

ハイブリッドFRP部材と鋼部材の高力ボルト摩擦接合に関するリラクセーション試験

(株)IHI
東レ(株)
東レ(株)
首都大学東京 大学院
首都大学東京

正会員 ○岩崎 初美
正会員 松井 孝洋
近藤 富士夫
学生会員 齋藤 舜
正会員 中村 一史

1. はじめに

FRP (Fiber Reinforced Plastics) は、鋼材に比べ軽量であり、優れた耐腐食性を保有していることが長所である。一方、鋼橋の損傷のうち腐食は発生比率が一番高い。そこで、その腐食した鋼部材の交換部材としてFRPの適用が期待される。例えば、既設鋼橋で腐食劣化した横構や対傾構などの二次部材の取替材料としてFRP形材の利用が考えられる。今回、鋼橋の強度部材に適用できる材料として、炭素繊維補強プラスチック(CFRP)とガラス繊維補強プラスチック(GFRP)を層状に設けた炭素繊維ガラス繊維補強プラス(HFRP)を使用する。本研究では、HFRP部材と鋼部材からなる異種継手において、高力ボルトの軸力を長期間計測しリラクセーション特性について検証する。また、HFRP板として高弾性炭素繊維板と耐クリープ炭素繊維板を使用し検討する。

2. 試験概要

端対傾構にHFRP部材を使用することを想定し、高力ボルト継手の試験体を製作した。図-1に試験体を示す。端対傾構の上弦材のHFRPガセットと鋼桁の垂直補剛材の継手を想定し試験体BL、CRを設けた。また、端対傾構の上弦材のHFRP形材とHFRPガセットの継手を想定して試験体CRDを設けた。試験体BL、CRは、HFRP板と鋼板の一面接合継手でありHFRP板の外側に鋼添接板を追加した構造である。試験体CRDはHFRP板とHFRP形材の一面接合継手であり、HFRP板の外側に鋼添接板を追加した構造である。表-1に試験体ケースを示す。試験体BLは高弾性炭素繊維板を使用し、試験体CR、CRDは耐クリープ炭素繊維板を使用した。また、試験体CRD2は本縮

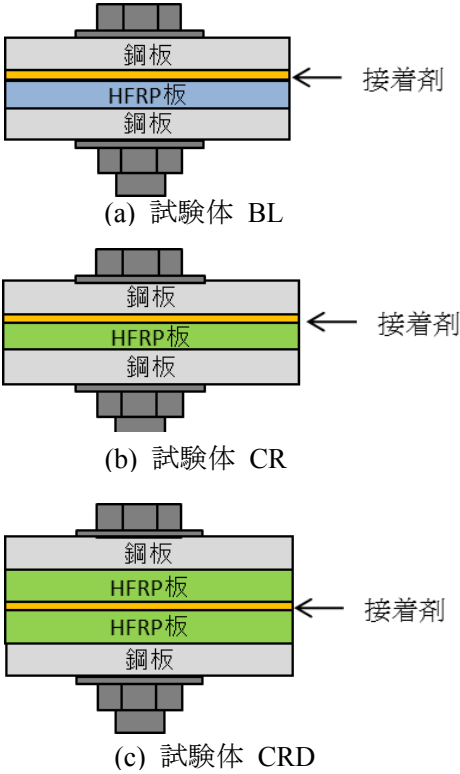


図-1 試験体

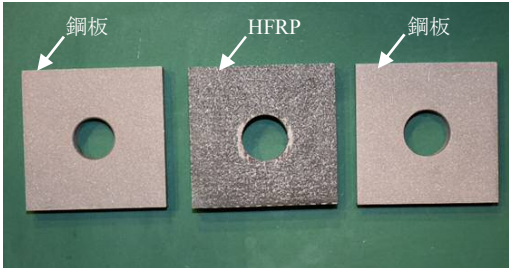


写真-1 表面処理状況

表-1 試験体ケース

試験体	接着	HFRP 板の種類	HFRP 板の枚数	増し締め	数量
BL	有	高弾性炭素繊維板	1	無	2
CR	有	耐クリープ炭素繊維板	1	無	2
CRD1	有	耐クリープ炭素繊維板	2	無	1
CRD2	有	耐クリープ炭素繊維板	2	本締め 24 時間後に増締め	1

表-2 表面粗さ計測結果

種類	R_a (μm)	R_z (μm)	$R_{z,HS}$ (μm)
HFRP 板	7.21	43.0	32.8
鋼板	7.29	42.1	29.8

キーワード ハイブリッドFRP、高力ボルト接合、リラクセーション

連絡先 〒135-8710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 (株)IHI 社会基盤・海洋事業領域 TEL 03-6204-7315

