

試験体は、図2に示すような等辺山形鋼 L-50x4 (SS400, YP=370MPa, TS=465MPa) を M16 高力ボルト 2 本で接合した試験体とした。試験変数は、無補強 (NS 試験体) と CFRP 補強試験体 (CFA, CFB 試験体)、摩擦面への樹脂含浸の影響を検討するために樹脂のみを VaRTM により接合部周辺に含浸させた試験体 (NSR 試験体) とした。伝達用基材の積層数は、ボルト孔による断面欠損分と等価な強度としたもの (CFA 試験体) と、山形鋼の全断面積と等価にしたもの (CFB 試験体) の 2 種類とし、各 2 体実施した。

3. 試験結果

表1に各試験体の最大耐力、図3に荷重-クロスヘッド変位関係、図4に破壊後の CFRP 補強試験体、図5に荷重-歪 (sg1, sg2 の平均) 関係を示す。表1より CFRP 補強により最大耐力は NS と比較して高い値となっていることが分かる。しかし、伝達用基材の積層数の違いによる有意な差は確認されなかった。NSR の耐力や挙動は NS と比較して有意な差はなく VaRTM 法によって含浸される摩擦面の樹脂の影響は小さいと考えられる。図3より、NS および NSR は早期にボルト孔断面欠損部が降伏し破断しているのに対し、CFA および CFB は山形鋼中央部が降伏したのち、山形鋼側の CFRP 端部を起点として剥離が徐々に進行し、剥離がボルト接合部の有効断面部に達した後、有効断面部で破断に至った (図4)。また、図5に示すように CFA・CFB の山形鋼中央部においては 3% 以上の伸びが確認されたことから、本補強法によって部材の耐力と塑性変形性能を発揮できるようになったといえる。

表1 試験結果一覧

	NS	NSR	CFA-1	CFA-2	CFB-1	CFB-2
最大耐力[kN]	102	101	126	127	125	127
NS との比較	-	-0.6%	+24%	+25%	+23%	+25%

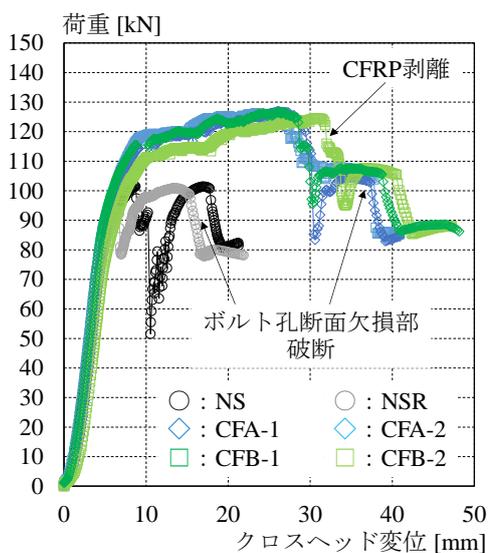


図3 荷重-クロスヘッド変位関係

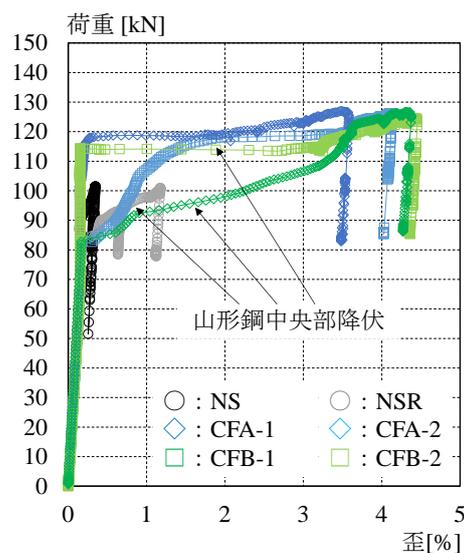


図5 荷重-歪 (sg1 と sg2 の平均) 関係

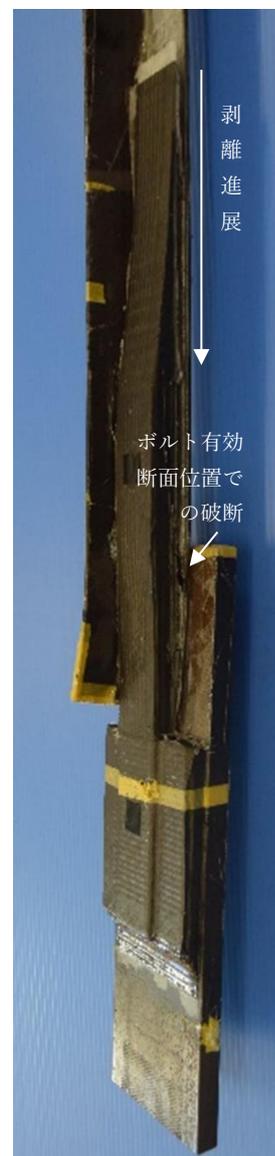


図4 破壊モード

4. おわりに

鋼構造ボルト接合部に対して、VaRTM法を応用した CFRP の成形接着により、段差・不陸を解消し応力伝達を行うことができる補強手法の提案を行うとともに、引張試験により効果を実施した。その結果、適切に成形接着が施工できることが実証でき、接合部の耐力を向上させられることを明らかとした。

参考文献

- 1) 土木学会：複合構造シリーズ 09 FRP 接着による構造物の補修・補強指針 (案), 2018
- 2) 石川敏之, 中村一史, 大垣賀津雄：鋼構造物の CFRP 接着補修・補強, 日本機械学会誌, 2019
- 3) 久保川裕喜, 中本大暉, 鈴木公平, 佐藤壮大, 松井孝洋, 前田浩徳, 松本幸大：段差を有する鋼構造接合部への CFRP による VaRTM 成形接着補強に関する基礎検討, 第 8 回 FRP 複合構造・橋梁に関するシンポジウム講演概要集 (CD-ROM), pp.143-150, 2020