

GFRP 引抜き成形の橋梁点検検査路のブラケット部への適用

九州大学大学院 学生会員 ○ 李 宏斌 九州大学大学院 学生会員 直野 智彦
九州大学大学院 フェロー 日野 伸一 九州大学大学院 正会員 山口 浩平
宮地エンジニアリング(株) 正会員 久保 圭吾 AGC マテックス(株) 正会員 青木 卓也

1. はじめに

GFRP (ガラス繊維強化ポリマー) は、その軽量性や耐候性等から自重の軽減、施工性の向上の利点があり、新たな土木構造材料として期待されている。橋梁点検検査路は橋桁や橋脚および上部に設置され、橋梁構造物の各所を定期的に点検したり、破損した部分を補修するために作業員の通路となり、橋梁を管理するのに欠かせない設備である。近年 GFRP 製の点検検査路を用いた場合、耐候性と軽量性の面で大きな利点があり適用事例が増加している。本研究では、検査路のブラケット部載荷試験の耐荷特性について、FEM 解析により耐荷挙動および試験体の変形の再現を試みた、実験値は FEM 解析と比較検討を行った。

2. 試験概要

試験体概略図を図-1 に示す。ブラケット部は H-300×150×10×14 の GFRP 引き抜き成形材を用い、長さは 800mm である。接合部は SUS アングル材を F10T M20 高力ボルトにより摩擦接合し、SUS アングル材と支承の接合方法は F10T M20 高力ボルトで摩擦接合とし、トルクレンチを用いて M20 の設計軸力 165kN を導入した。SUS アングル材接合状況を図-2 および表-1 に示す。接合部を SUS アングル材と高力ボルト 6 本により接合した試験体を TYPE1、リブで補強されたリブ付 SUS アングル材と高力ボルト 6 本で接合した試験体を TYPE2、リブ付 SUS アングル材と高力ボルト 4 本で接合した試験体を TYPE3 とした。GFRP 製ブラケット部の自由端から 102mm の箇所に鉛直荷重 8.5kN まで荷重を 3 回繰り返す、その後試験体が破壊まで荷重した。

3. 数値解析概要

解析モデル概略を図-3 に示す。解析は汎用プログラム Marc.2008 を使用し、表-2 に材料特性を示す。ブラケット、支承、SUS アングル材、ボルトを 8 節点ソリッド要素を用いてモデル化し、支承、SUS アングル材、ボルトには Von-Mises の降伏条件を、ブラケットには Hill の降伏を用いた。また、支承と SUS アングル材、ボルトと SUS アングル材の界面には接触定義し、摩擦係数 0.5 を設定した。ブラケットと SUS アングル材間に摩擦係数 0.42 を設定した。(既往研究の GFRP-SUS 静的引張試験により得られた値を用いた) また、ボルト軸力の導入をモデル化し、ボルト軸部に圧縮の変位を加えることで再現した。支承を全方向に変位拘束し、GFRP はり部材自由端に鉛直方向強制変位を設定した。

