

疲労荷重を受ける短繊維補強 RC 部材の曲げひび割れ幅に関する実験的検討

長岡技術科学大学大学院 学生会員 ○鈴木 健一  
 長岡技術科学大学 正会員 田中 泰司  
 長岡技術科学大学 正会員 下村 匠

1. はじめに

RC 部材に短繊維補強材を混入したコンクリートを適用することで曲げひび割れ幅が低減されるという報告がされているが<sup>1)</sup>、これらは静的荷重下における検討が大半で、繰返し荷重下での検討は十分ではない。

そこで本研究では、RC はり試験体（以下 RC 試験体）と短繊維補強 RC はり試験体（以下 FRC 試験体）に曲げ疲労荷重を行い、繰返し荷重が曲げひび割れ幅に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

実験に用いたはりを図-1、使用材料の物性値を表-1 に示す。FRC 試験体には写真-1 に示す繊維を体積比で 0.5[%]混入したコンクリートを用いた。また、荷重点位置およびスパン中央に 100×100[mm]の塩ビ板を入れ、貫通ひび割れを模擬することでひび割れ進展の影響を排除した試験体もそれぞれ作成した。

荷重方法はスパン 420[mm]、せん断スパン 100[mm]の対称 2 点振分荷重とした。繰返し荷重は荷重周波数 5[Hz]で 100 万回まで行い、荷重振幅は静的荷重を行った試験体により得られた降伏荷重の 10~50[%]とした。

1,2,4,7×10<sup>n</sup> 回目の荷重は 1/120[Hz]で行い、このときに変位と鉄筋位置での曲げひび割れ幅を計測した。ひび割れの検出は部材底面に連続的に貼付したひずみゲージにより行い、ひび割れ幅の計測はひび割れの確認後、一旦除荷しひび割れを跨ぐように非接触変位計を設置して行った。

3. 実験結果

試験結果を表-2 に示す。変位および平均ひび割れ幅は上限荷重時の値である。荷重—変位包絡線を図-2 に示す。初期荷重時の挙動を繊維の有無で比較すると、同一荷重時の変位が FRC 試験体の方が若干小さい。また、模擬ひび割れを有する試験体は短繊維の有無によらずほぼ同じ挙動を示している。図-3 に示した変位—荷重回数関係を見ると FRC 試験体の繰返し荷重に伴う変位の増加が大きく、100 万回荷重時には RC 試験体と同等となる結果とな

表-1 材料物性値  
コンクリート

	RC 試験体	FRC 試験体
圧縮強度[MPa]	33.7	36.1
弾性係数[GPa]	31.0	27.4
鉄筋		
	主鉄筋	せん断 補強筋
降伏強度[MPa]	360	415
弾性係数[GPa]	177	165
短繊維		
材質	アラミド	
繊維長[mm]	30	
繊維径[mm]	0.6	
密度[g/cm <sup>3</sup> ]	1.26	
引張強度[MPa]	1225	
引張弾性率[GPa]	26	

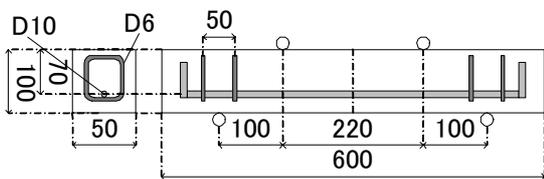


図-1 試験体諸元



写真-1 短繊維補強材

表-2 試験体一覧および試験結果

	短繊維 混入率 [%]	模擬貫通 ひび割れ	ひび割れ 本数	平均 ひび割れ間隔 [mm]	上限荷重 [kN]	初期荷重時		100 万回荷重時	
						変位 [mm]	平均 ひび割れ幅 [mm]	変位 [mm]	平均 ひび割れ幅 [mm]
P-50	-		2	172	17.01	0.40	0.08	0.70	0.16
P-50-P	-	あり	3	110(固定)	17.01	0.60	0.11	0.90	-
F-50	0.5		3	74	17.03	0.25	0.03	0.69	0.10
F-50-P	0.5	あり	3	110(固定)	17.03	0.59	0.10	0.89	0.14

キーワード 繰返し荷重 曲げひび割れ幅 短繊維補強材

連絡先 940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL 0258-47-1611

った。模擬貫通ひび割れを有した試験体の繰返し载荷に伴う変位の増加は RC 試験体と同等であった。荷重—平均ひび割れ幅関係の包絡線を図-4 に、载荷回数—ひび割れ幅関係を図-5 に示す。FRC 試験体の初期载荷時のひび割れ幅は、RC 試験体に比べ小さくなっている。繰返し载荷に伴う平均ひび割れ幅の増加は、模擬ひび割れを有する試験体が、模擬ひび割れを設けない試験体に比べ半分程度である。

