

CFRP 板接着工法における接着剤厚さが断面欠損した鋼圧縮部材の耐荷力に及ぼす影響

(一財) 首都高速道路技術センター 正会員 ○小林明史, 増井隆, 上條崇
 首都大学東京 学生員 今井貴也, 正会員 中村一史
 首都高速道路(株) 正会員 平野秀一
 日本エンジニアリング(株) 正会員 政門哲夫
 (株)ダイクレ 正会員 鈴木啓之
 (株)ITW PP&F JAPAN 中川健太

1. はじめに

近年, 鋼橋の桁端部などに腐食損傷が多数報告されており, 腐食が進行すると鋼材の減厚により耐荷力の低下が懸念される (図-1). 減厚に対する補修方法は, 鋼板によるあて板工法 (図-2) や炭素繊維シート接着工法が一般的である. しかし, 両工法とも高架下の交通規制や足場の設置が必要な現場条件では作業効率が悪く, 時間とコストがかかる. 筆者らは, 現場での作業効率を向上させるため, 工場で製作した炭素繊維強化プラスチック (Carbon Fiber Reinforced Plastic: 以下, CFRP) 板を現場で接着剤により接合する工法の開発を行っている. 過年度実施した桁端腐食を模擬した試験体の静的載荷試験¹⁾では, CFRP 板が減厚部の局部座屈を防止し, 健全時と同等の耐荷力まで回復する補強効果があることを確認した. 本稿では, 接着剤厚さの違いが耐荷力に及ぼす影響を確認するために実施した静的載荷試験について報告する.

2. 試験概要

鋼 I 桁橋の端部を模擬した H 形試験体 (SM400) とした. 試験体を図-3, CFRP 板補強状況を図-4, 表-1 に試験体ケース名および試験結果を示す. 「健全」は, フランジ, ウェブとも板厚を 12mm としている. 「腐食・無補強」は, ウェブの下端から 100mm 範囲の板厚を一律に 3mm とし, 健全部に対する減厚量 75%の腐食損傷を模擬した. 「腐食・補強」は, L 型の CFRP 板をウェブと下フランジに取り付けている. CFRP 板に使用した炭素繊維シートは中弾性タイプを鉛直方向に配向し, 鋼材の最大減厚量と等価な剛性となる積層数 (13層) とした. また, 「腐食・補強」の接着剤厚さは, 1mm, 2mm, 5mm とした.



図-1 鋼桁端部の腐食損傷



図-2 あて板補強

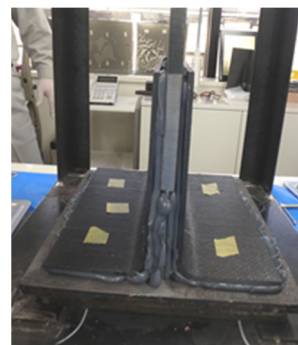


図-4 CFRP 板補強状況

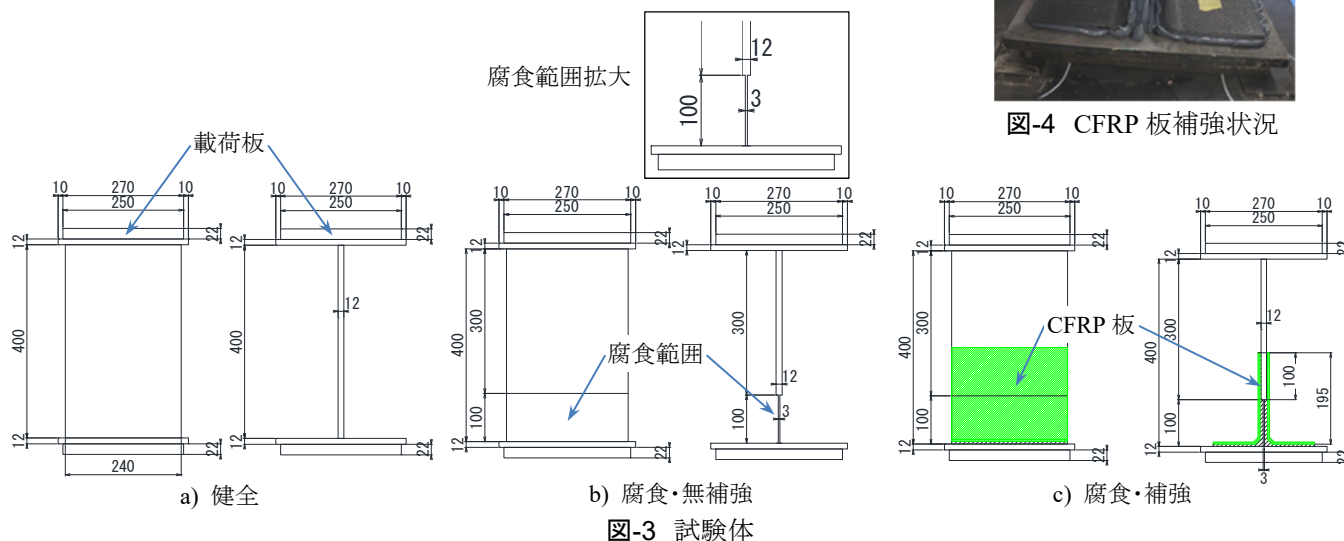


図-3 試験体

キーワード 鋼桁, 腐食, CFRP, 接着, 補強, 耐荷力

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 (一財) 首都高速道路技術センター TEL 03-3578-5772

