

FRPシートで補強した鋼繊維コンクリート曲げ部材のひび割れ分散性状に関する研究

茨城大学大学院 学生会員 殷 峻
 茨城大学工学部 正会員 呉 智深
 茨城大学工学部 田口 智

1.はじめに

近年、トンネルや橋梁からのコンクリートの剥落などが多数発生しコンクリート構造の補修・補強が重要視されている。なかでも、既存のコンクリート構造にFRPシートを貼り付ける工法が耐腐食性、施工の容易性などといったことから注目されている。しかしながら、無筋コンクリート構造物に接着した場合の曲げ特性は、いままでの研究により、集中したひび割れがよく発生することがわかっており^[1]、こういったひび割れは剥離の早期発生の原因となることが多く、シートの性能を十分に発揮できずに破壊に至ってしまう。FRPシートの補強効果を十分に発揮するためには、ひび割れの分散化が重要である。一方、コンクリートのひび割れの分散性状はコンクリート自体の靱性性状が大きく関係していることが最近の数値シミュレーション結果で明らかになった^[2]。そこで、本研究では、この数値シミュレーションに基づいてコンクリートの靱性を向上させる鋼繊維を混入した供試体を用い、FRP補強コンクリート構造部材のひび割れ分散性状および補強効果などに関して実験的検討を行ったのでここで報告する。

2.実験概要

供試体の形状・寸法を図1に、材料特性を表1に示す。今回用いた鋼繊維はフック型で長さ30mm、FRPシートは炭素繊維シート（高強度タイプ）を用いた。この曲げ試験では支点間隔75cmの3点曲げとし、荷重制御で実施した（図2）。荷重速度については、初期ひび割れが発生するまでを、1kN/minとし、初期ひび割れ発生後剥離が確認されるまでを500N/minとし、剥離が確認できたら、剥離の進展を確認するために、100~300N/minの低速度で供試体が破壊（FRPシートの剥離もしくは破断）するまで荷重を続けた。パラメータは鋼繊維混入率とし、各混入率で2本ずつ行った。

表2 実験結果一覧

混入率	本数	初期ひび割れ発生荷重(kN)	初期剥離発生荷重(kN)	最大荷重(kN)	破壊形式
0%	1	15	21.3	28.4	FRPシートの ピーリング剥離 破壊
	2	12.5	22	27.5	
0.25%	1	15	27	32	
	2	15	28.2	31.5	
0.50%	1	15.3	30.2	33.5	
	2	18	31.2	35.5	
1.00%	1	17	37.8	43.4	シートの破断
	2	15.8	-	46.1	

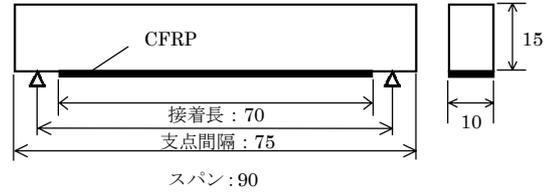


図1 供試体の寸法・形状

表1 材料特性

材料	特性	特性値
コンクリート	ヤング率	25 (GPa)
	圧縮強度	26 (MPa)
	ポアソン比	0.3
CFRPシート(高強度)	設計厚さ	0.111 (mm)
	繊維目付	200 (g/m ²)
	ヤング率	230 (GPa)
	引張強度	4.1 (GPa)
	ポアソン比	0.3

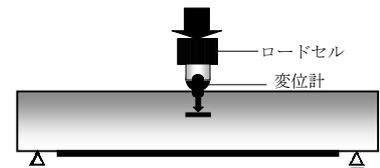


図2 荷重方法

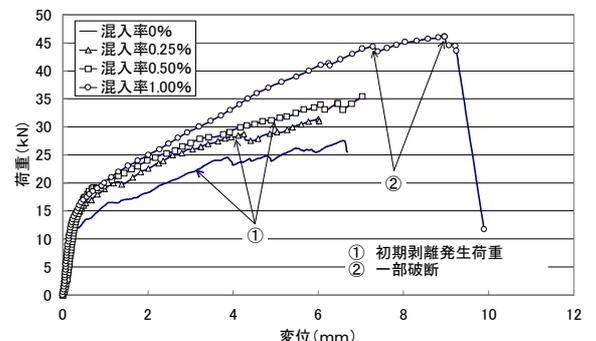


図3 荷重-変位関係

キーワード：鋼繊維、FRPシート、ひびわれ分散

連絡先：茨城県日立市中成沢町4-12-1 TEL0294-38-5177

FAX0294-38-5268

3. 実験結果

実験から得られた実験結果一覧を表2に、荷重-変位関係を図3に示す。ひび割れ性状については、各荷重段階におけるひび割れ発生本数について比較したものを図4に、平均ひび割れ間隔について比較したものを表3に実験で観察された破壊時のひび割れ図を図5に示す。なお、実験結果は1本目、2本目ともほぼ同じような結果が得られたため、1本目の結果について述べる。

