

有機短繊維および高炉スラグ微粉末がコンクリートの耐凍害性に及ぼす影響

北見工業大学大学院 学生会員 ○森 将
 北見工業大学 正会員 井上 真澄
 北見工業大学 正会員 三上 修一
 北見工業大学 正会員 岡田 包儀

1. はじめに

近年、有機系短繊維補強セメント複合材料に関する研究が数多く進められている。例えば、短繊維を少量添加することにより、コンクリートの剥落防止効果¹⁾やひび割れ抑制効果²⁾が得られることが明らかになっている。ただ、凍結融解抵抗性をはじめとしたコンクリートの耐久性に及ぼす影響については未だ不明な点が多い。

本研究では、各種有機短繊維の混入がコンクリートの耐凍害性に及ぼす影響を明らかにすることを目的として基礎的検討を行った。また、コンクリートの緻密化による耐凍害性への効果が期待される高炉スラグ微粉末の利用にも着眼し、各材料の単独使用および併用した場合の効果について検討を行った。

2. 実験概要

有機短繊維には、ビニロン繊維(以下、PVA)、ポリプロピレン繊維(以下、PP)、ナイロン繊維(以下、NY)の3種類使用した。表1に各有機短繊維の物性値を示す。セメントは普通ポルトランドセメント(密度: 3.16g/cm³、記号: C)を使用し、混和材として高炉スラグ微粉末(密度: 2.89 g/cm³、比表面積: 6000cm²/g、記号: BS)を使用した。粗骨材は北見産砕石(表乾密度: 2.88 g/cm³、吸水率: 1.30%、F.M: 6.36、記号: G)細骨材は幕別町産陸砂(表乾密度: 2.61 g/cm³、吸水率: 1.69%、F.M: 2.54、記号: S)を使用した。混和剤には高性能減水剤(主成分: スルホン化メラミン縮合物)、AE剤(主成分: 天然樹脂酸塩)を使用した。

表2にコンクリートの配合を示す。配合条件は水結合材比 55%、細骨材率 41.1%、単位水量 173kg/m³の一定とした。繊維は外割で混入(体積比)し、繊維の混入率は、コンクリートの剥落防止や収縮ひび割れ抑制を目的として使用する場合の標準混入量(各繊維メーカー指定)とした。高炉スラグ微粉末の置換率は、セメント内割で 60%とした。目標スランブ値は 8.0±2.0cm、目標空気量は 5.0±0.5%とした。

供試体の作製は、打込み後、恒湿恒温室内(20±1℃、85±5%RH)で1日保管して脱型を行い、材齢28日まで標準水中養生(20±1℃)を行った。凍結融解試験は100×100×400mmの角柱供試体を用い、淡水および海水を試験水として、JIS A 1148「コンクリートの凍結融解試験方法」における水中凍結融解試験方法(A法)に準拠して行った。

表2 コンクリートの配合、フレッシュ試験結果、材齢28日強度試験結果

配合名	繊維混入率 (%)	BS置換率 (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					高性能減水剤 (C×%)	AE剤 (C×%)	スランブ (cm)	空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
					W	C	BS	S	G						
N	—	—	55	41.1	173	315	—	732	1158	—	0.025	6.0	4.8	37.5	32.2
PVA	0.075									0.4	0.03	6.5	4.8	37.2	29.5
PP	0.05									0.4	0.03	7.5	5.3	37.2	30.0
NY	0.026									0.4	0.03	6.5	5.5	35.6	30.1
BS60	—	60				126	189	720	1140	—	0.038	7.5	4.8	32.8	28.8
PVA-BS60	0.075	60				126	189	721	1140	0.7	0.035	6.5	5.0	35.8	30.4

キーワード 有機短繊維、高炉スラグ微粉末、耐凍害性、質量減少率

連絡先 〒090-0015 北海道北見市公園町 165 北見工業大学社会環境工学科 TEL0157-26-9113

3. 実験結果および考察

表2に各配合の材齢28日における強度試験結果を、図1に凍結融解回数と相対動弾性係数の関係を示す。淡水の場合、試験終了時の相対動弾性係数は全配合 94~98%の範囲にあり、どのケースにおいても耐凍害性は極めて良好であった。一方、海水の場合においては同サイクル終了時点で $N=87.2\%$ 、 $PVA=90.2\%$ 、 $PP=86.4\%$ 、 $NY=89.7\%$ 、 $BS60=96.8\%$ 、 $PVA-BS60=95.4\%$ となり淡水時と比較すると全体的に相対動弾性係数が低下する傾向が見られた。しかし、いずれのケースにおいても 85%以上の相対動弾性係数を示しており耐凍害性は良好と判断される。

