ポリプロピレン短繊維を用いたコンクリートの凍結融解抵抗性について

広島工業大学　フェロー　○十河　茂幸
国土交通省　佐川　俊之
広島工業大学　中田　凌輔
広島工業大学　高橋　慶至
萩原工業　堀内　孝文

１．はじめに

老朽化した構造物からのコンクリート剥落が問題視され、新設の構造物において剥落防止やひび割れ防止のために化学繊維のコンクリートへの適用が増加している。ポリプロピレン短繊維（PP 短繊維と略称）を用いたコンクリートは、その代表格であり、今般、PP 短繊維の JIS が制定された[1)]。

PP 短繊維を用いたコンクリートについては、多くの研究が報告されているが、凍結融解の繰り返し作用を受けた場合の抵抗性に関する報告は少ない。そこで、本研究では、PP 短繊維を剥落防止目的として使用する場合の混入率を想定し、一般的なコンクリートの強度範囲において耐凍害性を確認した。

２．実験内容

2.1　実験の組み合わせ

剥落防止に用いられる PP 短繊維は、容積比で 0.05%程度が標準と考えられるため、混入率を 0.1%とし、対象とするコンクリートの圧縮強度を 2 水準（W/C 55%、45%）、耐凍害性に影響する空気量を 3.0%、5.0%の 2 水準として、凍結融解の繰り返しに対する抵抗性を確認することとした。

2.2　使用材料

実験に用いた PP 短繊維は、萩原工業製のモノフィラメント構造で、呼び繊度 30dtex、呼び繊維長 12mm、引張強度 500N/mm²、付着性 3,043N・mm の JIS に規定される市販品とした。

セメントは密度 3.16 g /cm³ の普通ポルトランドセメント、骨材は、砕石 2010 および砕石 1005 を 65%、35%の混合、細骨材としては砕砂 70%と石灰砕砂 30%の混合とした。混和剤は、AE 減水剤および非レジン系の AE 助剤を用い、空気量を調整した。

2.3　配合

配合条件としては、W/C を 55%、45%の 2 水準、空気量 2 水準の 4 配合とし、この 4 配合に、PP 短繊維を無混入、0.1%混入の 2 水準とした。配合と略号を**表-1** に示す。

表-1　配合および略号

略号	W/C %	s /a %	単位量（kg/m³）					繊維混入率 %
			W	C	S	G	Ad	
55-5-0	55	38	165	300	867	992	1.2	0
55-5-0.1	55	38	165	300	867	992	1.2	0.1
55-3-0	55	38	165	300	867	992	1.2	0
55-3-0.1	55	38	165	300	867	992	1.2	0.1
45-5-0	45	34	165	367	804	997	1.5	0
45-5-0.1	45	34	165	367	804	997	1.5	0.1
45-3-0	45	34	165	367	804	997	1.5	0
45-3-0.1	45	34	165	367	804	997	1.5	0.1

2.4　供試体の製造

コンクリートは、強制式ミキサを用いて通常の製造方法により練り混ぜ、PP 短繊維は後添加により混合した。繊維の混入は 15 秒程度で均質になり、特別の配慮は不要とみられた。PP 短繊維の混入により、スランプはやや低下する傾向が求められたが、供試体の製造には影響がなく、締固め、仕上げ方法は通常のコンクリートと同様の方法によった。

2.5　試験項目および方法

試験項目としては、圧縮強度、凍結融解試験における相対動弾性係数の変化および質量減少率の変化とした。それぞれ、試験方法は JIS に準じた。

キーワード　コンクリート、ポリプロピレン短繊維、繊維混入率、空気量、凍結融解抵抗性
連絡先　〒731-5193　広島県広島市佐伯区三宅２－１－１　広島工業大学　TEL　082－921-3121

３．実験結果および考察

3.1　強度試験結果

PP 短繊維を混入したコンクリートの強度試験結果を**表-2** に示す。PP 短繊維の混入は、材齢、W/C、空気量の影響にかかわらず、圧縮強度をやや向上させる効果が認められた。

表-２　各配合における圧縮強度

配合の略号	圧縮強度　N/mm²		
	材齢 7 日	材齢 28 日	材齢 91 日
55-5-0	19.7	27.3	32.3
55-5-0.1	22.2	28.5	33.4
55-3-0	23.7	31.5	37.6
55-3-0.1	25.6	34.3	38.9
45-5-0	30.4	38.7	44.9
45-5-0.1	32.4	40.7	45.2
45-3-0	37.7	47.6	54.2
45-3-0.1	39.0	49.2	56.5

3.2　相対動弾性係数

W/C 55%の場合の相対動弾性係数の推移を**図-1** に、W/C 45%の場合を**図-2** に示す。目標空気量 3%とした場合は相対動弾性係数の低下がみられたが、ＰＰ短繊維の混入は低下の原因にはならない。ＰＰ短繊維を混入した場合においても適切に気泡を連行させることで凍結融解抵抗性は確保できることが認められた。

