

第Ⅴ部門 実橋梁を模擬した RC 部材におけるシート接着補強の評価

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○野中 秀一 神戸大学大学院 正会員 森川 英典
神戸大学大学院 学生員 彭 丰 神戸大学大学院 学生員 竹内 翔

1. はじめに: 近年、コンクリート構造物の補強方法として連続繊維シート（以下シート）接着補強工法が注目されている。本研究では、実橋梁におけるシート接着補強の評価を行うことを目的とし、実橋梁を模擬した大型 RC 部材の静載荷試験を行った。シート接着補強に及ぼす部材寸法の影響に関する検討は多くの研究機関¹⁾、²⁾で行われているが、そのほとんどが実橋梁と比較してスパンおよび断面寸法が小さい小型供試体によるもので、せん断破壊の影響を受けやすく、部材降伏時における曲率が大きい部材であることから、本研究では実橋梁に近い部材降伏時曲率を有し、せん断破壊の影響が小さい大型 RC 部材における検討を行った。

2. 試験要因: 本試験で使用した供試体の概略図を図-1に示す。既往の研究¹⁾において部材降伏時の曲率によってシート付着構成則に違いが生じるとされていることを考慮し、実橋梁に近い部材降伏時曲率

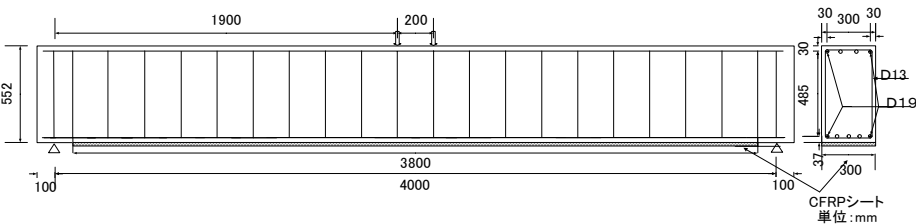


図-1 供試体概略図

を有するように設計し、シートのはく離に影響を及ぼすと考えられるその他の要因（主鉄筋かぶり、剛性補強量、せん断スパン比）を既往の研究¹⁾における小型供試体と同様になるように設計した。供試体断面は断面（幅×高さ）が 300×552mm、長さが 4,200mm の RC はりで、スパン長は 4,000mm とした。鉄筋は図-4.2.1 に示すように、D19 鉄筋を引張側に 5 本、圧縮側に 4 本配置し、D13 スターラップを 200mm 間隔で配置した。CFRP シートは幅 270mm、長さ 3,800mm のものを使用し、供試体下面の全面にプライマー、不陸修正材であるパテの順に施工した後、貼付けた。また、載荷方法は等曲げ区間が 200mm の 4 点曲げ（a/d=3.88）で試験を行った。使用したパテおよび CFRP シートの性質を表-1 に示す。ただし表-1 では、炭素繊維シートは含浸接着剤により結合された炭素繊維強化プラスチックシート（CFRP シート）として機能するため、樹脂による含浸・接着後の性質を示している。

3. 試験結果および考察: 試験結果を表-2、荷重-たわみ関係を図-2 に示す。部材降伏とは荷重-中央たわみ関係において急激に傾きが変化する点と定義する。表-2 および図-2 より、この供試体はシートを完全接着と仮定して得られた計算耐力に近い最大荷重を示していることが確認できた。また、この供試体はシートの全面はく離に至らず、供試体中央から 300mm 付近まで剥離が進展した後、片側においてシートの一部が破断し、その後、最大荷重を記録した後にシートが全幅において破断した。

図-3 にひび割れ性状を、写真-1 に破壊面の性状を示す。図-3 より、シート付着力に伴うせん断力による斜めひび割れが多く発生していることがわかる。また、供試体の両面のひび割れ性状に違いが見られ、片面のみでブロック化が確認できた。また、写真-1 および実験時の状態より、シートの破断はブロック部の近傍で発生した後、供試体

表-1 パテの性質およびシート引張試験結果

	圧縮強度 (N/mm ²)	圧縮弾性率 (N/mm ²)
パテ	71.9	5.18×10 ³

繊維の種類	設計厚さ (mm)	引張弾性率 (N/mm ²)	引張剛性 (N/mm)	引張強度 (N/mm ²)	破断ひずみ (%)
炭素繊維シート	0.167	252552	42176	4485	1.7×10 ⁴

表-2 試験結果

部材降伏 荷重(KN)	部材降伏時 たわみ	最大荷重 (KN)	最大荷重時 たわみ(mm)	計算耐力 (シート破断)	最大シート ひずみ(μ)	全面はく離 時
320.4	10.78	357.8	20.25	377.2	17012	—

の全面に渡って徐々に進行していったことが確認できている。

図-4 にシート破断直前における、鉄筋ひずみ分布およびシートひずみ分布を示す。図-4 より、引張鉄筋は中央部のみに降伏に至り、供試体中央から 250mm 付近において塑性ヒンジを形成していたと考えられる。また、シートひずみ値は主鉄筋が降伏していると考えられる供試体中央部のみ大きな値を示し、塑性ヒンジ近傍（供試体中央から約 250～450mm）において有効付着部を形成していることがわかる。また、形成された有効付着部は遷移することなく、供試体の正側においてシートの一部が破断に至り、その後、全幅において破断に至った

