

GFRP 部材の継手構造の最適化に関する実験的研究

コムテック 正会員 ○宮田光晴, 井上澄貴
 コムテック 池田哲雄, 竿代矢須子
 ものつくり大学 正会員 大垣賀津雄, 松本翔太

1. はじめに

VI (Vacuum Infusion) 法により製作した積層成形材をアクリル樹脂で接着して、箱断面に集成した GFRP (Glass Fiber reinforced plastic) 部材 BOX 桁橋が近年施工されている。このような橋梁は、主に歩道橋として 2009 年以降オランダなど欧州各国で製作・架設されている。軽量で腐食しないことから、海辺や運河などの腐食環境の厳しい場所に適用されている。2019 年 10 月に、このような BOX 桁歩道橋が沖縄県浦添市に建設された¹⁾。本橋は支間長 17.5m, 橋長 18.5m であり国内最大級の GFRP 橋である。しかしながら、この橋長以上の場合、現場への輸送が困難である。そのため、複数のブロックに分割して運搬を行い、現場で GFRP 部材の接合ができるように、その継手構造の研究を行うこととした。

2. 試験概要

CASE-0 試験体は図 1 に示すように一定幅 100 mm, 長さ 800 mm で板厚 12 mm の GFRP 成形材である。CASE-1 ~4 試験体は中心に 3mm の隙間を開けて上下に長さ 400mm, 板厚 8mm の GFRP 板をアクリル樹脂で接着したもの、もしくはボルト接合したものである。両面の両端部に縦横 100mm 厚さ 8mm の GFRP をアクリル樹脂で接着し、チャック固定部を補強している。一方、CASE-D-0, D-1 ~4 試験体はダンベル型にしてその中央部分で破壊するように成形したものである。その他の試験体は表 1, 2 に示すように、M12 の六角高力ボルト (以下、HTB と呼ぶ)、M8 のステンレスボルト (以下、STB と呼ぶ) の配置、アクリル接着剤の適用をパラメータとしている。図 2 に示すように試験体をアムスラー型試験機に設置する。試験機のチャックに試験体を上下 100 mm 挟み、引張荷重を加え、変位を計測した。

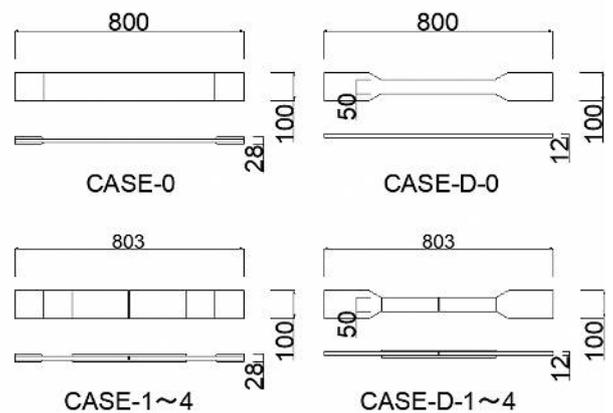


図 1 試験体図面

3. 試験結果、考察

図 3 はアクリル樹脂のみで接着した試験体 CASE-1, D-1 の破壊状況である。継手部分の GFRP のはく離が原因で試験体が破壊し、CASE-1 の最大荷重は 400kN であった。今回の試験で最大荷重が最も高かった CASE-0, D-0 は、継手のない母材の引張試験である。その値よりやや低い強度が高かった表 1 の CASE-2-2 は、端部の HTB 孔部分が伸びて破壊していることが分かった。その他の HTB を使用した試験体のほとんどがボルト孔の位置から破壊し、強度低下が見られた。このことから GFRP 材は孔が開いている部分から破壊しやすいといえる。また、ダンベル型の試験では、CASE-D-1 の接着のみで施



a) CASE-0

b) CASE-D-1

図 2 引張せん断試験状況

キーワード GFRP, VI 法, 歩道橋, 継手, 接合部, 接着剤, ボルト

連絡先 〒861-8019 熊本県熊本市東区下南部 3 丁目 6-80 (株)コムテック TEL:096-388-2081

工したものが、継手接合試験体の中で一番高い強度となった。次に、接着を行って端部のみ STB を配置した CASE-3、D-3 の強度は安定して高い値であるといえる。実際の現地施工では、接着した添接板を固定するために端部にボルトを配置することが有効であると考えられる。

図 4, 5 に荷重と変位の結果を示す。本試験では、荷重のかかり始めにチャック部で滑りが生じ、変位が大きく出ている。しかしながら、いずれの試験体もチャックのずれが終わると、引張剛性がほぼ等しく線形になることが分かる。これらの継手試験体も FRP 母材と同様に、脆性的に突然破壊に至っており、同図で示す通りそれまでは弾性的な挙動を示している。

