

# 圧縮ハンドレイアップ成形による GFRP 溝形材の圧縮特性に関する基礎的研究

首都大学東京大学院 学生員○飯田卓弥  
 首都大学東京 正会員 中村一史  
 ヒビ 正会員 日比英輝

## 1. はじめに

FRP は、鋼材などに比べて、優れた耐食性をもち、軽量であることから、その性能を活用して、近年、歩道橋や水門扉などのインフラ構造物へ適用がすすめられている。しかしながら、FRP の適用実績が少ないことから、その材料特性は、評価方法を含めて十分な知見が得られていない。また、FRP 部材の成形法は様々な種類があり、積層構成が同じでも成形法の違いにより、物性値が異なる場合もある。そこで本研究では、比較的ばらつきが少ない、金型を使用した圧縮ハンドレイアップ成形法により製作された GFRP 溝形材の圧縮試験を行って、試験片の切り出し方向や採取位置が圧縮特性に及ぼす影響を実験的に検討した。

## 2. 試験片と圧縮試験の概要

対象とした GFRP 溝形材は、図-1 に示すように、圧縮ハンドレイアップ成形法で作製された FCH-180 である。特徴として、フランジ部に 2.9°のテーパが施されている。また、0/90°方向の二方向に繊維が配向され、ロービング材がフランジ先端部と角部に含まれている。本試験では、0°方向、90°方向における圧縮試験を行うが、試験を行うにあたり、フランジのテーパ部からの採取方法によって表-1 のような3つの試験区分にわけた。試験Cについては、図-3 のような固定治具を用いて試験を行った。なお、本試験は、JIS K 7018 の方法3に準拠し、载荷速度は1.0mm/minで行った。

表-1 試験区分

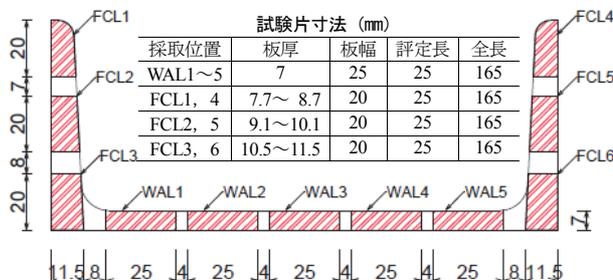
区分	試験方向	採取方法
A	0° /90°	長方形断面に切り出し加工
B	90°	サイコロ状に切り出し加工
C	0°	テーパ部のまま切り出し加工

## 3. 試験結果と考察

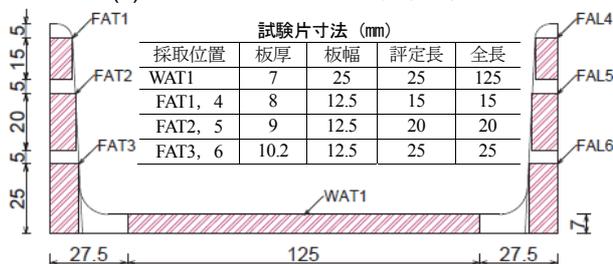
実験結果の一部として、図-4 に0°方向の圧縮特性、図-5 に90°方向の圧縮強度、表-2, 3, 4 に各採取位置の圧縮特性と変動係数、および写真-1 に破壊形態をそれぞれ示す。はじめに、破壊形態について、0°方向のフランジとウェブ、90°方向のウェブでは、評定部におけるせん断破壊であった。一方、90°方向のフランジでは、一般部 (FAT2, 5, FBT2, 5) では圧壊であったが、先端部 (FAT1, 4, FBT1, 4) ではロービング材の影響を、また、角部 (FAT3, 6, FBT3, 6) ではロービング材と繊維の曲率の影響を受けた複雑な破壊形態となった。

次に、圧縮特性について、図-4 (a)より、0°方向の圧縮弾性率は、フランジとウェブで特性が異なること、また、フランジの中でも、一般部 (FCL2, 5) と比べ、先端部 (FCL1, 4) と角部 (FCL3, 6) では値が小さくなるのがわかった。また、圧縮強度については、フランジの一般部の圧縮強度は、ウェブと同程度である

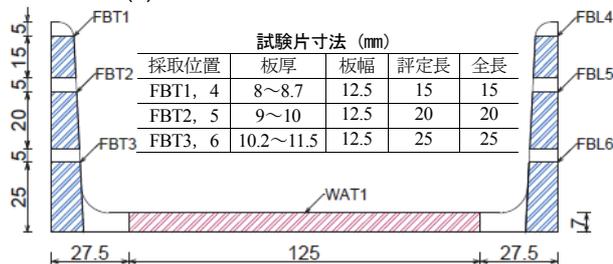
※試験片はすべて軸方向に7体ずつ採取した  
 ※WAT1は試験A, Bあわせて7体採取した。



(a) FCH-180 (0°方向圧縮試験 A, C)



(b) FCH-180 (90°方向圧縮試験 A)



(c) FCH-180 (90°方向圧縮試験 A, B)

図-1 試験片の切り出し位置

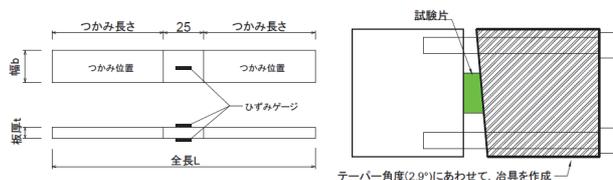


図-2 試験片図

図-3 固定治具 (試験C)

**Key Words** : GFRP 溝形材, ハンドレイアップ成形法, 圧縮弾性率, 圧縮強度  
 連絡先: 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL.042-677-1111 内線 4564

