

## 多軸炭素繊維シートの貼付け高さが鉄筋コンクリート梁のせん断補強効果に及ぼす影響

金沢工業大学大学院 工学研究科 学生会員 ○星野章仁  
 金沢工業大学 環境・建築学部 正会員 宮里心一  
 倉敷紡績(株) 技術研究所 正会員 堀本 歴

## 1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の維持管理には補修・補強が必要不可欠であり、補強方法の一つとして連続繊維シート接着工法が用いられている。この工法の特長は、施工が容易で、工費および工期を短縮できることである。しかしながら、繊維シートによる補強を行う際、1方向シートを複数層貼り付ける場合には工数が増え、織物の場合には繊維の方向が限定されるという短所が挙げられる。そこで、繊維の方向をある程度任意に設定でき、最大4方向(4層)に連続繊維を積層可能な“多軸繊維シート”を開発した。また、過去2年間の研究<sup>1)2)</sup>により、多軸繊維シートをコンクリートに貼り付けることが、圧縮、せん断および曲げに及ぼす補強効果を明らかにしてきた。

上述の背景を踏まえて、本研究では、多軸繊維シートの貼付け高さが鉄筋コンクリート梁のせん断補強効果に及ぼす影響について明らかにする。

## 2. 実験概要

コンクリートの示方配合を表1に示す。また、供試体概要を図1に示す。28日間の初期養生後、グラインダーにてケレン処理を行い、プライマーを塗り、含浸接着樹脂としてエポキシ樹脂を用いて、繊維シートを供試体側面の載荷スパン内に貼り付けた。繊維シートの貼付け方向は、主筋に平行を90°とした。ここで、シートに用いた炭素繊維の特性を表2に示す。また、図2に示すように、変位計、ひずみゲージおよびπ型ゲージを取り付け、ひずみや変位量を測定した。実験ケースを表3に示す。

## 3. 実験結果および考察

写真1にひび割れの発生について示す。これによれば、基準供試体ではせん断ひび割れのみ発生しているのに対し、シート補強を施した供試体では曲げひび割れを主としたひび割れの発生がみられた。このことから、シート貼付けに伴うせん断補強効果により、破壊モードが曲げ破壊に移行することがわかった。また何

表1 コンクリートの示方配合

| Gmax<br>(mm) | W/C<br>(%) | s/a<br>(%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |
|--------------|------------|------------|--------------------------|-----|-----|-----|
|              |            |            | W                        | C   | S   | G   |
| 20           | 50         | 44.85      | 180                      | 360 | 782 | 970 |

表2 炭素繊維の特性

| 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 引張強度<br>(GPa) | 引張弾性率<br>(GPa) |
|----------------------------|---------------|----------------|
| 1.82                       | 4.1           | 235            |

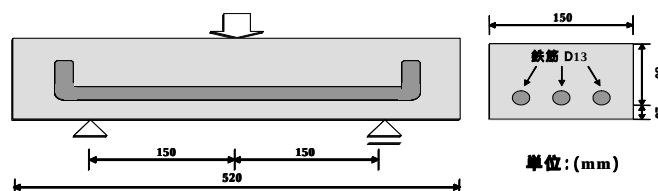


図1 供試体概要

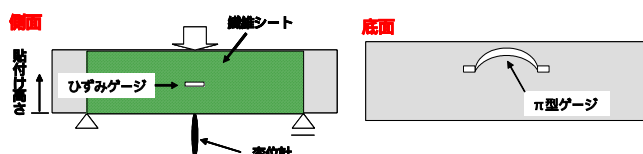


図2 測定概要

表3 実験ケース

| 実験ケース |                                                                                      |          | 最大<br>荷重<br>(kN) | 側面<br>中心<br>最大<br>ひずみ<br>(μ) | 底面<br>中央<br>最大<br>ひずみ<br>(μ) |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|------------------------------|------------------------------|
| No.   | 貼付け<br>高さ                                                                            | 繊維<br>方向 |                  |                              |                              |
| 1     | 高さ 4 cm                                                                              | 90°      | 111              | 433                          | 5280                         |
| 2     |  | ±45°     | 105              | 572                          | 5170                         |
| 3     | 高さ 7 cm                                                                              | 90°      | 105              | 945                          | 3610                         |
| 4     |  | ±45°     | 130              | 4923                         | 8980                         |
| 5     | 高さ 10 cm                                                                             | 90°      | 136              | 15868                        | 2870                         |
| 6     |  | ±45°     | 145              | 13821                        | 11810                        |
| 7     | 基準<br>(未補強)                                                                          | なし       | 98               | 238                          | 2160                         |

キーワード：繊維シート補強、多軸繊維シート、炭素繊維、貼付け高さ、せん断補強

連絡先：〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘7-1 TEL076-248-1305 FAX076-294-6713

