

凍結融解を作用させた無機系表面被覆材の耐摩耗性

Abrasion Resistance of Inorganic Surface Coating Materials Exposed to Freeze-Thaw Action

○石神暁郎^{*1} 西田真弓^{*2} 浅野 勇^{*3} 川邊翔平^{*3} 川上昭彦^{*4} 森 充広^{*3}

ISHIGAMI Akio, NISHIDA Mayumi, ASANO Isamu, KAWABE Shohei, KAWAKAMI Akihiko, MORI Mitsuhiro

1. はじめに

コンクリート開水路では、近年、種々の表面被覆材を用いた補修が行われている。積雪寒冷地に位置する開水路では、コンクリートにおける凍害と摩耗が確認されており、それら劣化外力は補修後の表面被覆材にも作用することが推察される (Fig.1)。著者らは、コンクリートおよび無機系表面被覆材における凍害が摩耗に与える影響を確認するための検討を進めてきている¹⁾。本稿では、モルタル材および無機系表面被覆材において、凍結融解を作用させ、その後の耐摩耗性を評価した結果について報告する。



Fig.1 コンクリートの露出に至った無機系表面被覆材の摩耗
Abrasion of inorganic surface coating materials that caused concrete exposure

2. 評価方法

本評価に用いるモルタル材は、JIS 標準砂を使用した AE モルタルとした (目標空気量 6.0%)。水セメント比 W/C は 45, 55, 65%, 砂セメント比 S/C は 3.0 である。一方、無機系表面被覆材は、北海道内の国営事業において適用実績を有する材料より PCM (ポリマーセメントモルタル) 1 種類, HPFRCC (複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料) 1 種類を選定した。試験体の作製では、材料毎に 100×100×400mm の角柱試験体を打設し、20℃で 28 日間の水中養生を行った。養生期間経過後、試験体を 100×100×200mm の寸法に分割し、凍結融解を作用させた。その後、試験体をさらに 70×50×100mm の寸法に切り出し、耐摩耗性を評価した。凍結融解は、凍結融解試験 (JIS A 1148 A 法) を行うことにより作用させた。凍結融解サイクル数は最大 600 サイクルである。試験時の測定項目は一次共鳴振動数から求まる相対動弾性係数および質量減少率、ならびに打設面からの深さ毎 (5~95mm, 10mm 間隔) の超音波伝播速度から求まる相対動弾性係数とした。超音波伝播速度からの相対動弾性係数の算出では、緒方ら²⁾の研究結果から導き出されている算出式を用いた。耐摩耗性の評価は、水流摩耗試験³⁾により行った。吐出圧力は 11MPa, 試験時間は 10 時間である。測定項目は平均摩耗深さとした。

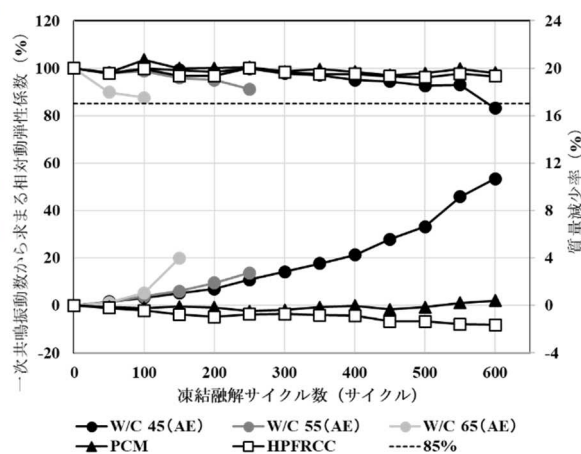


Fig.2 凍結融解試験結果
Results of freeze-thaw test

3. 評価結果および考察

凍結融解試験結果を Fig.2 に示す。一次共鳴振動数から求まる相対動弾性係数は、W/C 65

※1 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 Civil Engineering Research Institute for Cold Region, PWRI, ※2 国土交通省 北海道開発局 Hokkaido Regional Development Bureau, MLIT, ※3 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO, ※4 農林水産省 関東農政局 Kanto Regional Agricultural Administration Office, MAFF

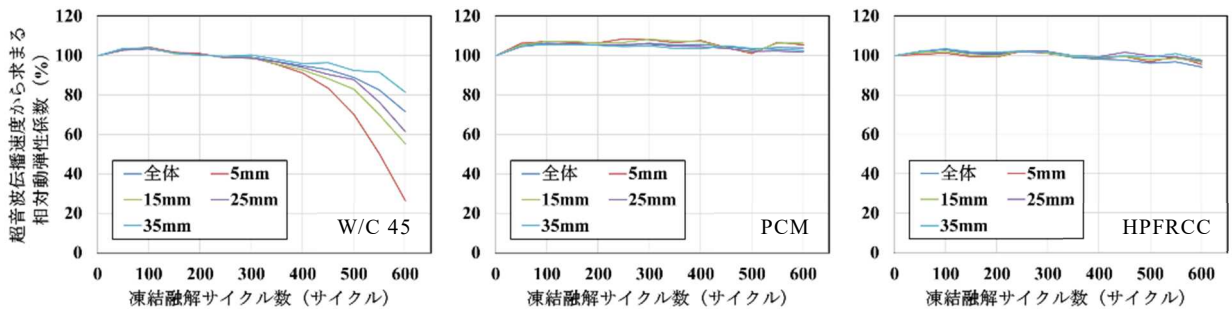


Fig.3 凍結融解試験における打設面からの深さ毎の相対動弾性係数の推移

Relative dynamic elastic modulus per depth from the surface in the freeze-thaw test