のに対して、先端部や角部では、ウェブの 60%~70%に低下することが確かめられた。

一方、表-2, 3, 4 より、ウェブ 90°方向の圧縮弾性率、圧縮強度は、直交積層板であるため、0°方向とほぼ同じになった。また、表-4 より、フランジ 90°方向では、試験 A, B とともに、一般部では、ウェブと同程度の強度が得られたが、先端部、角部では、他に比べ著しく強度が低下した。ただし、先端部の FAT4 では、約 250MPa の圧縮強度が得られた。これは、写真-1 より、同先端部の FAT1 と比較すると、試験片の切り出しにおいて、繊維やロービング材の含まれ方の相違によるものと考えられた。さらに、試験 A と試験 B では、試験 A の方が、採取位置ごとのばらつきが小さく、妥当な圧縮強度が得られることから、テーパ部を切削して評価する方がよいといえた。

表-2 0°/90°方向圧縮弾性率と変動係数

方向	部位	採取位置	平均値 (GPa)	変動係数
0°	フランジ	先端部	11.9	0.070
		一般部	20.7	0.123
		角部	17.8	0.046
90°	ウェブ	平均	33.3	0.030
		平均	33.8	0.034

表-3 0°方向圧縮強度と変動係数

部位	採取位置	平均値 (MPa)	変動係数
フランジ	先端部	158.4	0.185
	一般部	286.8	0.126
	角部	188.9	0.094
ウェブ	平均	279.4	0.099

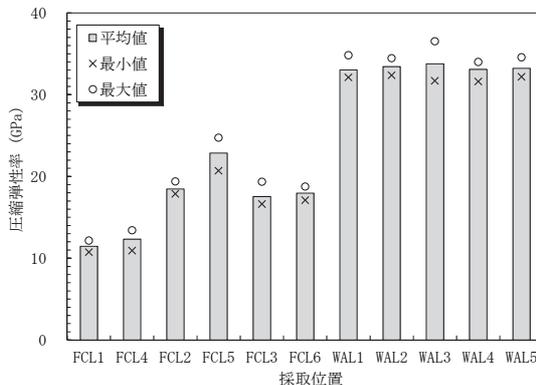
表-4 90°方向圧縮強度と変動係数

部位	採取位置	平均値 (MPa)	変動係数	
フランジ	先端部	A	159.6	0.622
		B	128.2	0.287
	一般部	A	315.6	0.064
		B	321.3	0.104
	角部	A	44.4	0.182
		B	64.1	0.235
ウェブ	平均	280.2	0.130	

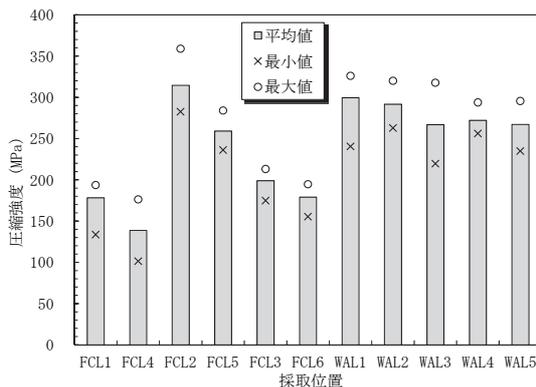
4. まとめ

本試験で対象とした溝形材は、繊維配向が二方向の直交積層板であるため、0°方向と 90°方向での圧縮特性は同程度のものと考えられるが、試験結果より、ウェブとフランジの一般部では、0°方向と 90°方向において同程度の圧縮特性が得られた。ただし、フランジの先端部、角部については、他の採取位置と比べて、圧縮特性が低くなった。これは、テーパが施されていることに加え、樹脂、繊維のばらつきが影響したものと考えられる。以上のことから、設計時には、必要に応じてウェブ、フランジの部位ごとに材料特性を考慮することも考えられる。今後は、これらのクーボン試験による部位ごとの圧縮特性が、部材の断面耐力に及ぼす影響について検討する予定である。

謝辞 本研究は、土木学会複合構造委員会 FRP 複合構造研究小委員会 (H208) の調査研究の一環として行われたものであり、委員各位より貴重な意見をいただきました。ここに記して謝意を表します。



(a) 圧縮弾性率



(b) 圧縮強度

図-4 0°方向の圧縮特性

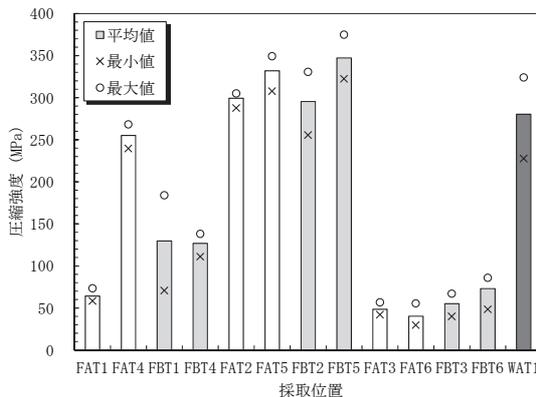


図-5 90°方向の圧縮強度

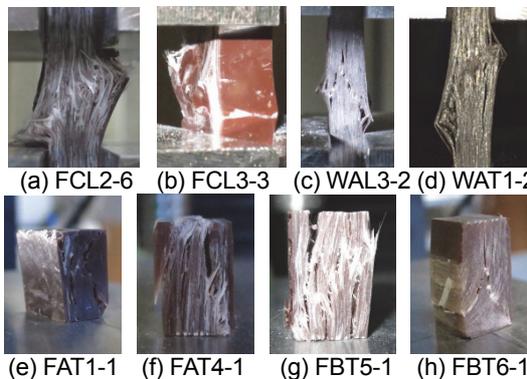


写真-1 圧縮試験における破壊形態の例