

初期荷重を受けたRCはりに対するCFRPシートの曲げ補強効果について

北海学園大学工学部 正員 ○高橋 義裕

北海道大学工学部 正員 佐藤 靖彦

1. はじめに

既存構造物の補強を行う上で重要なことは、曲げ及びせん断に対して十分な補強効果を有しているとともに、その施工性に優れていることであり、連続繊維シートはこの様な要求を十分に満たす新しい補強材料である。現在、連続繊維シート、特に炭素繊維（以下「CFRP」）シートは、高い引張強度を持ち軽量で耐食性に優れ、施工性に優れたシート状であるため既存構造物の補強材に用いた事例が増えつつある。また、通常部材の補修補強を行う場合、その部材は何らかの初期荷重を受けた状態で補強補修を行うことになる。そこで著者らは初期荷重をRCはりに作用させ、ある程度はりに損傷を与えた後にCFRPシートをはり下面に貼付し、再度静的曲げ載荷試験を行い、はりの曲げ性状及びシートのひずみ性状について実験的に検討した。

2. 実験概要

実験供試体は合計8体である。実験供試体の形状・寸法・鉄筋配置等については図-1に示す。主鉄筋としてD19を2本、せん断補強鉄筋として、D10を10cmピッチで配置した。シリーズAは、単調漸増載荷実験で、シリーズBは、再載荷実験である。供試体A0は、シートを全く貼り付けていないRCはりで「基準供試体」として、単調漸増載荷を行った。供試体A1、A2、A3はそれぞれCFRPシートを1層、2層、3層と供試体下面に貼付し、供試体A0同様の載荷を行った。一方、供試体B0は、基準供試体A0の最大荷重の約65%（=140kN近傍）まで一度載荷し、その後除荷し供試体下面に何も貼付せず、再度漸増荷重を終局状態まで作用させた。供試体B1、B2、B3は初期荷重として供試体B1と同様に、約140kN近傍までまず載荷しその後除荷し、それぞれ下面にCFRPシートを1層、2層、3層と貼付し再度漸増荷重を終局状態まで作用させた。その際ひび割れに対する樹脂注入等の補修は行っていない。実験結果一覧を表-1に、材料の力学特性値を表-2に示す。測定は、荷重載荷点直下での変位、主鉄筋およびシートのひずみを測定した。

3. 実験結果及び考察

図-2は、最大荷重-シート層数の関係を示したものである。同図よりCFRPシートで補強することにより最大荷重が増加することが確認できる。一方、シリーズB供試体の場合、確かに最大荷重の増加は期待できるが、シリーズAの供試体の場合に比べて若干低い。破壊性状は、全てシートの剥離破壊であった。

図-3は、CFRPシート1層を貼付したA1供試体とB1供試体についての荷重-たわみ関係である。同図中には、CFRPシート貼付のないA0供試体のたわみ曲線も示されている。同図より、鉄筋降伏後のB1供試体のたわみ挙動は、基準供試体A0の挙動に近いものとなっている。また、再載荷におけるB1供試体においては、ひび割れ発生を示す変曲点は見られない。

図-4は、CFRPシートが2層に関するスパン中央での荷重-CFRPシートひずみ関係を示したものである。供試体B1には、既にひび割れが発生している為に再載荷経路において荷重40kN近傍での変曲点は見られず一様に増加している。しかし、同図より130kN近傍で急激なひずみ増加が見られ、新規ひび割れ進展が生じている可能性を示している。終局時でのCFRPシートのひずみの値は、単調漸増載荷を受けたはりの場合のそれとほぼ同等の値を示している。

図-5は、CFRPシートが3層で、スパン中央での荷重-鉄筋ひずみとの関係を示したものである。同図より約40kN近傍で最初の変曲点がみられる。これは最初のひび割れ発生荷重を示している。しかし、再載荷における荷重経路においては、その様な変曲点は見られず、一様に鉄筋ひずみは鉄筋降伏荷重まで増加していく。また、鉄筋降伏荷重はB3供試体の方がA3供試体の場合に比べて若干低めである。また、鉄筋ひずみはB3供試体の方が、A3供試体に比べ大きめの値が示されている。これは初期載荷によるはり損傷の影響によるものと思われる。

4. まとめ

今後さらに検討すべき点もあるが本研究の範囲で得られた知見を以下に示す。

(1) 終局状態は全てCFRPシートの端部剥離により決定していた。(2) 荷重-たわみ関係より初期載荷を受けたはりにCFRPシートを貼付した場合の曲げ剛性は若干低下する。(3) 荷重-CFRPシートひずみ関係より再載荷を受けた場合、載荷初期段階でのひずみ値は単調漸増載荷のはりに比べ若干小さいが、鉄筋降伏後はそのひずみは逆転している。(4) 荷重

CFRPシート、RCはり、曲げ補強、曲げ耐力

〒064-0926 札幌市中央区南26条西11丁目 TEL: 011-841-1161 FAX: 011-551-2951

一鉄筋ひずみの関係より、再載荷により鉄筋降伏荷重は若干低下する。

謝 辞

本研究の遂行においてCFRPシート及び接着剤の提供を頂いた日鐵コンポジット（株）の関係各位に深く感謝の意を表します。また、実験を進めるに当たっては、北海学園大学工学部土木工学科の学生諸氏の協力を得た。さらに、本研究の一部は、「私立大学学術フロンティア推進事業」の補助金を受けた。ここに付記し謝辞を表す。

