

立命館大学工学部 正会員 児島孝之 正会員 高木宣章 立命館大学大学院 正会員 濱田 譲
(株)きんでん 正会員 東野幸史 吉村 建設工業(株) 正会員○山田浩二

1. はじめに

本研究では、ブルトルージョン法により一方向に強化し、板状に加工した連続繊維プレートをコンクリート構造物の補強用緊張材に適用することを目的として、連続繊維プレートの引張試験を行い、基礎的な力学的特性を調べるとともに、定着板の定着性能に関する検討を行った。

2. 実験概要

使用した連続繊維プレートの設計値を表-1に、連続繊維プレートの積層構成を図-1に示す。連続繊維プレートとして、炭素繊維、アラミド繊維、ガラス繊維の3種類を使用した。各プレートの積層中央部にはガラスクロスを使用している。供試体を図-2に、引張試験状況を図-3に示す。プレート長さは80cm、両端部17.5cm区間にエポキシ樹脂系接着剤で定着板を取り付け、ボルト(M10)各6本ずつで固定し、試験長を45cmとした。供試体数は各連続繊維プレート10体とした。供試体の試験長中央3ヶ所にひずみゲージ(2mm)を貼付し、連続繊維プレート供試体のうち各3体は、定着板の中心線上7ヶ所にひずみゲージ(2mm)を貼付し、定着板のひずみ分布状況を測定した。供試体端部は引張金具とピン接合し、200tf万能試験機クロスヘッド部の油圧つかみ具で引張金具を固定して引張試験を行った。

表-1 連続繊維プレートの設計値

連続繊維の種類	設計厚さ (mm)	設計幅 (mm)	弾性係数 (N/mm ²)
炭素繊維プレート	1.00	100	120740
アラミド繊維プレート	1.00	90	55840
ガラス繊維プレート	1.20	100	36120

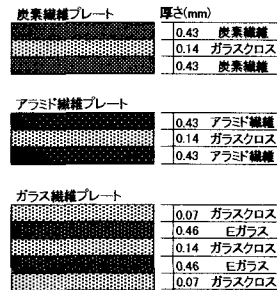


図-1 連続繊維プレートの積層構成

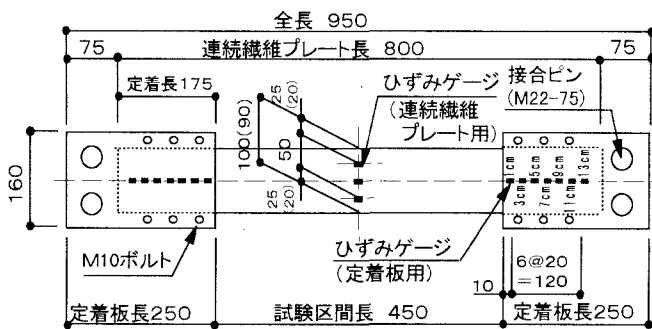


図-2 供試体寸法およびひずみゲージ貼付位置

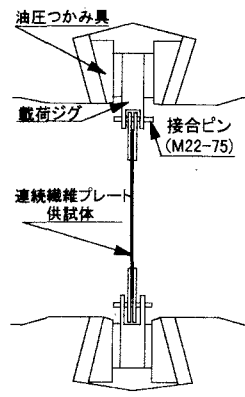


図-3 引張試験状況

表-2 引張試験結果

炭素繊維		アラミド繊維		ガラス繊維	
供試体番号	最大引張応力 (N/mm ²)	供試体番号	最大引張応力 (N/mm ²)	供試体番号	最大引張応力 (N/mm ²)
保証値	1605.8	保証値	1395.0	保証値	650.2
CF-01	742.8	AF-01	1005.1	GF-01	511.2
CF-02	853.6	AF-02	870.0	GF-02	498.2
CF-03	861.5	AF-03	833.0	GF-03	481.8
CF-04	586.0	AF-04	835.2	*GF-04	673.8
*CF-05	799.7	*AF-05	1166.2	*GF-05	641.1
*CF-06	738.9	*AF-06	1074.7	*GF-06	840.4
*CF-07	864.4	*AF-07	1131.4	*GF-07	828.1
*CF-08	964.3	*AF-08	1059.5	*GF-08	784.0
*CF-09	764.4	*AF-09	997.4	*GF-09	817.5
*CF-10	697.8	*AF-10	1081.3	*GF-10	648.4
全供試体平均	767.3 (13.5%)	全供試体平均	1005.5 (11.4%)	全供試体平均	672.4 (20.0%)
万力未使用 供試体平均	711.0 (14.0%)	万力未使用 供試体平均	886.1 (8.0%)	万力未使用 供試体平均	497.1 (2.4%)
万力使用 供試体平均	804.9 (10.9%)	万力使用 供試体平均	1085.1 (4.9%)	万力使用 供試体平均	747.6 (11.1%)
弾性係数 (N/mm ²)	85680	弾性係数 (N/mm ²)	71390	弾性係数 (N/mm ²)	42880