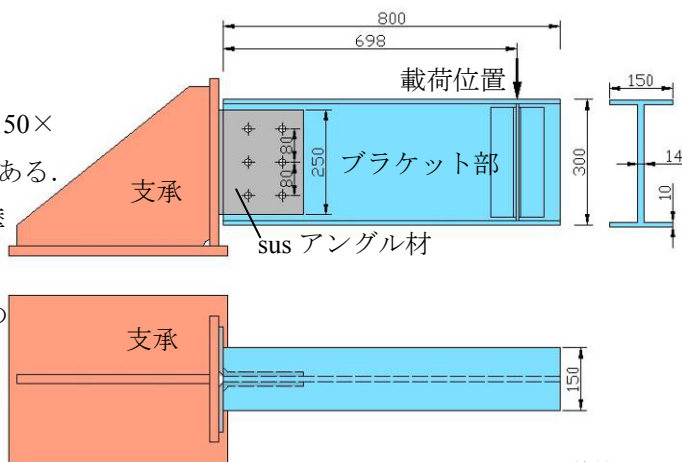


図-1 試験体概略図 単位: mm

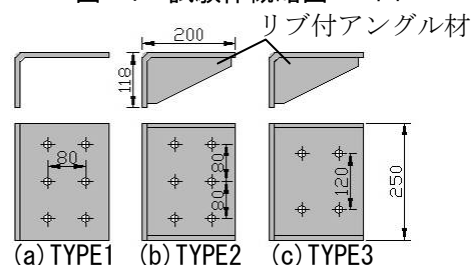


図-2 SUS アングル材 単位: mm

表-1 試験体一覧

	TYPE1	TYPE2	TYPE3
ボルト本数	6本	6本	4本
接合部	SUSアングル材	リブ付アングル材	リブ付アングル材

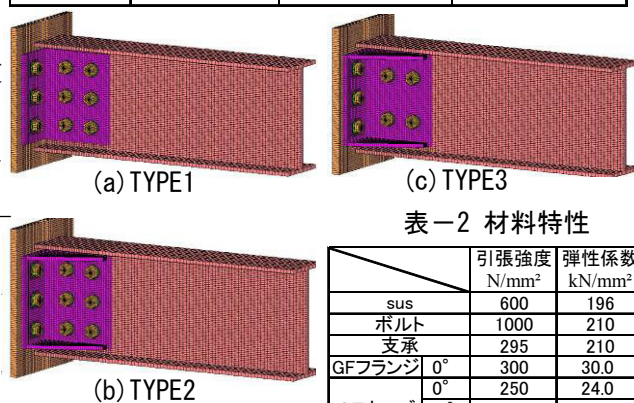


図-3 解析モデル概略図

表-2 材料特性

	引張強度 N/mm ²	弾性係数 kN/mm ²
sus	600	196
ボルト	1000	210
支承	295	210
GFフランジ	0°	300
	0°	250
GFウェブ	45°	35.0
	90°	90.0

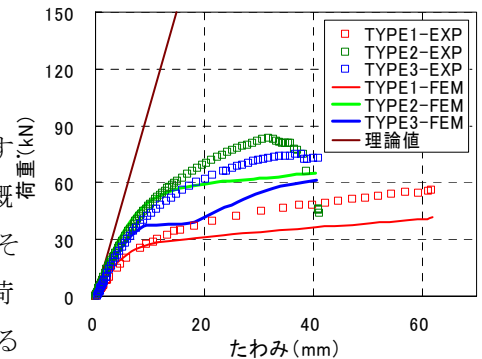
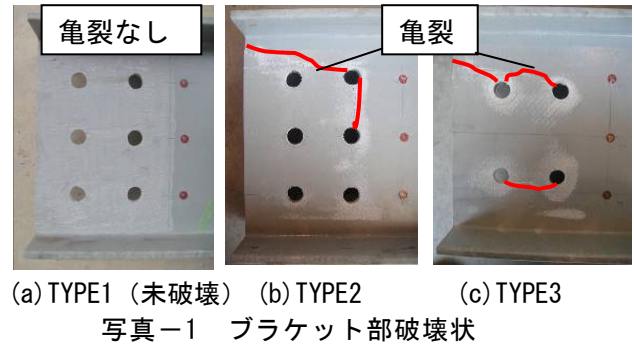
キーワード GFRP, 橋梁点検検査路, ブラケット部, FEM 解析

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 ウェスト 2 号館 1104 号室 TEL 092-802-3392

4. 結果

4.1 破壊性状

ブラケット部の破壊状況を写真-1に示す。実験では、TYPE1は荷重25.6kN時にアングル材が降伏し、鉛直変位が増加した。最大荷重は55.8kNとなったが、GFRPブラケットに亀裂等の損傷は見られなかった。TYPE2は83.4kN時に音を発してボルト孔間およびボルト孔から試験体端部に亀裂が生じ、GFRPブラケットが破壊に至った。同様にTYPE3は74.9kN時に音を発してボルト孔間、ボルト孔から試験体端部に亀裂が生じた。



