

I - 277

鋼板接着補強工法の効果確認のための実橋載荷試験

日本道路公団

佐藤修治

国原博司

正会員◎長田光司

㈱千代田コンサルタント 正会員 肥田研一

1. はじめに

鋼板接着補強工法は、コンクリート下面に $t = 4.5\text{mm}$ の鋼板を樹脂にて接着し、既設構造物と一体化し、補強を行う工法である。

本文の対象とした上粕屋橋は、東名高速道路厚木 I C ～秦野中井 I C 間の伊勢原バス停近くに位置し、約斜角 80° 、支間 16.8m の単純 R C 中空床版橋であり、交通量は 1 日 4 万台である。バス停に近い、本線 2 車線に加えバスレーンを有しており主版幅の広い構造になっている。上粕屋橋は、主版直角方向に $0.2 \sim 0.3\text{mm}$ のひびわれが約 $20 \sim 30\text{cm}$ 間隔にて生じており、厚木 I C ～秦野中井 I C 間の R C 中空床版の中で損傷が生じている橋梁の一つである。

本文は、上粕屋橋で鋼板接着補強工法を実施し、この力学的挙動を載荷試験にて主版のたわみ、応力を計測、解析することにより、既設構造物と鋼板の一体化及び補強効果の確認を行ったものである。

2. 試験概要

鋼板接着補強工法の実橋載荷試験は、セミトレーラー 2 台の試験車を用いて主版上の所定の位置に停車させた静的載荷試験と一般車走行時の動的載荷試験を鋼板接着補強前後それぞれに実施した。載荷試験の計測項目は、主版の変位、主版上下側鉄筋ひずみ、主版下面コンクリート表面ひずみ、補強鋼板ひずみ、補強鋼板アンカーボルトひずみとした。

3. 剛性及びたわみ挙動の変化

1) 主版剛性の変化

コンクリート全断面有効とした断面（以下、全断面）からコンクリートの引張部を無視した断面（以下、R C 断面）まで主版の剛性を変化させた場合のたわみをボイド間を主桁とした平面格子モデル（図 1）にて解析し、たわみ・剛性曲線を求めた。図 2 に示すようにたわみ・剛性曲線に計測にて得られたたわみをプロットし、補強前後の主版の剛性を求めた。この結果、主版の断面 2 次モーメントは補強前は $I_{pre} = 1.867\text{m}^4$ と全断面と R C 断面間で全断面側の剛性となった。また、補強後は、コンクリートの引張部も含めた全断面とほぼ同一の $I_{pos} = 2.378\text{m}^4$ と推定され、補強後の剛性は、補強前の約 1.3 倍になる結果となった。

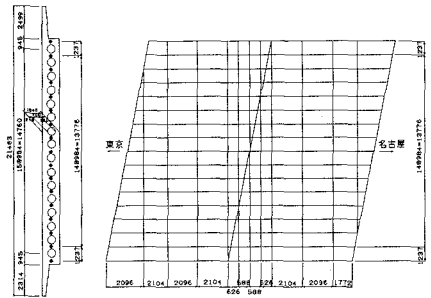


図 1 平面格子モデル

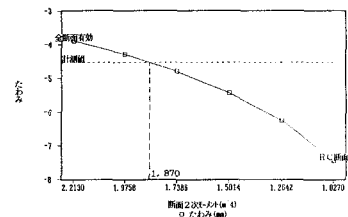


図 2 補強前 たわみ・剛性図

2) たわみ挙動の変化

たわみ挙動の変化は、計測たわみにて比較検討を行うのが一般的であるが、補強前後の荷重、載荷位置が異なるため、1) で推定された剛性を用いて、同一荷重を載荷し補強前後のたわみを解析的に求め検討を行った。この結果、補強後は補強前のたわみの 70～80% 程度になっている。

	路肩側主版端部	主版中央	中分側主版端部
名古屋側 1 / 4 点	80.8	77.3	71.6
支間中央 1 / 2 点	80.7	77.2	71.7
東京側 1 / 4 点	80.8	77.2	71.5