注意) *: 定着板に万力を使用 ()内の値は変動係数

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Yuzuru HAMADA, Koji HIGASHINO, Koji YAMADA

3. 実験結果および考察

3. 1 連続繊維プレート供試体の最大引張応力

表－2に引張試験結果を示す。最大引張応力は各連続繊維プレートの設計断面積を用いて計算した。連続繊維プレートの種類に関わらず、全ての供試体が定着板から抜け出して終局に至った。最大引張応力の保証値は、炭素繊維＞アラミド繊維＞ガラス繊維の順に高いが、本実験での最大引張応力はアラミド繊維＞炭素繊維＞ガラス繊維の順となり、炭素繊維プレートが、かなり小さい応力で抜け出した。

最大引張荷重の保証破壊荷重に対する割合を図－4に示す。各連続繊維プレートとも万力を使用しない供試体よりも使用した供試体の方が最大引張荷重が大きくなった。これは、側圧を与えたことにより定着板と連続繊維プレートとの摩擦力が増加し、付着が向上したためである。

3. 2 定着板の挙動

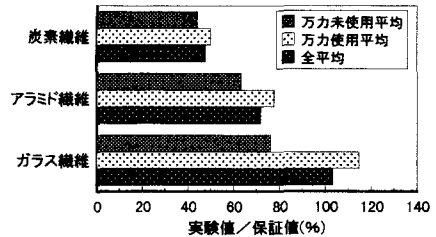
連続繊維プレート供試体の抜けだし側の定着板における荷重－ひずみ曲線を図－5に示す。図中では、定着板に貼付したひずみゲージの位置に応じて、原点を100 μ ずつ移動している。アラミド繊維とガラス繊維プレート供試体は、供試体試験区間に近い箇所から順次ひずみの増加が停止し、すべりが生じた。これらの供試体は、連続繊維プレートと定着板の間の付着力が不十分なために、境界面で付着破壊を起こしている。プレートの高い引張強度を有効利用するためには、高い接着強度を有する接着剤の使用、接着面での加圧力の増加、付着長の増大など、界面での付着強度を増大させる方法を検討することが必要である。一方、炭素繊維プレート供試体は、幾分の変動はあるものの、最大荷重時まで定着板のひずみはほぼ一様に増加しており、アラミド繊維およびガラス繊維プレートとは異なる挙動を示した。引張試験後に定着板に残留した繊維の状況および定着板のひずみ挙動などから判断して、炭素繊維プレートは、繊維層内でのせん断破壊（層間せん断破壊）の可能性が考えられる。連続繊維シート積層板は、面外あるいは層間の強度が著しく小さく、特に衝撃を受ける時に、シートの層間せん断破壊が生じることが報告されているが[1]、土木構造物にシートを適用するにはほとんど指摘されていない。しかし、積層数が増加する場合、あるいはプレートとして使用する時の定着部ではこの現象が大きな問題となるので今後の検討が必要である。

4. まとめ

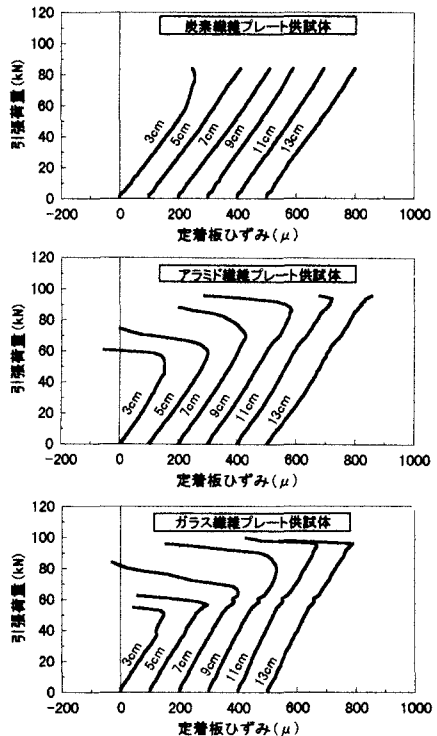
- 1) アラミド繊維とガラス繊維プレート供試体は付着破壊を起こしており、界面での付着強度を増大させることが必要である。
- 2) 炭素繊維プレート供試体は、層間せん断破壊の可能性があり、プレート自体の積層方法、樹脂の選定など今後の検討が必要となる。

【参考文献】

- [1] 三木, 福田, 元木, 北條, 複合材料, 共立出版, 1997



図－4 最大引張荷重の保証破壊荷重に対する割合



図－5 定着板の荷重－ひずみ曲線