

V-467

繰り返し荷重を受ける SFRC はりの変形特性

横浜国立大学大学院 学生会員 柳川 裕志

横浜国立大学大学院 学生会員 田村 健

横浜国立大学工学部 正会員 椿 龍哉

1. はじめに

現在、鋼繊維補強コンクリート（SFRC）は床版コンクリートなどの比較的部材厚が薄く十分に鉄筋が配筋できない部材のひび割れ抵抗、せん断強度、および曲げ耐力向上などの目的のために利用されている。今後 SFRC をコンクリート構造物一般に用いるためには、地震や交通荷重のような繰り返し荷重に対する挙動を十分に把握する必要がある。本研究では SFRC はりの繰り返し荷重による曲げ挙動に着目し、はりのひび割れ後の変形性能を鋼繊維の形状をパラメータとして調べた。

2. 実験概要

供試体寸法および載荷方法を図-1 に示す。また、使用した鋼繊維の性能・形状を表-1 に、供試体名および載荷種類を表-2 に示す。鋼繊維は曲げ区間中央断面に 5×5 の 25 本を断面に垂直に、断面の両側の付着長が等しくなるように配置した。鋼繊維を格子状に区間中央断面に配置するために、供試体は左右のブロックを 1 日間隔で別々に打設した。なお打ち込み時に 10mm 間隔の 5 層に分割し、鋼繊維（体積混入率 0.4%）を分布した。使用したモルタルの示方配合を表-3 に示す。試験は、2 点載荷で行った。載荷速度は、単調載荷、繰り返し載荷ともに 0.05mm/sec とした。繰り返し載荷は、変位制御で行い、順次 0.5、1.0、1.5、2.0、3.0、4.0、6.0、8.0、10.0mm までの繰り返しを各々のステップで 5 回ずつ行った。ひび割れ幅は、クリップゲージを用いて測定した。

3. 実験結果

単調載荷の荷重-変位曲線を図-2 に、繰り返し載荷の荷重-変位曲線を図-3 a)~ c) に示す。繰り返し載荷を受けたいずれの供試体においても 6mm 変位繰り返し時の 1 ループ目に最大荷重を示している。最大荷重以降の挙動に着目するため、6mm 変位繰り返し内での耐力低下率、および 6mm 変位繰り返し時の最大荷重と 8mm 変位繰り返し時の最大荷重との比較を各々 α 、 β というパラメータを用いて行った。ここでの α 、 β は次式で定義される。

$$\alpha = \{1 - (P_5/P_1)\} \times 100 \quad (1)$$

$$\beta = \{1 - (P_8/P_6)\} \times 100 \quad (2)$$

ここに、 P_1 、 P_5 は各々 6mm 変位繰り返しの 1、5 ループ目の最大荷重

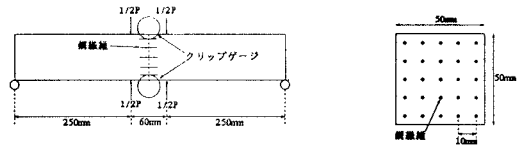


図-1 供試体

表-1 鋼繊維の性能および形状

鋼繊維名 (記号)	直径 (mm)	長さ (mm)	引張強度 (N/mm ²)	製造方法	鋼繊維図
インデント加工付き 直線型 (ID)	0.60	30.0	1000 以上	鋼線 切断法	
端部定着型 (DB)	0.50	30.0	平均 1000	溶解 抽出法	
フック型 (HK)	0.60	30.0	1100 以上	鋼線 切断法	

表-2 供試体名および載荷方法

供試体名	載荷方法
ID-1	単調載荷
ID-2, 3	繰り返し載荷
DB-1	単調載荷
DB-2, 3	繰り返し載荷
HK-1	単調載荷
HK-2, 3	繰り返し載荷

表-3 示方配合

W/C	S/C	単位量 (kg/m ³)			
		W	C	S	AE 剤
0.3	1.0	297	989	989	4

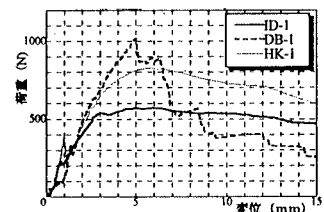


図-2 荷重-変位曲線（単調載荷）

キーワード：鋼繊維補強コンクリート、はり、曲げ試験、繰り返し荷重、耐力低下、ひび割れ幅

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5

を示す。また、P6、P8は各々6、8mm変位繰り返し時の最大荷重を示す。 α 、 β の値の一覧を表-4にまとめる。 α 、 β の各鋼繊維の平均値をみると、フック型鋼繊維を混入した供試体が最も繰り返し荷重に対し耐力低下が小さいことがわかる。端部定着型鋼繊維を混入した供試体は β の値が他の鋼繊維に比べ極端に大きい。これは、6mm変位繰り返し時に鋼繊維の破断があったためと推測できる。

