

## 凍結融解により劣化したコンクリートとFRPシートの界面における付着性状

北海道大学大学院工学研究科 ○学生員 齋藤佑樹(Yuki Saito)  
 北海道大学大学院工学研究科 正員 上田多門(Tamon Ueda)  
 北海道大学大学院工学研究科 正員 佐藤靖彦(Yasuhiko Sato)  
 北海道大学大学院工学研究科 正員 戴建国(Jianguo Dai)

## 1. まえがき

FRPシートで補強されたコンクリート構造物は、実際は輪荷重などによって繰り返し荷重を受ける。付着応力を評価する為に静的実験は多数行われてきたが、繰返しせん断応力に対する実験はほとんどない。実際にFRPシートの剥離破壊を先行させないように、繰返しせん断応力によるせん断付着疲労耐久性を照査することが必要である。

またFRPシートは補修・補強を目的として用いられるが、既往の研究では実際に劣化させたコンクリートでの試験はおこなわれていない。本研究では寒冷地における実際の構造物を想定して、コンクリートを予め凍結融解することで劣化させた後、付着力の挙動を静的及び疲労試験により考察をする。

## 2. 実験概要

## 2.1 せん断疲労試験機

図-1 に示すせん断疲労試験機は大阪大学で使用されたものに基づき製作された。荷重は5Hzで、上部中央に作用させた。上部の載荷点間距離は1200mm、下側支点間距離600mm、試験機梁高200mmである。この試験機は2つの独立したH型鋼梁を中央でヒンジ結合したもので、H型鋼梁の両端に鉛直荷重を載荷することで、試験機中央部が開閉し、供試体に純引張力が作用する。

## 2.2 実験供試体

実験には図-2のような全長が400mm、断面積が100mm×100mmの供試体を使用し、凍結融解作用によって予め損傷させておく。供試体のシート接着部分を表面処理した後、プライマーを塗布し、これを2体つきあわせ、FRPシートをエポキシ樹脂により2層貼り付けた。両側とも接着区間15cm、接着幅6cmとし、角かけ防止の為無接着区間を設けた。

図-1のように、試験機中央部の上にのせることで引張試験を行う。疲労試験では、最大荷重比を実験変数とし、最小荷重比を10%とした。劣化の度合を定量的に示す為

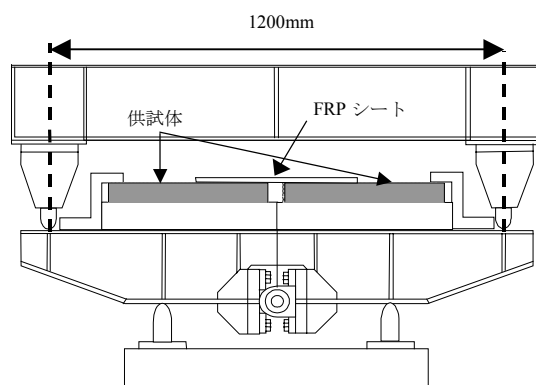


図-1 疲労試験機

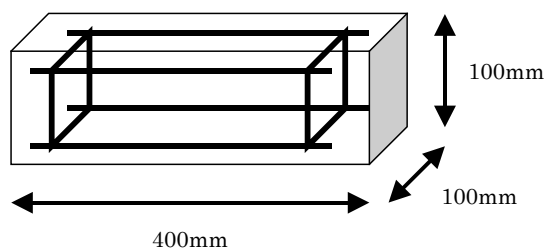


図-2 供試体サイズ

表-1 実験供試体諸元

	供試体	$f_c$ (MPa)	相対動弾性係数(%)	最大荷重比(%)	最小荷重比(%)
静的試験	S10	34.79	100		
	S20	32.21	85		
	S30	23.39	70		
	S40	25.72	68		
疲労試験	F10	34.79	100	60、75、85	10
	F20	32.21	85	49、60、75	10
	F30	23.39	70	43、60	10
	F40	25.72	68	60	10

Key Words: freezing and thawing, FRPsheet, slip, fatigue loading, bond stress, relative dynamic elastic modulus

連絡先：札幌市北区北13条西8丁目北海道大学大学院工学研究科 TEL 011-706-6220 FAX 011-707-6582

に供試体の動弾性係数を測定し、相対動弾性係数を 100%～68%までの 4 段階に設定した。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1 静的試験に及ぼす凍結融解作用の影響

