

(ご記入日) 令和 7 年 4 月 30 日

公益信託 N E X C O 関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金
受託者 三菱 U F J 信託銀行株式会社 宛

研究概要書

研究課題：GFRP 橋梁付属物の高耐久性接合構造の力学的挙動のメカニズム解明

研究代表者：長岡技術科学大学 環境社会基盤系 准教授 林 徹
(研究当時：大阪公立大学大学院 工学研究科 助教)

はじめに

昨今、橋梁の老朽化に伴い、点検検査路や壁高欄等の橋梁付属物の劣化も問題である。特に、厳しい腐食環境下の構造では、高耐久性である GFRP 材料が用いられるが、材料のせん断強度が低いため、現行の支圧接合ではボルト本数や接合部面積の増加の課題は残る。また、金属ボルトを用いるが、その部位からの腐食進行が懸念されるため、継手構造の高耐久性化が重要となる。本研究では、新たにボルト軸力による摩擦力で抵抗する摩擦接合継手の適用による接合部のスリム化、高耐久性ボルトの適用による高耐久性接合構造の提案を目指す。

● 研究目的

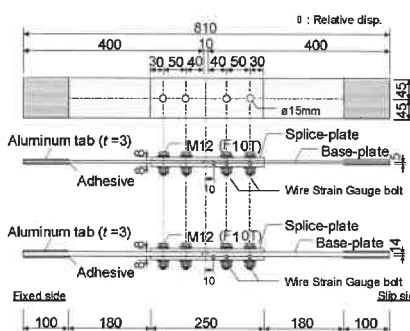
1. 鋼材－FRP の異種接合面を有する高力ボルト摩擦 GFRP 継手の摩擦挙動を解明する。
2. 外的因子下での高力ボルト摩擦 GFRP 継手の長期耐久性を明らかにする。

● まとめ、今研究で得られた成果、今後の課題等

鋼材－FRP の異種接合面を有する高力ボルト摩擦 GFRP 継手の設計時に用いるすべり係数およびすべり挙動を明らかにするために、表－1 に示すような実験ケースの 1 方向載荷の引張実験を、図－1 に示す短冊形継手を用いて実施した。供試体の母材には、土木用構造物によく用いられる、連続的に部材成形可能な引抜成形および手作業で繊維材料を積層するハンドレイアップ成形で製作された GFRP、連結板には SM400A やステンレス鋼を用いた。摩擦接合継手で重要となる接合面処理は、沖縄のような腐食環境下の継手構造に使用される Al-Mg 溶射を施したケース

表－1 すべり実験／腐食促進供試体ケース

Case	連結板厚	母材厚	連結板材質／表面処理	母板材料／表面処理
P-C8AlMg-B5N-AlMg-P	8	5	SM400A／AlMg	引抜／フッ素
P-C8AlMg-B14N-AlMg-P	8	14	SM400A／AlMg	引抜／フッ素
P-C8AlMg-B14N-AlMg-N	8	14	SM400A／AlMg	引抜／無
P-C8BSUS-B5N-P	8	5	SUS／プラスト	引抜／フッ素
P-C8B-B5N-P	8	5	SM400A／プラスト	引抜／フッ素
P-C8B-B5N-N	8	5	SM400A／プラスト	引抜／無
H-C8B-B5N-N	8	5	SM400A／プラスト	ハンドレイ／無
H-C4.5B-B5N-N	4.5	5	SM400A／プラスト	ハンドレイ／無
H-C8B-B14N-N	8	6	SM400A／プラスト	ハンドレイ／無



