

V-346

凍結融解を受けた繊維補強コンクリートの微視的構造

近畿コンクリート工業(株) 正員 岩本 勲
 石川島播磨重工業(株) 正員 嵯峨山 剛
 大阪市立大学工学部 正員 眞嶋 光保

1. はじめに

繊維補強コンクリートの力学的性質、特に短期的な供用性に関しては多くの研究がなされており、その優位性は認められている。しかし、繊維補強コンクリートを構造材料として利用するためには、長期にわたる耐久性を確認しておく必要がある。繊維補強コンクリートの長期耐久性のうち、凍結融解に対する抵抗性はプレーンコンクリートよりも大きいことが確かめられている¹⁾が、そのメカニズムまでは解明されていない。そこで本研究では、繊維補強コンクリートの凍結融解による劣化のメカニズムを解明するために微視的な構造に着目し、その変化について検討を行った。

2. 実験概要

本研究で取り上げた繊維は、鋼、ガラス、アラミドおよびビニロン繊維の4種類で、繊維混入率は外割りの体積比で1.5%とした。繊維長さは24～30mmでガラス、アラミドおよびビニロン繊維はストランド状である。マトリックスコンクリートの配合を表-1に示す。なお、空気量は何れのコンクリートとも約5%であった。凍結融解試験に用いた供試体は、10×10×40cmの角柱供試体である。凍結融解作用は、JIS A 6204-1987の付属書2に準じ、+5～-18℃の凍結融解サイクルを3～4時間で繰り返した。所定のサイクルごとに相対動弾性係数を測定し、続いて剛性載荷装置による曲げ試験を実施した。また、コンクリートの微視的構造の変化を調べるために、凍結融解開始前と300サイクル後に、水銀圧入式ポロシメータによる細孔径分布の測定と走査型電子顕微鏡による観察を行った。

表-1 マトリックスコンクリートの配合

Gmax (mm)	Slump (cm)	W/C (%)	s/a (%)	Unit Weight (kg/m ³)				
				W	C	S	G	ad.
10	20	60	60	195	325	995	677	4.875

3. 実験結果および考察

①相対動弾性係数

図-1に相対動弾性係数と凍結融解サイクル数との関係を示す。プレーンコンクリート(PL)は、凍結融解サイクル数の増加に伴って相対動弾性係数は減少し、300サイクルでは30%以下となった。ガラス(GFRC)、アラミド(AFRC)およびビニロン繊維補強コンクリート(VFRC)も、サイクル数の増加に伴って相対動弾性係数が減少するが、その低下度合いはPLよりも小さい。しかし、鋼繊維補強コンクリート(SFRC)は、300サイクル終了後でも殆ど低下しなかった。

②曲げ強度

図-2に曲げ強度と凍結融解サイクル数との関係を示す。PLは、凍結融解サイクル数の増加に伴って曲げ強度は減少し、200サイクルで強度は殆どでなかった。GFRC、AFRCおよびVFRCはサイクル数の増加に伴う曲げ強度の低下はPLほど認められず、300サイクル後も初期の約70%の値を示した。また、SFRCは300サイクル終了後も殆ど初期の曲げ強度を保っていた。

荷重-たわみ曲線によると、SFRCを除いたコンクリートでは、サイクル数の増加に伴って最大荷重までの曲線が次第に緩やかとなり、曲げ剛性が低下する。しかし、いずれの繊維補強コンクリートにおいても、最大荷重以降の荷重の低下はあまり認められなかった。

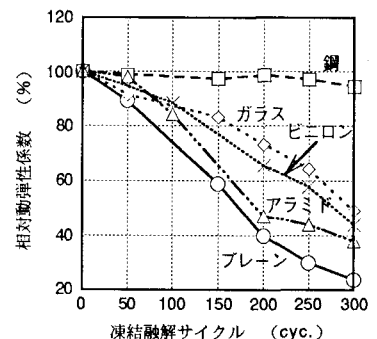


図-1 凍結融解に伴う相対動弾性係数の変化

③細孔径分布

凍結融解前後の細孔径分布の変化を図-3に示す。図はPLとSFRCであるが、他の繊維補強コンクリートでも同様の結果となった。PLも含めて何れのコンクリートも凍結融解により、細孔径が大きくなる方向に移動している。また、その移動度合いに繊維の種類による明確な差は見られなかった。このことより、繊維の混入により、マトリックスコンクリートの細孔構造を改善することは出来なかったものと思われる。言い換えると、繊維補強コンクリートでも、マトリックス部分は凍結融解作用により、PLと同じように劣化しているものと考えられる。