凍結融解作用によりコンクリートの圧縮強度が低下した。しかし静的付着強度にはばらつきがあるものの劣化したとは言えない結果となった。破壊モードを見てみると凍結融解していないものはシート表層のコンクリートが剥離していたが、凍結融解したものはほぼ内部の鉄筋と供試体の界面で先に剥離が起こった。すなわち凍結融解作用により内部のコンクリートと鉄筋界面の付着劣化が破壊を支配したと考えられる。ただし、シートのひずみ分布(図-3, 4)には多少の変化が見られた。S10は分布が2次曲線的に発生し、勾配が急である。逆にS40は荷重が小さいうちから緩やかな勾配が広がり、全体で荷重に抵抗している。凍結融解によって局所的な付着応力が低下し、その分付着長が長くなったものと考えられる。

#### 3.2 疲労試験に及ぼす凍結融解作用の影響

図-5, 6に荷重—すべり関係を示す。これはシート全体に加えた引張力とシート全体のすべりを示した表である。同じ载荷回数における挙動をみてみると傾向は同じであるが変位が大きく異なる。F20では载荷1000回で残留すべり0.1mmに達するのに対して、F30では10回でそのすべり量に達する。次に载荷1000回に着目する。最大荷重時にF20ではすべりが0.3mm以下であるのに対し、F30では0.4mmを越えている。凍結融解による劣化は付着剛性を大きく低下させることがわかった。

### 4. まとめ

- (1) 破壊モードは静的・疲労ともに、シート表層のコンクリートが剥離していたものが凍結融解によって鉄筋とコンクリートの付着破壊に移行した。
- (2) 凍結融解でコンクリート圧縮強度が低下しても、シートの静的付着強度には変化が見られなかったが、ひずみ分布の勾配が緩やかになり有効付着長が長くなった。疲労試験においてもすべり量が増加し、付着剛性が低下する結果となった。

#### 参考文献

土谷逸郎ほか：炭素繊維シートの付着せん断強度に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.22，No.3，2000 pp319-324

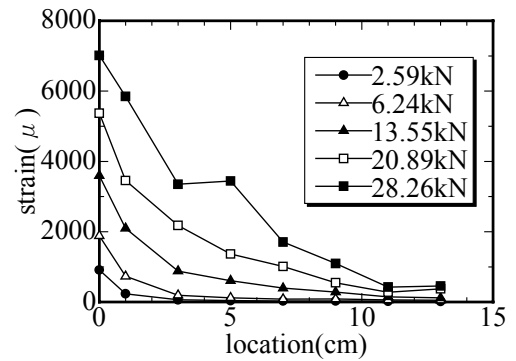


図-3 ひずみ分布 (S10)

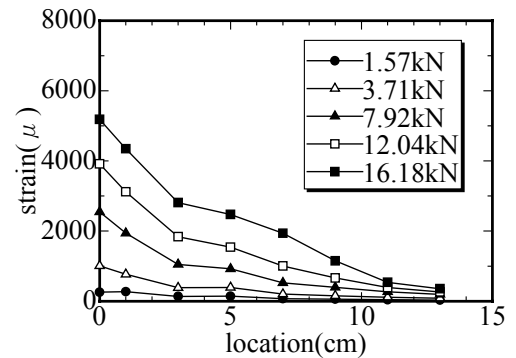


図-4 ひずみ分布 (S40)

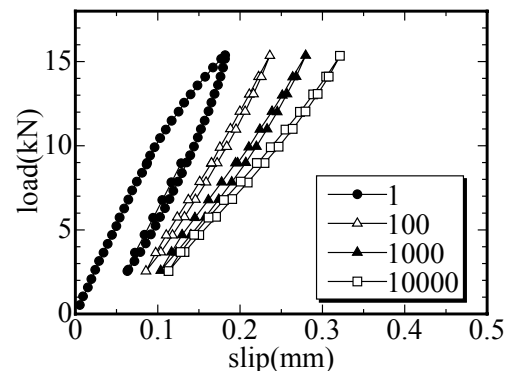


図-5 荷重—すべり関係 (F20)

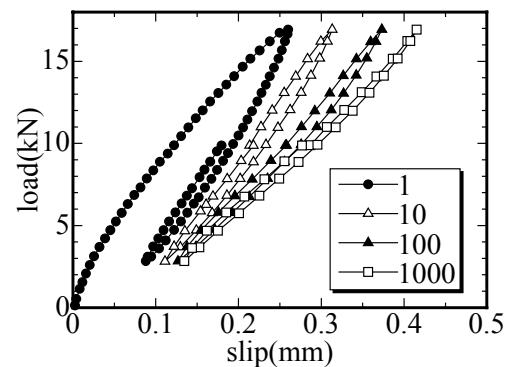


図-6 荷重—すべり関係 (F30)