

V-426

各種 FRP シートを用いた RC 梁の曲げ補強効果

室蘭工業大学 学生員 佐藤 大
三井建設(株) 正員 三上 浩
室蘭工業大学 正員 岸 徳光
室蘭工業大学 正員 松岡 健一

1. はじめに

本研究は、RC 梁に FRP シートを貼り付けた場合の曲げ付着性状を実験的に検討したものである。特に、本研究ではシートの材料特性および目付け量に着目して検討を行った。

2. 実験の概要

試験体の一覧を表-1に示す。試験体は無補強の梁を含めシート材料が2種類、シート目付け量が3種類の合計7種類である。なお、試験体はA415を除き各ケース2体製作した。

図-1に試験体の形状寸法とFRPシートの貼り付け状況および配筋とシートに取り付けた歪ゲージの位置を示す。用いたコンクリートの実験時の材令は32日で、平均圧縮強度は24.81MPa、弾性係数は22.36GPa、ポアソン比は0.22である。なお、 a/d （せん断スパン比）は5.0となるよう載荷幅を50cmとした。表-2に補強材の力学的特性を示す。

3. 実験結果及び考察

3.1. 荷重-変位関係

図-2に各ケース2体の荷重-変位関係の実測値と解析値を示す。いずれの梁も無補強と異なり、主筋降伏後も顕著に荷重が増加し、最大荷重近傍でシートが破断もしくは剥離が生じて荷重が急激に低下している。その後はほぼ無補強の梁の荷重-変位関係にすりついている。なお、A200、C300ではシート剥離時の変位量に若干の差がみられるが、各ケース2体の実験結果は比較的良好に対応している。実測値と解析値を比較すると、A623の主筋降伏後の第2勾配に差がみられるものの両者はほぼ良好に対応していることが分かる。解析は前述したコンクリートおよび補強材の力学的特性を用い、鉄筋の降伏荷重を材料試験結果の平均値である0.39GPaとして断面分割法を用いて行った。分割数は5mm間隔の50分割である。

表-3に各ケース2体の平均値を用いた実験結果を示す。また、図-3に換算シート厚さ t_n と最大荷重および最大荷重時変位の関係を示す。ここで、 t_n はアラミドシートと炭素シートを同列に評価するため、下式のように鋼材との弾性係数比を考慮した換算厚さである。

$$t_n = \text{シートの厚さ} \times \frac{\text{FRPシートの弾性係数}}{\text{鋼材の弾性係数}}$$

なお、C145(図中(■))はシート破断を示し、他は全て剥離している。

これより、換算厚さ t_n が0.2mm程度まではシート材料の違いによらず最大荷重は線形的に増加している。また、 $t_n \approx 0.3$ mmの場合を除きアラミドシートを用いた方が炭素シートを用いた場合よりも最大荷重は大きい。

表-1 試験体一覧

試験体名	補強材料	シート目付け量 (g/m^2)	シート厚さ (mm)
N	—	—	—
A200	アラミドシート	200	0.138
A415		415	0.286
A623		623	0.429
C145	炭素シート	145	0.081
C300		300	0.167
C445		445	0.248

表-2 補強材の力学的特性

補強材	弾性係数 (GPa)	引張強度 (GPa)
アラミドシート	126.51	2.48
炭素シート	230.46	4.07

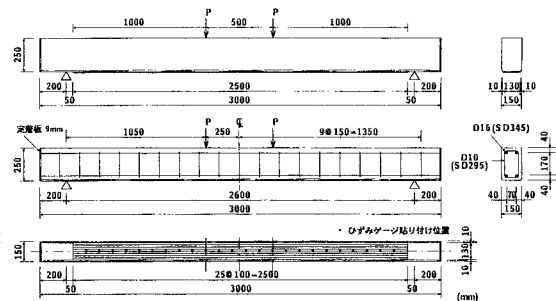


図-1 試験体の形状寸法および配筋とゲージの位置

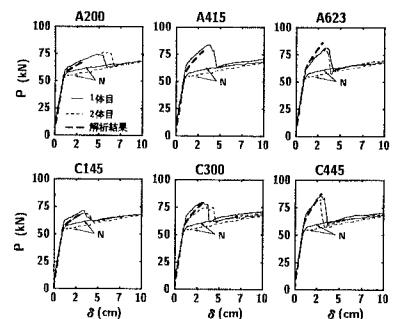


図-2 荷重-変位関係

キーワード：曲げ補強、FRP シート、目付け量、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

一方、最大荷重時変位はアラミドシートを用いた方が炭素シートを用いた場合よりも全般的に大きく示されている。

3.2. FRP シートの歪分布性状

図-4 に各試験体の最大荷重時近傍におけるシートの歪分布性状を示す。なお、図中には歪が載荷点から

に収束し 0 する位置までの距離（以後、付着抵抗長さ）と等曲げモーメント区間内の 6 点の歪の平均値（以後、平均歪）を示した。これより、C300 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。