4. まとめ

GFRP 継手の引張試験を行い、最大荷重や破壊状況を調査した結果、端部に STB を取り付けて接着した試験体と接着材のみで施工をした試験体が、安定して高い強度であった。ダンベル型の試験体でも同様結果であった。以上から、継手が必要な橋長の長い GFRP 歩道橋の建設には、接着剤を使用して端部のみにボルト適用する工法が施工性にも優れて最善であると考えられる。

今後の課題は、ウレタン樹脂エラストマーを挟んだ GFRP サンドイッチ床版の継手構造の検討を行い、接着接合継手を有する BOX 桁橋の曲げ載荷実験により、所定の性能が得られることを確認することである。

【参考文献】

1)井上, 宮田, 池田, 地福, 竿代, 大垣, 下前: GFRP 成形材を接着した BOX 桁橋の曲げおよびせん断耐荷力に関する実験研究, 土木学会第 8 回 FRP 複合構造・橋梁に関するシンポジウム, 2020.11

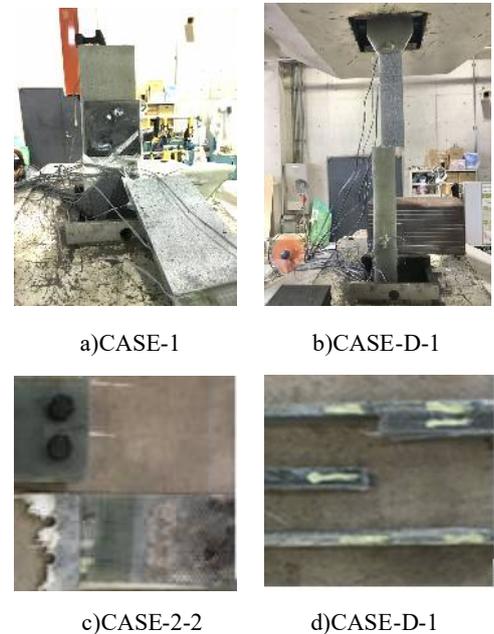


図 3 試験体の破壊状況

表 1 一定幅試験体の引張試験

ケース	接着	HTB	STB	最大荷重 (kN)	破壊状況
CASE-0	×	×	×	480	GFRP のはく離
CASE-0'	×	×	×	351	チャック位置破断
CASE-1	○	×	×	400	継手の接合部破断
CASE-2-1	×	○	×	341	端部ボルト位置破断
CASE-2-2	○	○	×	406	端部ボルト位置破断
CASE-3	○	×	端部のみ	380	チャック位置破断
CASE-4-1	×	×	全面	369	端部ボルト位置破断
CASE-4-2	○	×	全面	389	端部ボルト位置破断

表 2 ダンベル型試験体引張試験

ケース	接着	HTB	STB	最大荷重 (kN)	破壊状況
CASE-D-0	×	×	×	230	チャック位置破断
CASE-D-1	○	×	×	220	継手の接合部破断
CASE-D-1'	○	×	×	220	継手の接合部破断
CASE-D-3	○	×	端部のみ	190	端部ボルト位置破断
CASE-D-3'	○	×	端部のみ	190	端部ボルト位置破断
CASE-D-4-1	×	×	○	160	端部ボルト位置破断
CASE-D-4-1'	×	×	○	183	端部ボルト位置破断

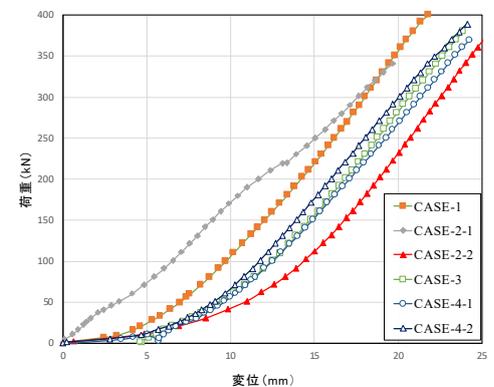


図 4 CASE-1~CASE-4-2 の変位

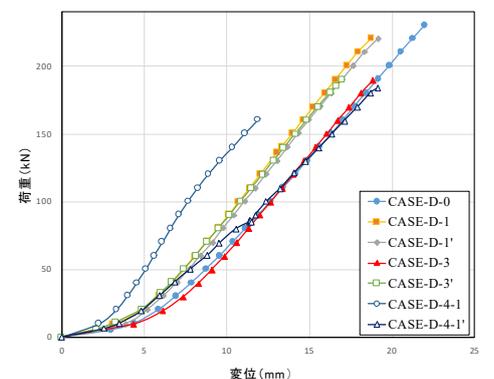


図 5 CASE-D-1~CASE-D-4-1' の変位