本供試体ではシートはく離の進展が生じず、シート破断により終局に至った原因の考察を行う。シート破断に至った原因の 1 つにブロック化が考えられる。既往研究^{1), 2)}においてもシートを部材下面全面に貼付けた場合、ブロック化が生じシート剥離が生じやすくなることが確認されている。本研究の供試体は供試体下面の全面にシートを張り付けていることから、ブロック化が生じやすい断面形状を有していたことが考えられる。しかし、既往研究^{1), 2)}においてブロック化が生じた場合、供試体全幅に渡ってブロック化が生じ、それに起因してシート剥離が進展したが、本研究の供試体はブロック化が生じたものの、ブロック部は供試体幅の 1/4 程度に留まり、ブロック化部においてシート破断に至った。本研究の供試体は部材幅が大きかったために、シートの付着力に伴って生じるせん断力が、供試体側面に近い部分においてのみ供試体側面へ伝達されたために部分的なブロック化が生じたと考えられる。そして、ブロック化を生じていない残り 3/4 の部分において剥離が進展しなかったために、ブロック化発生部のシートは引張力を受けた状態で、ブロック部による面外方向へのせん断力を受け、破断に至ったと考えられる。以上より、本供試体のように桁高が高く、幅も大きい場合、シートはく離の進展への抵抗力は大きい、部分的なブロック化が生じ、局所的な応力が発生しやすくなると考えられる。

4. まとめ:以下に本研究で得られた知見をまとめる。

- ・ 実橋梁に近い断面寸法を有する RC 部材においてシート接着補強を施した場合、シートはく離への抵抗力は大きくなるが、底面の全幅においてシート補強を施した場合、シートの付着力によるせん断力が供試体側面へ伝わることで部分的なブロック化が生じ、局所的な応力が発生しやすくなる。

謝辞: 実験に際してご協力いただきましたコニシ(株)、日鉄コンポジット(株)に深く感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 森川英典, 鴨谷知繁, 梶田宏行: 炭素繊維シート補強 RC はりのシートはく離特性の評価と分散ひび割れ型 FEM 解析への適用, 土木学会論文集, No. 802/V-69, pp. 15-31, 2005. 11.
- 2) 岸徳光, 三上浩, 栗橋祐介: FRP シート曲げ補強 RC 梁の耐荷性状および破壊形式の予測に関する実験的研究, 土木学会論文集, No. 711/V-56, pp. 91-109, 2002. 8

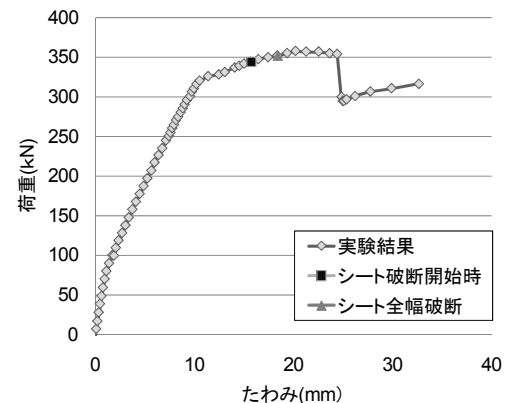


図-2 荷重-たわみ関係

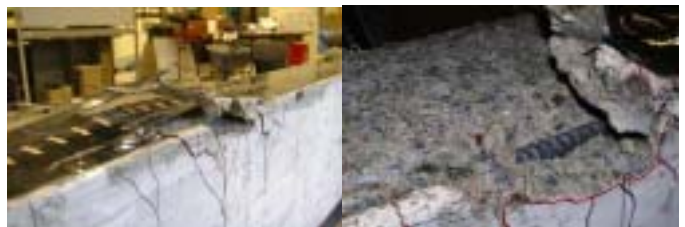


写真-1 破壊面の性状

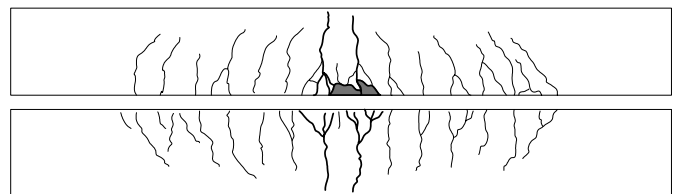


図-3 ひびわれ性状

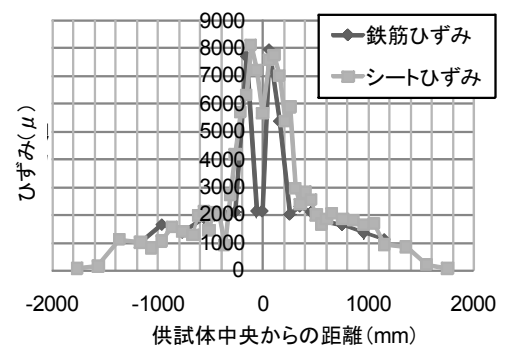


図-4 シート破断直前