図－1 引張供試体／腐食促進供試体

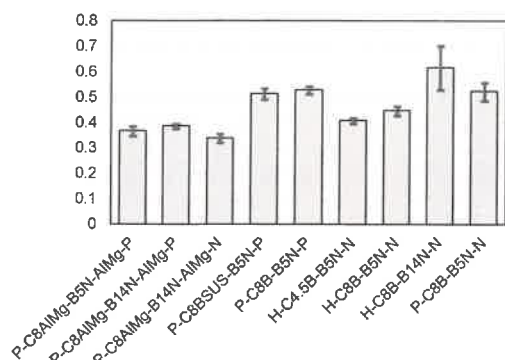


図-2 試験前軸力で算出したすべり係数

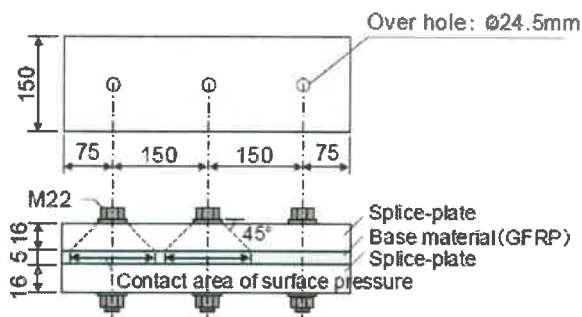


図-3 長期リラクセーション試験体

と、ショットブラストで表層を粗くしたケースを採用して、引張実験を行った。

図-2 に引張実験から得たすべり係数の結果を示す。このすべり係数は、すべり荷重と引張実験前の供試体のボルト軸力を用いて算出した値である。

すべり実験では、すべりが発生するまではいずれの供試体においても、荷重－試験機変位関係は線形的な挙動を示した。すべり荷重に達すると、ブラストケースでは母材の材料によらず大きな荷重低下が見られたが、Al-Mg 溶射ケースでは支圧状態に移行して荷重上昇が確認された。これは、すべり係数が影響していると考えられ、母材 5mm ですべり係数が高いとすべりと同時に母材が破断する傾向にあり、Al-Mg 溶射ではブラストケースよりも表面粗さが小さくなったため、すべり後に支圧状態に移行したと考えられる。母材板厚が薄い場合には、これらの摩擦挙動を理解したうえで接合面状態を設定する必要がある。また、引抜・ハンドレイアップ部材とともに、母材厚を 14 mm に増厚すると、母材の軸剛性が大きくなるため変形が小さくなる、かつ耐力が向上するため、すべり係数が向上することがわかった。また、母材にフッ素樹脂塗装を施すと、母材に比べて柔らかいため、粗さのある連結板との密着性が良くなるため、すべり係数が向上することがわかった。一方、連結板を薄くすると、接合面のボルト軸力の影響範囲が小さくなるため接触面圧が大きくなるため、母材の破壊が早期に発生して、すべり係数が小さくなることがわかった。

長期の耐久性の検討を行うために、図-3 に示す長期リラクセーション試験体を用いて、Al-Mg 溶射した場合の GFRP 継手における、長期の軸力変動について検討した。その結果を図-4 に示す。3 本のボルトとともにほぼ同等の低下の傾向を示している。その残存軸力は、締付約 11 ヶ月間で 75% であった。

現在、2 年計画の 2 年目であり、1) 神戸大学で GFRP 継手に熱サイクルを与えて、温度変化による軸力変動、2) 研究代表者の異動先である長岡技術科学大学に、図-5 に示す腐食促進機を移動させて、GFRP 継手の腐食耐久性および軸力変動、3) 繰返し荷重下の軸力変動調査を継続して行っている。異動はあったため進捗に遅れはあるものの、当初予定していた実験は実施中であるため、

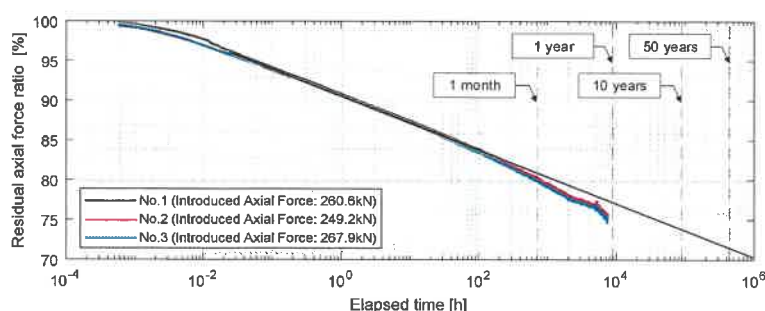


図-4 長期リラクセーション試験の結果一例

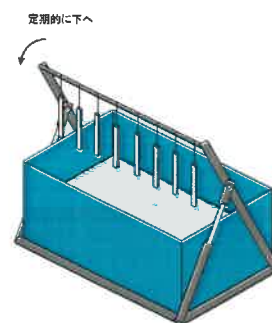


図-5 腐食促進試験

結果が出揃い次第、論文として公表する予定である。