積層使用された炭素繊維グリッドの力学的挙動について

福山大学工学部　　正会員　○宮内 克之
（株）クリテック・ジャパン　下枝 博之
新日鉄マテリアルズ（株）日鉄コンポジット社
小林　朗

１．はじめに

炭素繊維グリッドと乾式吹付け工法を用いた橋脚の耐震補強法の開発を行っている。炭素繊維グリッドを橋脚の耐震補強に使用する場合、ある程度の断面積（筋量）が必要となり、実施工では数枚積層して使用せざるを得ない場合も想定される。そこで実施工を考え、比較的太い筋の炭素繊維グリッドを 3 枚積層して使用した場合について力学的挙動を検討した。

２．実験概要

実験計画を**表－１**に、鉄筋および CFG の機械的特性を**表－２**に示す。また、試験体の概要を**図－１**に示す。試験体 C13-3, C16-3 は、既設コンクリート部材にそれぞれ CR13 または CR16 の CFG を 3 枚積層して設置し、その上から PCM を乾式で吹き付け既設断面と一体化したものである。実験時における既設コンクリートおよび PCM の圧縮強度は、それぞれ 41.3, 78.3 N/mm^2 である。

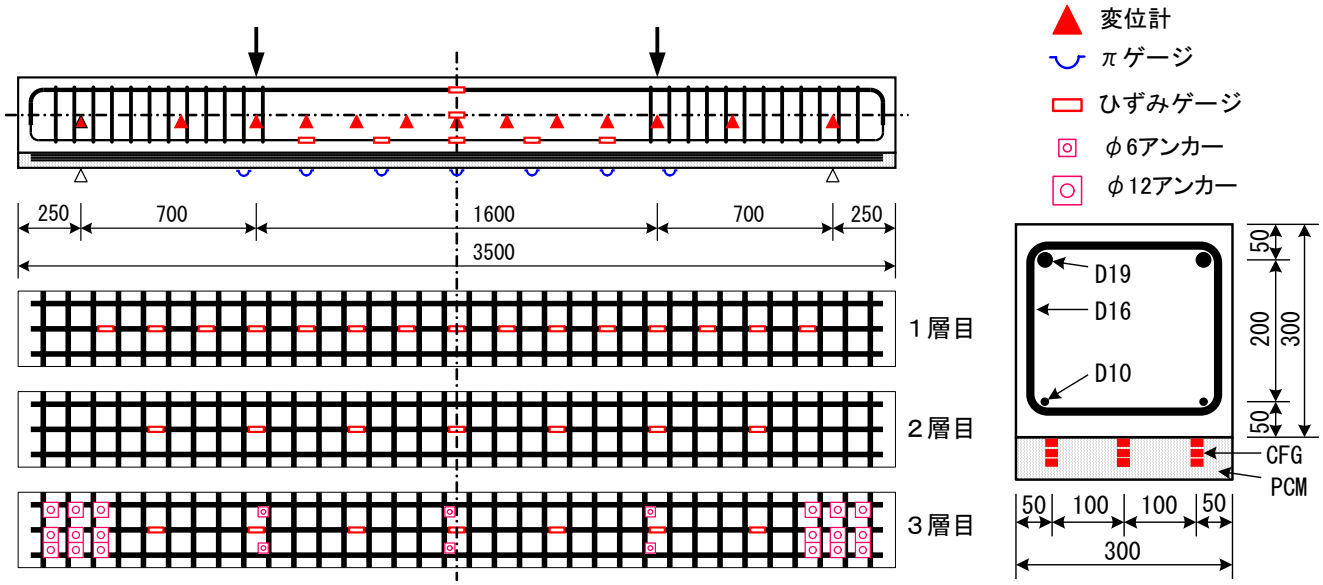
実験は単純支持状態での二点対称載荷とした。スパン中央のたわみ量による変位制御とし、所定の変位段階でひび割れ等の観察を行った。

表－１　実験計画

試験体	CFG	CFG の断面積	PCM の厚さ
C13-3	CR13	65.0 mm^2	57 mm
C16-3	CR16	100.0 mm^2	63 mm

表－２　材料の機械的特性

鉄筋／CFG	降伏強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	弾性係数 (kN/mm^2)
D19(SD345)	364	544	191
D16(SD345)	380	564	195
D10(SD295)	359	538	190
CR13	－	1,506	103.2
CR16	－	1,728	114.8



図－１　試験体の概要（単位：mm）

キーワード：炭素繊維グリッド，補強，曲げ補強，乾式吹付け
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

３．実験結果および考察

(1) 破壊状況

図－２に実験から得られた各試験体の曲げモーメント～曲率関係を示す。曲率はスパン中央およびスパン中央から±400, 600 mm の位置の 3 点のたわみ量から算定した平均曲率を示している。各試験体とも曲げモーメントが 25 kN・m を超えたあたりで引張縁の PCM に曲げひび割れが発生し、断面の剛性が低下している。その後、曲げモーメントが 100 kN・m 付近で引張鉄筋が降伏するが、CFG 断面に比べ引張鉄筋の断面が小さいため、曲げモーメント～曲率関係にはほとんど変化がない。最終的には両試験体とも CFG と PCM との界面、あるいは既設コンクリート部でせん断付着破壊を示した。

