

CFRP 格子筋と吹付けモルタルを用いたせん断補強法の補強効率の向上

大成建設 正会員 ○ 梁 俊
 首都大学東京 正会員 宇治 公隆
 大成建設 正会員 新藤 竹文

1. 目的

高強度で耐食性に優れる炭素繊維格子筋(以下 CFRP 格子筋と称する)とポリマーセメントモルタル (PCM) 吹付けとの併用による補修・補強工法は、梁のせん断補強に有効な工法であることが既往の研究で明らかになった¹⁾。ただし、CFRP 格子筋の引張強度を十分発揮する前に梁がせん断破壊しており、補強効率の向上が望まれる。本研究では、該当工法を梁などのせん断補強に適用した場合の補強効率を向上させる方法について検討した。

2. 実験概要

CFRP 格子筋によるせん断補強法の補強効率の向上を図るには格子横筋の剛性を高めることが有効であると考えられる。そこで、本研究では、表-1 に示す4体の試験体を用いて、格子横筋の剛性補強の有無によるせん断耐荷挙動について検討した。試験体の形状寸法、CFRP 配置状況を図-1 に示す。試験体は曲げ破壊を抑制し、せん断挙動を観察できるように、鉄筋比を4.78%とした。No.1は基準試験体で、CFRP 格子筋補強のない試験体、No.2はCFRP 格子筋で補強した試験体、No.3は上下端部の横筋の剛性を高めた CFRP 格子筋で補強した試験体、No.4は鉄筋格子(CFRP と同じ引張耐力となるように30mmピッチ)で補強した試験体である。試験体No.2, 3, 4は作製の6日後、投射密度 30kg/m²を目安としてスチールブラストを行い、その後 CFRP 格子筋(引張強度:1400N/mm², ヤング係数:100kN/mm²)をコンクリート部材の側面に配置し、PCM を20mm厚さで吹き付けた。コンクリートには、レディーミクストコンクリート(24-12-20N)を用いた。各種試験結果を表-2 に示す。また、鉄筋の物性を表-3 に示す。本実験は、2点集中載荷とし、曲げひび割れ発生後および斜めひび割れ発生後にそれぞれ5kNまで除荷し、その後終局まで漸増載荷した。

表-1 梁せん断実験試験体諸元

| No. | 補強筋 | 試験体寸法(mm) |
|-----|---|-------------------------------|
| 1 | D6@200mm, U形配置 | L2750×H500×W200 |
| 2 | CR8 (A _F =26.4mm ²)@100mm | L2750×H500×W240 吹付け厚:20×2面 |
| 3 | CR8 (A _F =26.4mm ²)@100mm 4×D6 剛性補強 | L2750×H500×W240 吹付け厚:20×2面 |
| 4 | D6@30mm, 格子状配置 D6@200mm, U形配置 | L2750×H500×W240 吹付け厚:20×2面 |

表-2 コンクリートおよびモルタルの物性

| 項目 | コンクリート | モルタル |
|----------------------------|--------|----------|
| 圧縮強度(N/mm ²) | 35.8 | 40.9 |
| 引張強度(N/mm ²) | 2.21 | 3.62 |
| 静弾性係数(KN/mm ²) | 30.1 | 15.0 |
| スランプフロー(mm) | 86.0 | 150(15打) |
| 空気量(%) | 4.6 | - |

表-3 鉄筋の物性

| 種類 | 品質 |
|-----|---|
| D6 | SD345, f _y =375N/mm ² , f _u =513 N/mm ² |
| D10 | SD295, f _y =366N/mm ² , f _u =500 N/mm ² |
| D32 | SD295, f _y =386N/mm ² , f _u =555 N/mm ² |

