

神戸大学工学部 学生員 ○二見悠太郎  
 神戸大学院工学研究科 正会員 橋本国太郎

**1. 研究背景および目的** FRP とは、Fiber Reinforce Polymer の略語で、高強度繊維と樹脂との複合材料である。FRP 部材の角部などでは繊維が均等に入っていないことが多く、その影響で角部などの繊維が少ない部位における強度が平面部(フランジやウェブ)に比べ小さくなることが多い。既往の研究から、断面内の繊維が少ない部分の影響で、材料強度に比べ部材強度が小さくなることわかっている<sup>1)</sup>。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く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。

**2. 1 方向材を使用した材料および板要素試験** 引張試験は JISK7165 に準拠した方法で行い、圧縮試験は JISK7018 に準拠した方法で行った。クーポン試験はフランジ、ウェブおよび角部を、板要素試験はフランジおよびウェブを 1 方向材から切り出し試験を行った。図 2.1~2.4 に試験結果をまとめた。

クーポンと板要素の強度を比較すると、引張試験においてウェブは板要素がクーポンより約 5%小さい値を示し、フランジは板要素が約 16%小さい値を示した。フランジの板要素は角部を含むので、角部と引張強度を比較すると板要素が約 12%小さい強度を示した。これらの結果から板要素はクーポンより小さい強度を示すので、板要素は強度の小さい位置から破壊していくと考えられる。圧縮試験においては、フランジの板要素がクーポンより大きい強度を示した。しかし、これはフランジとウェブのクーポン圧縮試験時に治具のボルトを締める力が弱かったのが原因と考えられる。よって、本来ならばフランジの板要素はクーポンより小さい強度を示すと考えられるので板要素は圧縮試験においても強度の小さい位置から破壊していくと考えられる。

過去の試験結果と今回の試験結果を比較すると、引張試験においては角部の強度が約 15%上がっている。その理由として、今回使用した部材の角部が丸まっていたので角部において樹脂の占める割合が減り、繊維の占める割合が増えた影響で角部の強度が大きくなったと考えられる。圧縮試験においては、すべての部位で過去の試験結果が大きい強度を示し

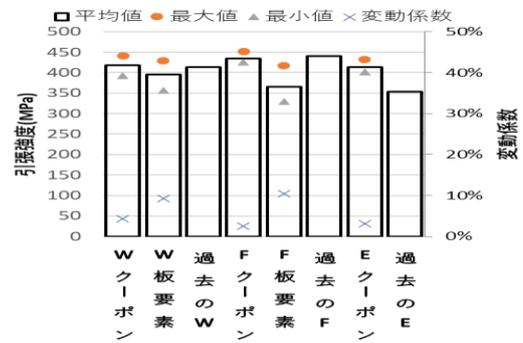


図 2.1.1 方向引張強度

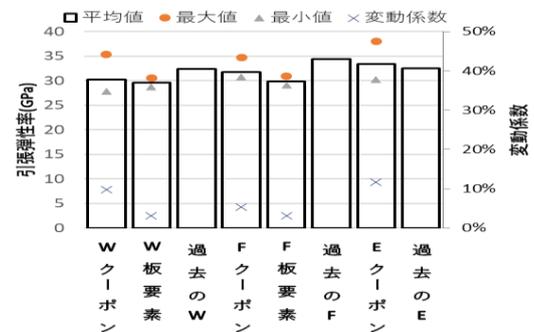


図 2.2.1 方向引張弾性率

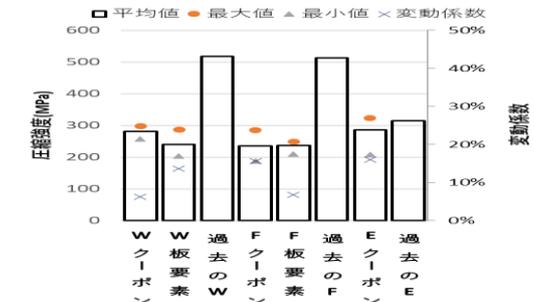


図 2.3.1 方向材圧縮強度



図 2.4.1 方向材圧縮弾性率

た。

原因としては、今回の使用した試験体がすべて端部で破壊したためと考えられる。

引張試験および圧縮試験の弾性率の変動係数を板要素とクーポンで比較すると、板要素の方が弾性率のばらつきが小さいことがわかる。その理由として、板要素は部材から切り出す断面積がクーポンと比べると大きく部材内の繊維のばらつきの影響が受けにくいと考えられる。

3.2 方向材を使用した材料および板要素試験 1方向材と同様の試験方法で試験を行い、図 3.1~3.4 に試験結果をまとめた。

今回使用した 2 方向材は角部の樹脂部分に繊維が入っていた。その影響で角部のクーポンはフランジより大きい引張強度を示し、過去の引張試験と比較すると約 38% 大きい強度を示した。一方で圧縮強度は一番小さい値を示した。原因として、樹脂部分が先に破壊し繊維が上手く機能しなかったため強度が大きくならなかったと考えられる。