④走査型電子顕微鏡(SEM)による観察

図-4はPLの凍結融解300サイクル後のSEMによる写真を示したものであり、写真中央部にひび割れが認められる。これは凍結融解前には存在していないことから凍結融解作用により生じたものと判断される。このようにPLでは、表層部だけでなくコンクリートの内部でも劣化が進行しており、曲げ強度の低下を招くものと思われる。図-5は、凍結融解300サイクル後のGFRCのSEMによる写真である。AFRC、VFRCも概ね同様な状態である。これらの繊維補強コンクリートではマトリックスコンクリート部分にひび割れが発生しているが、そのひび割れを繊維がつつなぎとめているようである。凍結融解作用により、繊維

補強コンクリートの相対動弾性係数と曲げ剛性が低下するが、曲げ強度や最大荷重の保持率が大きく低下しないのはこの理由によると考えられる。一方、SFRCではマトリックスコンクリート中のひび割れが他のシリーズ

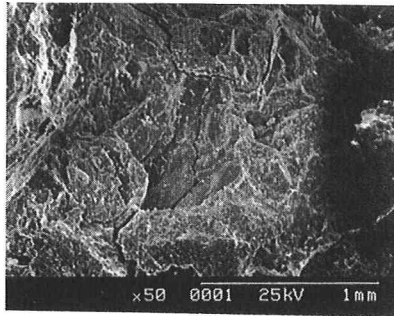


図-4 凍結融解後(PL)

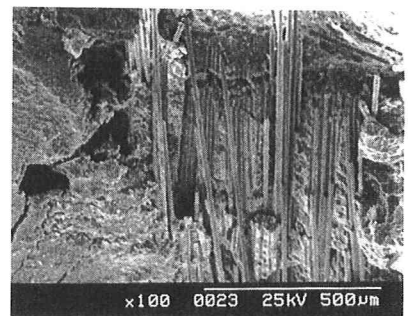


図-5 凍結融解後(GFRC)

より少なかった。鋼繊維の混入がコンクリート中のひび割れ発生を抑制しているようである。また、繊維とコンクリートとの界面もSFRCでは殆ど劣化していないが、他の繊維ではストランドが解きほぐれて、その中に入ったペーストにもひび割れが発生し、繊維とマトリックスとの付着劣化に結びついているようである。

4. まとめ

ガラス、アラミドおよびビニロン繊維補強コンクリートでは、凍結融解作用によりマトリックスコンクリート中にひび割れが発生し、剛性低下を生じる。しかし、繊維がそのひび割れの橋渡しとなることにより、曲げ強度はあまり低下しない。一方、鋼繊維補強コンクリートは、凍結融解作用によるマトリックスの劣化は小さく、曲げ強度や曲げ剛性の低下も殆どない。

【参考文献】 1) 小林一輔：鋼繊維補強コンクリートの凍結融解作用に対する抵抗性、セメント技報30

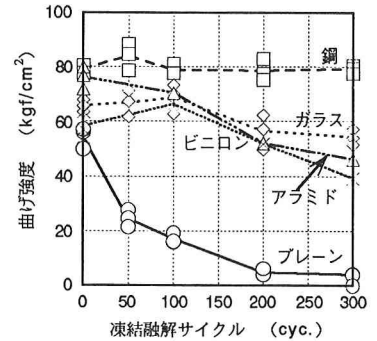


図-2 凍結融解に伴う曲げ強度の変化

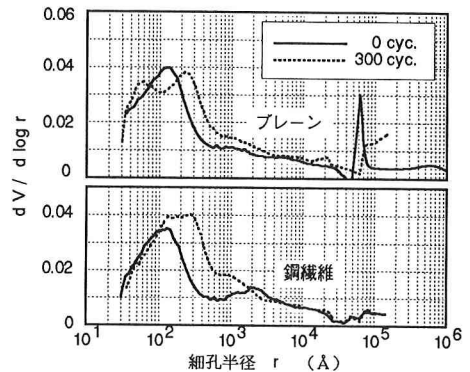


図-3 凍結融解に伴う細孔径分布の変化