

V-133 凍結融解を受けた鋼およびガラス繊維補強コンクリートの曲げ特性

大阪市立大学工学部 学生員○嵯峨山 剛
 大阪市立大学工学部 正員 眞嶋 光保
 近畿コンクリート工業(株) 正員 岩本 勲

1. はじめに

繊維補強コンクリートは、曲げおよび引張強度の増加、靱性の増加、ひびわれの分散といった従来のコンクリートではみることのできなかつた特性を引き出すことができる。このような繊維補強コンクリートの力学的性質については過去にも多くの研究がなされており¹⁾²⁾、その優位性は周知のところである。しかし、構造物としてこのような材料を適用するには長期における供用性についても調べておく必要がある。本研究では、その中の一つとして凍結融解作用を受けた鋼およびガラス繊維補強コンクリートについて曲げ載荷試験から靱性に及ぼす影響を調べたものである。

2. 実験概要

セメントは早強ポルトランドセメント、細骨材は大阪和泉丘陵産砕石(比重 2.56, 粗粒率 2.25, 吸水率 2.00)、粗骨材は大阪泉州沖海砂(比重 2.61, 粗粒率 6.30, 吸水率 1.52)を用いた。補強材としての繊維は鋼繊維、ガラス繊維をともに体積比 1.5%の割合で混入した。本研究で用いた繊維の物理的性質を表1に、配合表は表2に示す。

表1 繊維の物理的性質

| 繊維種別 | 繊維径 | 繊維長 (mm) | 比重 | 弾性係数 (kgf/cm ²) | 引張強度 (kgf/mm ²) |
|-------|----------|-------------|------|--------------------------------|--------------------------------|
| 鋼繊維 | φ0.6 mm | 30 | 7.85 | 2,000,000 | 122.9 |
| ガラス繊維 | φ13.5 μm | 25 | 2.70 | 750,000 | 150.0 |

供試体は打設後 24時間で脱型し、20±2℃の水中で 14日間養生し凍結融解試験を開始した。凍結融解試験は、JIS A 6204-1987 の付属書 2の中に示されている急速水中凍結融解法に準ずるものとして、最高 5.0℃、最低-18.0℃の凍結融解サイクルを 3~4時間で繰り返した。50サイ

表2 配合表

| Gmax (mm) | Sl. (cm) | Air (%) | W/C (%) | s/a (%) | Unit weight (kg/m ³) | | | | |
|--------------|-------------|------------|------------|------------|----------------------------------|-----|------|-----|------|
| | | | | | W | C | S | G | ad.* |
| 10 | 20 | 5.0 | 60 | 60 | 195 | 325 | 1019 | 667 | 6.5 |

*高性能AE減水剤

クルごとに 300サイクルまで凍結融解を繰り返すものとし、各 50サイクルごとに非破壊試験として質量減少率、相対動弾性係数(たわみ方向)を、破壊試験として曲げ載荷試験を行った。曲げ試験時には最大荷重到達後のその耐力降下域の荷重-たわみ関係を得た。

3. 実験結果と考察

(1) 非破壊試験

凍結融解の進行とともにガラス繊維補強コンクリート(GFRC)は表面に繊維が露出し、またプレーンコンクリート(PL)は試験容器に砂が蓄積されていく状態が認められ、質量の欠損が著しく認められた。鋼繊維補強コンクリート(SFRC)は試験終了まで表面の劣化もなく質量の減少はみられなかった。

図1は凍結融解に伴う相対動弾性係数(たわみ方向)を示したものである。GFRCは50サイクルから、PLは150サイクルから減少し始め300サイクルではPL、GFRCともに60%にまで低下している。一方、SFRCは凍結融解による影響はほとんどみられなかった。

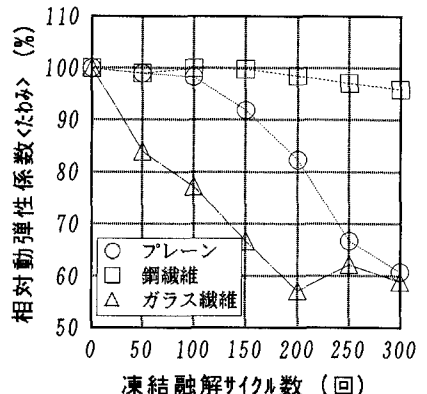


図1 凍結融解に伴う相対動弾性係数

このことは小林・魚本の実験³⁾と同じ傾向を示している。

(2) 曲げ強度

図2は凍結融解に伴う曲げ強度の変化を示したものである。PLは300サイクルまでサイクル数の増加に伴い減少傾向にある。この実験では配合を固定するために水セメント比を60%という高い値としており、凍結融解作用に対する抵抗性はかなり低いものと予測されたが、実際300サイクルとなると曲げ試験が不可能となるまで劣化した。しかし、SFRCでは曲げ強度は増加傾向にあり、非破壊試験でも分かるように力学的にはほとんど劣化は認められない。GFRCは初期における曲げ強度はほとんど変化はなくPLよりも高強度を示すが、その後はサイクル数の増加とともに減少の傾向にある。

