

断面内の繊維不均一性を有する FRP 部材の強度評価法の検討

神戸大学大学院工学研究科 学生員 ○二見 悠太郎
 神戸大学大学院工学研究科 正会員 橋本 国太郎

1. 研究背景および目的

FRP とは、F: fiber(繊維), R: reinforced(強化), P: polymer(プラスチック)の略語で、繊維で強化されたプラスチック材料であり、複合材料の 1 つである。FRP の特徴として、軽量かつ強度や剛性が高く、錆びないという点が挙げられる。しかし、FRP は断面内の繊維の量が不均一であることが多いため、材料試験等で部材から切り出す試験片の位置により強度が変化しばらつきが大きい。特に角部を有する部材の角部においては繊維が入りにくい事が多いため、角部における強度が一般部（フランジやウェブ）に比べ小さくなることが多い。

既往の研究¹⁾から FRP 部材の繊維の少ない部分の影響で、材料強度に比べて部材強度が小さくなることがわかっており、構造物の設計においては部材強度を使用した方がより安全となると考えられる。また、材料強度から設計する現行の設計で、部材強度と材料強度との比率がわかれば、部材係数をより合理的な値に設定することができ、より合理的な設計が可能である。しかし、その部材強度を求めるには部材試験を行う必要があるが、部材試験を行うには、予算や技術的な面で試験を行うのが難しいことや、部材試験の試験方法も確立されていない。

そこで本研究では、部材を板要素に分割し、それらに対し試験を実施することで、部材強度を予測する手法を検討する。なお、本研究では、FRP 部材の繊維の不均一性を検討するために、フランジの板要素に含まれるフランジと角部のクーポン試験、ウェブに含まれるウェブのクーポン試験も実施する。また、本研究では、ガラス繊維を用いた GFRP の溝形部材を対象とし、その引張強度および圧縮強度に関する試験を実施した。

2. 実験方法

引抜き成形法で成形された 1 方向 GFRP 溝形部材およびハンドレイアップ法で成形された 2 方向 GFRP 溝形部材から試験片をフランジ(F)、ウェブ(W)、角部(E)を板要素試験時はフランジ角部 (FE)、ウェブ(W) をそれぞれ合計 5 体となるように切り出し引張試験および圧縮試験を行った。引張試験の 1 方向材の試験片の全長は 500mm、2 方向材は 550mm であり、圧縮試験の試験片の全長は全て 175mm である。板幅、板厚については表 1 に示す。引張試験は JISK7165 に準拠して行い、試験体のつかみ具での破壊を防ぐため厚さ 2mm 長さ 200mm のアルミ板を試験体の表裏に貼り付けた。圧縮試験は試験体が端部で破壊するのを防ぐため、試験体の両端を鋼管で囲み、無収縮モルタルを充填し、評定長さが 25mm になるようにした。

3. 実験結果

引張試験の結果を図 1 に、圧縮試験の結果を図 2 にまとめて示す。それぞれの図の左の縦軸が強度を示し、右の縦軸が変動係数を表している。これらの図では平均値を棒グラフ、最大値及び最小値を棒線で変動係数は四角形で示している。

表 1 試験片寸法

1 方向クーポン	幅(mm)	厚さ(mm)	2 方向クーポン	幅(mm)	厚さ(mm)
フランジ	25	10	フランジ	25	14
ウェブ	25	10	ウェブ	25	8
角部	25	10	角部	25	14
1 方向板	幅(mm)	厚さ(mm)	2 方向板	幅(mm)	厚さ(mm)
フランジ	50	10	フランジ	90	14
ウェブ	86	10	ウェブ	80	8

キーワード FRP, 引張, 圧縮

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 TEL:078-803-6011

図1より、引張試験に関しては1方向2方向部材共に板要素の平均値の強度はクーポンと比べ小さい強度を示し、クーポンの最小値の値と近い値を示した。このことから、板要素は強度の小さい箇所から破壊が生じていると考えることが出来る。

また、1方向材2方向材共に角部のクーポンの平均値の値がフランジの平均値と比べ大きな差がなかった事から、今回用いたGFRP部材では、角部の影響により板要素の引張強度が落ちていない事がわかる。

図2より、圧縮試験に関しては2方向部材のウェブが小さな強度を示した。理由としてはウェブの板厚が他の試験体と比べ小さいことが影響し座屈したためと考えられる。

また、変動係数の値が大きな部位が存在するが、それは一部の試験体の破壊モードが他の試験体と違うことにより小さい強度を示したため、変動係数が大きくなったためである。

1方向材については引張試験と同様に板要素はクーポン試験体と比べ小さな強度を示した。

また、2方向材の角部には繊維が追加で足されており、その影響によって角部の圧縮強度が大きな値を示したと考えられる。

4. 結論

2方向部材のウェブの圧縮を除いて、板要素とクーポン試験体の強度を比較すると板要素が小さな値を示していることから、GFRP部材は強度の低い箇所から破壊されると考える事が出来る。

