

V-431 コンクリートはりの炭素繊維シートによる曲げ補強効果に関する実験的研究

北海学園大学工学部 正 員 高橋 義裕
 北海道開発局 正 員 秦 地大
 清水建設（株） 正 員 前田 敏也
 北海道大学工学部 正 員 佐藤 靖彦

1. はじめに

補強材の一つとして高い引張強度を持ち軽量で耐食性に優れている炭素繊維シート（以下「シート」と呼ぶ）を既存構造物の補強材に用いた事例が増えつつあり、現在合理的な補強設計法の確立に向けての積極的な検討がなされている。著者らは、以前引張主鉄筋に異形鉄筋を使用し、下面にシートを貼付したコンクリート矩形断面はりの曲げ実験を行ったが、降伏現象の伴う鉄筋の場合シートのひずみ挙動は複雑なものとなった。そこで本研究では、はりの引張主鉄筋に降伏現象の伴わないアラミドロッド（以下「ロッド」と呼ぶ）を配置し、はり下面にシートを貼付した実験供試体に二点対称荷重を作用させ、シートの補強効果について実験的に検討したものである。

2. 実験概要

実験供試体は、合計6体で、実験供試体の形状等については図-1に示す。せん断補強鉄筋は、D10（SD295）を5cmピッチで配置した。F0は、下面にシートを全く貼付せず、F1は下面にシートを1層、F2はシートを3層貼付した。また、F3はF2に右スパンではり中央から35、45、55cmの3箇所に、幅5cmのシートをゼブラ状に高さ10cmまでU字に巻き上げ（以下「U字巻き上げ」）補強した。F4は、F3のU字巻き上げをはり中央から5、15、25、35、45、55cmの6箇所に施したものであり、F5はF4同様に6箇所のU字巻き上げで、巻き上げ高さを20cm（けた高さ）まで上げた。ここでF1～F5の5体とも左スパンは、はり高さまで全面シートで巻き上げ補強した（図-2参照）。各実験供試体に用いた材料の力学特性を表-1に、実験結果一覧を表-2に示す。

以上の事より各実験供試体の破壊性状、ロッドのひずみ、載荷点直下の変位を測定した。また、比較検討のため断面分割法による解析も試みた。

3. 実験結果及び考察

降伏現象を伴わないロッドを引張主筋に用い、下面にただ単にシートを貼付しただけでは、明確な耐力増加は認められなかった（F0、F1、F2、表-2参照）。何故この様なことになったのか今後さらに詳しく検討する必要がある。一方、U字巻き上げを施すことにより、下面貼付シートの剥離が拘束され耐力増加が認められた（F3、F4、F5）。また、破壊性状については、F0は曲げ圧縮破壊、F1は下面シート局部剥離後の載荷点直下でのシート破断、F2はシートの剥離破壊、F3は下面シートの剥離後のU字巻き上げ部シートの剥離破壊、F4はF3同様巻き上げ部シートの剥離破壊、F5は一部巻き上げ部シートの剥離後の巻き上げシートの破断破壊であった。

図-3は載荷点直下での荷重-変位関係を示している。（a）は、F0、F1、F2、F3に関するものである。また、同図には、シート無し、1層貼付、3層貼付の計算値も一緒に示されている。（b）は、F2、F3、F4、F5に関するものである。同図にも同様の計算値が示されている。これらの図よりシートを貼付することにより曲げ剛性が増加したことを示している。しかし、1層貼付と3層貼付とでの剛性の差異は殆ど見られなかった。また、下面貼付シート剥離後は、シート無し供試体のたわみ曲線にシフトしていくことが分かる。さらにU字巻き上げを行うことによりかなりの終局変位の増加が確認できる。

図-4は、載荷点直下でのロッドの荷重-ひずみ関係を示したものである。図-4（a）は図-3（a）と、図-4（b）は図-3（b）とそれぞれ同じ供試体の組み合わせで示したものである。また、同図にも同様のロッドひずみの計算値が示されている。同図より、供試体F0とその他供試体のひずみ分

