

積層 FRP パネルのボルト接合に関する実験

○オリエンタル建設(株) 正会員 三瀬あゆこ
オリエンタル建設(株) 阿部 浩幸

1. はじめに

FRP 部材は、耐久性・自重軽減などの観点から構造部材として注目されている。しかしながら、その物性や挙動等については、明らかになっていないことも多い。本論文では、FRP パネルの接合方法に着目した。接着接合やボルトによる支圧接合に関する実験は行われている^[1]が、そのデータは十分ではない。また、積層構造の FRP パネルについては、明らかにされていない。そこで、積層 FRP パネルのボルトによる支圧接合性能について実験を行った。さらに、添接版としてステンレス板を用いることを想定し、FRP パネルとステンレス板との摩擦性能を明らかにすることにより、摩擦接合についても検討した。

2. 実験概要

用いた供試体は、引抜成形による 1 方向繊維の GFRP 薄板を繊維方向が直交するように 5 枚貼合わせた積層構造で、繊維方向は引張方向 3 層、それに直交方向 2 層、厚さは 23mm である。FRP 薄板の引張強度は繊維方向 474MPa、繊維直交方向 39MPa であり、5 層積層板では 217MPa である。接合に用いたボルトは高力ボルト M16 (F10T) で、FRP パネルの孔径は 17mm とした(図-1)。

供試体一覧を表-1 に示す。縁端距離 e およびパネル幅 b はボルト孔径の 2・3・4 倍、締付力 N は設計ボルト軸力^[2]を最大とする 4 段階について、各 5 体の実験を行った。

実験は鋼製治具を用い、締付力がない場合には FRP パネル孔にボルトを通し(図-2(a))、締付力がある場合には、ステンレス板で FRP パネルを挟み、トルクレンチを用いてボルトの締付けを行った(図-2(b))。その後、一定速度で引張実験を行った。

さらに、摩擦接合においては、ボルトの締付力が経時的に減少すると接合力も低下することが考えられる。そこでボルト締付力の経時変化を 3 段階の荷重について、ロードセルによって計測した(図-3)。

3. 実験結果

3.1. 破壊状況

実験終了後の FRP パネルを写真-1 に示す。縁端距離およびパネル幅の小さな供試体の一部を除いて、3 層が引張破壊、2 層がせん断破壊となり、繊維と同方

表-1 供試体一覧

供試体名	縁端距離 e (mm)	パネル幅 b (mm)	締付力 N (kN)
B220	34	34	0
B230		51	
B240		68	
B320	51	34	
B330		51	
B340		68	
B420	68	34	
B430		51	
B440		68	
B331	51	51	35
B332			69
B333			104

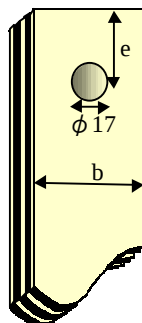


図-1 供試体概要

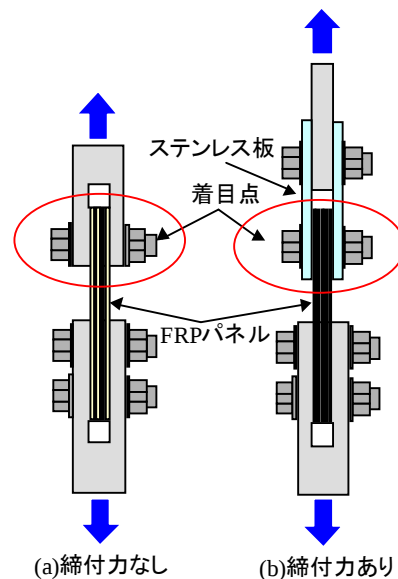


図-2 実験装置

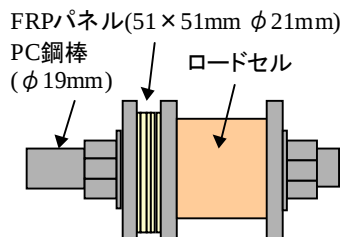


図-3 締付力測定



写真-1 破壊状況

連絡先：東京都中野区本町 3-12-2 ハーモニータワー オリエンタル建設(株)東京支店 03-5350-6415

向に亀裂を生じた。

3.2. 縁端距離の影響

最大荷重と縁端距離 e の関係を図-4 に示す。縁端距離の増大に伴って最大荷重は大きくなるが、51mm と 68mm では変化しなかった。従って、最小縁端距離を設定すれば接合力は変わらないと考えられる。

