

凍害による母材の劣化を考慮した連続繊維シートの付着性状に及ぼす凍結融解作用の影響について

弘前大学
八戸工業高等専門学校
八戸工業高等専門学校

正会員
正会員

○上原子 晶久
菅原 隆
村田 和也

1. はじめに

著者らは、これまで連続繊維シートとコンクリートとの付着性状に凍結融解作用が及ぼす影響について検討を進めてきた。これまでの実験では、母材コンクリートの劣化を考慮しないで付着試験を行っていた¹⁾。しかし、実構造物の補修・補強を考慮すると、母材表層の劣化を考慮することが不可欠と考える。そこで、本稿ではシート接着前の母材コンクリートにおける凍結融解作用の劣化の有無が、シートとコンクリートとの付着性状に及ぼす影響について検討を試みる。

2. 実験概要

本稿における実験の流れを図－1に示した。母材に凍結融解作用(F-T)による劣化がないとする場合には、母材となるコンクリートブロック(100×100×400mm)を養生・乾燥後、連続繊維シートを通常の手順で接着する。母材に劣化があるとする場合には、まず、所定の養生を終えたコンクリートブロックを300サイクルまで凍結融解試験に供し、その後、シートを接着する。凍結融解損傷の有無に関わらず、シート接着後、さらに凍結融解試験を行い、所定のサイクルごとに直接引張付着試験と曲げ付着試験を行う。シートと接着樹脂の物性値を表－1に、示方配合を表－2に示した。なお、凍結融解試験はASTM-C-666B法に従った。

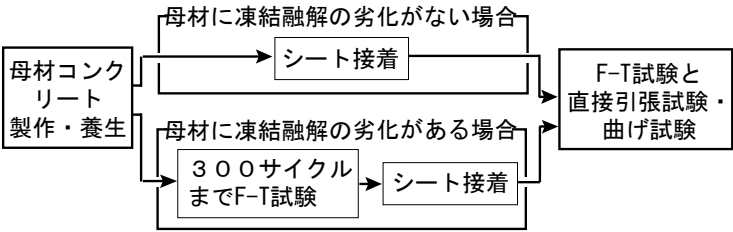
3. シートとコンクリートの直接引張付着試験

試験方法を図－2に示した。本付着試験は建研式引張試験機を用い、100サイクルごとに行った。なお、母材に劣化がない場合には500サイクルまで、劣化がある場合には300サイクルまで凍結融解試験を行った。また、母材劣化がある実験シリーズでは、不備により1サイクル時の付着試験を行っていない。引張試験は、1実験水準あたり3箇所を基本とした。

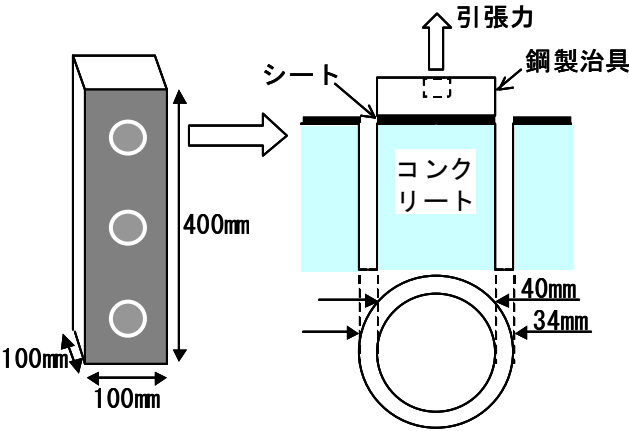
直接引張付着試験による付着応力と凍結融解サイクル数との関係を図－3に示した。付着強度は、載荷試験による最大荷重を鋼製治具の接着面積により除したものである。この図より、炭素繊維シート接着の場合には、母材劣化の有無に関わらず、付着強度が凍結融解の繰り返しによって漸減する傾向がほとんど変わらない。しかし、アラミド繊維シート接着の場合には、母材劣化がある場合に付着強度が大きくなる傾向が見られた。これは、劣化した母材コンクリートにアラミド繊維シートを接着した場合には、破壊面がシートとコンクリートとの界面ではなく、母材コンクリート内であったことが原因と考えられる。破壊面の違いにより、付着強度が見かけ上、大きくなったものと考えられる。しかしながら、シートの種類や母材劣化の有無によらず、凍結融解の繰り返しによる付着強度の大幅な低下は認められなかった。

4. シートとコンクリートの曲げ付着試験

試験方法を図－4に示す。試験体は、以上と同様のコンクリートブロックを中央にて切断して、それらを付き合わせてシートを接着した。シートの接着長さは340mm、接着幅は50mmである。本付着試験は母材の損傷の有無に関