(3) 曲げ靱性係数

図3は凍結融解に伴う曲げ靱性係数の変化を示したものである。GFRCよりもSFRCの方が、試験の終了まで常に高い値を示している。なお、曲げ靱性係数は曲げ荷重-たわみ曲線下の面積から求めている。SFRCでは曲げ荷重-たわみ曲線が凍結融解に影響されずにその形が変化せず曲げ靱性の面からも力学的な劣化は認められない。一方、GFRCは凍結融解によってコンクリート自体の性質の変化となって表され、曲げ強度が低下するものの最大荷重に至るまでのたわみが増大しその後の耐力を保持し続けることができる。この結果、GFRC、SFRCともに凍結融解サイクル数の増加に関係なくほぼ一定の値を示していることになる。SFRC、GFRCの凍結融解に伴う曲げ荷重-たわみ曲線の変化を示したものが図4、5である。

4. まとめ

- (1) 凍結融解作用による力学的な影響は、鋼繊維補強コンクリートではほとんどみられない。
- (2) 非破壊試験によるとガラス繊維補強コンクリートは普通コンクリートよりも内部構造の劣化が著しく、また凍結融解サイクルの早期から表面の剥離が目立つ。
- (3) ガラス繊維補強コンクリートでは凍結融解に伴い物理的特性に劣化は認められるが、曲げ荷重-たわみ曲線に変化が生じて最大荷重に至るまでのたわみが増大するという変化を見せる。

[参考文献] 1)福島, 白山 他: 短繊維補強コンクリートの力学的特性の評価, セメント・コンクリート論文集, No. 44, 1990. 2)岩本他: 鋼代替繊維補強コンクリートの強度特性, 土木学会第44回年講概要集, 1989. 3)小林, 魚本 他: 鋼繊維補強コンクリートの曲げタフネス評価方法, 生産研究, Vol. 34, No. 12, 1982.

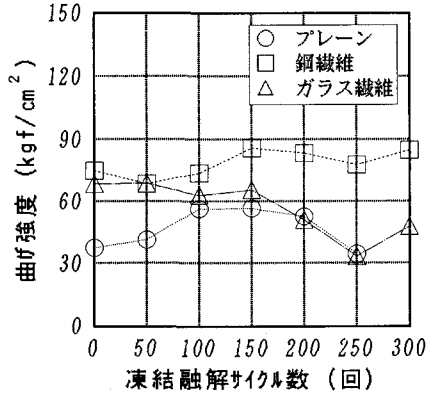


図2 凍結融解に伴う曲げ強度の変化

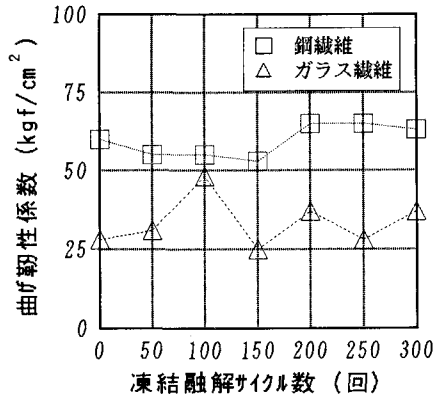


図3 凍結融解に伴う曲げ靱性係数の変化

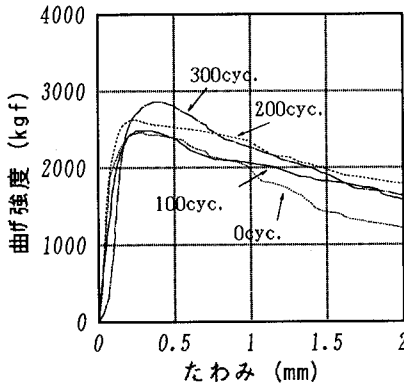


図4 曲げ荷重-たわみ曲線の変化(SF)

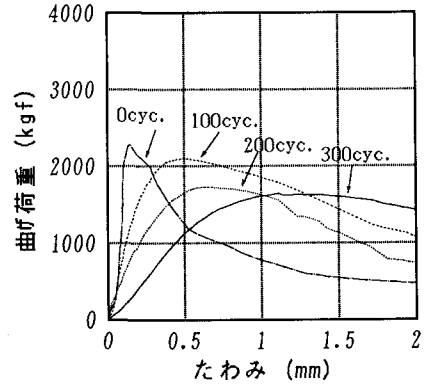


図5 曲げ荷重-たわみ曲線の変化(GF)