

凍結融解作用を受ける連続繊維シートとコンクリートとの付着特性

弘前大学
八戸工業高等専門学校

正会員
正会員

○上原子 晶久
菅原 隆

1. はじめに

既設の鉄筋コンクリート構造物については、近年、維持管理体系や補修・補強の指針が整備されつつある。本稿で対象とする連続繊維シート補強においても、設計指針が刊行されるなど、力学性能の一般的な評価手法が定着しつつある^{例えば 1)}。しかし、連続繊維シート補強後の耐久性については、これまで検討例が乏しく、その情報の蓄積が待たれるところである。

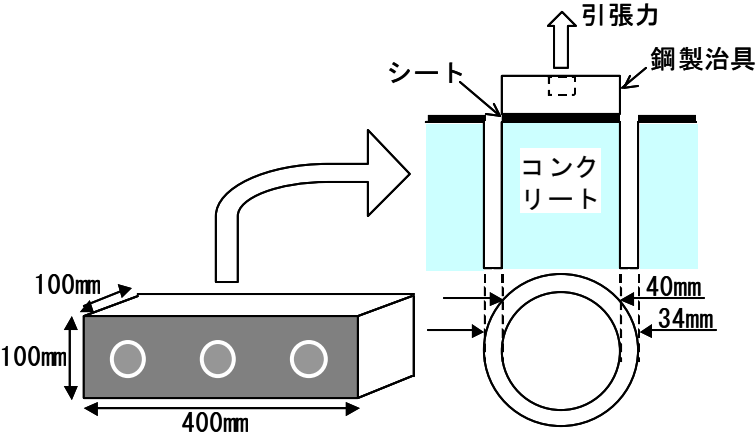
本研究では、劣化要因を凍害に限定して、シート補強後のコンクリート部材に関する耐久性について実験的な検討を行った。具体的には、凍結融解試験、並びにシートとコンクリートとの付着試験を組み合わせた実験を行い、その結果より、シートとコンクリートとの付着性状に凍結融解作用の繰り返しが及ぼす影響について考察を行った。

2. シートとコンクリートの直接引張付着試験

凍結融解作用を受けたシートの付着性状の大略を把握するため、比較的簡素な付着試験方法である連続繊維シートとコンクリートとの直接引張試験を行った。試験体の概要を図－1に示した。試験体には100mm×100mm×400mmのコンクリートブロックの相対する2面に連続繊維シートを接着した。シートの接着方法は一般的な方法に従った。使用材料の一覧、及びコンクリートの配合をそれぞれ表－1、及び表－2に示した。本研究で使用した連続繊維シートは、炭素繊維、アラミド繊維の2種類である。

凍結融解試験は、ASTM－C－666B法に従って、気中凍結水中融解方式で500サイクルまで行った。直接付着試験は、1サイクルを起点に、これ以降100サイクルごとに行った。所定のサイクル経過後に、図－1に示した様に、シートを接着した側面にコアドリルで溝を掘り、その部分のシート表面に鋼製治具を接着し、これを引き抜く要領で付着試験を行った。载荷には建研式接着試験機を用いた。

図－2に凍結融解サイクル数と付着強度との関係を示した。付着強度は、载荷試験で得られた最大荷重を接着面で除した値である。この図より、概ね100サイクルを超えると、付着強度が低下する傾向にある。これは、本実験では、気中凍結水中融解方式で凍結融解試験を行ったため、融解時に微量の水分がシート表面から侵入することが原因と考えられる。この水分が、シートとコンクリートとの境界層、あるいはコンクリートの表層部で凍結することにより、付着強度に若干の低下が見られたものと解釈している。



図－1 直接引張付着試験の試験体、及び载荷方法の概要

表－1 シートと樹脂の物性値

材料	厚さ (mm)	引張強度 (N/mm ²)	弾性率 (kN/mm ²)
炭素繊維シート	0.111	3860	277
アラミド繊維シート	0.169	2850	83
接着(エポキシ)樹脂	N/A	30	1.5

表－2 示方配合表

W/C (%)	S/a (%)	単位量(kg/m ³)				
		W	C	S	G	AE剤
55	45	168	305	798	1010	0.092

キーワード：連続繊維シート，凍結融解作用，耐久性，補修，補強
連絡先：036－8561 弘前市文京町3番地 電話 0172-39-3620 電話 0172-39-3541

3. シートとコンクリートの曲げ付着試験

前節の検討を踏まえ、凍結融解作用がシートとコンクリートの付着性状に及ぼす影響を詳細に把握するため、連続繊維シートとコンクリートとの曲げ付着試験を行った。この試験結果に基づき、凍結融解作用がシート剥離の界面破壊エネルギーに及ぼす影響について検討する。

