

軽量コンクリートの耐凍結融解性能の改善

岐阜大学	学生員	○石田 裕哉
岐阜大学	正会員	岩瀬 裕之
岐阜大学	正会員	六郷 恵哲
岐阜大学	正会員	小柳 洽

1. まえがき

一般に、軽量コンクリートは通常の骨材を用いたコンクリートに比べ耐凍結融解性能が劣っている。乾燥させた軽量骨材を用いたり、供試体を乾燥させる方法によって軽量コンクリートの耐凍結融解性能を改善できることが知られているが、実際の構造物に適用するには、これらの方法は必ずしも有効な方法とは考えられない。本研究は、鋼繊維を混入することによって軽量コンクリートの耐凍結融解性能を改善することを試みたものであり、マトリックスの強度ならびに鋼繊維の寸法と混入量を変えた各種の鋼繊維補強軽量コンクリートの耐凍結融解性能について検討している。

2. 実験概要

セメントは早強ポルトランドセメントを使用し、骨材はプレウエッチングした表乾状態の造粒型軽量粗骨材（比重 1.95 吸水率 3.8%）および同細骨材（比重 1.30 吸水率 8.7%）を使用した。鋼繊維は、フラット状の $\phi 1.0 \times 40$ mm（アスペクト比 40）・ $\phi 0.5 \times 30$ mm（同 60）・ $\phi 0.3 \times 18$ mm（同 60）を 0.5% または 1.0% 混入した。混和剤は AE 剤（Vinsol）と高性能減水剤（NL-4000）を併用した。実験に用いた A～H シリーズの配合を表-1 に示す。H シリーズは、他のシリーズに比べ高配合としマトリックスの強度を高めたものである。A シリーズを除く残りのシリーズには、鋼繊維を混入した。凍結融解試験および曲げ強度試験用に角柱供試体（ $10 \times 10 \times 40$ cm）、圧縮強度試験用に円柱供試体（ $\phi 10 \times 20$ cm）を作成した。各シリーズとも材令 1 日で脱型し、材令 14 日まで水中養生を行なった後に凍結融解試験ならびに強度試験を開始した。凍結融解試験方法は、ASTM C-666 A 法（水中における急速凍結融解試験法）に準じて凍結最低温度を -18°C 、融解最高温度を $+5^{\circ}\text{C}$ とし、1 日 6 サイクルの凍結融解試験を行なった。ほぼ 20 サイクルごとに凍結融解試験用供試体（各シリーズとも 2 本）の重量および一次たわみ振動周波数を測定した。

表-1 コンクリートの配合

シリーズ名	鋼 鉄 維		単 位 量 (kg/m ³)							
	寸 法	混入率	鉄繊維 ¹⁰⁰ (%)	W*	C	S	G	Fiber	Vinsol ^{**}	NL-4000
A				158	320	538	538	0	1.92	0
B	$\phi 1.0 \times 40$ mm	0.5%	2.0	158	320	534	534	39.3	1.92	0.96
C	$\phi 1.0 \times 40$ mm	1.0%	4.0	158	320	530	530	78.5	1.92	1.92
D	$\phi 0.5 \times 30$ mm	0.5%	4.0	158	320	534	534	39.3	1.92	1.28
E	$\phi 0.5 \times 30$ mm	1.0%	8.0	158	320	530	530	78.5	1.92	2.56
F	$\phi 0.3 \times 18$ mm	0.5%	6.7	158	320	658	439	39.3	3.20	0
G	$\phi 0.3 \times 18$ mm	1.0%	13.4	158	320	653	435	78.5	3.20	3.20
H	$\phi 0.3 \times 18$ mm	0.5%	6.7	177	640	588	392	39.3	0	19.20

* 混和剤を含む

** 10 倍濃

表-2 スランプ^o、空気量および強度

シリーズ名	スランプ ^o (cm)	空気量 (%)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	曲げ強度 (kgf/cm ²)
A	9.2	4.6	375	—
B	19.1	5.1	301	—
C	6.5	4.4	285	—
D	17.5	4.8	325	—
E	5.2	3.3	322	—
F	1.4	6.1	334	57.2
G	1.8	8.6	306	54.3
H	19.2	1.4	734	88.1

