

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

(株)IHI 正会員 ○岩崎 初美
 東レ(株) 正会員 松井 孝洋
 首都大学東京(研究当時) 正会員 小林 拳祐
 首都大学東京 正会員 中村 一史

1. はじめに

近年, FRP (Fiber Reinforced Plastics) の土木構造物への活用が増加している. FRP は鋼材に比べ軽量であり, 高い耐腐食性を保有していることが長所である. このような背景から既設鋼橋において腐食劣化した端対傾構などの取替材料として FRP 形材の利用が期待されている. 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) を層状に設けたハイブリッド FRP (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.

2. 試験概要

HFRP 部材と鋼部材の高力ボルト接合において, HFRP 部材の板厚方向のクリープ変形に伴い, 高力ボルトの軸力が減少するリラクセーションが懸念された. そこで摩擦接合用高力ボルト M22 (F10T) を使用し, 各供試体についてリラクセーション試験を実施した. 図-1 に, 従来, 端対傾構で多く使用されている添接板がない一面接合継手の供試体, 図-2 に, HFRP のクリープを考慮し添接板を追加した一面接合継手の供試体を示す. なお, 供試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. 表-1 のとおり, 供試体は鋼製添接板の有無, 接着剤を使用した場合の本締め及び増し締めの時期, 接着剤を使用しない場

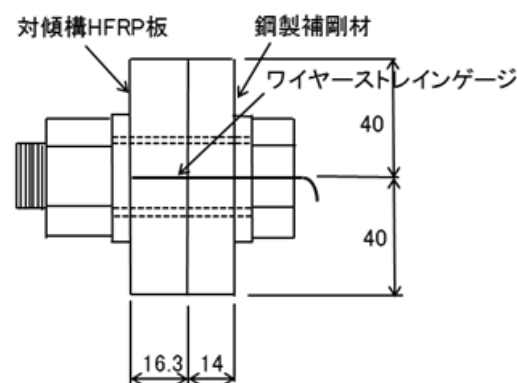


図-1 供試体（添接板無）

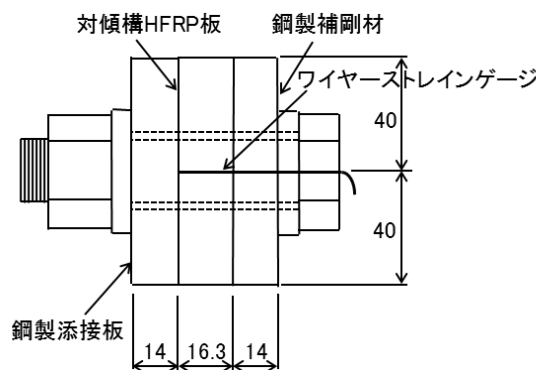


図-2 供試体（添接板有）

表-1 試験ケース

供試体	鋼製添接板	炭素繊維板の追加	接着（本締め）	接着（仮締め），24時間後本締め	接着（仮締め），24時間後本締め，48時間後増し締め	接着なし（本締め），24時間後増し締め	接着なし（本締め），48時間後増し締め
TYPE A	無	無	無	無	無	無	無
TYPE B	無	有	無	無	無	無	無
TYPE C	無	無	有	無	無	無	無
TYPE D	無	有	有	無	無	無	無
TYPE E	有	無	無	無	無	無	無
TYPE F	有	有	無	無	無	無	無
TYPE G	有	無	有	無	無	無	無
TYPE H	有	有	有	無	無	無	無
TYPE HA	有	有	無	有	無	無	無
TYPE HB	有	有	無	無	有	無	無
TYPE EB	有	無	無	無	無	有	無
TYPE EC	有	無	無	無	無	無	有

キーワード HFRP, 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 社会基盤セクター TEL 03-6204-7315

合の増し締め時期, HFRP 板における炭素繊維板の工場追加の有無をパラメータとした. また, 表-2 に, 実験に使用した材料物性値を示す. なお, 摩擦接合用高力ボルトには, 埋め込み式のワイヤーストレインゲージを設置し, ボルト軸力を計測した. 実験では, トルクレンチを使用して, 設計ボルト軸力 205kN の 10%増しの導入軸力 226kN を目標に導入した.

表-2 材料物性値

HFRP 板 (CF+GF)	引張弾性係数 (0°方向)	72.0 (kN/mm ²)
	圧縮弾性係数 (0°方向)	66.6 (kN/mm ²)
	引張強度 (0°方向)	807.1 (N/mm ²)
	圧縮強度 (0°方向)	391.2 (N/mm ²)
鋼板 (SM570)	引張弾性係数	206.9 (kN/mm ²)
	降伏強度	573.1 (N/mm ²)
	引張強度	675.2 (N/mm ²)

