

短繊維の添加がコンクリートのスケーリング量に与える影響

維持管理工学研究室 尾鍋智哉

1.背景・目的

凍結融解と塩化物の複合作用により発生するスケーリングは、1990年代以降のスパイクタイヤの使用規制に伴ってNaClを含んだ凍結防止剤の散布量が増加したことにより、寒冷地の山間部や平野部の道路構造物でも被害が確認されるようになった。

一方、短繊維を混入した短繊維補強コンクリートは、ひび割れ抑制やコンクリートの剥落防止の効果を有する他、透気性や透水性などの物質浸透を抑制することによって耐久性が向上することが期待され、スケーリング抑制にも効果があると考えられる。

本研究では、普通コンクリートと短繊維補強コンクリートで凍結融解試験を行い、スケーリング量の比較により、短繊維補強コンクリートのスケーリング抵抗性について検討することにした。

2.実験概要

2.1.供試体概要

250 mm×200 mm×75 mmの供試体を、各配合につき2体ずつ作製した。各種コンクリートの配合を表-1～表-3に示す。普通コンクリートでは、空気量の異なる3種類のコンクリートを作製した。PVA繊維、PET繊維を添加したコンクリートでは、繊維の体積率は同じ(0.6Vol%)で空気量の異なるPVA-1, PVA-2, PET-1,

PET-2とそれらより繊維の体積率が大きい(1.2Vol%) PVA-3, PET-3を作製した。

2.2.凍結融解試験概要

ASTM C672法に従って実験を行った。図-1に示すように供試体試験面に20 mm×20 mm×200 mmの角パイプをシリコンシーラントで接着し、試験溶液を留めるための堤を作製した。養生終了後、試験面から深さ6 mmとなるように試験溶液(CaCl₂溶液)を注ぎ入れ、凍結4時間、凍結保持13時間、融解1時間、融解保持6時間の24時間を1サイクルとして、24サイクル繰り返した。スケーリング量の測定及びASTM法に準拠した目視レイティング評価を5サイクル毎に実施した。

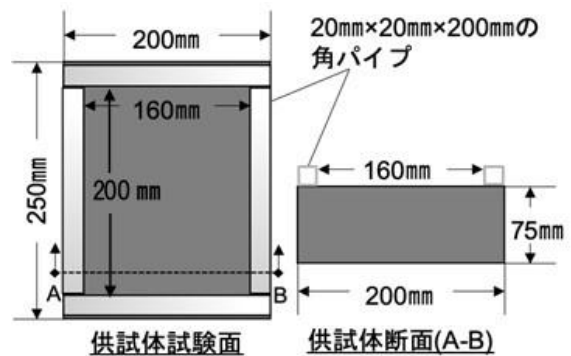


図-1 供試体概要

表-1 普通コンクリートの配合

名称	W/C	単位量 (kg/m ³)						空気量 (%)	スランプ (cm)
		W	C	S	G	No.70(cc)	303Aの2%液(cc)		
NC-最小	55	175	318	821	902	796	0	2.1	1.0
NC-2A							650	4.9	10.5
NC-4A							1250	7.5	18.7

表-2 PVAシリーズの配合

名称	W/C	単位量 (kg/m ³)							空気量 (%)	スランプ (cm)
		W	C	S	G	PVA	SP8SXS(cc)	303Aの2%液(cc)		
PVA-1	55	180	328	811	891	7.8	909.1	0	2.6	0.0
PVA-2						7.8	909.1	636.4	3.5	0.5
PVA-3						15.6	3181.8	636.4	3.7	0.0

表-3 PET シリーズの配合

名称	W/C	単位量 (kg/m ³)							空気量 (%)	スランプ (cm)
		W	C	S	G	PET	SP8SXS(cc)	303Aの2%液(cc)		
PET-1	55	180	328	811	891	8.28	285.7	0	2.1	3.0
PET-2						8.28		657.1	3.6	8.0
PET-3						16.56		657.1	3.4	2.0

