

活荷重作用下の実橋への当て板接着補修の適用に関する研究

京都大学 学生会員 ○西木 晴彦, 正会員 石川 敏之, 服部 篤史, 河野 広隆
 阪神高速道路(株) 正会員 青木 康素

1.はじめに

近年, 鋼部材の補修・補強に当て板接着補修が用いられ始めているが, 適用事例はコンクリート部材の接着補修・補強に比べて非常に少ない. その理由の一つに当て板のはく離の問題や, 供用下で接着した場合の接着硬化に対する問題, 接着接合の耐久性の問題などが挙げられる.

中村らは動的繰返し荷重下における鋼と CFRP 板の接着特性を調べ, 鋼母材の応力範囲 $\Delta\sigma_{sn}=95\text{MPa}$, 応力比 $R=0.5$ の条件で接着を行っても, 接着硬化後の剛性やはく離荷重に与える影響は小さいことを明らかにしている¹⁾. しかしこの検討は接着剤の硬化中一定の応力範囲を作用させるものであり, 実橋大型車交通による応力振幅を受ける場合に対しても, 接着剤の硬化過程や硬化後の応力伝達特性について, 検討しておく必要がある.

そこで本研究では, 実橋の鋼主桁および鋼床版デッキプレートに対して鋼板および炭素繊維ストランドシート(以降ストランドシートと呼ぶ)を接着し, 当て板のひずみを計測することによって, 接着剤硬化中および硬化後のひずみの変動, すなわち荷重の伝達状態を観察した.

2.使用材料および当て板接着箇所

図 1 に実橋(支間長 9.6m, 7 主桁)の当て板接着位置とひずみゲージの設置位置を示す. 接着は 2013 年 5 月 21 日に行った. 図に示すように主桁への当て板の接着箇所はスパン中央付近で横桁間中央の下フランジ下面とし, 鋼板は下フランジ下面にウェブを挟んで 2 枚(各枚の幅 50mm, 長さ 300mm), ストランドシートは鋼板と伸び剛性が等しくなるように幅 100mm, 長さ 300mm を 3 枚重ねて接着した. ひずみは鋼板, ストランドシート共に当て板の端部から 5mm, 20mm および当て板の中央にひずみゲージを設置し測定した. 本研究では, それぞれの当て板に対応した接着剤を用いた. また鋼床版に対しては, 接着後の応力伝達の状態を調べることを目的に, 一般的には補強の必要はないが, 図 1 に示すように橋軸方向に接着した.

3. 接着剤硬化によるひずみの変化

鋼板接着に対しては, 鋼板を貼り付け直後にひずみ計測が行えるので, 主桁の下フランジ下面に接着した鋼板に対して接着剤の硬化過程のひずみの計測を行った. 接着硬化によるひずみの変化を表す指標として, 30 分間ごとにひずみ範囲ヒストグラムを作成し, 4μ 以上のひずみ範囲 ε_i とその頻度 n_i の積の総和 $\Sigma(\varepsilon_i \times n_i)$ を比較して, 接着剤の硬化を評価する. 図 2 に, 鋼桁下面の $\Sigma(\varepsilon_i \times n_i)$ に対する当て板の $\Sigma(\varepsilon_i \times n_i)$ と接着後からの経過時間の関係を示す. これらの図から, 当て板鋼板の中央では, 2 時間程度で鋼桁下面の $\Sigma(\varepsilon_i \times n_i)$ のおよそ 8 割程度に達し, その後, 変動が小さくなっている. 一方当て板の端部から 20mm および 5mm の位置では, それぞれ 3 時間, 5 時間程度で鋼桁下面の $\Sigma(\varepsilon_i \times n_i)$ に対する割合がほぼ一定の値に達していることがわかる. 当て板の端部に至るまで接着剤が硬化する場合を考えると, 今回, 鋼板接着に用いた接着剤では,

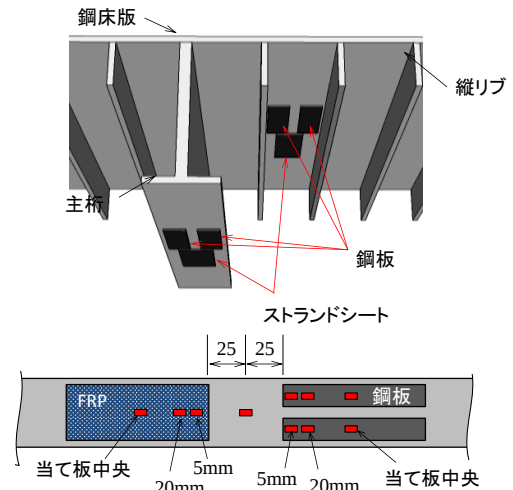


図 1 当て板接着位置とひずみゲージ設置位置

キーワード 補修 当て板接着 接着剤 鋼板 ストランドシート

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-2-227 京都大学桂キャンパス 075-383-3321

