

高靱性セメント複合材料の繰返し性能に関する検討

横河ブリッジ 正会員 ○坪内佐織, 石井博典

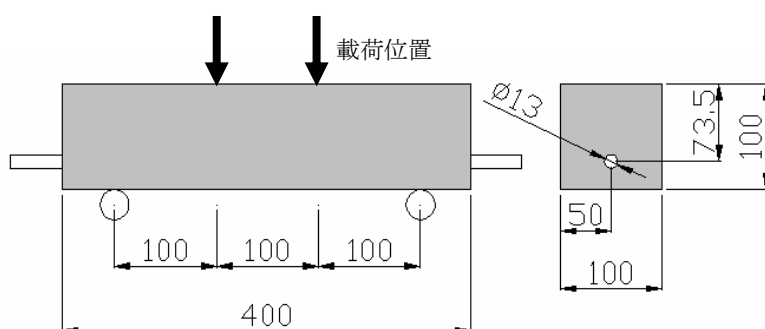
横河工事 正会員 白水晃生

1. 目的

ひずみ硬化特性をもつ高靱性セメント複合材料(以下HPFRCC)は, 新しい特性を持つ材料として土木分野においても注目されつつある. HPFRCCは高い伸び性能や靱性を有することから, 橋梁の伸縮継手部や制振部材等への適用が可能であると考えた. その場合, 微細なひび割れが分散した状態で活荷重が作用すると考えられる. HPFRCCの力学的な性能を評価するための様々な試験が各研究機関で行なわれており, 基礎的な性質は把握されつつある¹⁾. しかし, ひび割れが生じた後に着目した高サイクル疲労試験はあまり行なわれていない. そこで, 本研究では, ひび割れを予め生じさせた後に高サイクル疲労試験を行ない, 疲労荷重の影響について考察した.

表-1 配合

水	セメント	単位量(kg/m ³)				W/B
		フライアッシュ	細骨材	減水剤	繊維	
285	570	285	855	16.245	26	0.333



単位: mm

図-1 供試体寸法

表-2 繊維緒元

素材	直径(mm)	長さ(mm)	引張強度(N/mm ²)
PVA	0.04	8	1600

2. 試験内容

供試体の配合条件を表-1に, 繊維緒元を表-2に, 寸法を図-1に示す. 繊維の混入率は2.0vol%である. 鉄筋はD13(SD295A)である. ひずみの上限値を1%として静的荷重によりひび割れを導入した. 静的荷重により得られた応力-ひずみ曲線を図-2に示す. 疲労試験の荷重範囲は静的荷重時の最大荷重を基準として, 供試体1では荷重範囲10~50kN(最大荷重の約55%), 供試体2では10~30kN(最大荷重の約33%)とした. 繰返し数は上限200万回とした. 載荷周波数は4Hzである.

載荷方法は片振りの三等分点載荷とし, 試験時は, 図-3に示すように供試体下端の荷重点位置に変位計を2つ, 表裏側面にπゲージを2つずつ設けて計測した. 試験条件を表-3に示す. 供試体1は鉄筋の応力範囲200N/mm², 供試体2は応力範囲85N/mm²である. 疲労試験開始時のひび割れ状態を図-4に示す. どちらも微細なひび割れがよく分散していることがわかる.

なお, テストピースの圧縮強度は43.7kN/mm²(材齢28日), 図-1と同一形状の別の供試体で実施した曲げ強度試験結果は, 最大荷重110kN(ひずみ1.7%)であった.