炭素繊維シート、曲げ補強、U字巻き上げ、コンクリートはり

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

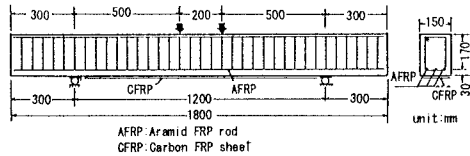


図-1 実験供試体

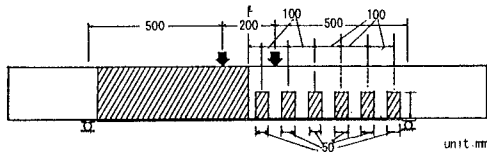


図-2 CFRP巻き上げ補強状況

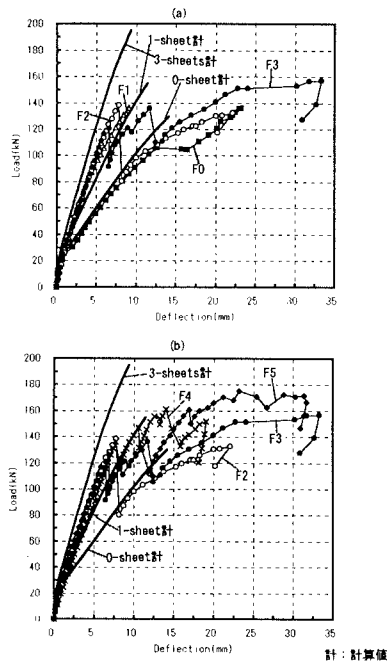


図-3 荷重-変位関係（載荷点）

表-1 使用材料の力学特性

Type		Cross sectional area (mm ²)	Young's modulus (GPa)	Yield strength (MPa)	Tensile strength (MPa)
AFRP	K96S	73.0	66	-	1280
Steel	D10	71.3	200	377	390
CFRP		1.65 *	230	-	3480

*Cross sectional area in width of 10mm

表-2 実験結果一覧

Specimen No.	Compressive strength (MPa)	Tension bar	CFSH A _{cfs} (mm ²)	Ultimate load (kN)
F0	39.15	K96S×3	0	141.3
F1	38.70	K96S×3	198	142.3
F2	38.33	K96S×3	594	138.5
F3	37.90	K96S×3	594	156.8
F4	44.20	K96S×3	594	160.0
F5	44.20	K96S×3	594	178.0

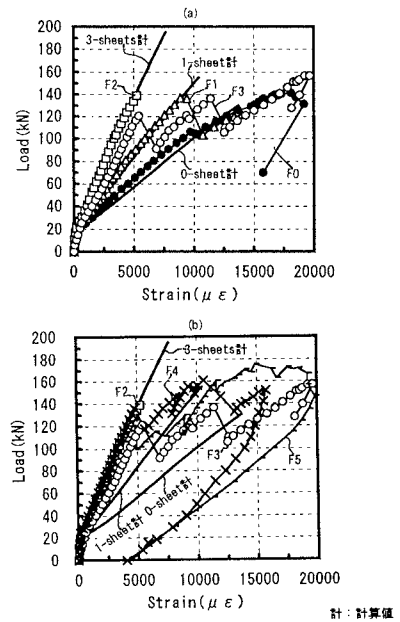


図-4 アラミドロッド荷重-ひずみ関係（載荷点直下）

布を比較すると、ロッドのひずみは、シート剥離前まではそれぞれのシート状況に対応した挙動を示すが、剥離後はシート無し供試体のひずみ挙動にシフトしていくのが分かる。このことは、確かにシート剥離前まではシートが荷重を分担していることが分かる。

図-3及び図-4において示された断面分割法による計算値は、シート剥離前までは概ね変位及びロッドにひずみを追跡している。

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) 下面シートの貼付層の増加は耐力増加に殆ど寄与していなかった。
- (2) U字巻き上げを施すことにより補強効果が見られ終局荷重及び終局たわみは増加した。
- (3) 下面シートの剥離破壊発生前まではりの変形及びロッドのひずみ分布は、断面分割法で概ね追跡できる。