

V-420

FRP シートで曲げ補強した RC 梁の U 字型付着補強効果

室蘭工業大学 正員 栗橋 祐介
三井建設（株） 正員 三上 浩
室蘭工業大学 正員 岸 徳光
北海道開発局 正員 佐藤 昌志

1. はじめに

本研究では FRP シートで曲げ補強するための RC 梁の底面シートとコンクリートとの付着性能を向上させるために、曲げ補強用シートの上からさらに FRP シートを U 字型に巻き付ける工法を取りあげ、RC 梁の耐力や曲げ補強用シートの付着性能向上性について実験的に検討した。

2. 実験概要

実験は表-1 に示す補強材料、補強方法を変化させた 7 種 14 体で行った。補強した全試験体の底面には表面処理としてチッピングを施し、引張耐力が 883kN/m 程度の AFRP シート（目付け量 623 g/m²）または CFRP シート（目付け量 445 g/m²）を梁中央部 250cm×13cm の領域に貼りつけて曲げ補強している。本実験ではさらに付着性能を向上させるために曲げ補強用 FRP シートの上から FRP シートを U 字型に巻き付けている。ゼブラ補強の場合は 3cm 幅の FRP シートを 6cm 間隔で、全面補強の場合は 30cm 幅のシートを隙間なく巻き付けている。なお、全面補強の補強量はゼブラ補強の 4 倍となっている。

図-1 に試験体の配筋及びゲージの添付位置を示す。

本研究では歪ゲージを曲げ補強用シートの中心線上に 18 ～ 24 点取り付け、シートの歪を測定している。使用したコンクリートの実験時の平均圧縮強度は 28.15 MPa、弾性係数は 23.93 GPa である。表-2 に本実験に用いた FRP シートの力学的特性を示している。

3. 実験結果および考察

3.1 荷重-変位関係

本実験では試験体によるばらつきを検討するため各ケース 2 体ずつ実験を行っているが、荷重-変位関係には大きなばらつきが無いことを確認している。図-2 に各試験体（1 体目）の荷重-変位関係を示す。曲げ補強した試験体はいずれも主筋降伏後も荷重は増加し、最大荷重近傍で底面シートの破断または剝離によって急激に低下し、無補強の試験体の荷重-変位曲線にすりつく形で実験終了に至っている。

表-3 に実験結果の一覧を示す。なお、実験結果の値は各ケース 2 体の平均値である。U 字型補強した試験体で荷重が大きく増大していることから、本実験では FRP シートによる U 字型補強の有無が耐力の向上に大きな影響を与えていることが分かる。なお、CFRP シートを用いた場合には C-Z、C-A の間で U 字型補強効果が示されていない。一方、AFRP シートを用いた場合には U 字型補強量による耐力の向上効果が現れているようである。

表-1 試験体一覧

試験体名	補強材料	補強方法	U 字型補強部の体積補強割合 (%)
N	無補強	—	—
A	AFRP シート	底面のみ	—
A-Z		底面+ゼブラ補強	0.118
A-A		底面+全面補強	0.488
C	CFRP シート	底面のみ	—
C-Z		底面+ゼブラ補強	0.069
C-A		底面+全面補強	0.285

* 各ケース 2 体ずつ実験を行っている

表-2 FRP シートの力学的特性

補強材	弾性係数 (GPa)	引張強度 (GPa)	破断歪 (μ)
AFRP シート	126.51	2.48	19,600
CFRP シート	230.46	4.07	17,700

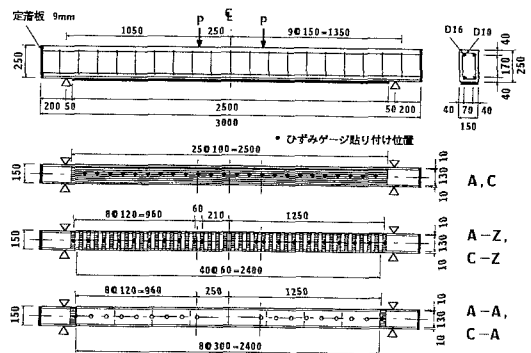


図-1 試験体の配筋およびゲージ位置

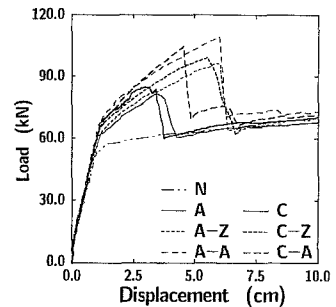


図-2 荷重-変位関係

キーワード：FRP シート、曲げ補強、U 字型付着補強、付着抵抗長さ、付着強度

連絡先 〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 Tel 0143-47-3168 Fax 0143-47-3169

