

補修材に発生した乾燥収縮ひび割れの凍結融解抵抗性に及ぼす影響の検証 Verification of the effect of drying shrinkage cracks occurring in repair materials on freeze-thaw resistance

○河合 正憲*, 石神 晓郎*, 筥津 春花**,***, 緒方 英彦***

KAWAI Masanori*, ISHIGAMI Akio*, IKADATSU Haruka**,*** and OGATA Hidehiko***

1. はじめに

近年, 凍害劣化を対象とした補修が進められてきており, 無機系の補修材料を用いた表面被覆工法が適用される場合が多い。しかし, 無機系被覆工法は乾燥収縮によるひび割れが発生しやすい¹⁾とされ, 現地で施工された補修材料の多くで, 乾燥収縮によると推測されるひび割れが確認されている。そこで本研究では, 無機系の補修材に発生した乾燥収縮ひび割れの凍結融解抵抗性に及ぼす影響を検証したので報告する。

2. 検証の方法

本研究では, 無機系被覆工法による補修が施工された開水路側壁から, 乾燥収縮ひび割れを含むコアを採取し, 凍結融解試験を実施した。凍結融解抵抗性の評価は, 被覆されている通水面からの深さ方向の超音波伝播速度の推移およびマイクロスコープによるひび割れの状態観察により行った。

3. 採取コアの概要

補修材料は, PCM(ポリマーセメントモルタル)と HPFRCC(複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料)の2種類で, いずれの材料も高炉スラグ系混和材が配合されており, マニュアルに定義された品質規格¹⁾に適合した材料である。

コアの採取は, 凍結融解作用の影響が少ないことが考えられる日射面とは反対の側壁から採取することとした。また, 補修材のひび割れは, 最多頻度水位より上部の気中部のみに発生していたが, 比較対象とするために, コアは PCM, HPFRCC および無補修の気中部と水中部からそれぞれ採取した。なお, 気中部は, 通水面のみならず, 背面も大気中に曝されている環境にあった。

4. 超音波伝播速度の結果

図1に各コアの測定サイクルにおける深さ方向の相対超音波伝播速度の推移を示す。なお, HPFRCC においては, 採取後の観察(採取時は目視でひび割れ無しと判断)でひび割れが確認されたため, ひび割れの有無による違いを検証することはできなかった。

水中部では, いずれのコアでも劣化の進行はほとんど見られなかつたのに対し, 気中部では劣化の進行が確認された。その要因として, 無補修の通水面と各コア背面の劣化は, いずれの面も大気中に曝されており, 乾湿繰返しおよび凍結融解作用の繰返しを受けたことで耐久性が低下⁴⁾したものと考える。次に PCM では, 被覆されている通水面だけではなく, 無補修では劣化の進行が確認された深さ 100mm までの区間でも劣化の進行はほとんど確認されなかつたことから, ひび割れの影響は少ないと考える。

*寒地土木研究所, Civil Engineering Research Institute for Cold Region, **松江工業高等専門学校, National Institute of Technology, Matsue College, ***鳥取大学大学院連合農学研究科, The United Graduate School of Agricultural Sciences, Tottori University

キーワード : コンクリート開水路, 凍結融解試験, PCM, HPFRCC

一方、HPFRCC では補修材だけではなく、母材との界面以深でも劣化が確認された。これは、乾湿繰返しを受けることで耐凍害性が低下²⁾したことに加えて、PCM と比較して水分を透過しやすく、表面近傍に水分を保持しやすい³⁾ことが要因と考えるが、補修材に発生したひび割れの影響も懸念される。