3.実験結果

3.1.凍結融解試験結果

図-2 に各シリーズの 1 cm²あたりの積算スケーリング量を比較したグラフを示す。また、繊維の種類によるスケーリング量の違いについて、図-3 に PVA シリーズと PET シリーズのスケーリング量を比較したグラフを示す。さらに、写真-1 に、採取したスケーリング片を示す。

図-2 より、普通コンクリートに比べ、PVA シリーズ、PET シリーズ共にスケーリング量が大幅に減少する結果となった。これは、繊維が架橋効果によりひび割れの拡大を抑制したためであると考えられる。図-3 より、20 サイクル目までは PVA シリーズのスケーリング量が若干多かったが、25 サイクル目では PET シリーズと同程度となった。また、5 サイクル毎のスケーリング量の変化の比較から、25 サイクル目以降のスケーリング量は PET シリーズが上回ると予想できる。これは、PVA 繊維と比べて繊維が長くて径が大きい PET 繊維の方が、繊維どうしの間隔が大きくなり繊維が含まれていない範囲が大きくなるため PVA シリーズよりひび割れが進展しやすく、大きな剥落に繋がってしまったためであると考えられる。このことは写真-1 に示すスケーリング片の大きさの違いによっても裏付けられる。また、PVA シリーズでは繊維量の違いによる変化が 15 サイクル目以降から現れたのに対し、PET シリーズでは、20 サイクル目以降から現れる結果となった。これは、繊維の径が小さく全体に分散しやすい PVA 繊維の方が、比較的試験面の表層まで繊維が多く配置されたことで、より早期の段階でスケーリング劣化を抑制できたためであると考えられる。

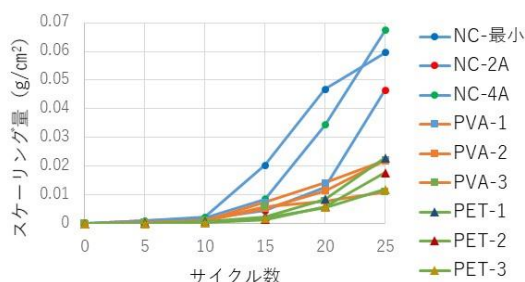


図-2 各シリーズの積算スケーリング量

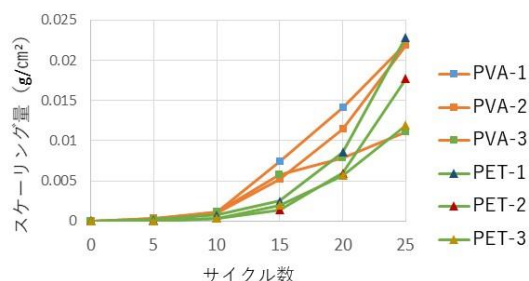


図-3 PVA シリーズ, PET シリーズの積算スケーリング量



写真-1 採取したスケーリング片(左から普通コンクリート, PVA シリーズ, PET シリーズ)

3.2.目視レイティング

5 サイクル毎のスケーリング量と目視レイティングの評価値の相関関係を調べた結果、すべての配合で相関係数が $R^2=0.8$ 以上となり、目視レイティングによる評価がおおむね整合性があることが確認できた。しかし、スケーリング量とは異なった関係が目視レイティング評価で見られる場合があり、目視レイティングのみでのスケーリングの評価は危険であると考えられる。

4.まとめ

PVA シリーズ, PET シリーズ共にスケーリング抑制効果を確認できた。また、繊維の径の違いにより、スケーリング量やスケーリング片の大きさに違いが表れることが分かった。

目視レイティングの評価はある程度の整合性が認められるが、スケーリング量とは異なった関係が目視レイティング評価で見られる場合があり、目視レイティングのみでのスケーリングの評価は危険であると考えられる。