め 24 時間後に増締めを行った。なお、試験体は既設鋼橋の継手の縁端距離 40mm を考慮し幅 80mm×80mm とした。また、今回の試験では、試験体の孔径は 26mmφ とし、接合面に接着剤（コニシ E258R）を使用する条件に統一した。写真-1 に表面処理状況を、表-2 に表面粗さ計測結果を示す。HFRP 板、鋼板ともアルミナ（#24）によるサンドブラストにより処理を行い、必要な表面粗さを確保した。また、接着剤の養生を行うため、試験体の接着後、チャンバー内で約 23 度の温度で 8 日間の養生を行った（写真-2）。表-3 に実験に使用した材料物性値を示す。実験ではトルクレンチを使用して設計ボルト軸力 205kN を割り増して軸力を導入した。



写真-2 チャンバーによる温度管理

3. 試験結果

表-4 にボルト軸力の計測値を示す。また、図-2 にボルト軸力と経過時間の関係を、図-3 にボルト軸力の残存率と経過時間の関係を示す。1242.2 時間後、試験体 BL, CR, CRD とも設計ボルト軸力 205kN を確保できている。鋼板と HFRP 板の継手を想定した試験体 BL, CR と、HFRP 板と HFRP 板の継手を想定した試験体 CRD を比較すると、試験体 CRD の方がリラクセーションは比較的大きいことがわかる。これは、試験体 CRD は HFRP 板の合計板厚が 2 倍になっているため、クリープ変形が大きくなりリラクセーションが増加したと考えられる。

4. まとめ

HFRP 板を使用した継手のリラクセーション試験の結果、1242.2 時間後、全ての試験体で設計ボルト軸力 205kN を確保できた。また、HFRP 板と HFRP 板の継手は、鋼板と HFRP 板の継手に比べリラクセーションが大きくなる傾向が確認できた。今後計測を継続し長期的なリラクセーション特性の検証を行う。

表-3 材料物性値

HFRP 板 (板厚 21mm)	弾性係数 (0°方向)	146.9 (kN/mm ²)
	弾性係数 (90°方向)	13.5 (kN/mm ²)
鋼板 (SM570) (板厚 14mm)	弾性係数	206 (kN/mm ²)
	降伏強度	573 (N/mm ²)
	引張強度	675 (N/mm ²)

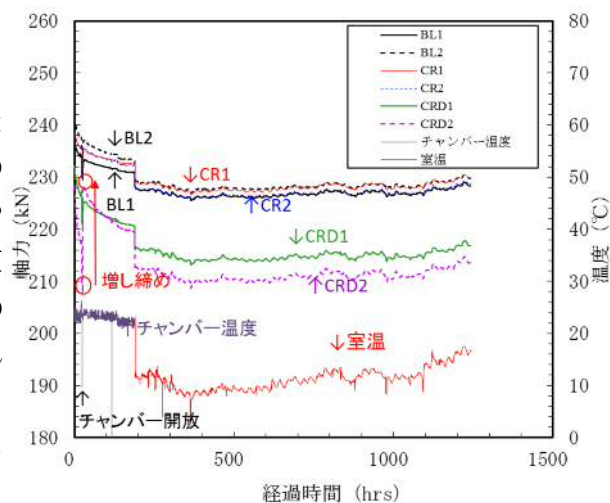


図-2 ボルト軸力と経過時間の関係

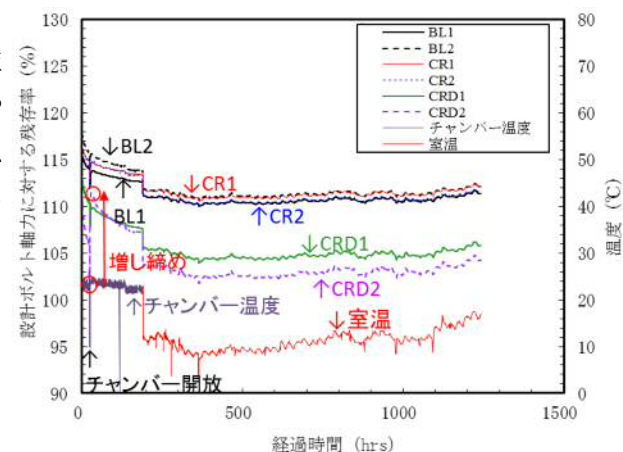


図-3 ボルト軸力の残存率と経過時間

表-4 ボルト軸力計測値

試験体	目標とした導入 軸力 (kN)	軸力の初期値 (kN)	1242.2h 経過後 (kN)	軸力の初期値に 対する軸力低下 量 (kN)	設計軸力に対す る軸力残存率の 初期値 (%)	設計軸力に対す る 350h 後の残存 率 (%)
BL1	237.0	236.3	228.4	7.9	115.2	111.4
BL2	239.9	240.9	229.8	11.1	117.5	112.1
CR1	239.9	238.7	229.9	8.8	116.4	112.1
CR2	237.3	237.6	228.8	8.8	115.9	111.6
CRD1	234.8	232.1	216.9	15.2	113.2	105.8
CRD2	236.8	228.2	213.7	14.5	111.3	104.2