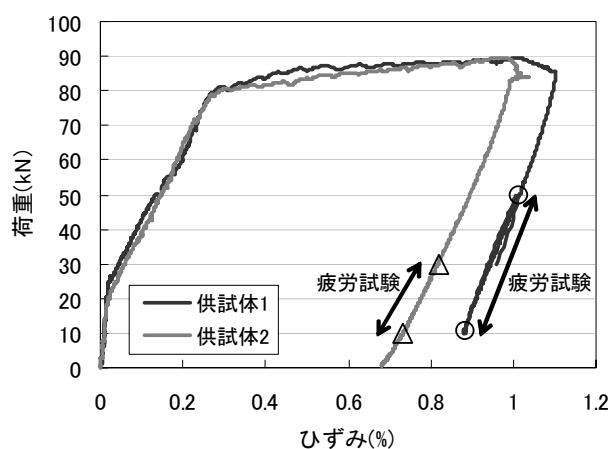


図-2 静的荷重による応力-ひずみ曲線

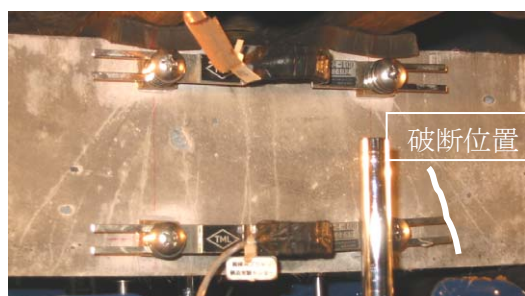
キーワード HPFRCC, 疲労, 高サイクル

連絡先 〒273-0026 千葉県船橋市山野町27番地 (株)横河ブリッジ TEL 047-435-6161 FAX 047-435-6160

3. 試験結果

供試体 1 及び供試体 2 における最大ひび割れ幅の推移を図-5 に示す。供試体 1 では、荷重直後から荷重 10 万回までに、せん断区間の斜めひび割れ及び曲げひび割れ幅が約 0.2mm となった。この段階で繊維架橋効果が無くなり、RC 断面に移行したと考えられる。最終的には約 50 万回で鉄筋が破断し、破壊に至った。等曲げ区間においては、ひび割れ幅の変化は見られなかった。供試体 2 では、荷重開始から 200 万回までひび割れ幅は徐々に増加した。急激な変化は見られないことから、最後までひび割れ部の繊維が抵抗していたものと考えられるが、繰返し荷重によりひび割れ内の繊維架橋効果が徐々に失われているものと推測される。

また、供試体 1 の HPFRCC の疲労破断面を観察したところ、抜け出した繊維や伸びによって破断した繊維は確認されなかった。一般的に、静的な破壊ではひび割れ開口時に繊維が伸びるもしくは抜け出すために、破断面に繊維が確認できる。このことから、HPFRCC の疲労破壊では繊維が伸びや抜け出しを伴わずに破断したと考えられる。



(a) 供試体 1



(b) 供試体 2

図-4 疲労試験開始時ひび割れ状況

表-3 疲労試験条件

	荷重(kN)		鉄筋応力※ (N/mm ²)	HPFRCC の ひずみ(%)	破断位置及び最大 ひび割れ幅(mm)
供試体 1	最大	50	215	1.02	0.04mm 以下
	最小	10	15	0.88	-
供試体 2	最大	30	100	0.82	0.15mm
	最小	10	15	0.73	-

※：引張応力を HPFRCC も受け持つと仮定した断面で計算

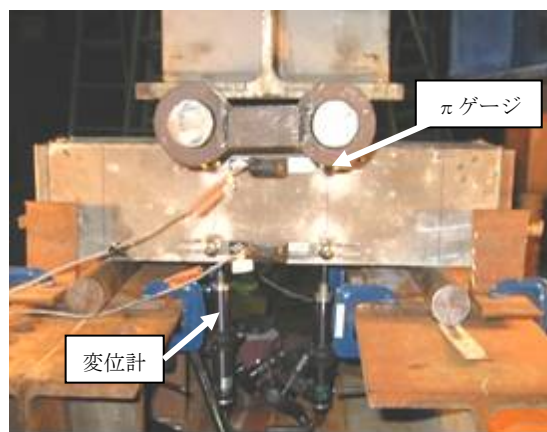


図-3 試験状況

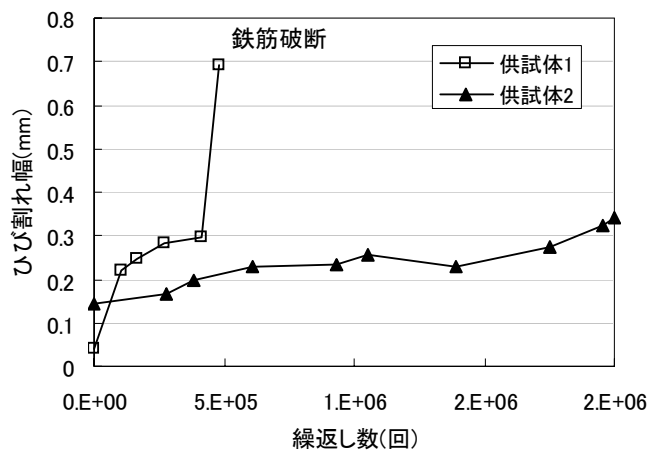


図-5 最大ひび割れ幅の推移

4. 結論

本研究では、HPFRCC のひび割れ発生後の高サイクル疲労特性を確認するため、曲げ疲労試験を行なった。その結果、HPFRCC 内の鉄筋応力範囲が 80N/mm² 程度であれば急激にひび割れ幅が増加することはないが、鉄筋応力範囲が 200N/mm² 程度では、早期に繊維架橋効果が無くなり、RC 断面に移行してしまうことが確認された。また、HPFRCC の疲労破面は静的な破断面とは明確な違いがあることが確認できた。今後は供試体数を増やし、S-N 線図を作成する必要があると考えられる。

参考文献 1) 高靱性セメント複合材料の性能評価と構造利用研究委員会報告書, 日本コンクリート工学協会, 2002