表 1 解析による補強前後のたわみ減少率

4. ひずみ、曲げモーメントの相関と応力挙動

主版鉄筋の応力度は、載荷位置に大きく影響する。このため、補強前後の推定剛性を用いた理論解析による曲げモーメントを横軸、縦軸に計測によるひずみを取り、曲げモーメント・ひずみの関係を図3に示すように求めた。補強前後下段鉄筋、補強鋼板の曲げモーメントとひずみとの関係は、共に強い相関があることが図3より確認できる。また、曲げモーメント・ひずみ直線の勾配は、断面定数とヤング係数の逆数でありヤング係数が一定とすれば、以下の点が述べられる。

図3のひずみ・曲げモーメント直線の勾配より、補強鋼板の断面定数＜補強後鉄筋の断面定数の関係になっており、補強鋼板と補強後鉄筋の断面定数が比例している。これらのことより、鋼板は主版と一体化され既設鉄筋と共に荷重に抵抗し補強効果を与えているといえる。

また、同一曲げモーメントを受けた場合の主版下側鉄筋ひずみの補強前後の比率は、1:0.5あった。このため、鋼板接着補強工法による既設鉄筋の応力低減効果は、本試験では50%程度であることが確認できた。

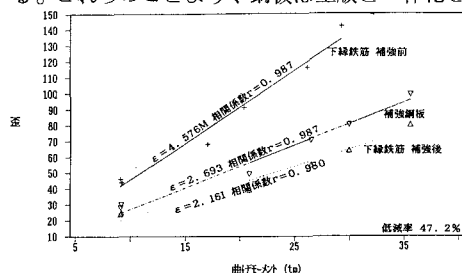


図3 L/2点 路肩側主版端部 曲げモーメント・ひずみ図

5. 有効断面の変化

設計計算によると鋼板接着補強では、既設鉄筋応力は70%程度しか低減されないが、前節の検討では、50%に低減される結果であり、設計計算以上の補強効果が得られている。この現象を説明するために、コンクリートの引張部も考慮した断面にて解析及び計測のひずみ分布を検討した。断面に作用している曲げモーメントを仮定すれば鉄筋応力は、コンクリート断面の引張部を含めた有効高さ h （以下：有効高さ）の関数となるため検討断面について図4に示すような有効高さと鉄筋ひずみの曲線を求め、この曲線と計測鉄筋ひずみより有効高さを推定した。

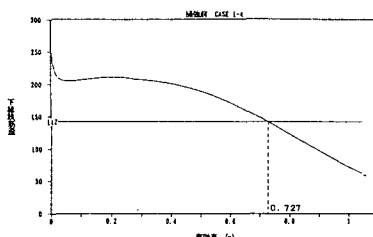


図4 L/2点 端部断面 有効高さ・ひずみ図

この結果、補強前の支間中央主版端部断面の有効高さは、 $h_{pre} = 0.76m$ と桁高 $1.045m$ の約70%であったものが鋼板接着後は、有効高さ $h_{pos} = 0.98m$ と桁高の約94%と全断面有効に近い状態となっている。補強前後の解析、計測によるひずみ分布図を図5に示す。図5より、補強前断面は解析によるひずみ分布が、計測ひずみとよく一致している。また、補強後断面は解析によるひずみ分布と計測ひずみがほぼ一致しており、補強後のコンクリート引張部が補強前より拡大し、鉄筋応力が設計計算以上の補強効果が得られていることも確認できる。

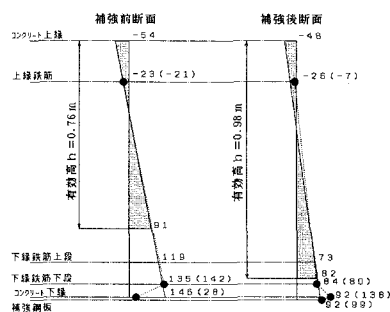


図5 L/2点 端部断面 ひずみ分布図

6. あとがき

鋼板接着補強工法の補強効果が実橋載荷試験にて、以下の点が確認できた。

- ①計測たわみから推定した剛性は、補強後が補強前の約1.3倍に改善され、補強後は全断面に近い状態になった。
- ②鋼板接着により主版の剛性が改善されたため、補強後は、補強前のたわみの70～80%程度となっている。
- ③鋼板接着補強は、既設鉄筋と共に挙動し、その応力低減効果は、本試験では50%程度あるといえる。
- ④有効高さ h は、補強前は桁高の70%程度であったが、補強後は全桁高に近い有効高さになった。