

炭素繊維束で端部定着された炭素繊維グリッド板のせん断特性について

福山大学工学部 正会員 ○宮内 克之

StoCretec Japan (株) 下枝 博之

三島産業 (株) 三島 弘敬

新日鉄住金マテリアルズ (株) コンポジット社 小林 朗

1. はじめに

炭素繊維グリッド (CFG) 板の端部を炭素繊維束で固定し、ポリマーセメントモルタル (PCM) を乾式で吹き付ける定着方法でせん断補強された RC 部材の単調載荷試験を行い、CFG 板の定着方法の可否と補強部材の力学的挙動に関して検討した。また、提案方法を用いてせん断補強された RC 部材のせん断耐力が、既存の設計式で評価できるかどうかについて検討を行った。

2. 実験概要

試験体の概要を図-1に示す。試験体の左側せん断スパンのみを評価対象区間とし、CFG 板によるせん断補強は左側せん断スパンのみとする。CFG 板の筋 1 本当当たりの断面積は 26.4 mm^2 、格子間隔は 100 mm である。エポキシ樹脂を含浸させた定着用炭素繊維束の一端を CFG 板の最上下端の格点に結束し、3 格点分を一纏めにして定着用の孔にエポキシ樹脂で定着した。各格点に結束した炭素繊維束の量は、CFG 板の筋 1 本が有す引張耐力の約 1.0 倍 (試験体 C8C1) と約 1.15 倍 (試験体 C8C2) の耐力となる量とした。PCM の吹付厚さは 35 mm とした。

載荷は単純支持状態での二点对称載荷とした。載荷試験時における既設コンクリートおよび PCM の圧縮強度および弾性係数は、それぞれ 35.7 N/mm^2 、 31.1 kN/mm^2 および 77.8 N/mm^2 、 31.6 kN/mm^2 である。また、CFG の引張強度および弾性係数は、 $1,690 \text{ N/mm}^2$ 、 102 kN/mm^2 である。

3. 実験結果および考察

(1) 破壊状況

作用せん断力～スパン中央のたわみ量関係を図-2に、実験終了後のひび割れの様子を図-3に示す。両試験体とも、作用せん断力が約 350 kN あたりから、せん断ひび割れ幅が徐々に拡大した。最終的には、最大荷重を示した後、左側載荷点近傍のコンクリートの破壊が進み、荷重が低下した。試験体 C8C1 では、アーチ機構の形成による荷重の増加が確認された。

(2) CFG 板縦筋のひずみ

図-4は、図-1中の□の範囲の CFG 板縦筋のひずみ分布を示したものである。せん断ひび割れの発生が確認された荷重 400 kN あたりから、せん断ひび割れ発生位置に近い CFG 板縦筋のひずみが増大し始めた。最大荷重時の CFG 板縦筋のひずみは、両試験体ともに約 $10,000 \times 10^{-6}$ を示した。この値は、CFG 板縦筋の終局ひずみ $11,000 \times 10^{-6}$ に相当する値である。また、測定された最大ひずみの値は試験体 C8C1 で約 $17,500 \times 10^{-6}$ 、試験体 C8C2

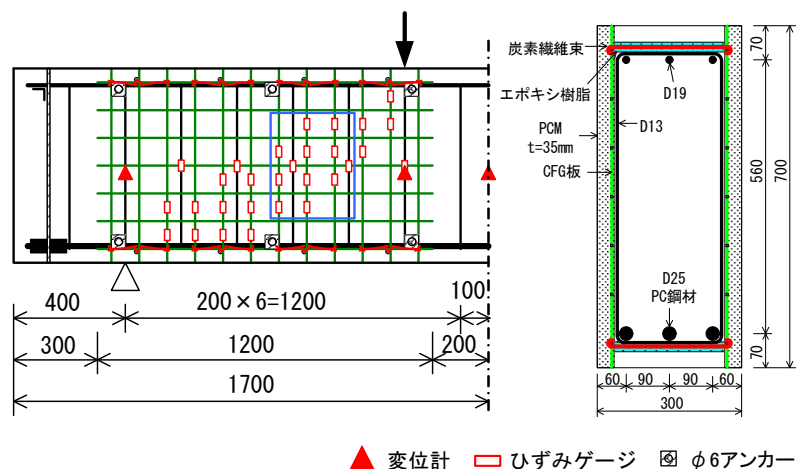


図-1 試験体の概要 (単位: mm)

キーワード: 炭素繊維グリッド, せん断補強, 定着, 乾式吹付け, 補強

連絡先: 福山大学工学部 〒729-0292 福山市学園町一番地三蔵: TEL 084-936-2111: FAX 084-936-2023

で約 $19,200 \times 10^{-6}$ であった。この値は、CFG の破断ひずみ $16,500 \times 10^{-6}$ を上回る値であり、定着が確実に機能しており、せん断補強用の CFG 板の性能が十分に発揮できているものと考えられる。

(3) せん断耐力の実験値と計算値との比較

実験における作用せん断力と土木学会コンクリート標準示方書に基づいて算定した終局せん断耐力および設計せん断耐力との比較を図-2中に示す。なお、補強用 CFG 板が負担する終局せん断耐力 V_{gu} に関しては式(1)により算定した。

$$V_{gu} = \frac{2A_g \times f_g \times \alpha \times K_g \times z}{s_g} \quad (1)$$

