

V-58

母材劣化に着目した連続繊維シート補強コンクリートの耐凍害性能

八戸高専 学生員 ○中村 亜矢子
八戸高専 正会員 菅原 隆
弘前大学 正会員 上原子 晶久

1. はじめに

構造物の補修・補強技術として、既存コンクリート構造物の表面に接着含浸樹脂を用いて連続繊維シートを接着する連続繊維シート工法がある^[1]。この工法によって補修・補強されたコンクリートは、供用期間を通じて所要の要求性能を満足しなければならない。しかし、寒冷環境下では、凍結融解作用を受けることによる表層部の劣化、あるいは樹脂の劣化によるシートの剥離が懸念されていると著者らは考えている。

著者らは、凍結融解作用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について検討を進めてきた^[2]。本研究では、凍結融解作用による母材コンクリートの劣化の有無を考慮しながら、凍結融解の繰り返しによる連続繊維シートとコンクリートの付着特性について付着試験の結果に基づき考察した。

2. 実験概要

母材コンクリートの劣化を考慮しない場合にはシート接着後、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。一方、母材コンクリートの劣化を考慮する場合には、シート接着前に所定の養生を終えた母材コンクリートを凍結融解試験に供する。母材の劣化度合は、対動弾性係数が60%以下となるようにした。その後の試験については、母材コンクリートの劣化を考慮しない場合と同様である。

(1) 使用材料

以下の通りである。

セメント：普通ポルトランドセメント（密度：3.16g/cm³）

細骨材：川砂（密度：2.59g/cm³）

粗骨材：碎石（G_{max}：25mm，密度：2.68g/cm³）

混和剤：AE剤（ヴィンソル）

シート：炭素繊維シート，アラミド繊維シート（表-1）

接着樹脂：エポキシ樹脂（表-1）

表-1 連続繊維シートと接着含浸樹脂の物性値

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

(2) 配合

コンクリートの示方配合を表-2に示す。母材コンクリートの劣化を考慮しない場合には、シート補強後における凍結融解作用による劣化を防ぐために空気量5%とした。一方、母材コンクリートの劣化を考慮する場合には目標空気量2.5%とした。両者とも水セメント比55%で目標スランプ8cmのAEコンクリートとした。

表-2 示方配合表

W/C (%)	S/a (%)	Air (%)	単位量(kg/m ³)					母材 F-Tの 有無
			W	C	S	G	AE	
55	45	5	168	305	798	1010	0.092	なし
55	45	2.5	168	305	828	1047	0.015	あり

(3) 供試体

10×10×40cmの角柱作成用5連型枠を用いた。脱型後、水温20±2℃の水槽で材齢28日まで水中養生を行い、約一週間室温で乾燥させた。母材コンクリートの劣化の有無によらず、シート接着前に表面のレイタンス層を除去した。その後にプライマーを塗布し下処理を施してから、エポキシ樹脂にてシートを接着した。

(4) 試験方法

シート接着後、300サイクルまでASTM-C666B法で凍結融解試験

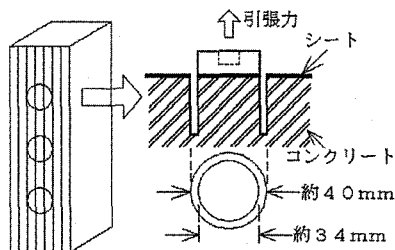


図-1 直接引張付着試験

を実施した。直接引張付着試験の概要を図-1 に示した。まずシートを接着した面にコアドリルで溝を掘る。次にその真上に鋼片を接着し、これを引き抜く方法により最大荷重を計測した。母材の劣化を考慮しない場合は 1,100,300 サイクルにて、一方、母材の劣化を考慮した場合は 100,300 サイクルで実施した。曲げ試験は図-2 に示したように曲げ载荷によってコンクリートとシートの境界にせん断力を作用させ、シートを剥離させる要領で行った。劣化を考慮しない場合は 1,300 サイクルで、劣化を考慮する場合は 100,300 サイクルで実施した。

