準であり、空隙分布とスケーリング量の関係は他の配合とは異なったが、SAP を添加したコンクリートの凍害抑制メカニズムは AE 剤を使用した場合とは異なる可能性もある。図5に W/C=50%のスケーリング量の結果を示す。Non-SAP_Air 1.5%のスケーリングは W/C=40%のおよそ3倍に増加したのに対して、他の3配合は4000g/m²以下に抑えられている。SAP 添加率が小さい SAP_C×0.25%のスケーリング量が SAP_C×0.5%よりも小さいなど、W/C=40%とは異なる点もあるが、全体として SAP によるスケーリング抑制効果が認められる。

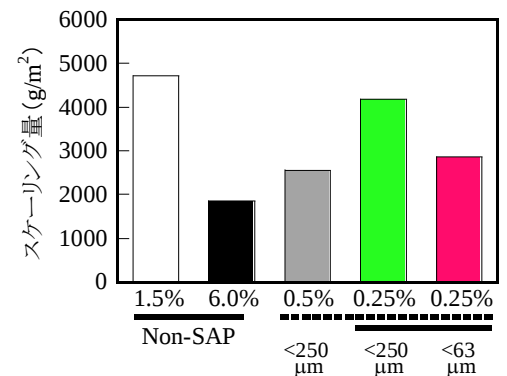


図4 スケーリング量 (W/C=40%)

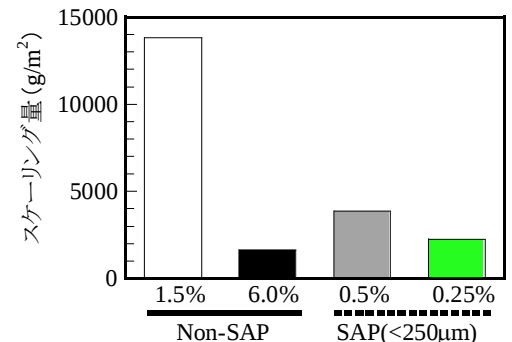


図5 スケーリング量 (W/C=50%)

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。1) 粒径 250µm 以下の SAP をセメント質量の 0.5%添加することで AE 剤で空気量 6.0%にしたコンクリートと同程度の空隙 (50~350µm の場合) をコンクリート中に分布させることができる。2) W/C=40%では、SAP_C×0.5%では効果が確認できたが、SAP 添加量を半分にした SAP_C×0.25%では効果が認められなかった。しかし、SAP_C×0.25%でも分級を行った粒径<63µm のスケーリング量は Non-SAP_Air 6.0% , SAP_C×0.5%と同水準まで抑えることができた。3) W/C=50%では、SAP 添加によりスケーリング量が Non-SAP_Air 1.5%の 30%以下に抑えられた。

謝辞：本研究の一部はオリエンタル白石株式会社の御支援のもとで行いました。また、実験では大分高専一宮研究室の卒業生の皆さんに協力していただきました。紙面を借り深謝いたします。

参考文献：1) 坂田昇, 菅俣匠, 林大介, 橋本学: コンクリートの気泡組織と耐凍害性の関係に関する考察, コンクリート工学論文集, 第23巻第1号, 2012年1月