

V-350

カーボンファイバーによる既設構造物の補強効果に関する研究

大成建設技術研究所 正会員 宇治公隆

正会員 横田和直

1. はじめに

既往の研究 [1]において、シート状のカーボンファイバーを既設構造物の補強に使用することにより、断面を増加させず構造物のせん断耐力を向上できることが明らかとなった。本研究では、カーボンファイバーによる補強効果について既設構造物中の鉄筋と新設するカーボンファイバーシートの分担割合について実験的に検討した。

2. 試験概要

梁試験体の側面に一方向配列の帯状カーボンファイバーシートを貼付け、既設構造物中のスターラップとカーボンファイバーシートのひずみを測定した。試験体は表-1および図-1に示す5体である。No. 1~3はスターラップなしの試験体でカーボンファイバーシートの貼付け状況を変化させている。No. 1はカーボンファイバーシートを鉛直方向に貼付けたもの、No. 2はカーボンファイバー量を2倍にしたもの、No. 3は斜めひびわれに直交するようにカーボンファイバーシートを45°傾斜して貼付けたものである。一方、No. 4, 5はスターラップとカーボンファイバーシート両方でせん断に抵抗するものであり、No. 4はカーボンファイバーを側面に貼付けたもの、No. 5はカーボンファイバーを一周巻き付けたものである。No. 5試験体は図に示すごとくかどを半径30mmに整形し、応力集中しないようにした。スターラップは降伏応力度3400kgf/cm²のφ6mm筋を70mmピッチで配置し、カーボンファイバーシートは175g/m²あるいは350g/m²となるように、カーボン繊維を配列したもので、引張強度27000kgf/cm²である。なお、カーボンファイバーシートの貼付けにはエポキシ樹脂を使用した。試験は、せん断スパンけた高比a/d = 2.5とし2点集中荷重で最大荷重まで単調増加させた。試験時のコンクリートの圧縮強度は274kgf/cm²であった。

3. 試験結果

試験結果を表-1に示す。No. 1~3のせん断スパン中央部のカーボンファイバーのひずみと荷重の関係を図-2に示す。図よりカーボンファイバーのひずみは2P=5.5t程度までほとんど認められず、また1000μ程度までは顕著な相違は見られない。ただし、1000μ以降はカーボン量が2倍のNo. 2試験体はひずみの増加が小さく、斜めに貼付けたNo. 3はNo. 1, 2の中間に位置する。No. 1, 2について、測定できた最大の荷重2P=8.7t時のひずみで比較すると、No. 1が3260μであるのに対し、No. 2は1320μで40%程度の値となっている。ただし、No. 1, 2とも最大荷重は9.1tで同じ値を示しており、破壊はカーボンファイバーシートの剥離をともなうせん断破壊であっ

表-1 試験体要因および試験結果

No.	スターラップ	カーボン補強状況	斜めひびわれ荷重	最大荷重	備考
1	なし	側面貼付	3.3t*	9.1t	α=β>175 g/m ²
2	なし	側面2倍貼付	3.2*	9.1	α=β>350 g/m ²
3	なし	側面斜め貼付	3.5*	11.6	α=β>175 g/m ² 45°方向に貼付
4	あり	側面貼付	3.9*	13.0	スターラップφ6mm 70mm ピッチ α=β>175 g/m ²
5	あり	一周巻き	6.0*	12.8	スターラップφ6mm 70mm ピッチ α=β>175 g/m ²

*斜めひびわれ荷重はA E測定の結果より推定

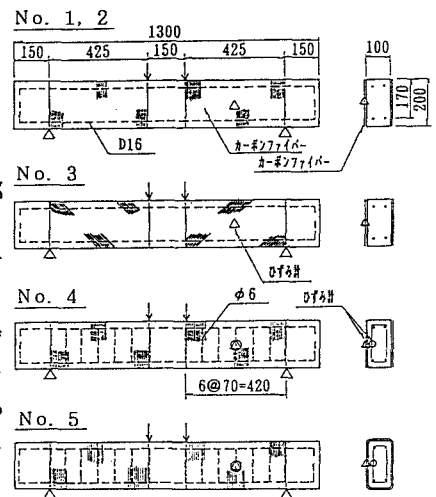


図-1 試験体形状・寸法

た。既往の研究のスターラップなしでカーボン補強なしの基準試験体が $2P=5.0\text{ t}$ でせん断破壊していることを考え合わせると、貼付けたカーボンファイバーが効き始めるのはコンクリートのせん断抵抗力を過ぎてからであり、またカーボンファイバーが受け持てるせん断力はカーボンファイバーとコンクリートとの付着性能に依存することがわかる。