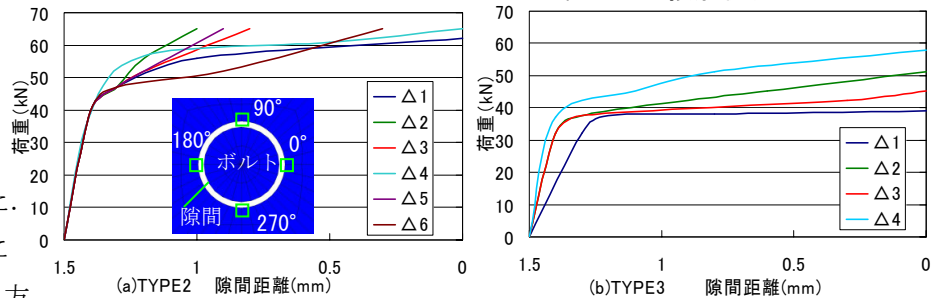
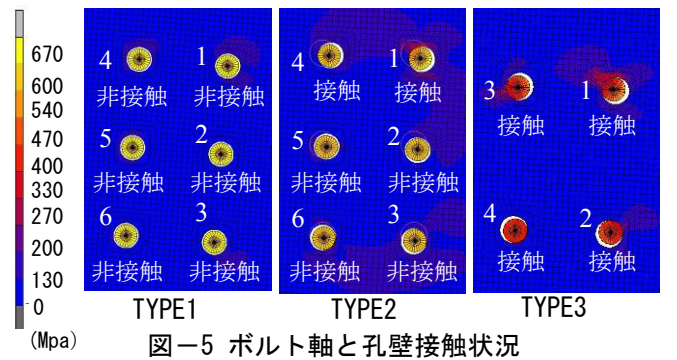
4.2 荷重たわみ関係

図-4にブラケット部の自由端ウェブ中央部の荷重-たわみ関係を示す。同図よりTYPE1,2,3はそれぞれ30, 55, 40kNまで、実験値、解析値は概ね一致していることが確認できる。実験値の最大荷重に対して解析値がそれぞれ0.74, 0.78, 0.82倍程度である。また、ブラケット部に大きな負荷がかかり、ボルト本数が多いTYPE2がTYPE3より大きな荷重に耐えうることを確認でき、リブ付のアングル材によって耐力が向上したことが確認できた。

4.3 ボルトと孔壁の接触状況

図-5にボルト軸と孔壁接触状況を、図-6に荷重と隙間関係を示す。TYPE1の解析では、接合部のブラケット部にすべりが発生しせず、最大荷重時にブラケット部の孔の近傍に応力集中現象が見られなかった。また、SUSアングル材の降伏現象がみられ、実験状況と概ね一致した。

TYPE2は、荷重62kN時に接合部にすべりが発生し、第1ボルトと135°方向の孔壁が接触した。次に荷重65.1kN時に第4ボルトと180°方向の孔壁が接触した。第2, 3, 5, 6ボルトは最大荷重時においても孔壁と接触していなかった。TYPE3は、荷重39.2kN時に接合部にすべりが発生し、第1ボルトと135°方



向の孔壁が接触した。次に、荷重45.3kN時に第3ボルトと200°方向の孔壁が接触した。さらに、荷重51.2kN時に第2ボルトと45°方向の孔壁が接触した。最大荷重57.9kN時に第4ボルトと315°方向の孔壁が接触したことがわかる。また、TYPE2, 3共にすべり発生後、ブラケット部の孔の近傍に顕著な応力集中現象が見られた。実験では本解析にて応力集中した位置において、亀裂が発生していることが確認できた。

5. まとめ

- (1) ブラケット接合部のボルト本数やリブ付SUSアングル材が耐力向上に影響した。
- (2) FEM解析では、ボルトと孔壁接触状況が確認できた。ブラケット部の応力集中位置が再現できた。

参考文献 1) 小林他：GFRP引抜き成形I形断面はり部材の耐力に関する解析的検討，土木第3回FRP複合構造・橋梁に関するシンポジウム，pp.29-36, 2009.07

2) 小林他：GFRP引抜き成形I形断面はりの特性および曲げせん断挙動に関する実験的研究，土木学会構造工学論文集，Vol.54A, pp.850-859, 2008.03 3) 大本透他：

接着剤およびボルト接合を用いたGFRP・鋼接合部の強度特性に関する実験的研究，平成19年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，I-21, pp.41-42, 2008.3