

V - 155

通電硬化型CFRPを用いたRC部材のせん断性状

鹿島技術研究所 正会員 奥村一正
 鹿島技術研究所 正会員 秋山 暉
 鹿島技術研究所 正会員 齊藤 宗
 住友化学工業㈱ 中村 宏

1. はじめに

これまでFRPは主に緊張材として研究開発が進められてきたが、耐久性の観点からは配置位置がよりコンクリート表面に近いせん断補強筋としての適用が望まれている。しかし、FRPは現場で加工することが困難であり、また、曲げ加工部の強度低下が大きいなどの問題が指摘されている。そこで、現場にロープ状で搬入し、炭素繊維の電気抵抗熱を利用し通電により任意の形状の補強材を製作でき、曲げ部における強度低下の小さなCFRPを開発した。本論文はこの通電硬化型CFRPの特性を示すとともにせん断補強筋に用いた梁部材のせん断性状を示すものである。

2. 通電硬化型のCFRP

2. 1 通電硬化

本補強材は炭素繊維のロープに熱硬化性樹脂を含浸させた物であり、炭素繊維の電気抵抗熱を利用し、ロープに通電することにより樹脂を硬化させCFRPとする。直径10mmのロープに対しては13~15A、1m当り10Vの通電を行うことにより150℃に温度上昇し、30分程度で硬化する。

2. 2 機械的性質

本補強材の加工後の機械的性質を表-1に示す。また、曲げ加工部の強度の確認を行うために、所定の半径を有する円盤にロープを添わせて通電加工し、所定の曲げ部を有する試験体を製作し、引張り試験を行った。これより、曲げ部の強度は曲げ内半径がCFRPの直径の6倍で純引張強度の100%、3倍で90%以上あることが確認された。さらに、コンクリートとの付着強度をCFRPの引き抜き試験により求めた。荷重と引き込まれ量の関係を図-1に示す。

表-1 CFRPの機械的性質

寸法 mm	引張強度 kgf/mm ²	弾性係数 kgf/mm ²	最大ひずみ %	引張耐力 tf
φ10	126	1.1×10^4	1.1	8.0

3. 通電硬化型のCFRPをせん断補強筋とする部材のせん断特性

3. 1 試験体

本補強材のせん断補強効果を確認する目的で梁のせん断実験を実施した。試験体の諸元は図-2に示す通りでコンクリートの実験時の圧縮強度は327kgf/cm²、最大骨材寸法20mmの普通コンクリートを使用した。主筋はSD345のD29を4本×2段に配筋した。

3. 2 実験結果

試験体はP/2=4tf（P：荷重、以下同様）程度で曲げひびわれが発生し、荷重の増加にともないひびわれ範囲およびひびわれ幅を広げ、20tf程度で斜めひびわれが発生した。この時のCFRPのひずみは、最大で0.25%程度に達した。その後は斜めひびわれが載荷点に向かい進展し、斜めひびわれの幅が増大するとともに、CFRPのひずみ