No. 1, 3はカーボンファイバーの貼付け方向の違いを比較したものである。斜めひびわれに直交するようにカーボンファイバーを貼り付けたNo. 3の荷重 $2P=8.7\text{ t}$ 時のひずみは 1720μ であり、No. 1のひずみの50%程度である。また、最大荷重は 11.6 t であり耐力の向上が認められた。

カーボンファイバーを 175 g/m^2 貼付けたNo. 1, 3のカーボンファイバーの最大ひずみ量はそれぞれ 3570μ 、 3120μ であり、カーボンファイバーの引張り強度 27000 kgf/cm^2 から計算される最大ひずみ 12800μ に対し $1/4$ 程度のひずみで破壊を生じた。なお、既往の研究において行ったカーボンファイバーを一周巻き付けた場合には $1/2$ 程度のひずみで破壊に至っている。

No. 4, 5はスターラップを有する試験体にカーボンファイバーを貼付けたもの、および一周巻き付けたものである。試験体せん断スパン中央部の同位置での載荷荷重とスターラップ、カーボンファイバーのひずみとの関係を図-3に示す。カーボンファイバーの貼付けと巻き付けとの相違は認められず、試験体の側面に貼付けただけでも巻き付けと同様の性能を期待できる。スターラップは $2\text{ t}\sim 4\text{ t}$ 程度からひずみが増加しているのに対し、カーボンファイバーのひずみが増加するのはNo. 4が 7.5 t 、No. 5が 5.5 t 程度からであり、またひずみは急激に増加している。これは、カーボンファイバーがコンクリートに接着されているためコンクリートと同じ挙動を示すことになり、測定される値は斜めひびわれ部のひびわれのひらきに対応するためと考えられる。なお、試験時にはAE測定も合わせて行っており、No. 4が 7.6 t 、No. 5が 6.0 t で大きなカウント数を確認しており、ひずみが増加する荷重にほぼ一致している。

4. まとめ

以上の検討より、次のことが明らかとなった。

- 1) カーボンファイバーを試験体側面に貼付けることによりせん断耐力は向上する。ただし、カーボンファイバーとコンクリートとの十分な付着が必要となる。
- 2) カーボンファイバーを巻き付けた場合と、側面に貼付けた場合とは同様の荷重・ひずみ特性を示しており、側面に貼付けるだけでも巻き付けと同様の挙動を示す。
- 3) スターラップとカーボンファイバーのひずみは同じ位置においても値は相違しており、カーボンファイバーを鉄筋に換算してせん断耐力を評価するのは必ずしも適当ではない。
- 4) スターラップがある試験体のカーボンファイバーのひずみは、巻き付け、側面貼付けに関係なくひずみ発生後 2000μ 程度まで急激に増加する。
- 5) カーボンファイバーの挙動を検討するとともに、スターラップとカーボンファイバーの挙動を考慮したせん断算定式の検討が必要となってくる。

<参考文献>

- 1) 宇治 他：せん断耐荷機構におけるカーボンファイバーの効果，第45回土木学会年次講演会概要集V-277

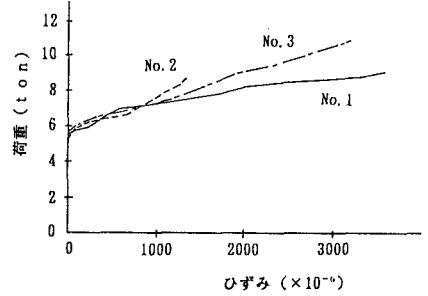


図-2 荷重・ひずみ曲線
(カーボンファイバー)

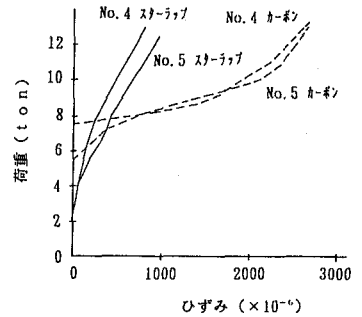


図-3 荷重・ひずみ曲線
(スターラップ、巻きファイバー)