およそ5時間でひずみが十分に伝達できる性能を発揮したことがわかる。

3. 接着剤硬化後の当て板に生じるひずみの確認

当て板が接着されることで当て板が部材と一体になっているのかを確認するために、24時間後のひずみ計測に加え、3ヶ月に一度、交通荷重下で生じる当て板中央のひずみを計測した。例として、鋼桁フランジ下面に当て板が接着されてから約24時間後、3ヶ月後および9ヶ月後に当て板中央と鋼桁下フランジ下面あるいは鋼床版下面に生じるひずみの分布を図3～5に示す。ただし、当て板を接着してから24時間後のひずみ分布は鋼板とストランドシートで同時に計測していないので、図3では、ストランドシートのひずみ分布を示している。これらの図から、当て板が鋼板、ストランドシートに関わらず、当て板接着後24時間経過した段階で鋼桁や鋼床版に生じるひずみと同様なひずみの大きさとその波形が計測されており、9ヶ月経過した後も、当て板中央のひずみ変動が鋼桁や鋼床版のひずみ変動と同様であることがわかる。さらに、9ヶ月経過後の鋼桁下面の $\Sigma(\varepsilon_i \times n_i)$ に対する当て板中央の $\Sigma(\varepsilon_i \times n_i)$ の比は、鋼板接着に対して0.8程度、ストランドシート接着に対して0.8～0.9程度であった。これらは鋼床版への接着についても同様の結果となった。

4. まとめ

本研究では、鋼桁下フランジ下面および鋼床版に当て板を接着した場合の、接着剤の硬化過程ならびに接着してから24時間後および3ヶ月ごとの当て板のひずみの計測を行った。その結果、本研究で用いた接着剤では、鋼床版のように直接輪重を受けてひずみ変動が大きくなる部材に対しても、鋼板接着、ストランドシート接着ともに24時間後以降ほぼひずみの挙動に変化がなかったので、交通荷重下においても24時間以内に接着剤が硬化し、当て板へ応力が伝達できていることがわかった。ただし当て板に生じる応力は鋼桁、鋼床版ともに当て板がない箇所の8割程度であった。本研究では、鋼桁、鋼床版共に当て板接着後3, 6, 9ヶ月経過後も当て板がはく離することなく応力伝達効果を保っていることが確認された。

謝辞 本研究ではコニシ(株)の堀井氏、新日鉄住金マテリアルズ(株)の秀熊氏ならびに研究当時京都大学大学院生の清水氏、坂野氏にご協力を頂いたことに謝意を示します。

参考文献 1) 林 帆, 北 章太郎, 中村一史, 前田研一, 福田欣弘: 繰り返し荷重作用下における鋼板とCFRP板の接着特性, 鋼構造年次論文報告集, 第18巻, pp.499-506, 2010.

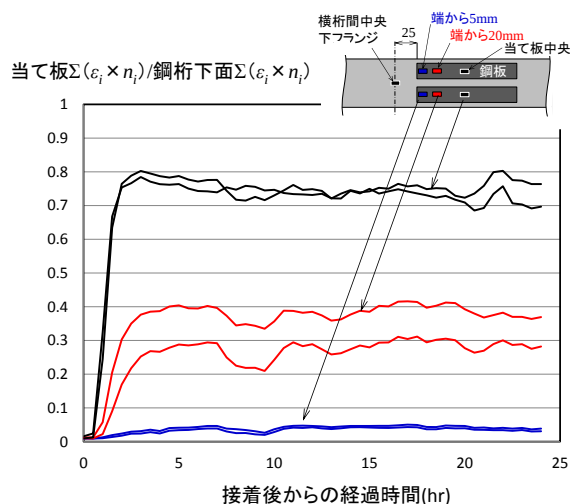
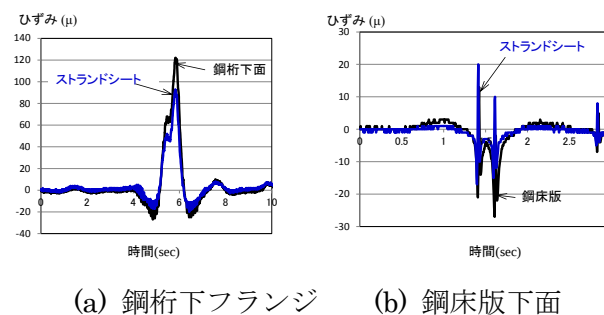
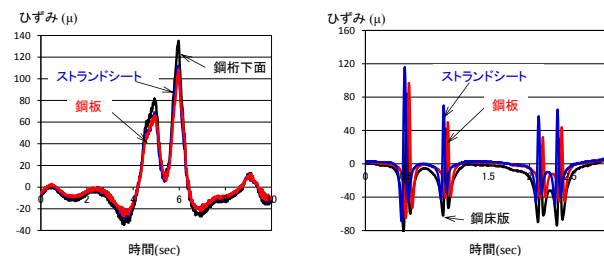


図2 鋼桁 $\Sigma(\varepsilon_i \times n_i)$ に対する当て板の $\Sigma(\varepsilon_i \times n_i)$ と経過時間の関係



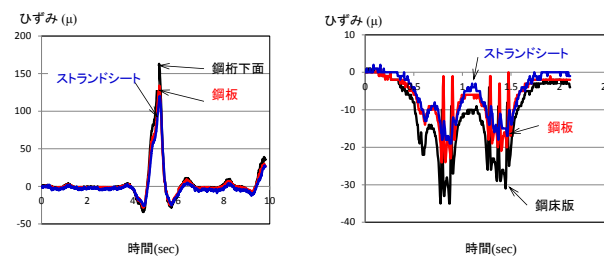
(a) 鋼桁下フランジ (b) 鋼床版下面

図3 当て板接着してから24時間後のひずみ分布



(a) 鋼桁下フランジ (b) 鋼床版下面

図4 当て板接着してから3ヶ月後のひずみ分布



(a) 鋼桁下フランジ (b) 鋼床版下面

図5 当て板接着してから9ヶ月後のひずみ分布