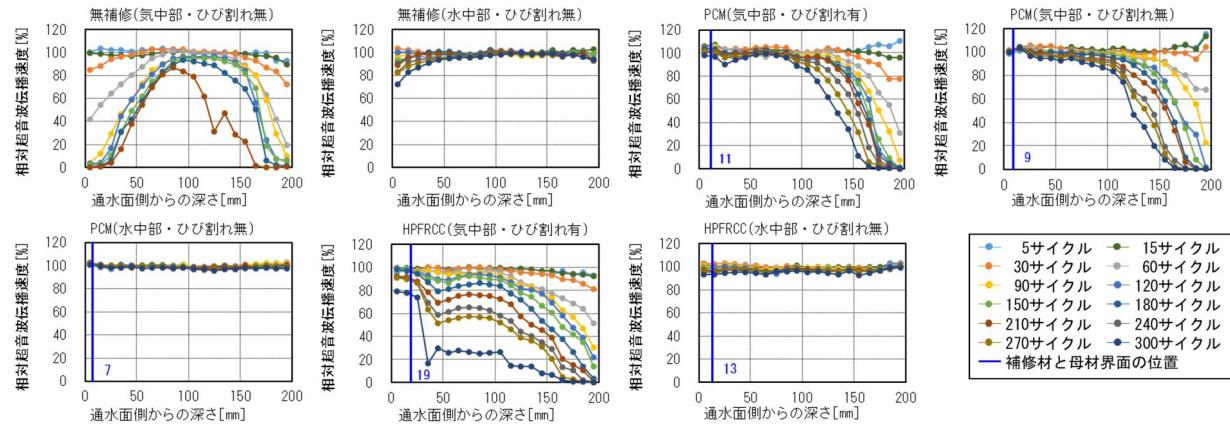


図 1 相対超音波伝播速度の推移
Fig.1 Changes in relative ultrasonic velocity

5. ひび割れの観察結果

図 2 および図 3 にひび割れ観察結果の一例を示す。いずれのひび割れも長さや幅の進展ではなく、サイクルの進展に伴い判別しづらくなつた。この要因として、水は凍結した際に膨張圧を発生させるが、高炉スラグの特性でもある硬化体の組織が緻密化されているため⁴⁾、ひび割れ近傍の脆弱部のみ剥離されたものと考える。また、HPFRCC においては、新たなひび割れやスケーリングが確認された。この要因として、乾湿繰返しを受けることで耐凍害性が低下²⁾したことに加えて、PCM と比較して、表面近傍に水分を保持しやすい³⁾ことが影響したものと考える。

6. まとめ

本研究の結果、補修材の PCM では、発生した乾燥収縮ひび割れの凍結融解抵抗性に及ぼす影響が小さい可能性が示された。今後は、今回の研究で検証出来なかった HPFRCC におけるひび割れの有無について検証を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 農林水産省農村振興局整備部設計課：農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路編】，pp.66,113-114, 2023.5
- 2) 千歩 修, 濱田英介, 友澤史紀：乾湿繰返しがコンクリートの吸水性状と耐凍害性に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.25, No.1, pp.731-736, 2003.7
- 3) 石神暁郎, 南 真樹, 金沢智彦, 緒方英彦, 濱 幸雄：無機系補修工法における付着性による耐凍害性の評価, 農業農村工学会論文集, No.318(92-1), pp.II_27-II_39, 2024.6
- 4) 高炉スラグ微粉末～CO₂削減に貢献する混和材～：https://www.jci-net.or.jp/j/concrete/technology/202203_article_1.html (閲覧日：2025年3月21日)



図 2 ひび割れ観察結果の一例 (PCM)

Fig.2 An example of crack observation results (PCM)

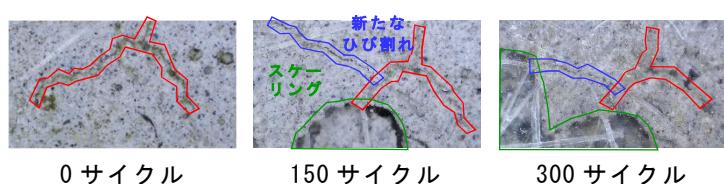


図 3 ひび割れ観察結果の一例 (HPFRCC)

Fig.3 An example of crack observation results (HPFRCC)