

九州大学工学部 正会員 鶴田浩章

九州大学工学部 正会員 牧角龍憲

九州大学大学院 学生員 丸目一弘

1. はじめに

繊維補強コンクリートの断面には一般に数本以上のFRPが配置されるが、それらが同一の応力状態になるか否かは設計上非常に重要である。すなわち、鉄筋補強の場合には1本に力が集中してもそれが降伏すれば他の鉄筋に力が再分配されるが、FRP補強の場合にはぜい性的に破断して力の再分配は行われなためFRP補強材群の応力状態を把握することが安全な設計を目指す上で不可欠である。これは炭素繊維ネット（以下CFNと略）においても同様であり、どのような状況で破断が生じるのか、また、力の再分配が行われるか否かを把握することが必要である。

本検討は従来用いてきた純引張試験法によるCFNの引張試験結果と曲げ载荷を用いたCFNの引張試験法の結果を比較して、FRPの引張性状を把握する試験方法について検討するものである。この曲げ载荷法は、従来の純引張方法では治具寸法や機能から供試体幅が制限されることや偏心が生じ易い点を改善するために採用した方法で、曲げ供試体中央部に切り欠きを設けて純引張法と同様の試験ができ、かつ、純引張法よりも簡便であることを目指したものである。

2. 実験概要

本実験に用いたCFNは“NS”と“DS”の2種類で、“NS”は24K 25mmメッシュ・からみ織り、“DS”は36K 30mmメッシュ・もしゃ織りのネットであり、いずれもヤング係数は $2.35 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ 、繊維の引張強度は 360 kgf/mm^2 である。図-1、2に供試体形状および寸法を示す。純引張法においては中央部に厚さ10mmの切り欠きを、曲げ载荷法では切り欠き無し、切り欠き高さ20mmおよび100mmの3種類を用意した。（“DS”は切り欠き高さ100mmのみ）载荷はともに100tonf万能試験機を用い、純引張法では供試体端部を特殊治具ではさみつけ純引張载荷し、曲げ载荷法ではスパン450mm、载荷スパン100mmの中央2点载荷を行った。両試験ともに、切り欠きをはさむ測定長100mmで変位計をセットし、CFNの滑り出し量を含む変位量を測定し、曲げ载荷法についてはスパン中央部のたわみも測定した。なお、コンクリート打設に際しては普通ポルトランドセメントを使用し、 $G_{\text{max}}=10 \text{ mm}$ 、 $W/C=40\%$ 、スランプ=8cmで行い、湿潤養生後、材齢7日で試験した。

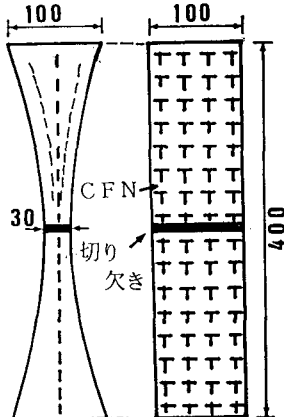


図-1 純引張法 供試体図（単位mm）

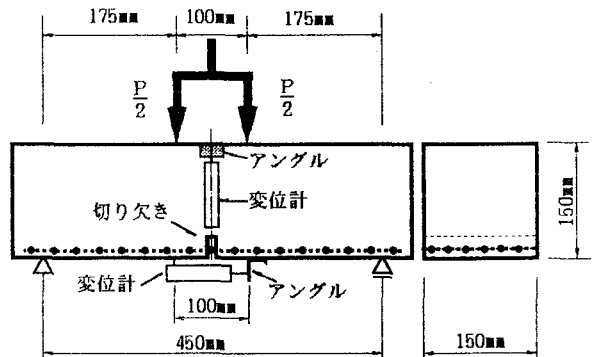
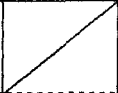
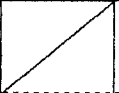
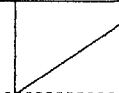
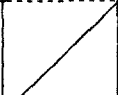
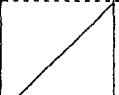
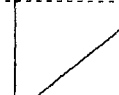