試験体、および載荷方法を図-3に示す。試験体は、直接付着試験で使用したコンクリートブロックをあらかじめ半分に切断した2つのブロックを付き合わせたものの底面にシートを接着して作製した。シートの部材軸方向の接着長さは340mm、接着幅は50mmである。使用材料などの詳細は直接付着試験と同様である。載荷方法は、アムスラー型試験機を用いた3点曲げ載荷とし、スパンは350mmである。載荷試験は凍結融解サイクル数が1サイクルと300サイクル時に行った。凍結融解試験方法は、直接引張付着試験と同様である。

図-4に凍結融解サイクル数と界面破壊エネルギーとの関係を示した。界面破壊エネルギー G_f は、以下の式で求められる¹⁾。

$$G_f = \frac{1}{2} \frac{P^2}{b_f^2 t_f E_f} \quad (1)$$

ここに、 P はシートに作用する引張力、 b_f はシートの接着幅、 t_f はシートの厚さ、そして E_f はシートの弾性率である。本実験の場合、引張力 P は、測定した最大荷重を適用して、はり理論により求める。図-4より、アラミド繊維シート接着の場合において、界面破壊エネルギーに比較的大きな低下が見られる。これは、シートの種類によって水分の遮蔽効果が異なることが一つの原因であると解釈している。しかし、本研究の範囲では、この原因を究明することができなかった。今後の課題である。図-4に示した様な、凍結融解サイクルと界面破壊エネルギーとの関係は、凍害を受けるシート補強構造物の劣化予測に適用することが可能である。今後の研究で適用例を示したいと考えている。

本研究では、繰り返しになるが、気中凍結水中融解方式を採用したため、実際の寒冷環境よりも厳しい条件で凍害の促進試験を行ったことになる。従って、本研究で得られた連続繊維シートとコンクリートとの付着特性は、実際よりも凍害による劣化が過度に進行した場合に相当するものであると解釈している。

謝辞：本研究は、平成15年度前田記念工学振興財団の研究助成を受けて行ったものである。また、連続繊維シートは、三菱化学産資株式会社、帝人株式会社に、接着樹脂については、東邦アーステック株式会社よりそれぞれ提供して頂いた。本稿は、一井利光氏（元八戸工業高等専門学校）、および吉崎直樹氏（元弘前大学）の卒業論文の一部として行われたことを付記する。ここに記して各位に謝意を表する。

参考文献

1) 土木学会：連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針，コンクリートライブラリー101，2000。

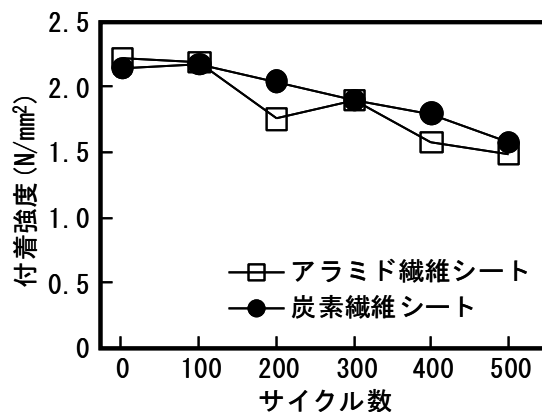


図-2 付着強度と凍結融解サイクル数との関係

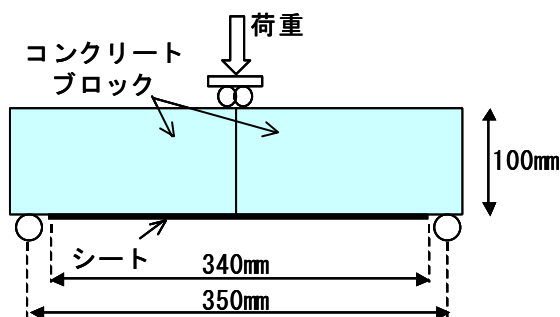


図-3 曲げ付着試験の試験体、及び載荷方法の概要

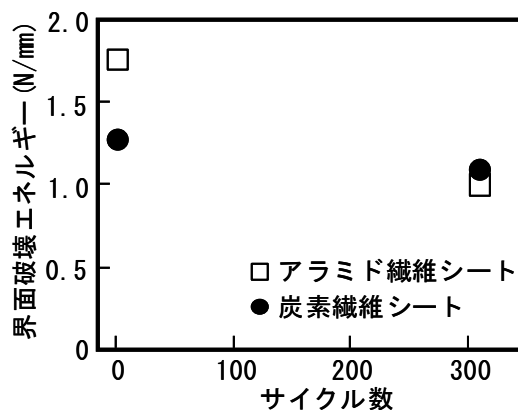


図-4 界面破壊エネルギーと凍結融解サイクル数との関係