

## 複合剥離モードにおける CFRP プレートの疲労付着性状に関する実験的検討

筑波大学大学院 学生会員 ○管 祥璋  
 筑波大学大学院 学生会員 張 偉  
 筑波大学 正会員 金久保 利之

### 1. はじめに

著者らは、コンクリート表面に接着した CFRP (Carbon Fiber-Reinforced Plastic) プレートに、剥離 (モード I) とせん断 (モード II) の複合剥離が作用する場合の CFRP プレートとコンクリートの付着性状に着目し、試験体コンクリート表面に段差を設けた二面せん断付着試験を行い、破壊性状および付着強度を検討している<sup>1)</sup>。本報では、複合剥離における疲労付着性状を把握するために、段差を設けた二面せん断付着試験体を用いて、疲労試験を行う。

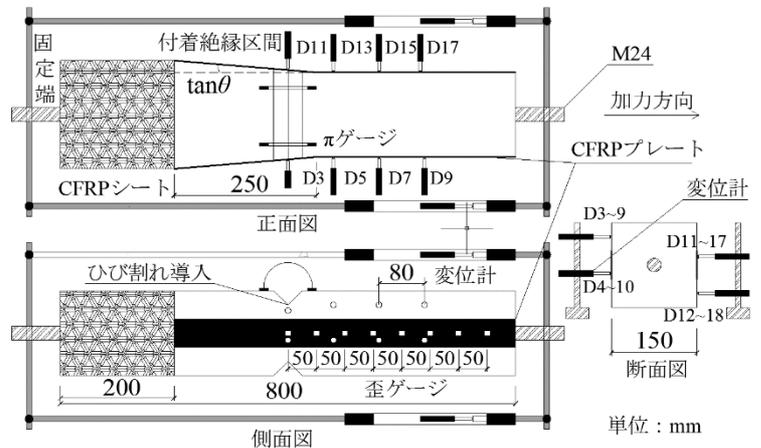


図-1 試験体形状および計測図

### 2. 実験概要

試験体形状を図-1に、試験体の一覧を表-1に示す。基本となる試験体は二面せん断型付着試験体で 150×150×800mm のコンクリートブロックに CFRP プレートを貼付したものである。せん断-剥離複合疲労付着特性を検討することを目的として、試験体中央部に段差 (初期角度) を設け、段差レベル ( $\tan\theta=0.035, 0.070$ ) を主要な変動因子とした。試験体中央部 250mm 区間では、CFRP プレートとコンクリートの付着は絶縁している。

加力は図-1に示す引張試験により行う。疲労荷重は、周波数 1Hz の正弦波とした。荷重上限値は、静的載荷実験による最大荷重の 80%とし、下限値は 10%とした。計測項目は引張荷重、全体変形、中央部ひび割れ幅、CFRP プレート歪および試験体側面に設置した変位計による CFRP プレートの剥離変位 (プレートのコンクリート表面からの浮き) である。計測方法は表-2に示すように各段階で疲労載荷を一旦中断し、1 サ

表-1 試験体一覧

試験体	コンクリート 圧縮強度 (MPa)	CFRP プレート			段差レベル		静的実験による 最大荷重 $P_{max}$ (kN)	疲労荷重	
		弾性係数 (GPa)	厚 (mm)	幅 (mm)	段差 (mm)	貼付 角度		$P_{up}/P_{max}$	$P_{low}/P_{max}$
C13HS-2-F80	17.9	156	1	50	8.8	2°	26.60	80%	10%
C13HS-4-F80					17.5	4°	18.27	80%	10%
C21HS-2-F80	29.5				8.8	2°	27.60	80%	10%
C21HS-4-F80					17.5	4°	19.73	80%	10%

表-2 計測方法

サイクル	計測間隔
200 まで	20 サイクル毎
1000 まで	100 サイクル毎
10000 まで	1000 サイクル毎
100000 まで	10000 サイクル毎
1000000 まで	80000 サイクル毎

表-3 疲労実験結果

試験体	疲労荷重(kN)		疲労寿命 N	破壊形式
	$P_{up}$	$P_{low}$		
C13HS-2-F80	21.28	2.66	1,655	コンクリート面  樹脂面
C13HS-4-F80	14.62	1.87	1,635	
C21HS-2-F80	22.08	2.76	6,800	
C21HS-4-F80	15.78	1.97	1,028	

キーワード CFRP プレート, 疲労付着性状, 複合剥離, 剥離角度

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学 システム情報工学研究科

イクル分のデータを静的に計測した。

### 3. 実験結果・考察

#### 3.1 実験結果

破壊状況の例を図-2に示す。

C13HS-2-F80ではコンクリート表層内部における剥離であったが、他の試験体では樹脂面における破壊であった。

疲労試験の結果を表-3に示す。以下、例としてC21HS-2-F80の結果を示す。各サイクル数におけるプレートの歪分布を図-3に示す。プレート歪はサイクル数1,000までは特に変化はなく、4,500を超えると、全付着区域の歪が大きくなっている。これはプレートがコンクリートから剥離したためと考えられる。