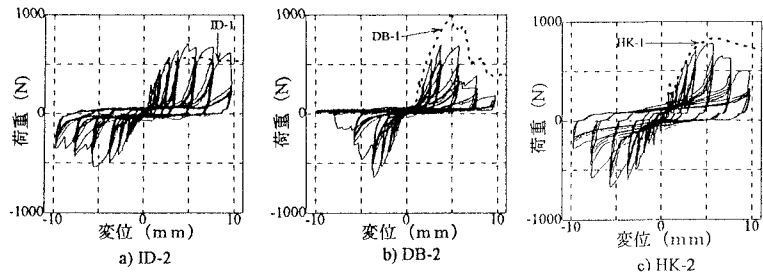


図-3 荷重-変位曲線（繰り返し載荷）

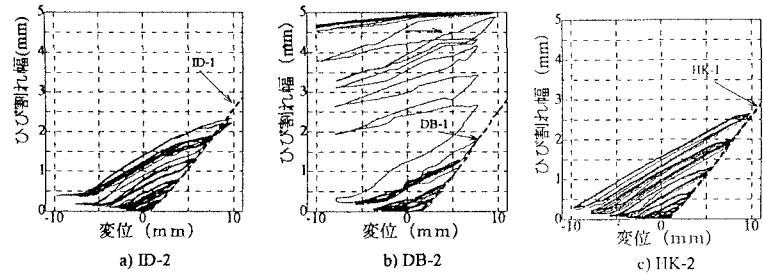


図-4 ひび割れ幅-変位曲線（繰り返し載荷、下縁側）

図-3より単調載荷荷重-変位曲線と各変位繰り返し時の1ループ目の荷重-変位包絡線との比較をすると、直線型鋼繊維を混入した供試体のみ、繰り返し載荷が単調載荷を上回っている結果が得られた。直線型鋼繊維の特色として、端部定着部に加工が施されておらず比較的容易に引き抜けがおこる、ということがあげられる。単調載荷では鋼繊維の引き抜けが繰り返し載荷に比べ連続的であるため、インデント加工部とモルタル部の界面の破壊領域が大きくなり、このような結果になったものと思われる。

表-4 繰り返しの影響による耐力低下

供試体	α (%)	β (%)
ID-2、3 平均値	42.2	18.8
DB-2、3 平均値	38.0	48.0
HK-2、3 平均値	27.9	13.6

繰り返し荷重を受ける場合のひび割れ幅と変位の関係は図-4 a)~c)に示す。繰り返し載荷におけるひび割れ幅の評価は、ひび割れ発生荷重 P_{cr} の1.5倍、2.0倍、2.5倍の荷重時、および最大荷重 P_{max} 時のひび割れ幅を比較することによって行った。その結果、フック型鋼繊維を混入した供試体が最もひび割れ幅が大きく、端部定着型鋼繊維を混入した供試体は、ひび割れ幅が最も小さいことがわかる（表-5参照）。

表-5 繰り返し載荷におけるひび割れ幅

供試体名	P_{cr} (N)	P_{max} (N)	1.5 P_{cr} 時の ひび割れ幅	2.0 P_{cr} 時の ひび割れ幅	2.5 P_{cr} 時の ひび割れ幅	P_{max} 時の ひび割れ幅
ID-2	222.5	711.5	0.14	0.25	0.64	1.12
DB-2	217.6	642.9	0.12	0.26	0.48	0.61
HK-2	209.7	672.3	0.23	0.37	0.59	1.25

（ひび割れ幅の単位はmm）

4. 結論

繰り返し荷重を受ける SFRC はりの挙動は、鋼繊維の種類に影響される。3種類の鋼繊維を各々混入した供試体において、最大荷重以降の挙動に着目すると、フック型鋼繊維を混入したものが荷重低下率が小さく、端部定着型鋼繊維を混入したものが荷重低下率が大きい。また、最大荷重時までのひび割れ幅をみると、端部定着型鋼繊維を混入したものが、最もひび割れ抑制効果が高い。

<参考文献>

土木学会：鋼繊維補強コンクリート設計施工指針（案），1983

JCI：繊維補強コンクリートの試験方法に関する規準，1984