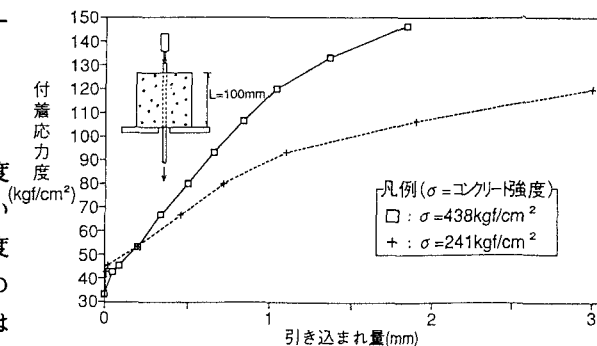


図-1 付着試験結果

も単調に増加した。最終的には、38tfのとき斜めひびわれがコンクリートの圧縮域を突き抜け、同時に数本のせん断補強筋が破断し、荷重が急激に低下した。なお、せん断補強筋の破断位置は斜めひびわれ位置であり、曲げ部で破断することはなかった。CFRPの破断時のひずみは、最大のもので0.7%程度に達した。この値はせん断補強筋の引張試験時の破断ひずみの65%程度である。変位の関係を図-3に、ひびわれ性状を図-4に、荷重とひずみの関係とトラス理論による計算結果を図-5に示す。なお、図-3にはせん断補強筋のない試験体の結果も合わせて示す。試験体の最大耐力はコンクリート標準示方書に示されるトラス理論に準ずる計算結果の73%である。計算結果と比べ最大耐力が低下した理由は、①せん断補強筋の強度を100%発揮させられなかったこと、②ひびわれ幅が大きく、コンクリートによるせん断耐力の分担分（骨材の噛み合わせ、圧縮域コンクリートのせん断抵抗）が低下したことなどが考えられる。①については破壊後の試験体を観察すると、せん断補強筋が破断位置で水平方向に数mmずれていることから、引張力以外の力の作用により引張強度が低下したことと、コンクリートの圧縮破壊が同時に起こっていることによると考えられる。今後、②を含めて、破壊メカニズムおよび耐力算定方法を検討する必要がある。

4. まとめ

通電硬化型CFRPはせん断補強筋として有効であることが確認され、これをせん断補強筋に用いた梁について以下の知見が得られた。

- (1) せん断補強筋の破断位置は曲げ部ではなく斜めひびわれ位置であった。
- (2) せん断補強筋のひずみはトラス理論値と似た傾向を示すが、最大ひずみが純引張の破断ひずみより低減することを考慮しておく必要がある。
- (3) 梁のせん断耐力は既存のRCの考えによる値の70%程度となる。これは、①せん断補強筋の強度が補強筋に作用する純引張力以外の作用力により低下したことと、②ひびわれ幅が大きく、コンクリートのせん断耐力の分担分が低下したことなどが原因と考えられる。耐力の算定方法は今後とも検討が必要である。

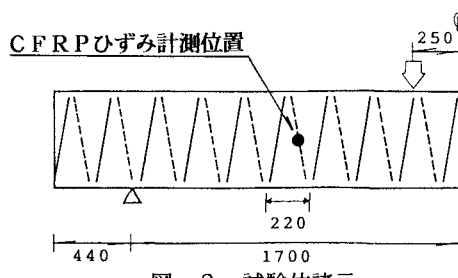


図-2 試験体諸元

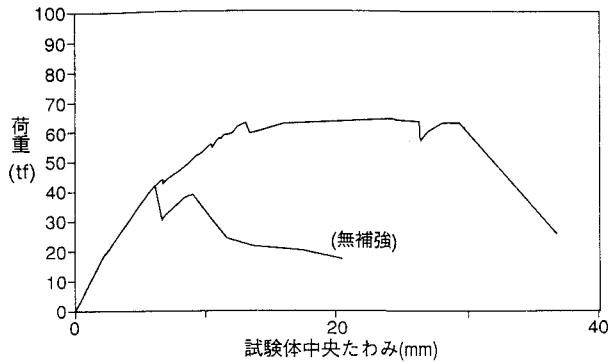


図-3 荷重と中央たわみの関係

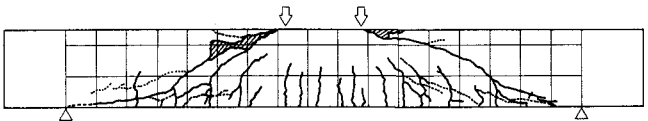


図-4 ひびわれ性状

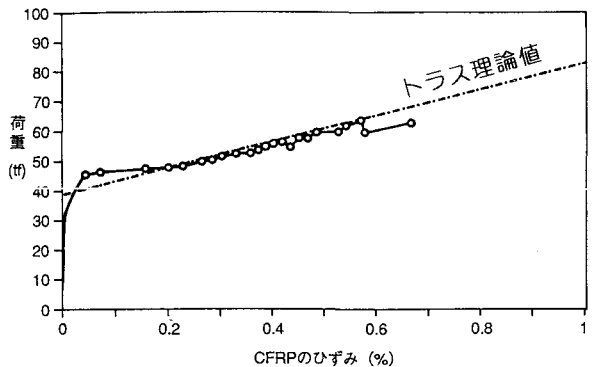


図-5 荷重とせん断補強筋のひずみの関係