

## 繊維補強コンクリートの凍結融解抵抗性に結合材および配合が与える影響

岡山大学	学生会員	○能勢	幸大郎
(株)ピーエス三菱	正会員	橋野	哲郎
岡山大学	正会員	藤井	隆史
岡山大学	フェロー	綾野	克紀

### 1. はじめに

高度経済成長期に建造された我が国の社会資本は老朽化が進み、コンクリートで建造されたトンネルや高架で、かぶりコンクリートのはく落が社会問題となっている。道路や歩道、鉄道などと交差する新設コンクリート部材には、施工時にはく落防止対策を講じることが求められ、合成短繊維を添加した繊維補強コンクリートを採用する事例が増えている。本研究では、4種類の結合材を用いてポリプロピレン短繊維および増粘剤の有無がコンクリートの凍結融解抵抗性に与える影響について検討を行った。

### 2. 実験概要

実験に用いたコンクリートの配合を表1示す。結合材には、普通ポルトランドセメント(密度:3.15g/cm<sup>3</sup>,ブレン値:3,320cm<sup>2</sup>/g, 以下, OPC), 早強ポルトランドセメント(密度:3.13g/cm<sup>3</sup>,ブレン値:4,600cm<sup>2</sup>/g, 以下, HPC), 高炉セメント B種(密度:3.04g/cm<sup>3</sup>,ブレン値:3,910cm<sup>2</sup>/g, 以下, BB)および高炉スラグ微粉末(密度:2.91g/cm<sup>3</sup>,ブレン値:6,010cm<sup>2</sup>/g, 以下 GGBS)を用いた。GGBSを用いる場合は、質量比で HPC の 50%を置換して用いた(以下, HPC+GGBS)。細骨材には、砕砂(表乾密度:2.68 g/cm<sup>3</sup>, 吸水率:1.62%, 粗粒率:3.14)を、粗骨材には、碎石(最大寸法:20mm, 表乾密度:2.75 g/cm<sup>3</sup>, 吸水率:0.56%)を用いた。化学混和剤には、AE 減水剤および AE 助剤, 増粘剤を用いた。ポリプロピレン短繊維(繊維度:2,000dt, 長さ:30mm, 密度:0.91g/cm<sup>3</sup>, 以下, PP 短繊維)は、コンクリートの体積に対して外割りで添加した。凍結融解試験は、脱型後、材齢 28 日まで水中養生を行った角柱供試体を用いて、JIS A 1148:2010「コンクリートの凍結融解試験方法」に規定される水中凍結融解方法(A 法)に準拠した。水セメント比 50%および 34%のコンクリートの凍結融解試験に用いた試験水は、それぞれ水道水および濃度 5%の塩化ナトリウム水溶液とした。

### 3. 実験結果および考察

図1および図2は、それぞれ、OPC, BB および HPC, HPC+GGBS を用いて夏季に製造した W/C=34%のコンクリートの凍結融解試験の結果である。これらの図より、結合材の種類、増粘剤の有無によらず、いずれのコンクリートも凍結融解 300 サイクルで、相対動弾性係数は 60%以上であることが分かる。図3は、冬季に OPC, BB を用いて製造した W/C=50%のコンクリートの凍結融解試験の結果である。増粘剤を用いていない繊維補強コンクリートでは、凍結融解 300 サイクル以前に相対動弾性係数が 60%を下回っている。一方、増粘剤を添加したものは、凍結融解 300 サイクルで相対動弾性係数が 95%以上を保持していることが分かる。一般に、単位水量および水セメント比の大きいコンクリートほど、ブリーディング量が多くなること、また、気温が低いときほどブリーディング量が多くなり、継続時間も長くなることが知られている<sup>1)2)</sup>。また、PP 短繊維を混入することで、繊維がコンクリート中の水分を捕捉することにより、ブリーディングが抑制されることが報告されている<sup>3)</sup>。捕捉された水分が、弱点を形成することで凍結融解抵抗性が低下したと考えられる。図4は、冬季に HPC, HPC+GGBS を用いて製造した W/C=50%のコンクリートの凍結融解試験の結果である。HPC および HPC+GGBS を用いた場合、増粘剤の添加の有無に関わらず、300 サイクル後も相対動弾性係数が 95%以上を保持できることが分かる。HPC を用いたコンクリートでは、OPC や BB を用いたものに比べて、ブリーディング発生量が少なく、継続時間も短くなることが知られている。また、実験に用いた GGBS は、セメントよりも細かいものが用いられている。OPC や BB を用いたものよりも、ブリーディングが抑制されるため、増粘剤を用いない場合にも、脆弱部が形成されず、凍結融解抵抗性が得られたものと考えられる。

キーワード ポリプロピレン短繊維, 凍結融解抵抗性, 増粘剤, 結合材

連絡先 〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1 岡山大学大学院環境生命科学研究科 綾野・藤井研究室 TEL 086-251-8920