3. 試験結果

静的載荷試験は油圧ジャッキを用い、鉛直に載荷にした。荷重－変位関係を図-5 に示す。表中の耐力比は、「健全」の耐荷力に対する比率を示している。「腐食・無補強」の耐力比は、「健全」と比べ 1/10 程度まで低下した。これは、ウェブの腐食範囲の最小板厚が 3mm と薄く、その部分で局部座屈したことによる。一方、「腐食・補強・1mm」および「腐食・補強・2mm」は、「健全」の耐荷力の 90%以上まで回復したが、「腐食・補強・5mm」は、「健全」の耐荷力の 75%程度での回復であった。

図-6 に破壊形態を示す。「健全」は、ウェブ高さの中心付近が面外方向に変形する全体座屈であり、「腐食・無補強」は、ウェブ下端の減厚している腐食範囲の局部座屈であった。「腐食・補強・5mm」は CFRP 板が剥離したが、「腐食・補強・1mm」および「腐食・補強・2mm」ともに最大荷重付近で CFRP 板が圧壊していたことから、接着剤により CFRP 板に荷重が伝達していると考えられる。

図-7 に鋼材のコバ面下端から 50mm での荷重－ひずみ関係を示す。「腐食・補強・5mm」は、載荷当初から他の試験体と比べてひずみの増加が大きいことから、CFRP 板への荷重の伝達が少ないと考えられる。

なお、「腐食・補強・5mm」は、目標接着剤厚さ 5mm に対し、実際の接着剤厚さが最大 8mm 程度となった箇所があり、接着剤厚さ管理が十分ではなかった。そのため、「腐食・補強・1mm」および「腐食・補強・2mm」は、CFRP 板にスペーサーを設置し接着剤厚さの管理を徹底して行った。

4. おわりに

試験結果より接着剤厚さが 1mm, 2mm である試験体は、「健全」の最大耐力の 90%以上まで回復したが、接着剤厚さ 5mm は、1mm, 2mm と比べ性能回復の効果が小さかった。なお、接着剤厚さが 5mm の試験体は、製作時の接着剤厚さ管理をコントロールできていなかったため、接着剤厚さの違いが耐荷力に及ぼす影響については解析で検討する予定である。

参考文献

1) 増井隆, 上條崇, 中村一史, 平野秀一, 政門哲夫, 鈴木啓之, 中川健太: CFRP 板接着工法により補強した桁端断面欠損部の静的載荷試験, 土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要集, I-451, pp.901-902, 2018.8

表-1 試験ケース名と試験結果

試験ケース名	腐食	CFRP 板	接着剤厚さ	最大荷重 (kN)	耐力比 (%)	破壊形態
健全	なし	なし	—	807	1.00	全体座屈
腐食・無補強	あり	なし	—	92	0.11	断面変化部の局部座屈
腐食・補強・1mm	あり	あり	1mm	737	0.91	断面変化部の局部座屈・CFRP 板の圧壊 CFRP 板の剥離
腐食・補強・2mm	あり	あり	2mm	760	0.94	断面変化部の局部座屈・CFRP 板の圧壊
腐食・補強・5mm	あり	あり	5mm	608	0.75	断面変化部の局部座屈・CFRP 板の剥離

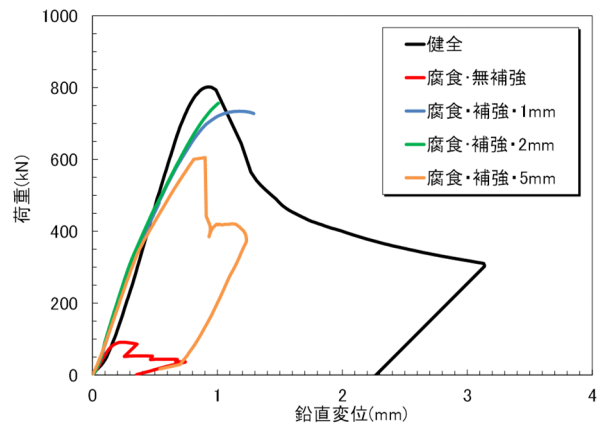


図-5 荷重－変位関係



a) 健全 b) 腐食・無補強
図-6 破壊形態

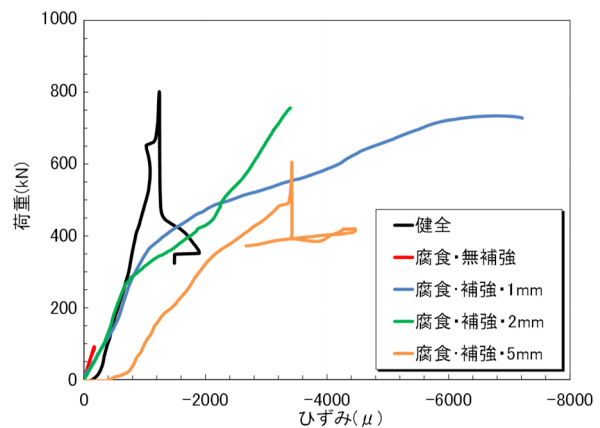


図-7 鋼材のコバ面下端から 50mm での荷重－ひずみ関係