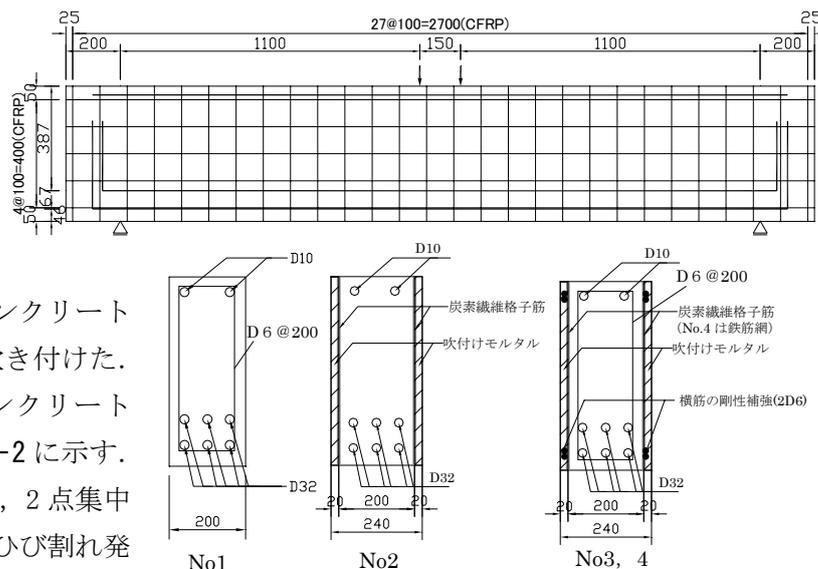


図-1 試験体の形状寸法及び配筋状況

キーワード：CFRP, 吹付けモルタル, 補修・補強, せん断補強

連絡先：〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター TEL045-814-7228

3. 実験結果および考察

図-2 にひび割れ状況図を示す。試験体 No. 2 はせん断スパン内に斜めひび割れが発生し、そのひび割れの幅が増加し最終的にせん断破壊を呈した。斜めひび割れが載荷点あるいは支点付近まで進展すると、ひび割れと縦筋端部との距離が小さくなり、すなわち格子縦筋の定着長が短くなり、格子筋の引抜き力を受け持っていたモルタルがコンクリートから剥離してせん断力に抵抗できなくなったと考えられる。試験体 No. 3, 4 は斜めひび割れが発生後、荷重の増加とともにせん断スパン全体にあらたなひび割れが分散して発生した。载荷中に、顕著なひび割れ幅の増加は見られず、突然曲げ圧縮破壊を生じた。なお、支点付近の格子縦筋近傍における吹付けモルタルの剥離状況は見られなかった。表-4 に実験結果を示す。CFRP 格子筋あるいは鉄筋網で補強した試験体 No. 2, 3, 4 の終局荷重は、無補強の試験体 No. 1 に比べて大きくなっている。試験体 No. 1 の終局荷重は、計算値と実験値がほぼ同じであり、計算上求めるスターラップのせん断力の分担は 86 kN となる。スターラップのない試験体 No. 2 の終局荷重にスターラップの効果 86kN を足すと 717 kN となる。横筋の剛性補強を行った試験体 No. 3 の終局荷重は 790kN であり、試験体 No. 2 よりも 1 割ほど高い終局荷重であった。これは補強に用いた格子筋の横筋剛性が大きくなることにより補強効果が向上したことを意味する。なお、試験体 No. 3 の終局荷重 790kN は圧縮破壊時の終局荷重であり、せん断耐力はさらに高いと言える。

計算による耐力の増加分に対する、実際の耐力の増加分の比を補強効率と定義した。CFRP 格子筋および鉄筋網により補強された各試験体の補強効率を式 (1) により評価し、図-3 に示す。

$$\gamma = (V'_{cs} - V'_{cs0}) / (V_{cs} - V_{cs0}) \times 100\% \quad (1)$$

ここに、 γ : 補強効率(%), V_{cs} : 終局荷重の計算値(kN), V'_{cs} : 終局荷重の実験値(kN), V'_{cs0} : 基準試験体の終局荷重(kN)

試験体 No. 4 は、鉄筋格子の横筋として 32 本(梁の両側面合わせて)が配置されている。一方、試験体 No. 3 は、剛性が小さい 10 本の CFRP 横筋に D6 の鉄筋計 8 本を合わせたもので、両者の剛性は大きく相違する。しかし、図-3 に示すように、試験体 No. 4 と試験体 No. 3 の補強効率には大きな差はない。すなわち、CFRP 格子筋の上下の横筋剛性のみ高めることで補強効率の向上を図ることができると考えられる。

4. まとめ

CFRP 格子筋と PCM を用いた補修・補強工法を梁部材のせん断補強に適用した場合の耐荷挙動について検討した。その結果、CFRP 格子筋の上下横筋の剛性を高め、部材端部での縦筋の定着能力を強めることで CFRP 格子筋と PCM を用いた補修・補強工法の補強効率を向上させることができることを明らかにした。

参考文献

1) 梁俊ほか：CFRP 格子筋と吹付けモルタルを用いたせん断補強に関する実験的研究，第 62 回土木学会年次学術講演会講演概要集，CD-ROM 版，第 5 部，pp745-746，2007. 9

表-4 実験結果

| No. | 曲げひび割れ発生荷重(kN) | | せん断ひび割れ発生荷重(kN) | | 終局荷重(kN) | | 補強効率(%) | 破壊形態 |
|-----|----------------|-----|-----------------|-----|----------|-----|---------|-------|
| | 計算 | 実験 | 計算 | 実験 | 計算(せん断) | 実験 | | |
| 1 | 64 | 110 | 272 | 220 | 449 | 450 | — | せん断破壊 |
| 2 | 104 | 100 | 327 | 340 | 1036 | 631 | 31 | せん断破壊 |
| 3 | 104 | 100 | 327 | 280 | 1122 | 790 | 51 | 圧縮破壊 |
| 4 | 104 | 110 | 327 | 310 | 1213 | 889 | 58 | 圧縮破壊 |

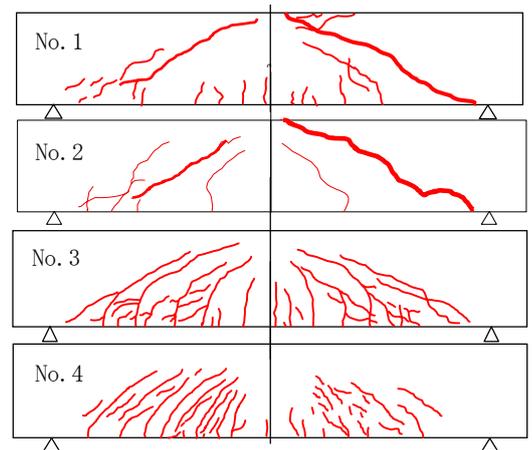


図-2 梁試験体のひび割れ状況

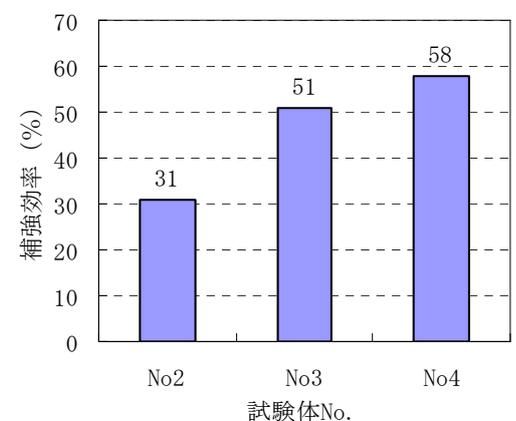


図-3 各試験体の補強効率