

V-601

下面増厚補強工法を施した RC はりの力学的性状と疲労性状

群馬大学大学院 学生会員 金田 和男
 群馬大学工学部 正 会 員 辻 幸和
 前橋工科大学 正 会 員 岡村 雄樹
 ト・ビ・建設工業(株) 正 会 員 金井 昌義

1. はじめに

鉄筋コンクリート（RC）床版の補強方法の1つに、下面増厚補強工法がある。RC 床版の下面増厚補強工法の補強用材料としては、鋼板、鉄筋、連続繊維補強材（FRP）などがあるが、特に FRP は、鋼材に比べて引張強度が高く、軽量である。また、耐腐食性、非磁性に優れており、使用環境を問わず RC 部材の補強用材料（以下、補強材と称する）として有効である。しかし、現在、下面増厚補強工法に用いる補強材などの評価方法が確立されているとはいえない。

本研究では、劣化を想定して曲げひび割れを発生させた RC はりに、炭素繊維を用いた連続繊維補強材（CFRP）を補強材に用いる下面増厚補強工法を採用した。このような補強を施した RC はりに、静的載荷試験および繰返し載荷試験を行い、その力学的性状と疲労性状を報告するものである。

2. 実験概要

〔供試体の作製〕 高さ 200mm、幅 300mm、長さ 3000mm の RC はりを作製し、劣化を想定して RC はりに載荷を行った。RC はりの引張側に曲げひび割れを発生させ、引張鉄筋の

応力度が 300N/mm^2 になるまで漸増載荷を行った。その後、この劣化 RC はりに、表-1 に示す補強材を用いて下面増厚補強工法を施し供試体とした。繰返し載荷試験の供試体には、CFRP-C のみを使用した。

〔載荷方法〕 供試体の形状寸法および載荷方法を図-1 に示す。静的載荷試験は、スパン 2600mm、等曲げモーメント区間 600mm の

2点集中載荷とし、供試体が破壊するまで漸増載荷を行った。

繰返し載荷試験は、表-2 に示す条件で載荷を行った。スパン 2300mm、

等曲げモーメント区間 600mm の2点集中載荷とし、所定の回数に達した時点で荷重の上限値まで載荷を行った。

3. 静的載荷試験結果

総曲げひび割れ幅と荷重の関係、図-2 に示す。総曲げひび割れ幅とは、供試体側面の引張鉄筋の位置に設置したゲージ長 100mm のパイゲージにより、等曲げモーメント区間を計測した曲げひび割れ幅を含むひびの総和である。

表-1 補強材の諸性状

補強材の種類	降伏強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	弾性係数 (N/mm^2)	断面積 (mm^2)	引張剛性 (N)
D6 鉄筋	381	538	2.0×10^5	222	4.44×10^7
CFRP-C	—	1600	1.0×10^5	123	1.23×10^7
CFRP-CM	—	1500	2.0×10^5	240	4.80×10^7
CFRP-CHM	—	1200	1.6×10^5	300	4.80×10^7

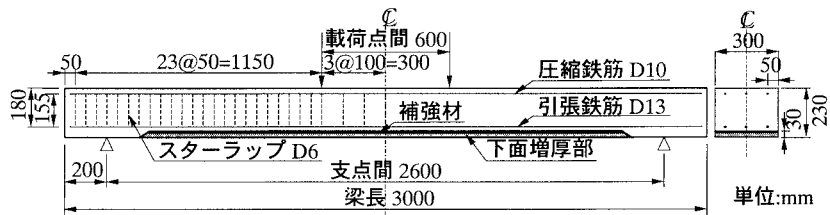


図-1 供試体の形状寸法および載荷方法

表-2 繰返し載荷試験の諸条件

供試体	載荷速度 (Hz)	荷重 (kN)		測定時の載荷回数*2 (回)
		上限値	下限値	
No. 1	1.5*1	40	5	1, 50, 5000, 1万, 50万, 100万
No. 2	1.5	60	5	1, 10, 50, 1000

*1: 繰返し載荷回数 50 万回（全過程の 1/4）までは 1.0Hz

*2: No. 1 は繰返し載荷回数 200 万回後、No. 2 は繰返し載荷回数 4701 回後にそれぞれ破壊

キーワード：連続繊維補強材、下面増厚補強工法、曲げひび割れ、

連絡先：〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 Tel 0277-30-1613 Fax 0277-30-1601