3.3. パネル幅の影響

最大荷重とパネル幅 b の関係を図-5 に示す。パネル幅の増大に伴って最大荷重は大きくなるが、51mm と 68mm では変化しなかった。本実験は単一ボルトに対する実験であるが、実際には複数のボルトを使用するので、パネル幅はボルト間隔に対応する。従って、最小ボルト間隔を設定すれば接合力は変わらないと考えられる。

3.4. 締付力の影響

最大荷重と締付力の関係を図-6 に示す。締付力の増大に伴って最大荷重が増加し、若干のばらつきはあるものの、その傾きは平均 0.4 であった。従って、本実験に用いた FRP パネルとステンレス板との摩擦接合の可能性があると見える。

3.5. ボルト締付力の低下率

図-7 にボルト締付力の低下率の経時変化を示す。計測した日数は短いですが、締付力が大きいほど低下率も大きく、経過日数約 20 日で 10% 以上にも達することがわかった。従って摩擦接合を行う場合には、締付力の低下率を考慮する必要がある。

4. まとめ

本実験の範囲において、次の結果が得られた。

- 1) ボルト接合部の最大荷重は、縁端距離およびパネル幅の増加に伴って大きくなるが、いずれも 51mm と 68mm では変化しなかった。
- 2) ボルト締付力の増加とともに最大荷重は増大し、本実験に用いた FRP パネルとステンレス板との摩擦係数は 0.4 であった。
- 3) ボルト締付力は時間の経過とともに低下し、締付力が大きいほどその低下率は大きく、経過日数約 20 日で 10% 以上にも達することがわかった。

謝辞

本実験に関して、旭硝子マテックス(株)にご協力いただいた。ここに感謝する。

参考文献

- [1] Ultimate Capacity of Bonded-Bolted GFRP Connection in GFRP Members : Basem ABDULLAH etc. : 土木学会第 55 回年次学術講演会 H12.9.
- [2] 道路橋示方書・同開設 鋼橋編 : (社)日本道路協会 : H8.12.

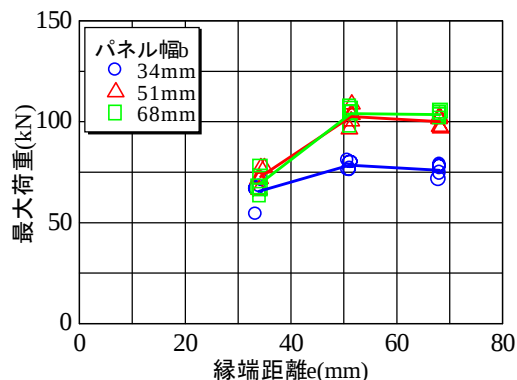


図-4 最大荷重と縁端距離の関係

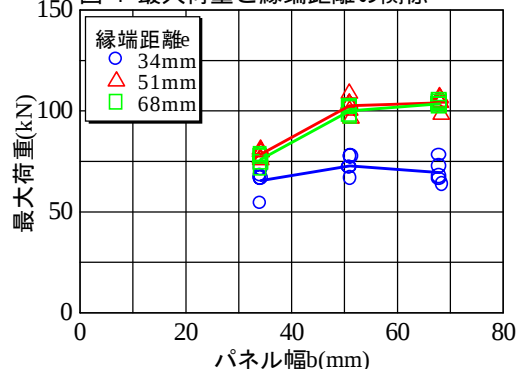


図-5 最大荷重とパネル幅の関係

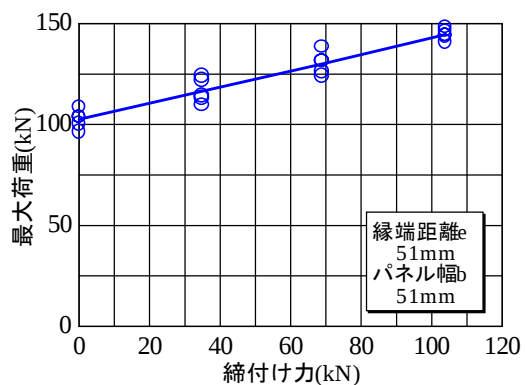


図-6 最大荷重と締付力の関係

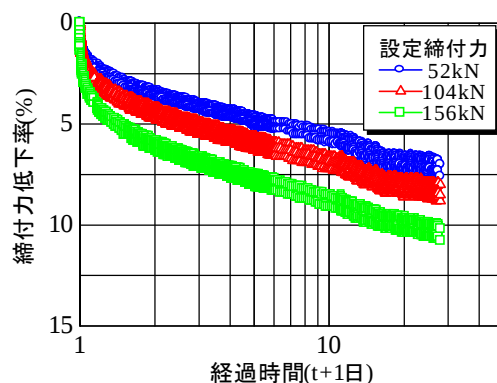


図-7 締付力の経時変化