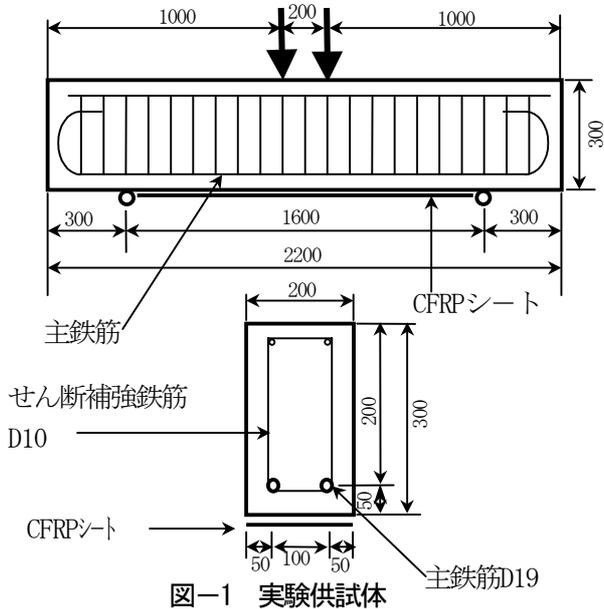


図-1 実験供試体

表-2 使用材料の特性値

CFRPシート	繊維目付量	300g/mm ²	
	設計厚さ	0.167mm	
	引張弾性率	230GPa	
	引張強度	3480MPa	
	破断ひずみ	1530μ	
鉄筋	D19 (SD345)	降伏強度	371MPa
		引張強度	3480MPa
	D10 (SD295A)	降伏強度	377MPa
		引張強度	537MPa

表-1 実験結果一覧

	No.	CFRP シート層数	f'_c (MP)	P_B (kN)	備 考
A (初期載荷無)	A0	—	40.3	193	曲げ破壊
	A1	1	35.8	227	シート剥離
	A2	2	40.2	244	シート剥離
	A3	3	39.0	270	シート剥離
B (初期載荷有)	B0	—	42.1	194	曲げ破壊
	B1	1	43.0	214	シート剥離
	B2	2	46.3	227	シート剥離
	B3	3	48.2	260	シート剥離

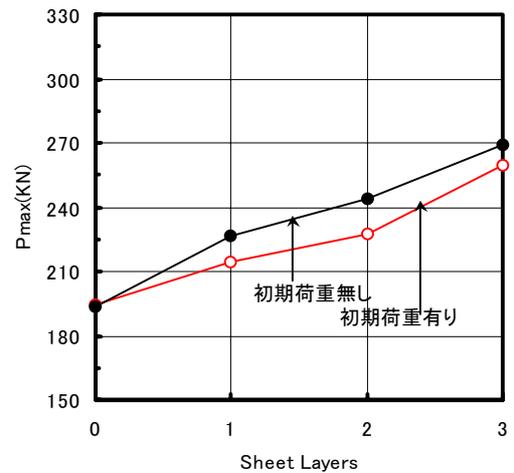


図-2 最大荷重—シート層数

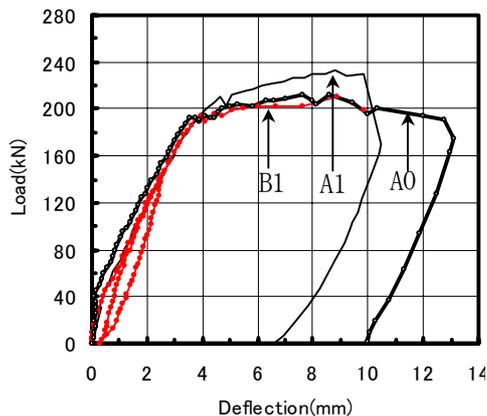


図-3 荷重—変位関係

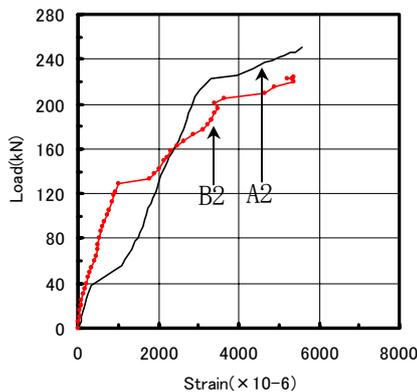


図-4 荷重—シートひずみ関係

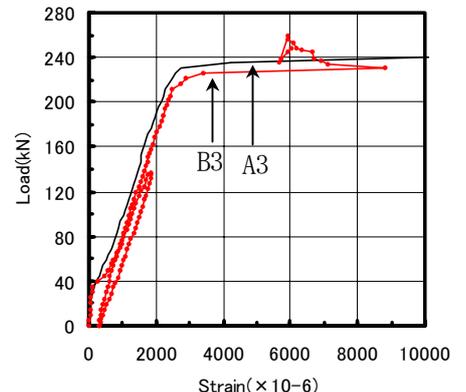


図-5 荷重—鉄筋ひずみ関係