(2) 部材軸方向のひずみ分布

図－３は、部材軸方向の CFG のひずみ分布を、試験体 C13-3 について曲げモーメントが 100 kN・m の場合を示したものである。部材軸方向の CFG のひずみ分布は、ほぼ理論通りの台形分布を示した。試験体 C16-3 においても同様の分布形状を示した。

(3) 断面内でのひずみ分布

図－４は、部材断面におけるひずみの分布を試験体 C13-3 について示したものである。C13-3, C16-3 のどちらの場合も、曲げモーメントが 100 kN・m 付近までは平面保持が成り立っている。曲げモーメントが大きくなるとひび割れの発生により必ずしも正確なひずみが測定できていない可能性がある。しかし、ひずみは大よそ直線分布をしており、太い筋の CFG を積層使用した場合でも平面保持の仮定が成り立つと考えてよさそうである。

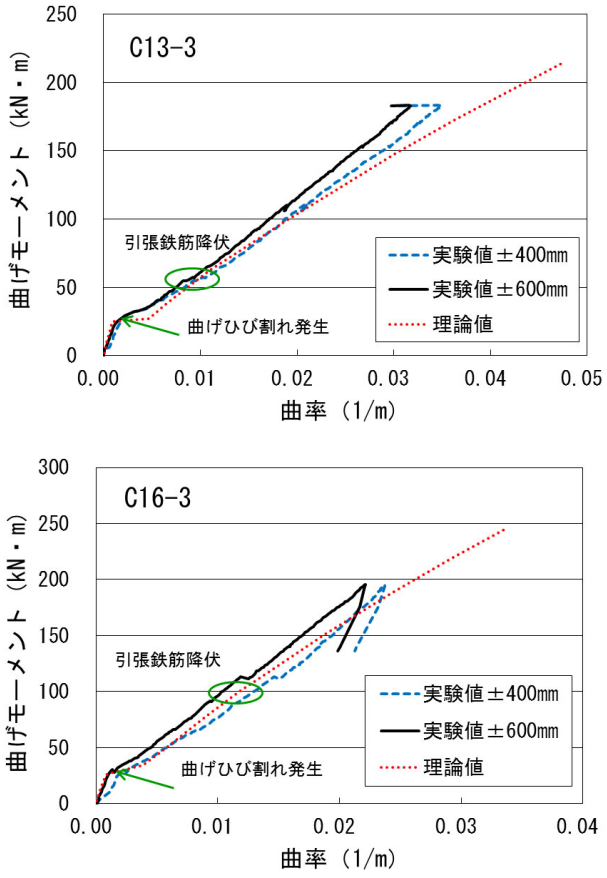
(4) 計算値との比較

図－２に曲げ理論による計算値と実験結果との比較を示す。計算には、実際の強度特性を使用した。断面の高さ方向の分割数は 72 とした。

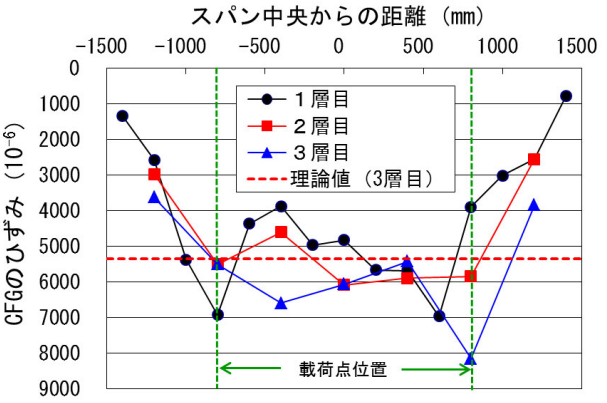
実験における試験体の破壊形式は曲げ破壊となっていないため、最大曲げモーメントおよび破壊近傍では多少開きがあるものの、計算結果は引張縁の PCM に曲げひび割れが入ったことによる剛性の低下を含め、ほぼ実験結果を表している。

４．まとめ

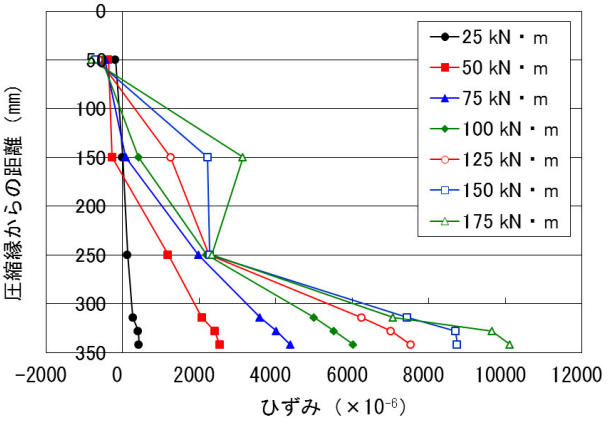
太い筋の CFG を積層使用した場合でも平面保持の仮定が成り立つと考えられる。また、曲げ理論により曲げモーメント～曲率関係を算定することが可能である。



図－２ 曲げモーメント～曲率関係



図－３ 部材軸方向の CFG のひずみ分布：C13-3



図－４ 部材断面におけるひずみ分布：C13-3