補強材の種類が異なると、初期荷重の段階からだけでなく、引張鉄筋の降伏後においても、総曲げひび割れ幅の増加量に差が現れた。初期荷重の段階では、補強材の引張剛性の大きさに対応し、総曲げひび割れ幅は小さくなっている。そして、補強材に D6 鉄筋を用いた供試体は、引張鉄筋、補強材ともに降伏後、総曲げひび割れ幅が急激に増加した。一方、補強材に CFRP を用いた供試体は、補強材が引張鉄筋の降伏後も引張力の増加を負担しており、総曲げひび割れ幅の急激な増加が抑えられた。FRP 補強材は降伏現象を示さず、また引張強度が大きく異なるためである。

4. 繰返し載荷試験結果

4.1 総曲げひび割れ幅

繰返し載荷回数と総曲げひび割れ幅の関係を図-3に示す。劣化を想定してあらかじめ RC はりに曲げひび割れを発生させた際、ひび割れ発生状況に差があったため¹⁾、No. 1、No. 2 の初期値が大きく異なった。そのため、総曲げひび割れ幅の増加量に差が現れた。しかし、繰返し載荷回数 50 回以降、総曲げひび割れ幅の増加は緩やかであり、繰返し載荷による影響は小さくなった。また、静的載荷の破壊荷重の 60%までは、荷重の上限値に関係なく、引張鉄筋の降伏、躯体と下面増厚部の間のずれまたは滑りが生じていないため、繰返し載荷による総曲げひび割れ幅の増加が抑えられたと考えられる。

4.2 最大曲げひび割れ幅

図-4は、繰返し載荷回数と最大曲げひび割れ幅の関係を示す。最大曲げひび割れ幅とは、供試体側面の引張鉄筋の位置に設置したゲージ長 100mm のパイゲージにより計測した、等曲げモーメント区間の曲げひび割れ幅を含む伸びの最大値である。

前述した総曲げひび割れ幅と同様に、劣化 RC はりのひび割れの発生状況に差があったため、No. 1、No. 2 の最大曲げひび割れ幅の初期値に差が現れた。しかし、繰返し載荷回数の進行に伴ない、ほぼ同様な値を示している。また、繰返し載荷回数 50 回以降の最大曲げひび割れ幅は増加していない。総曲げひび割れ幅は増加していることを考えると、曲げひび割れが分散したため考えられる。

5. まとめ

下面増厚補強工を施した RC はりの静的および繰返し載荷試験より、以下の知見を得た。

- ①補強材に CFRP を用いることで、引張鉄筋降伏後の総曲げひび割れ幅の急激な増加を抑えることができる。また、CFRP の引張剛性を変えることで、曲げひび割れ幅の制御が可能である。
- ②繰返し載荷回数が 1000 回までは、荷重の上限値に関係なく、曲げひび割れ幅は繰返し載荷回数によりほぼ同様な増加を示す。

〔謝辞〕本研究は、群馬大学とドービー建設工業（株）の共同研究によるものである。実施に当たり、ネフコム（株）、日本セメント（株）より多大なご協力を賜りました。ここに記して感謝の意を表します。

〔参考文献〕1) 横田、橋本、辻、杉山：鉄筋コンクリートはりの曲げひび割れ幅算定式の統計的評価、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 19, No. 2, pp. 681～686, 1997

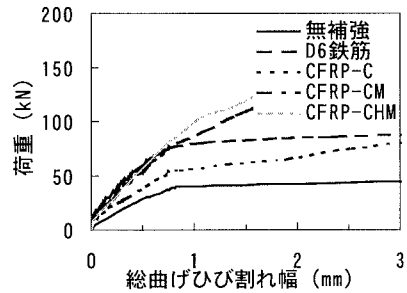


図-2 総曲げひび割れ幅と荷重の関係

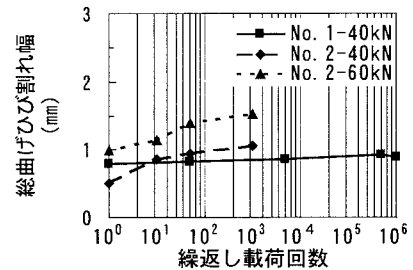


図-3 繰返し載荷回数と総曲げひび割れ幅の関係

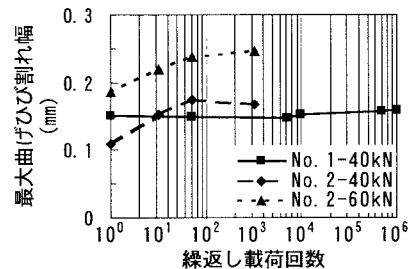


図-4 繰返し載荷回数と最大曲げひび割れ幅の関係