3.2 曲げ補強用シートの歪分布性状

図-3に各試験体の最大荷重時近傍における曲げ補強用シートの歪分布性状を示す。A、C試験体の場合には図中に等曲げ部の歪の平均値（以後、平均歪）を示した。一方、FRPシートでU字型補強した試験体の場合は、曲げ補強用シートの剥離が認められず、等曲げ部のシート破断で終局に至っているため計測器の制約上17,000 μ 以上の正確な歪測定は不可能であった。このため、等曲げ部の歪をFRPシート公称破断歪（表-2）と仮定している。また、歪が載荷点からほぼ0に収束する位置までの距離（以後、付着抵抗長さ）も示している。

A-Zの場合を除いて、各ケース2体の歪分布性状はほぼ同様であることが分かる。U字型補強した試験体は曲げ補強用シートの破断により実験を終了したため、U字型補強をしていない試験体よりも全体的に大きな歪が発生していることが分かる。

3.3 FRPシートの付着性状

表-4に図-3から得られるFRPシートの付着性状に関するデータを整理した。ここで、平均付着抵抗長さには各試験体の左右の平均値を用い、平均歪はA、C試験体では図-3に示した等曲げ部での歪の平均値、他の試験体ではFRPシートの公称破断歪とした。表には、各ケース2体の平均値を示している。また、平均付着強度は平均歪に曲げ補強用シートの弾性係数と断面積を乗じて平均引張力を求め、それを各試験体の付着抵抗面積（平均付着抵抗長さ×区間での曲げ補強及びU字型補強シートの全接着面積）で除したものである。

曲げ補強用シートが破断したU字型補強試験体において、全面補強した場合がゼブラ補強した場合よりも平均付着抵抗長さが極端に短くなっている。これは、1)ゼブラ補強の場合には曲げ補強用シートの付着領域が広いことより、曲げ補強用シート破断時の引張力と付着領域全体で抵抗する力が釣合い状態になっている、2)一方、全面補強の場合にはU字型補強が効率的に作用し、狭い領域における付着抵抗のみで曲げ補強用シート破断時の引張力に達したことを意味しているものと考えられる。これより、U字型補強量によって必要定着長は変化し、十分なU字型補強を行うことで必要定着長を小さくできることが分かる。また、U字型補強した試験体は曲げ補強用シートが破断したため、平均付着強度は0.3~0.4MPa以上であり、ほぼ同等なものとなっている。

4. まとめ

- (1) U字型補強を行うことによりRC梁の耐力及び曲げ補強用シートの付着性能は向上する。
- (2) U字型補強量を多くすることで、必要定着長を小さくすることができる。
- (3) U字型補強を行いシート破断した試験体のU字型補強を含む全面積で評価した平均付着強度は0.3~0.4MPa以上であった。今後、曲げ補強用シートの目付量を増加させ、U字型補強下における最大平均付着強度を検討する予定である。

表-3 実験結果の一覧

試験体名	最大荷重 (kN)	最大荷重時変位 (cm)	FRPシートの状況	
			曲げ補強用シート	U字型補強シート
N	67.27	(10.02)	—	—
A	80.41	3.45	剥離	—
A-Z	96.01	6.09	破断	隅角部で破断 スパン方向に割裂
A-A	110.82	6.07		
C	83.45	2.98	剥離	—
C-Z	101.01	5.32	破断	隅角部で破断 スパン方向に割裂
C-A	103.66	4.37		

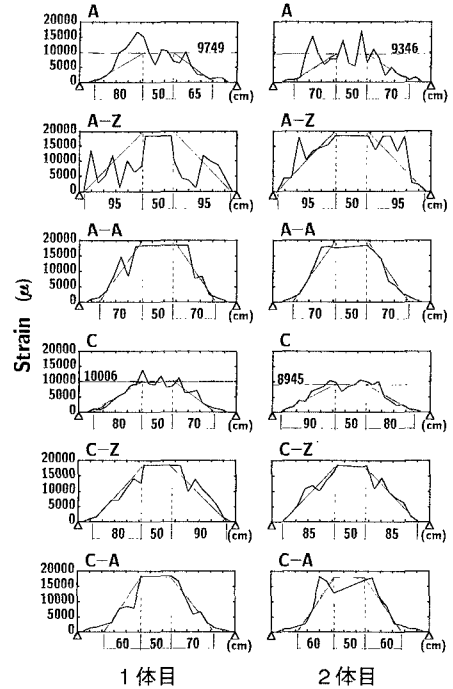


図-3 曲げ補強用シートの歪分布

表-4 シートの付着性状

試験体名	平均付着抵抗長さ (cm)	平均付着抵抗面積 (cm ²)	平均歪 (μ)	平均引張力 (kN)	平均付着強度 (MPa)
A	71.3	927	9,548	67.67	0.73
A-Z	95.0	3649	19,600	139.10	0.38以上
A-A	72.5	4628			0.30以上
C	80.0	1040	9,476	70.41	0.68
C-Z	87.5	3361	17,700	131.30	0.39以上
C-A	61.3	3910			0.34以上