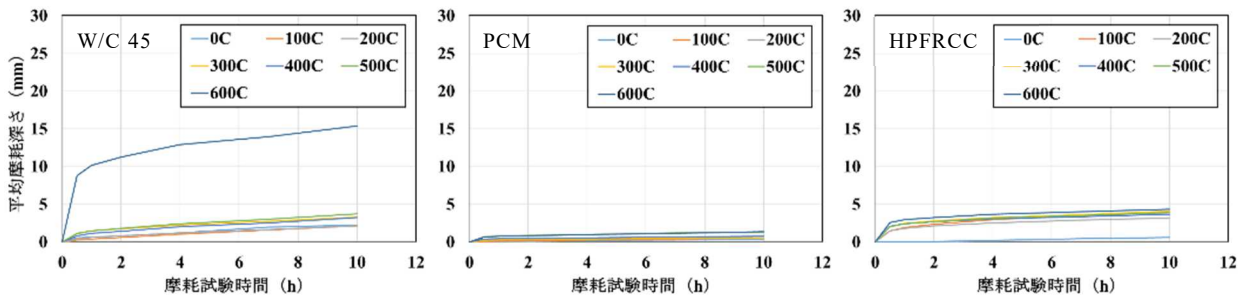


Fig.4 水流摩耗試験における凍結融解サイクル毎の平均摩耗深さの推移

Average abrasion depth per freeze-thaw cycle in water jet abrasion test

では試験開始直後に、W/C 55 では 200 サイクル経過後に、W/C 45 では 600 サイクル経過後に、その低下は大きくなったが、PCM および HPFRCC では試験終了に至るまで低下はほぼ見られなかった。凍結融解試験における打設面からの深さ毎の相対動弾性係数の推移を Fig.3 に示す。図中では、全ての深さ毎の相対動弾性係数の平均値（全体）に加え、打設面近傍（5～35mm）の測定値を併記している。相対動弾性係数は、総じて打設面に近いほど低くなる傾向が見られ、凍結融解サイクル数が多くなるほどその傾向は顕著になった。次に、水流摩耗試験における凍結融解サイクル毎の平均摩耗深さの推移を Fig.4 に示す。平均摩耗深さは、相対動弾性係数の低下が見られた深さまでに推移し、凍結融解サイクル数が多くなるほどその増加は大きくなった。また、相対動弾性係数の低下がほぼ見られなかった PCM および HPFRCC においても、600 サイクルでは 0 サイクルに比べ約 3～7 倍程度の増加が確認された。最後に、相対動弾性係数と平均摩耗深さとの関係を Fig.5 に示す。ここで、図中の相対動弾性係数は打設面からの深さ 5mm の測定値である。相対動弾性係数と平均摩耗深さとの間には負の関係が認められることが分かった。

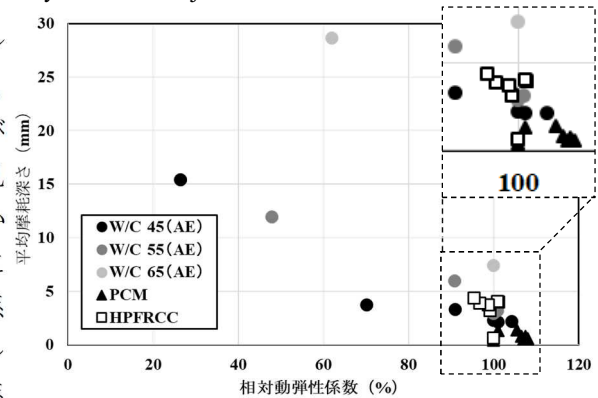


Fig.5 相対動弾性係数と平均摩耗深さとの関係

Relative dynamic elastic modulus and average abrasion depth

4. おわりに

本評価の結果、凍結融解の作用は耐摩耗性の低下を促すことが確認された。今後は、無機系表面被覆材における凍害・摩耗劣化のメカニズムについてその解明を試みるとともに、耐摩耗性を判定指標とした耐凍害性の評価手法について検討を加える予定である。

参考文献 1) 石神暁郎・西田真弓・浅野 勇・川邊翔平・川上昭彦・森 充広：凍結融解を作用させたモルタル試験体の摩耗促進試験，2019 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集，pp.464-465，2019. 2) 緒方英彦・野中資博・藤原貴央・高田龍一・服部九二雄：超音波法によるコンクリート製水路の凍害診断，コンクリートの凍結融解抵抗性評価方法に関するシンポジウム論文集，pp.63-70，2006. 3) 渡嘉敷勝・森 充広・中矢哲郎・森 丈久：カルシウム溶脱したペースト硬化体の耐摩耗性，コンクリート工学年次論文集，Vol.32，No.1，pp.719-724，2010.