表1 コンクリートの配合

結合材の種類	W/B (%)	s/a (%)	空気量 (設計値) (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					混和剤(C×%)			PP 短繊維 (Vol.%)	空気量 (実測値) (%)						
				W	C	GGBS	S	G	AE 減水剤	AE 助剤	増粘剤								
OPC	34.0	41.0	4.5	160	471	0	701	1,048	0.5	0.00500	0.00	0.5	4.5						
BB									0.4	0.03500	0.04		5.5						
HPC									0.1	0.01000	0.00		3.6						
									0.5	0.05000	0.04		3.4						
HPC+GGBS							235	235	703	1,037	0.5		0.01000	0.00	3.7				
											0.5		0.05000	0.04	4.3				
OPC							50.0	44.0	4.5	170	340		0	798	1,046	0.00250	0.00	0.6	4.1
BB																0.00025	0.04		5.8
HPC	0.00450	0.00	3.2																
	0.00150	0.04	3.0																
HPC+GGBS	170	170	793	1,039	0.00500	0.00						4.9							
					0.00010	0.04						4.1							
					0.00700	0.00						3.7							
					0.00100	0.04						3.3							

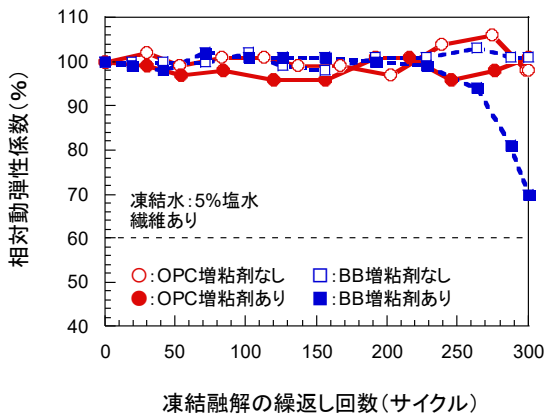


図1 OPCおよびBBを用いた繊維補強コンクリートの凍結融解抵抗性 (W/C=34%の場合)

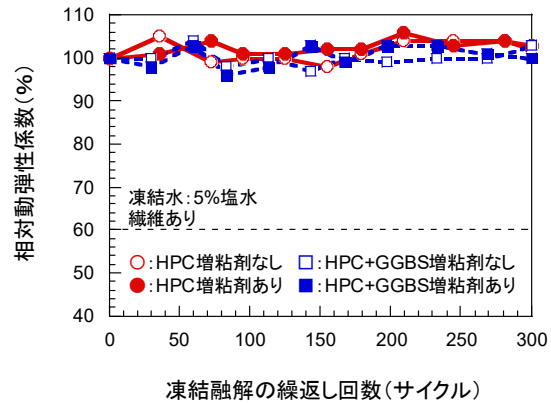


図2 HPCおよびHPC+GGBSを用いた繊維補強コンクリートの凍結融解抵抗性 (W/C=34%の場合)

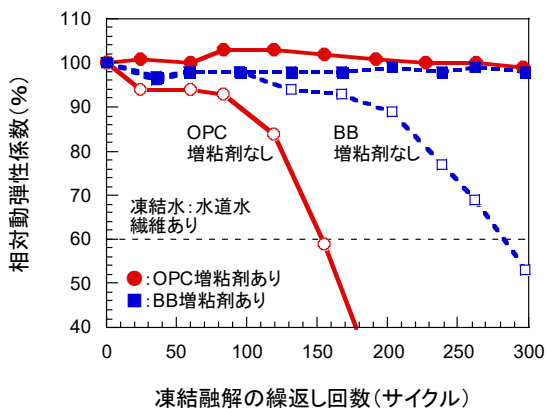


図3 OPCおよびBBを用いた繊維補強コンクリートの凍結融解抵抗性 (W/C=50%の場合)

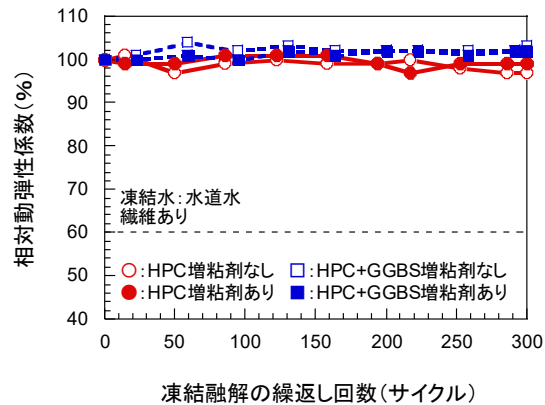


図4 HPCおよびHPC+GGBSを用いた繊維補強コンクリートの凍結融解抵抗性 (W/C=50%の場合)

4. まとめ

水セメント比および単位水量が大きい繊維補強コンクリートを冬季に打ち込んだ場合、凍結融解抵抗性が劣る場合がある。増粘剤の添加により、繊維補強コンクリートの凍結融解抵抗性を改善することが可能である。

参考文献

- 1) 住友大阪セメント技術資料：https://www.soc.co.jp/service/cement/document02/ (閲覧日：2021年3月30日)
- 2) セメント協会：各種セメントを用いたコンクリートの耐久性に関する研究，コンクリート専門委員会報告 F-55, p.7, 2008.3
- 3) 高梨大介, 細田暁, 白井明子: 合成短繊維によるブリーディングの抑制効果, コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.1, pp.253-258, 2005.6