図－1 実験の流れ



図－2 直接引張付着試験の試験体、及び載荷方法の概要

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

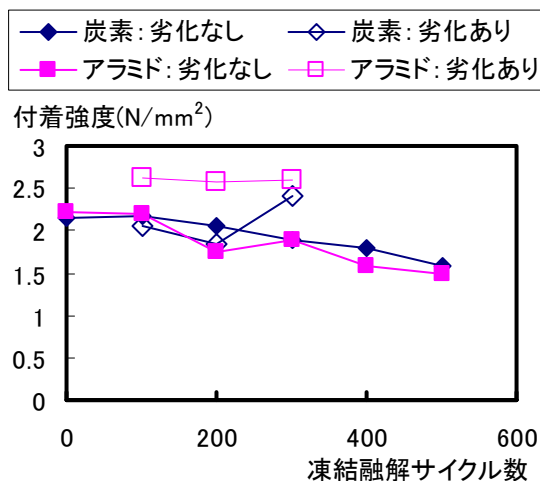


図-3 付着強度と凍結融解サイクル数との関係

ならず、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。また、試験本数は1実験水準あたり3本である。

図-5に界面破壊エネルギーと凍結融解サイクル数との関係を示した。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、はり理論により求める。この図より、炭素繊維シート接着の場合には、母材劣化の有無に関わらず、界面破壊エネルギーが凍結融解の繰り返しにより漸減する傾向は、ほぼ同じとなった。しかし、アラミド繊維シート接着の場合には、母材の劣化がある場合に界面破壊エネルギーの低下が見られない。一方、1サイクル時の界面破壊エネルギーを母材劣化の有無で比較すると、シートの種類によらず、母材劣化がある場合の界面破壊エネルギーが、劣化がない場合よりも低下する傾向が見られた。これは、シート接着前における凍結融解の繰り返しによる母材表層の強度低下の影響が現れたものと解釈している。

5. おわりに

本稿で行った実験の範囲では、凍結融解による母材劣化の有無が連続繊維シートとコンクリートとの付着性状に及ぼす影響が小さい結論が得られた。しかし、図-6に示したように、シート接着前に母材劣化を生じさせた今回の実験では、母材コンクリートがほとんど劣化していないことを質量減少率と相対動弾性係数の測定結果より確認している。今後は、凍結融解作用による耐久性指数が大幅に低下した母材コンクリートに連続繊維シートを接着した場合について検討を進める予定である。

謝辞

本研究で使用した連続繊維シートは、三菱化学産資株式会社、帝人株式会社にそれぞれ提供して頂いた。ここに記して謝意を表する。

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.
- 2) 上原子品久，菅原 隆：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，第59回土木学会年次学術講演会講演概要集，第V部門，pp.105-106，2004，CD-ROM

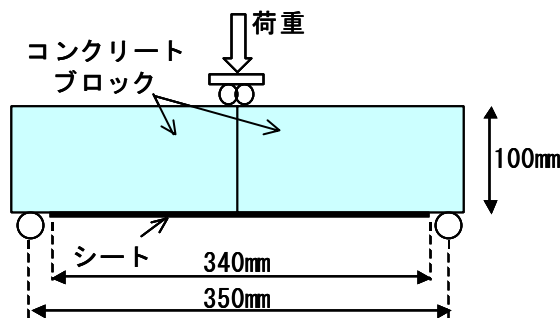


図-4 曲げ付着試験の試験体、及び荷重方法の概要

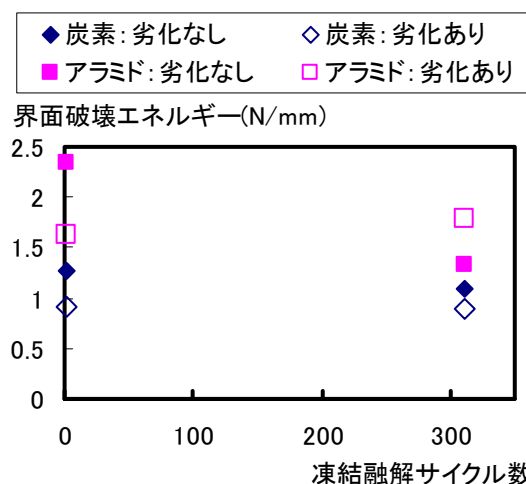


図-5 界面破壊エネルギーと凍結融解サイクル数との関係

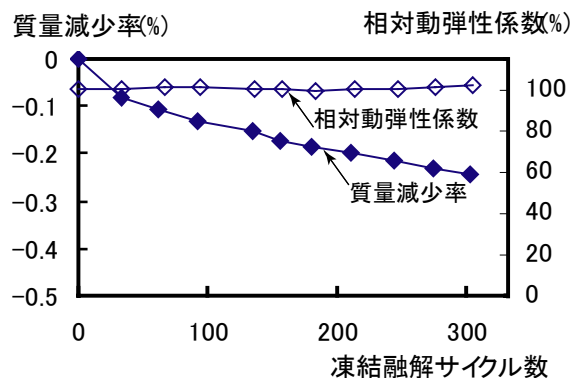


図-6 質量減少率および相対動弾性係数と凍結融解サイクル数との関係