図-2 曲げ载荷法 供試体図および载荷状況

3. 実験結果および考察

表-1に結果を示す。ここでの算定繊維応力は引張力をCFNのみで受け持つと仮定した場合の $M = T \cdot z$

表-1 試験結果一覧

供試体No.		供試体 高さ (mm)	切り欠き 高さ (mm)	最大荷重 (kgf)	算定繊維応力 (kgf/mm ²)	切り欠き 変位 (mm)	最大たわみ (mm)							
曲 げ 載 荷 法	NS ①-1 2 3	150	20	1930 2940 3150	221.6 337.6 361.7	1.472 1.671 1.754	0.955 1.102 1.129							
	NS ②-1 2			切り欠き 無し	3100 3130	356.0 359.4	0.855 0.824	1.188 1.025						
	NS ③-1 2				100	2710 2780	311.2 319.2	1.658 1.714	1.081 1.136					
	DS ④-1 2 3 4 5	150	100	3000 3200 3000 3250 3260		276.5 294.9 276.5 299.5 300.5	1.682 1.690 1.922 1.496 1.764	1.034 1.061 1.198 0.983 1.096						
	純 引 張 法			NS - 1 2 3 4			920 730 1060 880	249.3 197.8 287.3 238.5	0.800 0.825 1.375 1.150					
							DS - 1 2 3 4 5				870 985 1020 960 1070	209.1 236.8 245.2 230.8 257.2	1.370 1.470 1.425 1.345 1.375	

のTより求めたものである。ここで切り欠き無しの算定繊維応力が最も大きくなっているが、これは引張部コンクリートの引張力がTに含まれていると考えられ、実際は若干低めの値になると言える。しかし、現時点では、その現象は把握できておらず、今後の検討課題である。また、このCFNの破断時の繊維応力の計算値は288kgf/mm²であるが、純引張法に比べて曲げ載荷法の切り欠き高さ100mmでは計算値に近く、ばらつきの少ない値を示している。また、“NS”に関して、図-3に切り欠き無しと切り欠き高さ20mmの場合の変位計により得られた荷重－変位量曲線を、図-4に切り欠き高さ100mmと純引張法の繊維応力－変位量曲線を示している。図-3から分かるように切り欠きを設けることによりコンクリートの抵抗を減じることができ、図-4のように切り欠き高さを中立軸近くまで上げるにつれて、緩やかな立ち上がりを示すようになり、純引張法とよく似た傾向を表すことが可能になる。

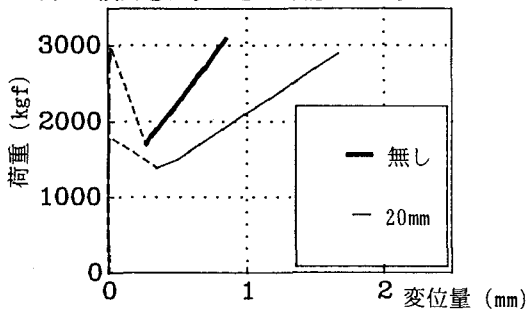


図-3 荷重－変位量関係
(切り欠き無しと切り欠き高さ20mm)

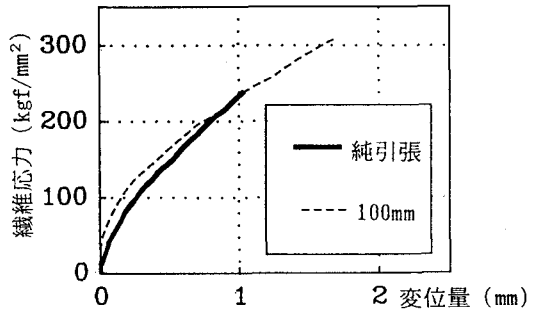


図-4 繊維応力－変位量関係
(切り欠き高さ100mmと純引張法)

4. まとめ

1. 曲げ載荷法においても、切り欠き高さを中立軸近くまで高くすることにより、純引張法と同様の試験が可能である。
2. 曲げ載荷法の方が純引張法より、ばらつきの少ない値を得ることが可能であり、供試体幅も任意に設定でき、発展性のある方法と考えられる。

【謝辞】本研究に用いた炭素繊維ネットは新日本製鐵株式会社先端技術研究所、大日本インキ化学工業株式会社から提供して頂きました。ここに記して謝意を表します。