表-4 に図-4 から得られる FRP シートの付着性状を取りまとめた。ここで、平均付着抵抗長さ $\bar{t}_n$ と平均歪は、各ケース 2 体の平均値で整理している。平均引張応力は平均歪に各 FRP シートの弾性係数を乗じて求めた。また、平均付着強度は平均引張応力にシートの厚さを乗じて単位幅当たりの平均引張力を求め、それを平均付着抵抗長さで除した値である。

図-5 に付着性状に関する各項目と換算厚さ t_n の関係を示す。これより、各値とも t_n が同等の場合シート材料の違いに関わらずほぼ同様であることが分かる。また、平均付着抵抗長さ、平均歪及び単位幅当たりの平均引張力については t_n の増加によってほぼ線形に増加または減少することが分かる。平均付着強度に関しては換算厚さ t_n が 0.1 mm 程度と薄い場合を除き 0.7~0.8 MPa 程度に収束するようである。

3.3. まとめ

RC 梁に FRP シートを貼り付けて曲げ付着性状を実験的に検討した。本研究では特にシートの材料特性および目付け量が曲げ付着性状に与える影響に着目して検討を行った。本実験の結果から以下のようなことが明かとなった。

- (1) 炭素繊維シートで補強した場合、換算厚さ t_n が薄いときアラミドシート補強した場合よりも小さな荷重および変位でシートが破断する可能性がある。

- (2) シートの目付け量（換算厚さ）が増加することで、平均付着抵抗長さ（必要定着長）は増加し、シートに発生する歪（引張応力）は低下する。なお、平均付着強度は 0.7~0.8 MPa 程度であった。

表-3 実験結果の一覧

試験体名	最大荷重 (kN)	最大荷重時の変位 (cm)	シート剥離 (破断) 時の変位 (cm)	実測第 2 勾配 (kN/cm)	シートの状況
N	67.3	10.00	—	1.51	—
A200	75.1	5.17	5.94	3.92	シート剥離
A415	83.4	3.72	4.33	7.35	
A623	80.4	3.45	3.76	7.65	
C145	69.7	3.34	3.58	4.56	シート破断
C300	77.1	3.39	4.07	6.03	シート剥離
C445	83.4	2.98	3.19	8.63	

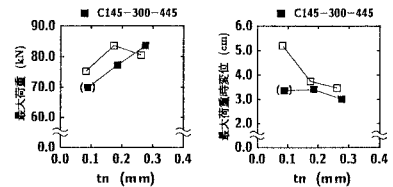


図-3 実験結果

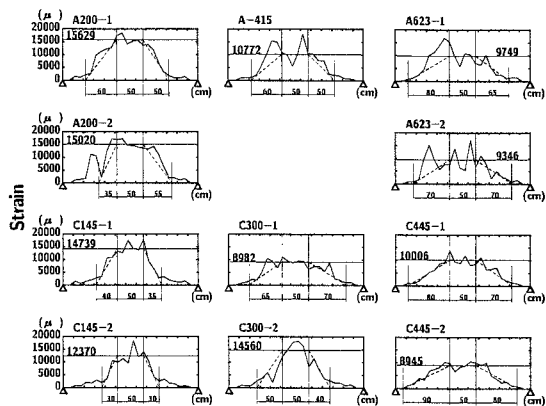


図-4 シートの歪分布

表-4 FRP シートの付着性状

試験体名	平均付着抵抗長さ (cm)	平均歪 (μ)	平均引張応力 (MPa)	単位幅当たりの平均引張力 (kN/cm)	平均付着強度 (MPa)
A200	50	15,325	1916	2.64	0.53
A415	55	10,772	1363	3.90	0.71
A623	71	9,548	1208	5.18	0.73
C145	34	13,555	3124	2.53	0.74
C300	56	11,771	2713	4.53	0.81
C445	80	9,476	2184	5.42	0.68

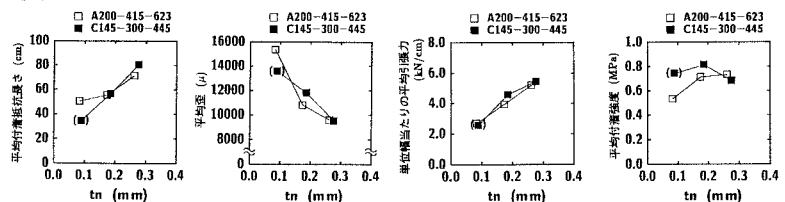


図-5 シートの付着性状