3. 結果と考察

コンクリートの更測スラング、空気量なるびに強度を表-2 に示す。凍結融解試験結果を図-1~8 に示す。なお、Hシリーズは現在試験中であり途中までの結果を示す。

鋼繊維混入による軽量コンクリートの耐凍結融解性能の改善効果は、D・F・G・H シリーズにみられた。すなわち異なる鋼繊維を0.5% 混入したB・D・F シリーズを比較した場合、鋼繊維の直径が小さいほど、すなわち鋼繊維の表面積が大きいほど鋼繊維混入による耐凍結融解性能の改善効果は、大となった。なお、これらのコンクリートのマトリックス強度と空気量は同程度であった。付着の増大という観点からみれば、アスペクト比が大きいほど耐凍結融解性能の改善効果は大となると予想されるが、本試験の結果のみでは断定できない。

鋼繊維を0.5% 混入したシリーズ(D・B・F)と1.0% 混入したシリーズ(E・C・G)を比較した場合、空気量が異なっているために明確な結論は得にくいものの、必ずしも鋼繊維混入量を増やしても耐凍結融解性能は改善されないものと考えられる。

マトリックスが高強度のHシリーズと普通強度のIシリーズを比較すると明らかのように、マトリックスを高強度化して鋼繊維との付着を高めることによって、軽量コンクリートの耐凍結融解性能は著しく改善された。なお、予備実験の結果では、鋼繊維を混入していない高強度軽量コンクリートの耐凍結融解性能は、普通強度の場合と同程度であった。

4. まとめ

鋼繊維の混入によって軽量コンクリートの耐凍結融解性能を改善する場合には、鋼繊維とマトリックスとの付着を高めることが重要なことが明らかとなった。すなわち、鋼繊維の直径を小さくして鋼繊維の付着面積を増加させる方法や、マトリックスの強度を高める方法が耐凍結融解性能の改善に有効であった。

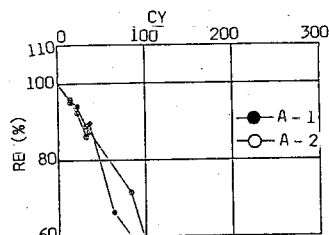


図-1

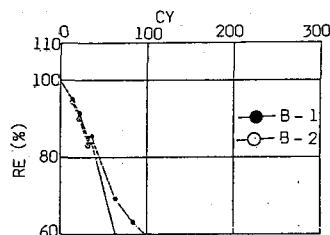


図-2

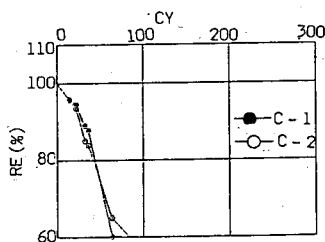


図-3

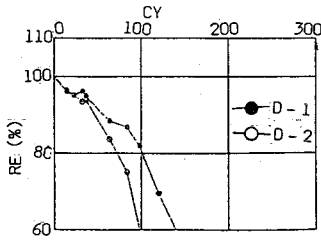


図-4

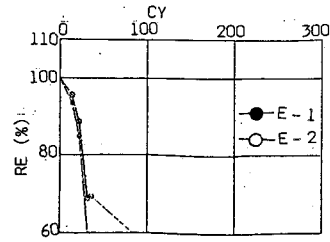


図-5

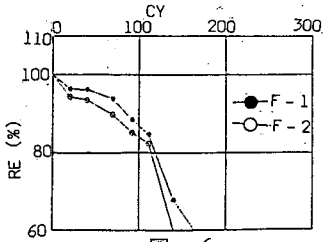


図-6

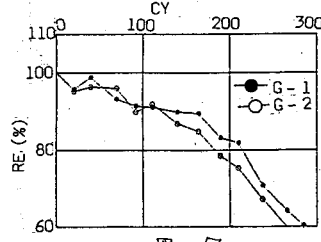


図-7

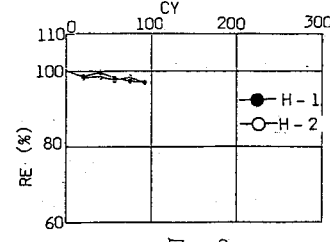


図-8

CY: サイクル数 RE: 相対弾性係数