れも、繊維シートの破断ではなく、はく離の進展によって終局に至ることが認められた。

図3に、最大荷重と貼付け高さの関係を示す。これによれば、貼付け高さを減少させた『高さ4cm』および『高さ7cm』の90°方向および±45°方向の双方で『高さ10cm』よりも、最大荷重は低いことがわかった。ここで、繊維シートの貼付け高さは、ひび割れ発生前の供試体中立軸35.2mmよりも高い。すなわち、引張側全面には繊維シートが貼り付けられているにも拘わらず最大荷重が低減した。したがって、繊維シートとコンクリートの定着面積が減少したことにより、せん断補強効果が低減したと考えられる。

図4に、側面中心最大ひずみと貼付け高さの関係を示す。これによれば、『高さ10cm』では、ひずみが15000 $\mu$ 程度まで増加しているが、『高さ4cm』および『高さ7cm』の90°方向および±45°方向の双方で、その3分の1以下になることがわかった。これは、供試体に生じたひずみを繊維シートがある程度は吸収してくれるが、貼付け高さを減少させたことにより繊維シートによるひずみの吸収率が低減したためと推察される。

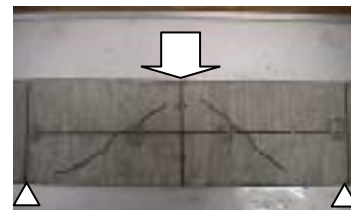
図5に、底面中央最大ひずみと貼付け高さの関係を示す。これによれば、『高さ4cm』および『高さ7cm』の90°方向および±45°方向の双方で、『高さ10cm』よりも、ひずみが減少することがわかった。これは繊維の定着面積が減少したことにより、せん断補強効果が低減したため、せん断破壊挙動が卓越し、底面中央ひずみが発生しにくくなったためと考えられる。

#### 4. まとめ

多軸炭素繊維シートを用いて、側面スパン内の貼付け高さを減少させた場合、繊維シートとコンクリートの定着面積が不足することにより、1軸および2軸の双方で、せん断に対する補強効果は低減した。

#### 参考文献

- 1) 堀本歴, 宮里心一, 保倉篤: 多軸繊維シートによるコンクリート部材の補強に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.1, pp.343~348, 2005.
- 2) 堀本歴, 宮里心一, 保倉篤: 炭素繊維/有機繊維複合シートによるコンクリート部材の補強に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, No.1, pp.425~430, 2006. など



(a) 基準【未補強】



(b) 高さ7cm【±45°方向】

注) 試験後にシートを人為的にはく離

写真1 ひび割れの発生

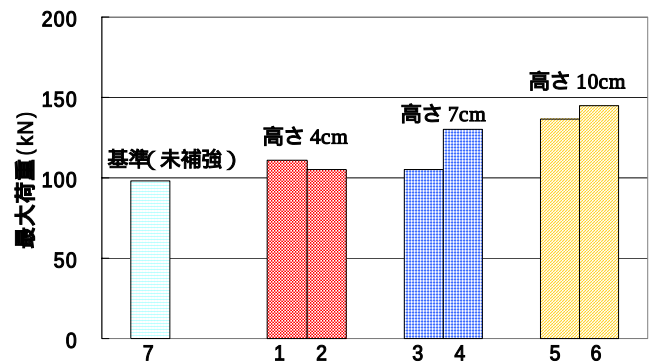


図3 最大荷重と貼付け高さの関係

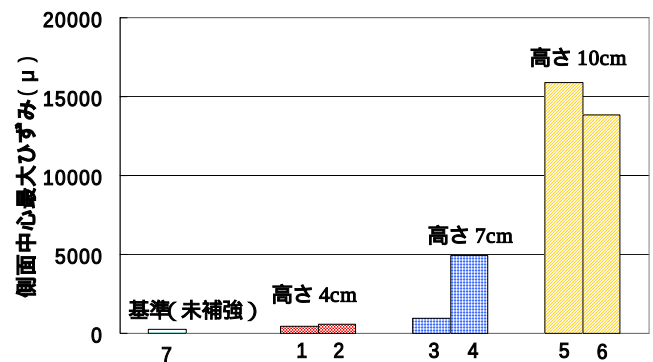


図4 側面中心最大ひずみと貼付け高さの関係

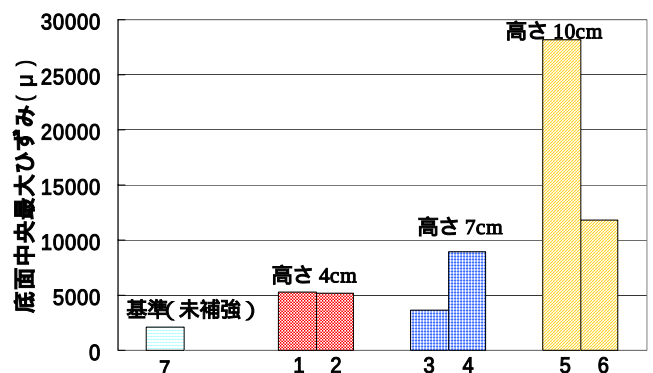


図5 底面中央最大ひずみと貼付け高さの関係