サイクル数と中央部ひび割れ幅関係を図-4に示す。中央部ひび割れ幅はサイクル数1,000および4,500において大きくなっていることが確認された。

プレート剥離変位の分布を図-5に示す。プレート剥離変位は、同一断面箇所におけるコンクリートとプレート表面変位の差として求めた。サイクル数1,000まではD3~D10(図-1中の下側面)においては剥離は見られないが、サイクル数の増加に伴い変位が大きくなり、サイクル数5,000程度で両側ともに剥離した。

#### 3.2 $P_{up}/P_{max} - N$ 曲線

上限荷重比  $P_{up}/P_{max}$  と疲労寿命  $\text{Log}(N)$  の関係を図-6に示す。図中の○、△のプロット点は段差レベルのない文献<sup>1)</sup>の実験結果である。C21HS-2-F80試験体の疲労寿命は、文献<sup>1)</sup>の結果よりも長くなっている。一方で、他の試験体の疲労寿命は同等であった。

### 4. まとめ

- (1) 複合剥離において、プレートの剥離が生じるサイクルからプレート歪およびひび割れ幅の増加が見られた。
- (2) 付着疲労寿命は段差のない試験体よりも長くなる場合があった。

#### 参考文献

1) 張偉, 金久保利之: Experimental Study on Bond Behavior between CFRP Plate and Concrete under Combination of Fracture Mode, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 部門V-197, 2012.9



図-2 破壊状況

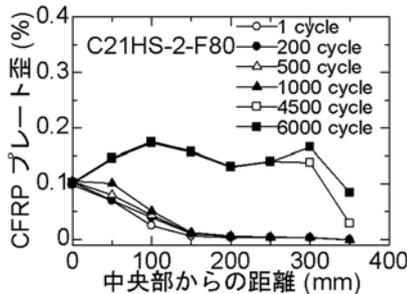


図-3 プレートの歪分布

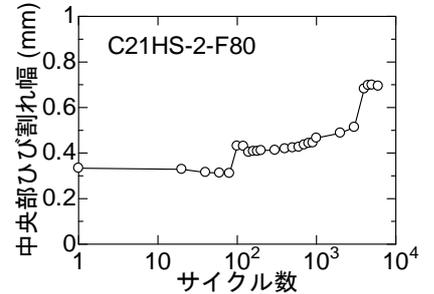


図-4 サイクル数-中央部ひび割れ幅関係

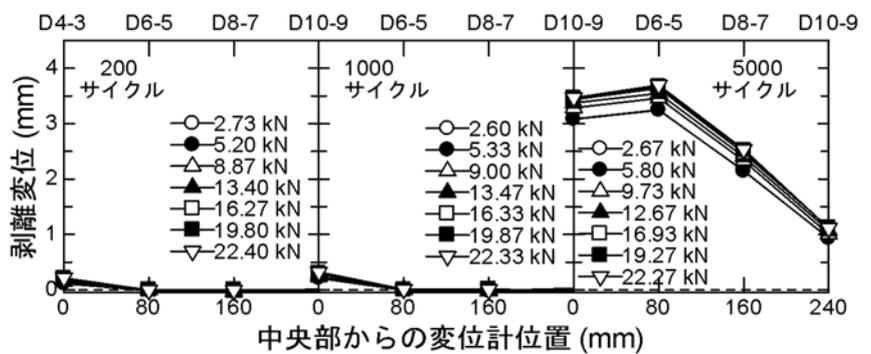


図-5 剥離変位の分布 (C21HS-2-F80)

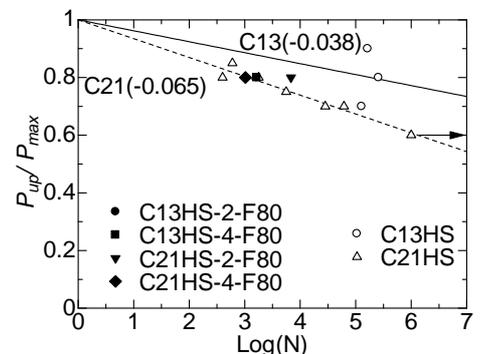
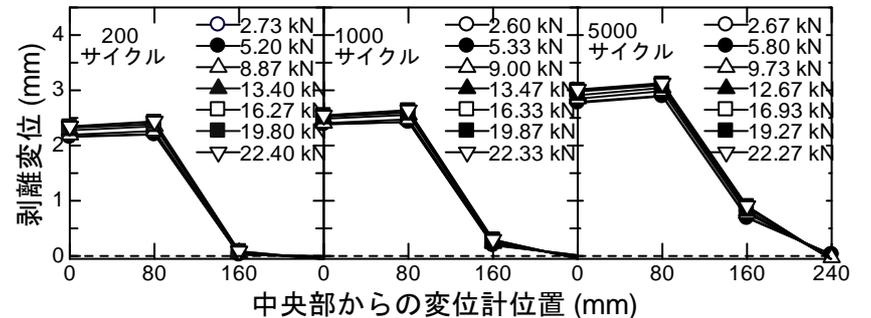


図-6  $P_{up}/P_{max} - N$  曲線関係