3. 実験結果および考察

(1) 直接引張付着試験

図-3 に凍結融解サイクル数と付着強度との関係を示す。この結果より母材の劣化を考慮しない場合には、凍結融解サイクルが増加しても付着強度は大きく低下していない。それに対して母材の劣化を考慮した場合には、同じ傾向ではあるが母材の劣化を考慮しない場合に比べ付着強度が小さい。これにより、母材の劣化の有無で付着強度に差が生じると考える。

(2) 曲げ付着試験について

図-4 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す。界面破壊エネルギーは文献に示されている方法で求めた^[4]。図-4 と同様に、母材の劣化を考慮しない場合に比べ母材の劣化を考慮した場合の方が小さい値となる結果になった。これにより母材が劣化している場合には、界面破壊エネルギーが減少する傾向があると考えている。

(3) シートの付着性状前面に及ぼす影響

図-3、及び図-4 にて連続繊維シートの種類で比較すると、炭素繊維シート接着の場合に比べ、アラミド繊維シート接着の場合の方が、凍結融解サイクル数の増加に伴い、付着性能が相対的に減少する結果となった。このことについては以下が原因と考えている。図-5 にコンクリート、炭素、アラミドの線膨張係数を示す。この図よりコンクリートと炭素繊維シートの線膨張係数は共に正值だが、アラミド繊維シートでは負値となっている。これは凍結時、融解時にそれぞれコンクリートとアラミド繊維シートに作用する熱応力の向きが互いに反対に作用することを意味する。従って、コンクリートが受ける損傷はアラミド繊維シート接着の場合に大きくなるものと推測している。

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]一井利光、菅原隆、上原子晶久：繊維連続シートの付着特性に及ぼす凍結融解作用の影響平成15年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, pp.592~593,2004

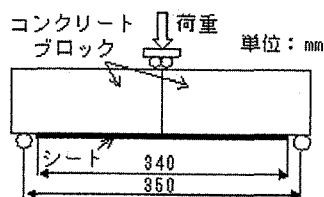


図-2 曲げ付着試験の供試体、及び载荷方法の概要

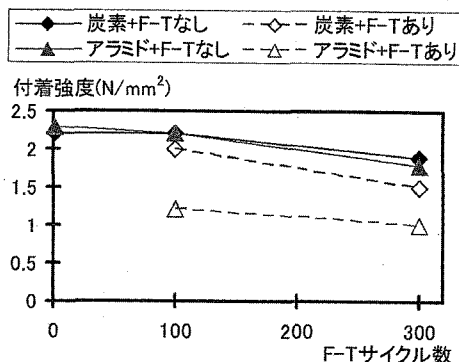


図-3 付着強度と凍結融解サイクル数との関係

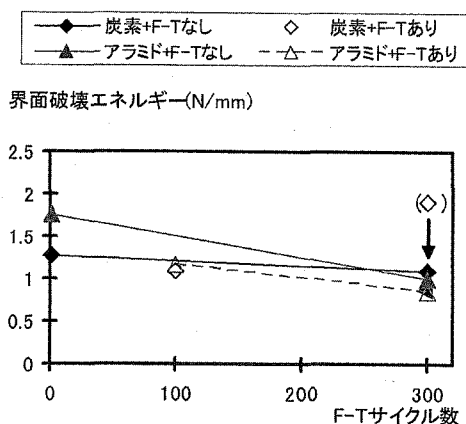


図-4 界面破壊エネルギーと凍結融解サイクル数との関係

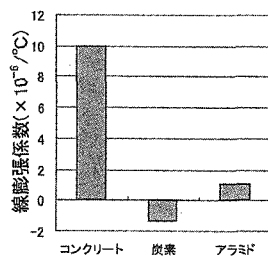


図-5 各材料の線膨張係数