3. 試験結果

図-3～図-6 に, ボルト軸力と経過時間の関係を示す. その内, 図-3 に, 添接板による影響を示す. TYPE E～TYPE H の鋼製添接板を設置した供試体は, TYPE A～TYPE D の鋼製添接板を設置しない供試体に比べ, ボルト軸力の低下が少ない. 図-4 に, 接着剤による影響を示す. 接着を行なった供試体 TYPE G は, 接着を行なわなかった供試体 TYPE E に比べ, ボルト軸力の低下が少ない傾向はあるが, 大きな差はなかった. 図-5 に, 接着後の本締め及び増し締め時期による影響を示す. 鋼製添接板を設置し, かつ接着を行なった供試体 TYPE H, TYPE HA, TYPE HB で比較を行った結果, 接着剤を塗布し仮締めを行い, 24 時間後に本締め, 48 時間後に増し締め (導入軸力 226kN) を行なった TYPE HB のみが, 設計ボルト軸力を確保することできた. 図-6 に, 接着を行わない場合の増し締め時期による影響を示す. 鋼製添接板を設置し, かつ接着を行わない供試体 TYPE E, TYPE EB, TYPE EC で比較を行った結果, 本締め 24 時間後増し締めを行なった TYPE EB, 本締め 48 時間後増し締めを行なった TYPE EC は, 約 500 時間時点において, 設計ボルト軸力を確保できている.

4. まとめ

HFRP 部材と鋼部材の高力ボルト接合部におけるリラクセーションに対して, 設計ボルト軸力を確保するため, 鋼製添接板を設置し, かつ高力ボルトの本締め 24 時間後に増し締めを行う必要がある. なお, 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なう.

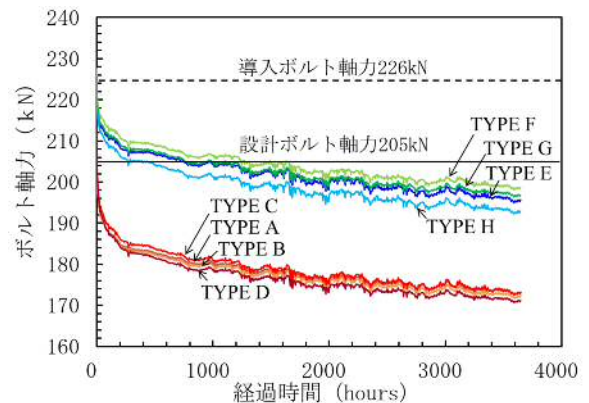


図-3 ボルト軸力と経過時間の関係 (添接板による影響)

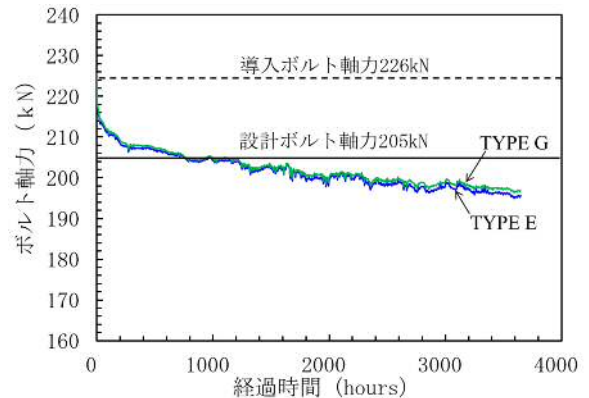


図-4 ボルト軸力と経過時間の関係 (接着剤による影響)

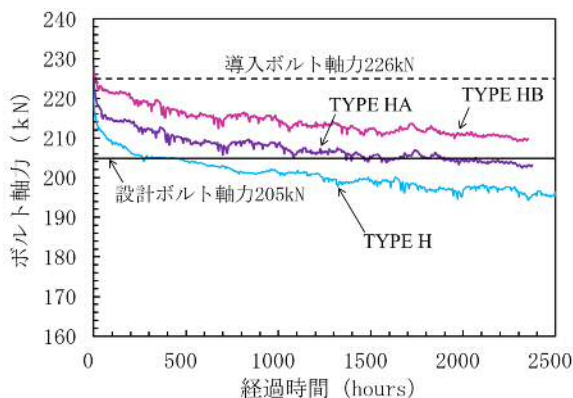


図-5 ボルト軸力と経過時間の関係 (接着後の本締め及び増し締め時期による影響)

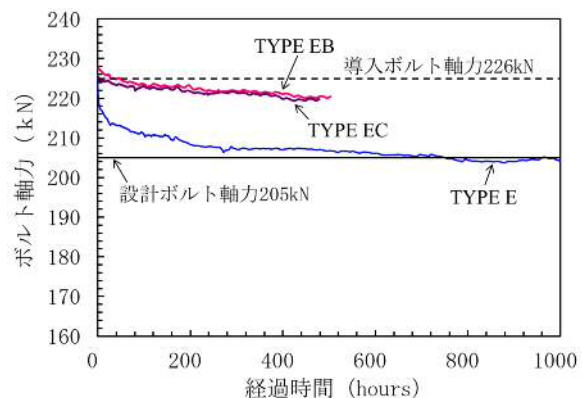


図-6 ボルト軸力と経過時間の関係 (接着を行わない場合の増し締め時期による影響)