GFRP 引抜き成形材 I-600 の材料力学特性に関する実験的研究

九州大学	学生会員	太刀掛正俊,小林憲治
九州大学大学院	正会員	日野伸一,青野雄太

1.はじめに

現在,橋梁用材料としてはコンクリートや鋼が主流を占めており,それらの力学的性質についてはほぼ明らかに されている.しかしそれらの材料にも長所・短所がある.すなわち,コンクリートは安価であるが引張強度や重量 面の短所があり,また,鋼に関しては比強度が高いものの,腐食劣化を伴うことが欠点といえる.そこで,著者ら はコンクリートや鋼よりも軽量で耐食性に優れた繊維強化プラスチック(FRP)に着目し,その中でもとりわけ材料 単価が安く,比較的成形の容易なガラス繊維強化プラスチック(Glass Fiber Reinforced Plastic,以下 GFRP)の構

造材への適用を目的とする.本研究では,異方性材料としてのGFRPを構造材として用いる際の,実用的な設計方法の構築を目的として,昨年度曲げおよびせん断試験を実施したGFRP引抜き成形はりI-600の各繊維方向における材料試験の結果について報告する.

2.GFRP 引抜き成型はり部材 I-600

2.1 材料特性

GFRP はり I-600 は大量生産性に優れ,大断面の 成形が容易な引抜き成形方法によって製造されてい る.積層構造は断面中心から,長手方向に揃えられ たロービング,ヤーンクロス,コンティニュアスス トランドマット(CSM)の三層で構成されている.図-1 に引抜成形模様,図-2 に I-600 の積層構造模式図を 示す.

2.2GFRP 材の適用事例

既設橋における鉄筋コンクリート(RC)床版の既存

の補強工法には、死荷重の増加,補強後の維持管理,交通規制の必要性,材料費な どの点でそれぞれ問題を抱えている.これらの問題点を克服した合理的な補強工法 として図-3 に示すような縦桁増設工法に類似した新たな GFRP 引抜き成形材を用 いた補強工法が提案され,架設竣工後40年以上を経過した一般国道道路橋A橋(3 径間,橋長67m,幅員12.5m)の既設 RC 床版補強に試験的に適用されている.写 真-1にA橋の全景を示す.

3.材料試験

3.1 試験概要

GFRP はり I-600 において,ウェブ部繊維 0°(強軸方向),45°,90°各方向, フランジ部繊維 0°方向に対して試験片を切出し,引張および圧縮試験を実施した. 試験片の切出し模式図を図-4 に示す.試験体数は各タイプにつき3体である.

3.2 試験結果

(1)引張試験

写真-2 にウェブ各繊維方向における破壊状況を,図-5 に軸方向の応力-ひずみ曲線を示す.ウェブ 0°試験片は 335MPa で表面の CSM・クロス層が破断,それとほぼ同時にロービング層が互い違いに破断した.ウェブ 45°お



図-1 引抜き成形模様





図-3 補強模式図

図-2 I-600 積層構造図



写真-1A橋全景



図-4 試験片の切出し模様

よび 90°試験片はそれぞれ 114MPa, 143MPa でロービング層における繊 維間の樹脂マトリックスがせん断破壊を生じ,それと同時に CSM・クロス 層の破断に至った.破壊強度が45°方向に比べ90°方向が高いのは,90° 試験片におけるクロス層に 0°方向成分が含まれているためと考えられる. また,フランジ0°試験片は334MPaで表面のCSM層・クロス層が破断し, その後応力は増加したが, 360MPa でロービング層と CSM 層・マット層の 層間で破壊した.このときロービング層は破壊に至っていなかった.引張 強度のウェブ0°方向に対する45°と90°の比は34%,43%であった.

(2) 圧縮試験

写真-3 にウェブ各繊維方向における破壊状況を,図-6 に軸方向の応力-ひ ずみ曲線を示す.また表-1に本試験から得られた材料特性値を示す.ウェブ 0°試験片は-283MPaでロービング層が層間剥離を生じ, CSM・マット層の ・破壊至った、フランジ0°試験片についても同様の破壊挙動を示し、破壊強 度は-393MPa であった.ウェブ45°および90°試験片はいずれもロービン グ層の樹脂マトリックスのせん断破壊により脆性的に破壊した.破壊強度は

それぞれ-125MPa および-140MPa であった.また,ウェブ各 繊維方向における引張強度に対する圧縮強度の比は,0°方向 で 85%であり,45°および 90°方向はほぼ 100%であった. 圧縮強度のウェブ0°方向に対する45°と90°の比は44%, 49%であった.

4.まとめ

- (1) フランジ・ウェブの 0°方向の引張強度はそれぞれ 360MPa, 335MPa, また圧縮強度はそれぞれ 393MPa, 283MPa であった.
- (2) 引張強度および圧縮強度それぞれについて,繊維0°方向 に対する 45°方向と 90°方向の比はいずれも 30%~50% 程度であった.
- (3) 引張, 圧縮各方向の弾性係数はほぼ等しい.
- (4) 繊維の配向角や積層構造を変化させることにより, GFRP 材料の力学特性値を適切に設計することが可能である.







引張破壊状況 写直-2



写真-3 試驗結里

/	引張強度	引張弾性率	圧縮強度	圧縮弾性率	せん断強度	せん断弾性率	ポアソン比		
	σt(MPa)	Et(GPa)	σc(MPa)	Ec(GPa)	τ(MPa)	G(GPa)	v(-)		
FLG 0°	360 注)	38.8	-393	37.8	-	-	0.27		
WEB 0°	335	23.5	-283	25.0			0.24		
WEB 45°	114	13.4	-125	15.7	57	5.11	0.35		
WEB 90°	143	15.9	-140	16.4			0.14		

表-1

謝辞

注) CSM・マット層とロービング層との層間破壊による.

本研究に関し,旭ガラスマテックス(株)には GFRP 材料を提供して頂いた.さらに本研究の一部は,平成16,17 年度科研費基盤研究(C)(代表:日野伸一)の補助を受けている.ここに記して感謝の意を表する.

参考文献

土木学会:FRP 橋梁-技術とその展望-:H.16,1,20 / JIS:K7051「ガラス繊維強化プラスチックの試験方法通則」(1987) / JIS:K7054「ガラス繊 維強化プラスチックの引張試験方法」(1987) / JIS:K7056「ガラス繊維強化プラスチックの圧縮試験方法」(1987) / JIS:K7059「ガラス繊維 強化プラスチックの面内せん断試験方法」(1987)