繊維混入の有無および種類、高炉スラグ微粉末混入の有無による影響は、淡水の場合においては明確な差異はない。しかし、海水時では、試験終了時点で普通コンクリートと比較して PVA は+3.0ポイント、 NY は+2.5

ポイント高くなった。また、高炉スラグ微粉末を単独使用した $BS60$ では普通コンクリートと比較して+9.6ポイント、繊維と併用した $PVA-BS60$ は+5.2ポイント高くなっている。したがって、繊維および高炉スラグ微粉末を混入したコンクリートは、普通コンクリートと同等以上の耐凍害性を有するものと考えられる。

図2に凍結融解サイクル数と質量減少率の試験結果を示す。淡水使用時の試験終了時における質量減少率は、高炉スラグ微粉末を使用した $BS60$ および $PVA-BS60$ において若干小さい値を示すもの、外観観察におけるスケーリング性状には明確な差異は観察されなかった。また、海水の場合も同様の傾向である。本実験の範囲においては、短繊維や高炉スラグ微粉末の混入がコンクリートのスケーリングに及ぼす影響は小さいものと考えられる。

4. まとめ

- (1)各種有機短繊維および高炉スラグ微粉末を混入したコンクリートの凍結融解試験終了時の相対動弾性係数は普通コンクリートと同等以上であり、高炉スラグ微粉末を混入した配合においては、海水時において耐凍害性の改善効果が見られた。
- (2)各種有機短繊維および高炉スラグ微粉末を混入したコンクリートの凍結融解試験終了時の質量減少率は普通コンクリートと同程度であった。

参考文献

- 1) 平石剛記、坂田昇、林大輔、山村正人：剥落防止を目的とした有機系繊維補強コンクリートに関する研究、コンクリート工学年次論文集、vol.23、No.1、pp.469-474
- 2) 細田暁、高梨大介、高木良一、我彦聡志：少量の合成短繊維による収縮ひび割れの抑制機構、コンクリート工学年次論文集、vol.28、No.1、pp.299-304、2006

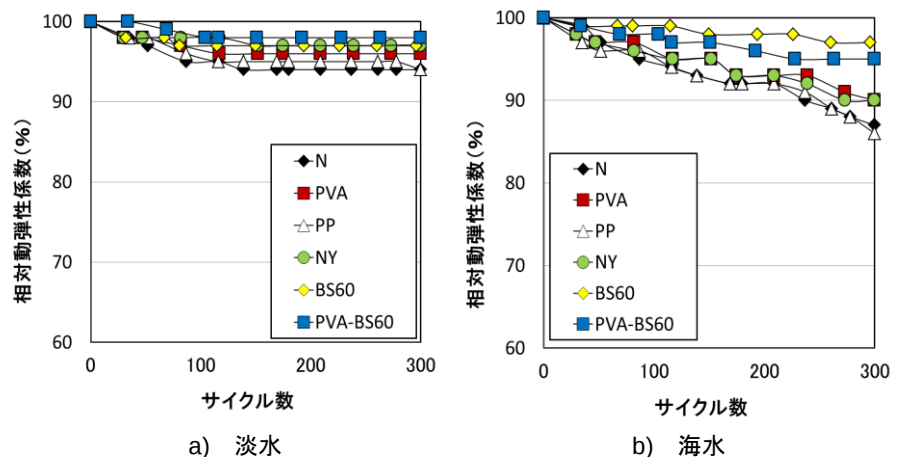


図1 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数

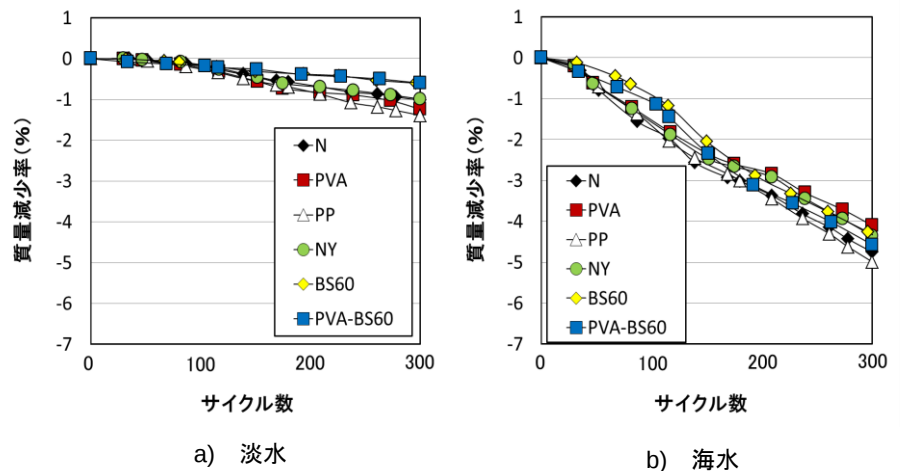


図2 凍結融解サイクル数と質量減少率