3.3　質量減少率

W/C 55%の場合の凍結融解繰り返しにともなう質量減少率を**図-3** に、W/C45%の場合を**図-4** に示す。目標空気量が 3%の場合の方は質量減少率がやや大きくなる傾向を示すが大きな差は認められない。水セメント比が小さいほど質量減少率が小さいのは、母材の強度が高いためと考えられる。

４．まとめ

剥落防止などで使用されるＰＰ短繊維を混入したコンクリートの耐凍害性を確認した結果、混入していないコンクリートの耐凍害性が確保されていれば、混入しても十分な耐凍害性が確保できることが認められた。

最後に、本研究に際して、ご協力頂いた国土交通省中国技術事務所の皆様に謝意を表します。

【参考文献】１）JIS A 6208-2015

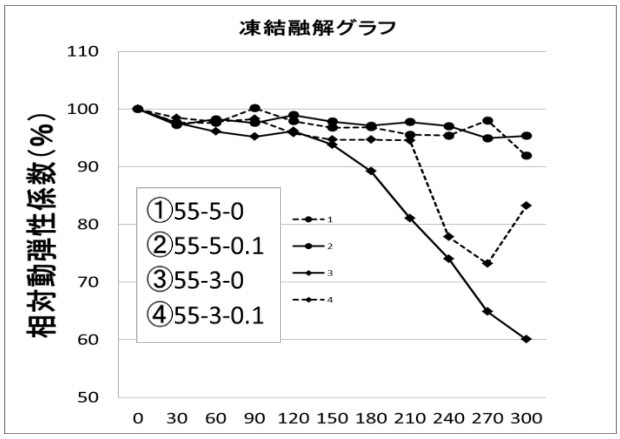

図-１　凍結融解試験結果１（相対動弾性係数）

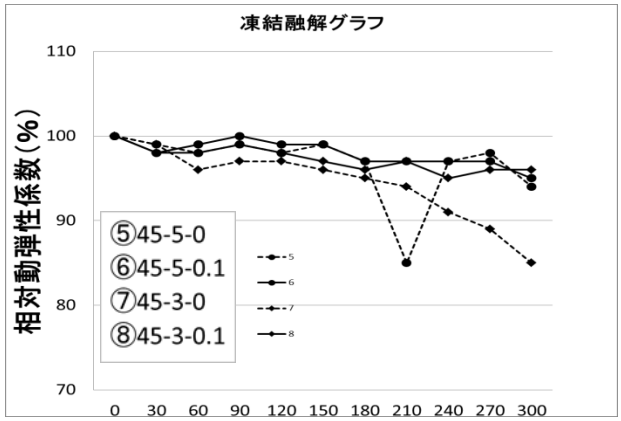

図-2　凍結融解試験結果２（相対動弾性係数）

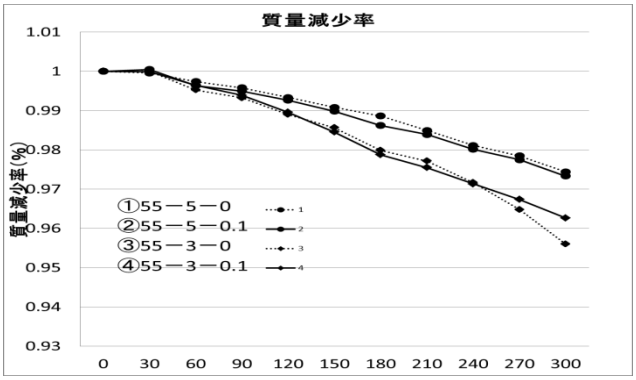

図-3　凍結融解試験結果３（質量減少率）

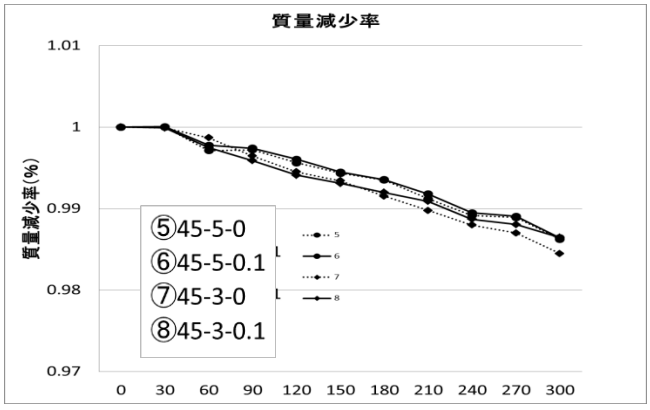

図-4　凍結融解試験結果４（質量減少率）