

氏名	森脇 拓也
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第 6721 号
学位授与の日付	2022年 9月 22日
学位授与の要件	環境生命科学研究科 環境科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	塩化物が作用したコンクリートの凍害劣化とその対策に関する研究
論文審査委員	准教授 藤井 隆史 教授 綾野 克紀 教授 比江島 慎二
学位論文内容の要旨	
<p>コンクリートが受ける凍結融解作用に塩分が介入すると、凍害劣化による損傷が激化する。この複合作用による劣化促進に関しては、現在研究が盛んに行われているものの、いまだ不明な点が多く、劣化機構の早急な解明と効率的な対策の確立が求められている。</p> <p>本研究では、凍害劣化現象の外的要因である水の性質と凍結・融解挙動に着目して実験を行った。その結果、氷晶の形成と再結晶化が大きく影響していると考えられ、塩分の凝固点降下によって氷晶形成温度帯への滞留時間が長くなり、氷晶が成長する。さらに長期間凍結状態を維持すると、氷晶が再結晶化し大きくなるため、それらの膨張によって劣化が促進される。一方、融解挙動に関しては、凍結水の融解速度を調整してもスケーリングの発生に違いは認められなかった。また、内的要因であるモルタルの性質が凍結融解抵抗性に及ぼす影響に関して実験を行った結果、モルタルの含水率が小さいほど凍結融解抵抗性は高くなり、また、中性化したモルタル小片は高い凍結融解抵抗性を示した。逆に、モルタル中の水酸化カルシウムを溶脱させると凍結融解抵抗性が低下した。</p> <p>凍害対策に対して、けい酸塩系表面含浸材が持つスケーリング抑制効果に着目し実験を行った。含浸材は、塩水を用いた凍結融解試験においてもスケーリング抑制効果を発現させるが、塗布前の母材が乾燥し、塗布後の養生が不足するとその効果が低減する。しかし、複数回塗布を行うことで抑制効果を確保できた。次に、母材の性質がスケーリング抑制効果に及ぼす影響について実験を行った。中性化したモルタルに含浸材を塗布してもその効果が認められなかった。一方、高炉スラグ細骨材および微粉末を用いたコンクリートに含浸材を塗布した場合、若干の抑制効果が認められた。フライアッシュを用いたモルタルに関しても塗布による抑制効果が認められたが、水温 40 度で養生し、ポゾラン反応を促進させると、水酸化カルシウムが消費されて含浸材の塗布による抑制効果が小さくなることがわかった。</p> <p>けい酸塩系表面含浸工法を行った寒冷地の実構造物を対象に実態調査を行った。その結果、含浸材塗布によるスケーリング抑制効果が認められ、供用開始から 4 年および 13 年経過後もその効果が持続していることを確認した。また、調査後に再度含浸材を塗布し、1 年度に再調査を行った結果、透気係数や透水係数の向上が確認され、定期的に含浸材を塗布することで、より効果が高まることがわかった。</p>	

論文審査結果の要旨

日本における社会インフラの多くは高度経済成長期に建設されており、建設後50年以上が経過したコンクリート構造物では、建設当初に想定された以上の過酷な環境・使用条件により、その要求性能が損なわれ、供用を持続させるために何らかの措置を必要とする構造物が増加している。とくに道路橋などにおいては、凍結防止剤の散布により、コンクリートの凍結融解による劣化が促進され、問題となっている。本研究では、コンクリートの凍害劣化を塩化物が促進させる機構について、検討を行った。また、コンクリートの凍害劣化の一つであるスケーリングに対するけい酸塩系表面含浸材による抑制効果についても検討を行った。塩化物がコンクリートの凍結融解による劣化促進については、塩化物が凍結水の凝固点を降下させ、凍結にかかる時間を長引かせることが、コンクリートの凍結融解抵抗性を低下させる一因になっていることを示した。また、塩化物が存在する状態では、凍結状態を保持している間にも、モルタルの劣化が進んでいることを明らかとした。一方で、塩化物が作用する環境において、コンクリートにけい酸塩系表面含浸材を塗布することでスケーリングが抑制されること、その効果は、塗布後に湿潤状態を長く保つことでより大きくなることを示した。さらに、実構造物への適用を想定し、塗布後に湿潤養生を行う代替手段として、パラフィン系の膜養生剤を散布することで、湿潤養生を行った場合と同等の効果が得られることを明らかとした。

本研究で得られた成果は、コンクリート構造物の凍害劣化とその対策に対し有益な情報を提供し、社会問題となっている社会インフラの長寿命化に貢献するものである。したがって、本論文は、博士（工学）の学位論文に値するものと判断した。