ここに、 A_g : 補強用CFG板縦筋1本の断面積 (mm^2)

f_g : 補強用CFG板縦筋の引張強度 (N/mm^2)

z : 偶力のアーム長 (mm)

終局せん断耐力の計算においては、強度などの材料特性は全て実際の値を使用し、材料係数、部材係数は全て 1.0 を使用した。また、設計せん断耐力の計算においては、強度などの材料特性は特性値を使用し、材料係数の値は標準示方書に定める値を用いた。部材係数に関しては全て 1.0 を使用した。CFG の終局時における引張強度の安全率は $\alpha=2/3$ を、CFG 板縦筋の強度の有効係数は $K_g=1.0$ を用いた。

試験体 C8C1 のせん断耐力の実験値は、終局せん断耐力の計算値よりも大きい値となった。アーチ機構の形成により、せん断耐力が上昇したことによるものと考えられる。一方、試験体 C8C2 のせん断耐力の実験値は、終局せん断耐力の計算値よりも多少小さい値となった。これは、実験における最終的な破壊形態が、載荷点近傍の圧縮側コンクリートの圧縮破壊であったことが影響しているものと考えられる。一方、両試験体の実験値における最大作用せん断力は標準示方書に基づいて算定した設計せん断耐力を大きく上回る結果となった。したがって、提案した定着方法により CFG 板端部を定着することにより、既存 RC 部材のせん断補強方法として効果的に機能するものと考えられる。

4. まとめ

提案工法によりせん断補強された試験体は、破壊に至るまで定着用炭素繊維束の損傷あるいは破断は確認されておらず、定着方法は効果的であるものと考えられる。また、提案工法でせん断補強された RC 部材のせん断耐力は、既存の計算式で評価が可能である。

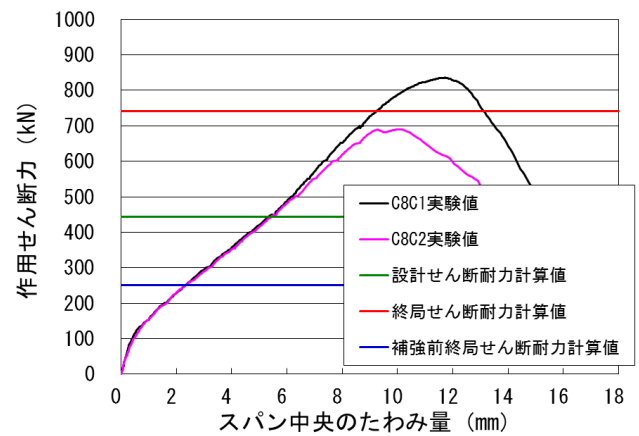
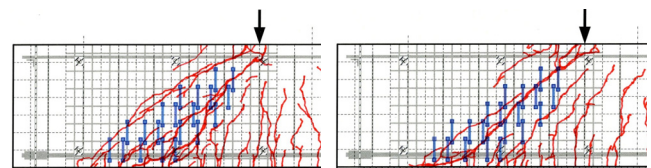


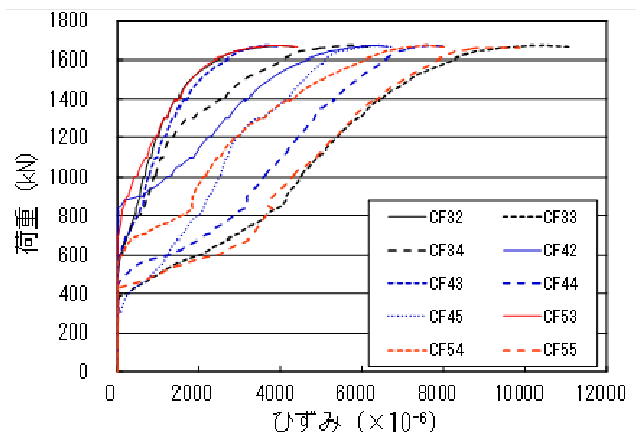
図-2 作用せん断力～スパン中央のたわみ量関係



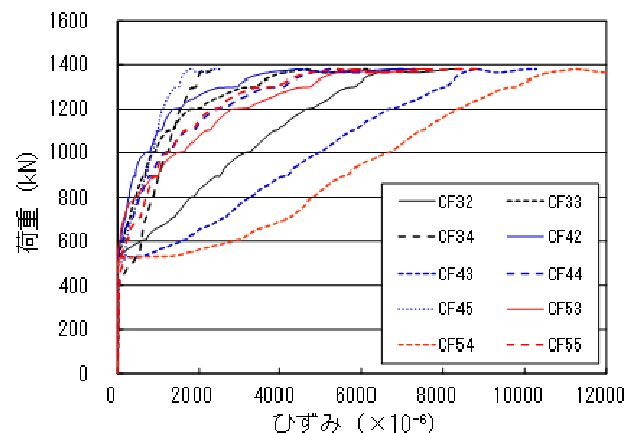
(a) 試験体 C8C1

(b) 試験体 C8C2

図-3 ひび割れの様子(実験終了後)



(a) 試験体 C8C1



(b) 試験体 C8C2

図-4 CFG 板縦筋のひずみの一例