今回の曲げ試験より、鋼繊維を混入することによって、表2より初期ひび割れ発生荷重にはそれほど影響は与えなかったものの、初期剥離発生荷重、最大荷重がともに向上したことが確認された。また、混入率 1.0%の2本目において、44.3 kN と 46.1 kN で一部破断が見受けられた。靱性においては、剥離破壊によって混入率 0~0.5%では靱性の向上は得られなかったものの、1.0%においては大幅な向上が得られた。

ひび割れ性状については、図4より鋼繊維の混入率の増大に伴い、ひび割れの発生が遅くなり、発生本数が多くなっていることがわかる。また、平均ひび割れ間隔についても、混入率の増大に伴い、大幅に狭くなっている。図5を見ても、ひび割れが分散していることが伺える。このことより、鋼繊維を混入によってひび割れの分散が確認された。

破壊形式については、斜めひび割れを端部とするFRPシートのピーリング剥離破壊、FRPシートの破断破壊と2つの破壊形式が観察された。これは、剥離性状が改善され、シートの性能を十分に発揮できたためピーリング剥離破壊からシートの破断破壊に変化したものと思われる。混入率0~0.5%では、中央から約10cm、15cm、20cmから剥離の進展が起こった。混入率1.0%においては端部の付近で剥離が生じたため、破壊が脆性的となった。破壊補強効果についても、混入率の増大に伴い、ひび割れが分散したため、剥離性状が改善され、図6に示すように、混入率の増加に伴い、補強効果が向上したものと考えられる。

4. 結論

今回の実験により得られた結論を以下に示す。

鋼繊維の混入することによって、コンクリートのひび割れの分散化とシートの剥離性状が改善され、FRPシートによる鋼繊維補強コンクリート梁の補強効果が次第に上昇していることが実証された。

参考文献

- 1 呉 智深 他 .FRP シート補強コンクリート梁の破壊メカニズムに関する実験的研究 連続繊維補強コンクリートに関するシンポジウム 論文集 日本コンクリート工学協会 pp. 119~126 1998.5.
2. Zhishen and Jun Yin NUMERICAL ANALYSIS ON INTERFACIAL FRACTURE MECHANISM OF EXTERNALLY FRP-STRENGTHENED STRUCTURAL MEMBERS (投稿中) 土木学会論文集

表3 平均ひび割れ間隔

混入率 (%)	平均ひび割れ間隔 (mm)
0%	87.5
0.25%	75
0.50%	58
1.00%	55

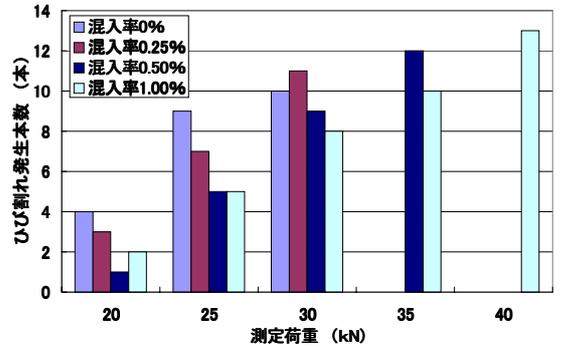


図4 ひび割れ発生本数

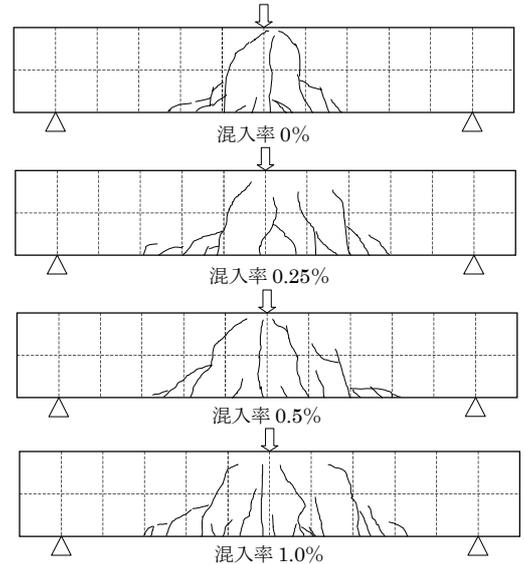


図5 各混入率におけるひび割れ性状

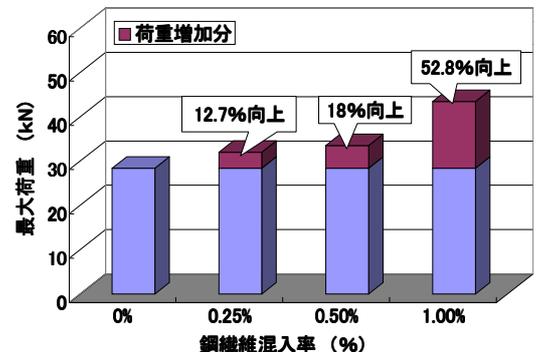


図6 各混入率における最大荷重