#### 4. 静的荷重下における短繊維によるひび割れ低減効果

平均ひび割れ幅  $w_a$  の変形適合条件は式(1)に示すように、平均ひび割れ間隔  $l$ 、平均鉄筋ひずみ  $\varepsilon_s$ 、平均コンクリートひずみ  $\varepsilon_c$  により構成される。

$$w_a = l(\varepsilon_s - \varepsilon_c) \quad (1)$$

そこで、ひび割れ幅低減機構を、鉄筋ひずみの抑制、ひび割れ間隔の低減、コンクリートひずみの増大の観点から考えることにする。

荷重—変位関係を比較すると短繊維の混入によって載荷初期段階での変位が若干低減されたが、模擬貫通ひび割れを入れた場合には短繊維の有無による差異は見られなかった。これよりひび割れ面における短繊維の架橋効果による鉄筋ひずみの抑制がわずかながらあったものと考えられる。また繊維混入によるひび割れ間隔の低減も確認され、これの寄与分もあると考えられる。

#### 5. 繰返し载荷によるひび割れ幅増加機構

繰返し载荷に伴うひび割れ幅の増加を模擬貫通ひび割れの有無で比較すると、模擬ひび割れを有した試験体ではひび割れ幅の増加が小さい。このことからひび割れ幅増加はひび割れの上部への進展に起因する成分があることがわかる。他の原因として付着劣化の進行、これに伴うコンクリートの乾燥収縮の解放、圧縮クリープなどが考えられるが、それらの検討は今後の課題である。なお、短繊維の有無によるひび割れ幅増加量の差異は認められなかった。

#### 6. まとめ

- ・ 短繊維の混入により静的荷重下におけるひび割れ幅の低減が認められた。本実験では、その原因として、短繊維混入によるひび割れ間隔の低減と、短繊維の架橋に伴う鉄筋ひずみの抑制が考えられる。
- ・ 疲労荷重下における曲げひび割れ幅の増加の原因のひとつとして、繰返し载荷に伴う曲げひび割れの上部への進展がある。

#### 参考文献

- 1) 鈴木 幸憲, 下村 匠, 田中 泰司: 繊維補強鉄筋コンクリートはり部材の曲げひび割れ幅, コンクリート工学年次論文集, pp.1369-1374, Vol.28, No.2, 2006
- 2) 阿部 浩幸, 二羽 淳一郎, 余 国雄, 武知 勉, 短繊維補強 PRC 部材の疲労特性に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.2, pp.1315-1320, 2005

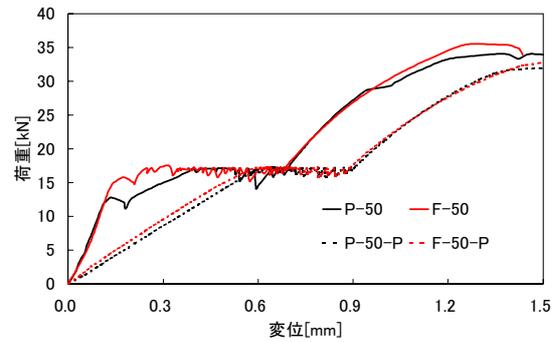


図-2 荷重—変位包絡線

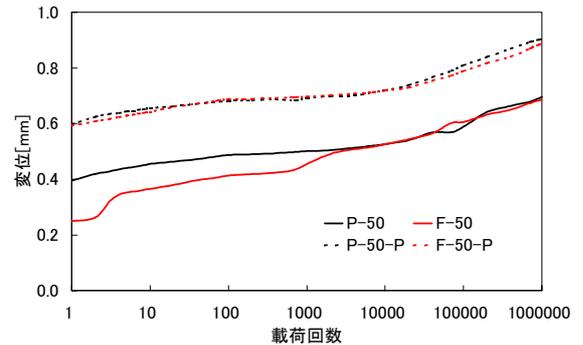


図-3 変位—载荷回数関係

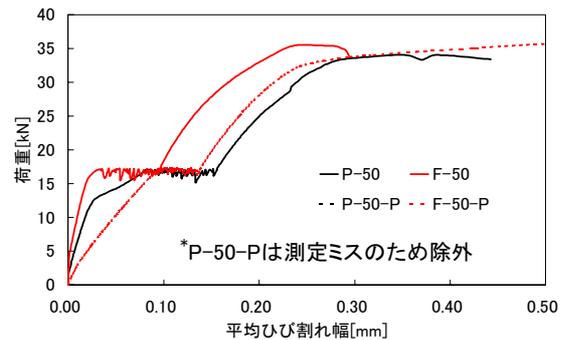


図-4 荷重—平均ひび割れ幅包絡線

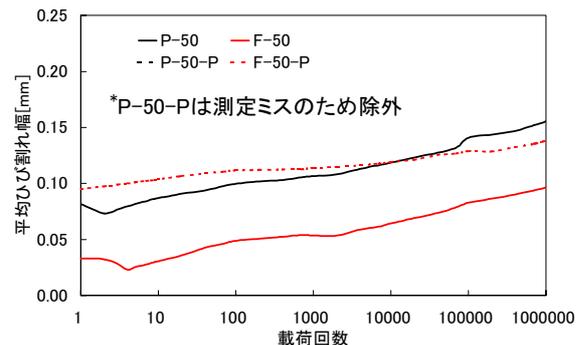


図-5 平均ひび割れ幅—载荷回数関係