圧縮、引張どちらの場合においても角部の強度はフランジと比べ大きく下回る事がなかったため角部の影響で部材全体の強度が下がることはないと考えられる。

1方向材2方向材を比べると引張、圧縮どちらにおいても1方向材が大きな強度を示した。

参考文献

- 1) 土木学会・複合構造委員会・FRP複合構造研究小委員会：土木構造用FRP部材の設計基礎データ，複合構造レポート11，2014.12

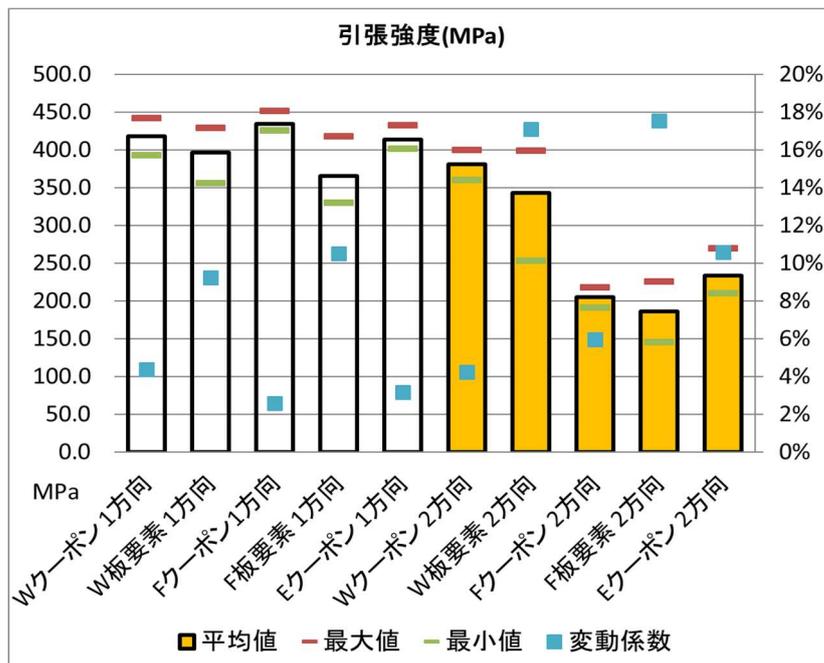


図1 引張強度

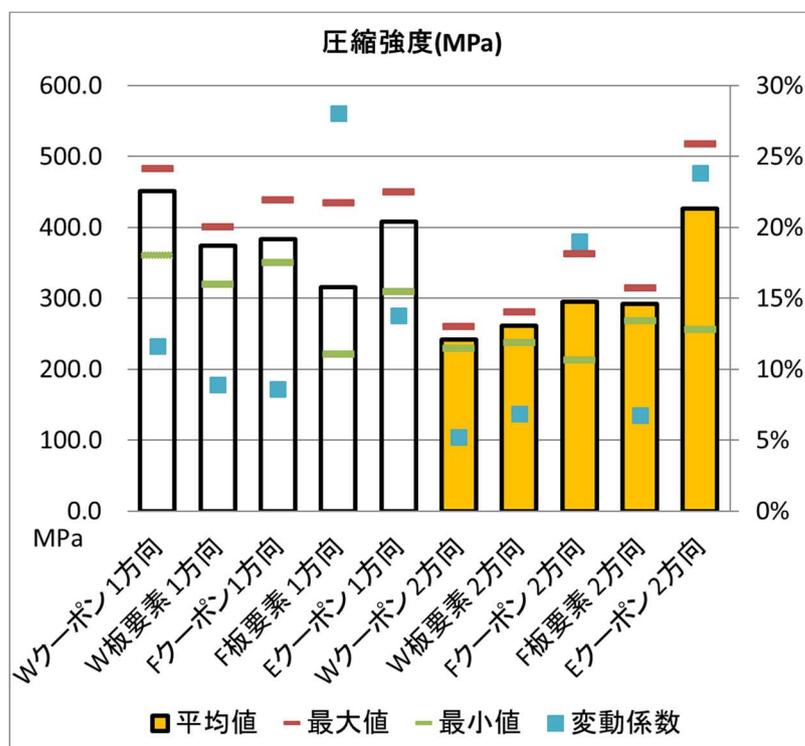


図2 圧縮強度