板要素とクーポンの強度を比較すると、引張試験および圧縮試験どちらにおいても板要素の強度がクーポンの強度より小さいので、1 方向材と同じく板要素は強度が弱い部分から破壊していくと考えられる。

1 方向材と 2 方向材の強度を比較すると、引張強度および圧縮強度どちらにおいても 1 方向材が大きい値を示した。原因として 1 方向材は部材軸方向にしか繊維が入っておらず、部材軸直角方向にも繊維が入っている 2 方向材と比べ、部材軸方向に入っている繊維の割合が大きいので強度が大きくなったと考えられる。

1 方向材と 2 方向材の弾性率のばらつきを比較すると、2 方向材の引張試験のみ板要素の方がばらつきは大きくなった。原因として考えられるのは 2 方向材の角部の樹脂部分にある繊維の影響で弾性率の値が変動し板要素の弾性率のばらつきが大きくなったのではないかと考えられる。圧縮試験においては試験体がすべて端部で破壊したので過去の試験結果と比較して小さい値を示した。

4. 結論 板要素は強度の弱い位置から破壊していくため、部材に対しても同じ様に考えることが出来る。したがって、部材強度を比較する際はクーポンまたは板要素試験を行いその中から最も強度が小さい部分を基準に強度評価を行う必要があると考えられる。今後の課題として、圧縮試験がすべて端部で破壊したため、中央部が破壊するように治具を改良し、もう一度試験を行う必要がある。

参考文献

- 1) 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，pp.144-212,2014

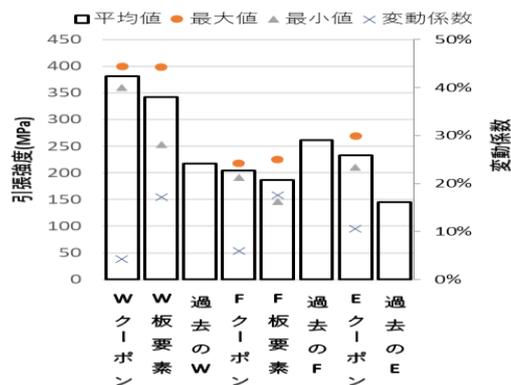


図 3.1.2 方向材引張強度

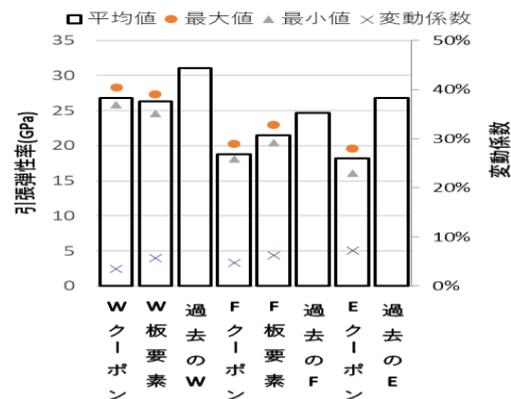


図 3.2.2 方向材引張弾性率

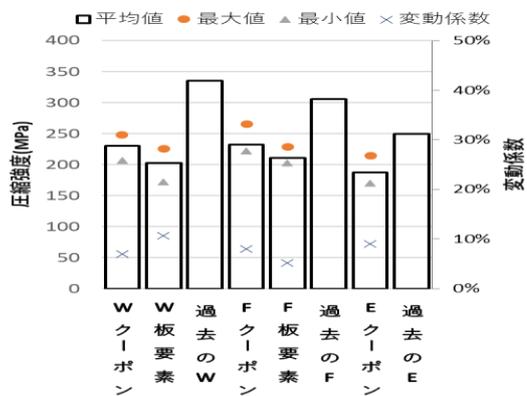


図 3.3.2 方向材圧縮強度

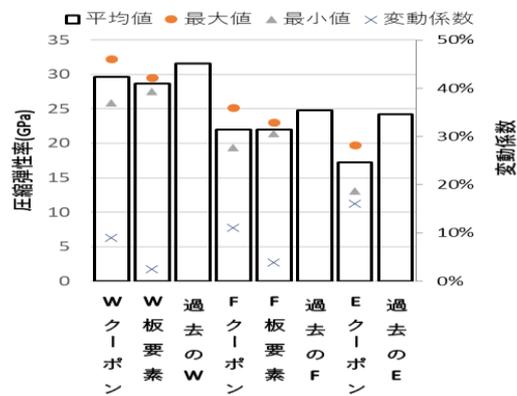


図 3.4.2 方向材圧縮弾性率