

鋼板を用いた道路橋 R C 床版上面補強工法の数値解析による検討

東北大学 正会員 ○山田真幸
東北大学 学生員 菅原敦子

1. はじめに

道路橋の R C 床版の補強法には、床版上面増厚工法、縦桁増設工法等があるが、ここではそのひとつである鋼板接着工法に注目する。これは床版下面に 5mm 厚程度の鋼板を接着し、床版の剛性を向上させるものである。

近年、R C 床版非合成桁橋梁においても中立軸がウェブ中央より上フランジに近い位置になっていることが報告されている¹⁾²⁾。R C 床版は上載荷重に対して主桁と一体となってい挙動していることから、中立軸に近い床版下面より床版上面に補強を施せば、R C 床版の補強のみならず、橋梁全体の剛性が増すと考えられる。また、鋼は自重の割にはヤング率が高いため、補強の際の死荷重の増加を抑えられると考える。

以上より本研究では通常では R C 床版下面に施す鋼板接着工法を床版上面に施すことを考える。ここではこの工法による橋梁の挙動を有限要素解析によって求め、考察する。

2. 積層板要素による R C 床版とその補強のモデル化について

R C 床版は床版内の位置で活荷重や他部材から受ける応力が異なることから、主鉄筋や配力鉄筋の太さ、配筋間隔等は均一ではない。そのため、床版内で剛性の違いや曲げ中立軸のずれなどが発生し、有限要素モデルを構築する際には正確なモデル化には非常に手間が掛かる。

そこで本研究では、積層板要素を用いて R C 床版をモデル化した³⁾。道路橋の R C 床版内の主鉄筋・配力鉄筋は、コンクリート板を板厚方向に 2 分割した際にそれぞれのほぼ中央に位置している。本研究では図-1 で示すように床版を直交異方性対称積層板の 2 層構造とみなし、それぞれの層の板厚中心位置に鉄筋が配置されていると考え、モデル化を試みた。

3. 解析方法

本解析では参考文献 2) を参考に R C 床版非合成 4 径間連続 4 主桁橋をである東北自動車道第川橋をモデル化した。

主桁、床版の主部材、および挙動に影響があると思われる壁高欄、対傾構、横構、等の主な二次部材をモデル化した。また壁高欄には鉄筋が入っているため床版と同様な積層板要素を用いてモデル化した。鋼のヤング率は $2.0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ 、ポアソン比は 0.3 としてモデル化した。

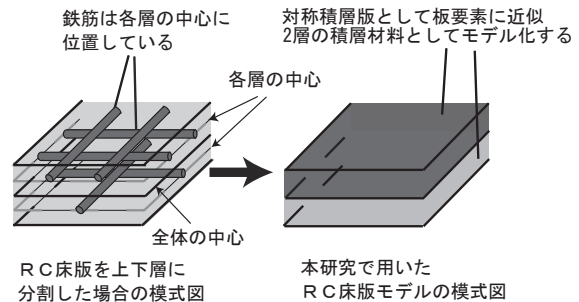


図-1 積層板要素による R C 床版モデル化の方法

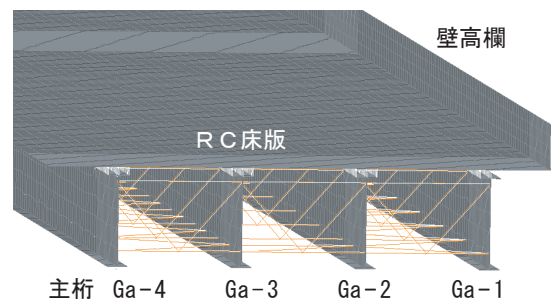


図-2 橋梁のモデル拡大図

コンクリートのヤング率はより現実に近いと思われる弾性係数比 $n = 7$ から $2.86 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ とし、ポアソン比は 0.2 とした。

主桁は板要素、対傾構、横構、主桁と床版の結合部は図-2 に示すようにビーム要素で表現した。主桁はフランジ幅を平均化したが、厚さを適宜変更して実橋と同じ断面積にして再現した³⁾。対象橋梁は非合成桁橋梁であるが合成桁橋梁としてモデル化している。

参考文献ではトレーラを用いた載荷実験を扱っており、実測値と本研究による数値解析値を比較することで数値モデルの精度を検証することを行っている。図-3 に参考文献との比較を示す。

図-4 に本稿で示す載荷パターン 2、図-5 に載荷パターン 4 を示す。載荷パターン名は参考文献 2) に準じており、載荷パターン 2 は側径間中央部にねじりを含んだ正曲げを、載荷パターン 4 は固定支承付近にねじりを含んだ負曲げを生じる荷重の配置である。荷重は軸重を調整したトレーラであり、1 台 68.9t である。詳細は参考文献を参照されたい。

キーワード：RC 床版、補強、有限要素解析、鋼板、積層要素

〒 980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06, TEL 022-795-7440, FAX 022-795-7441

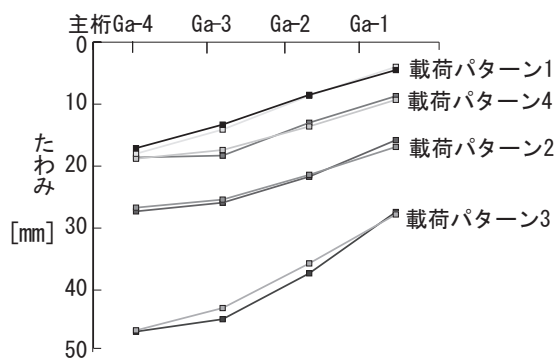


図-3 荷重実験との比較(参考文献2)より

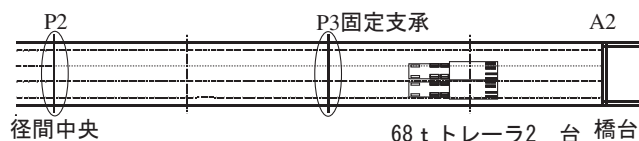


図-4 荷重パターン2

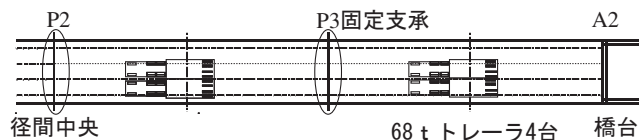


図-5 荷重パターン4

3.1 RC床版の下面に鋼板接着工法を施したモデルの解析(一般的な工法)

RC床版の支下面に厚さ4.5mmの鋼板を重ねたモデルを図-6に示すように先に示した手法により、積層要素を用いて作成した。

3.2 RC床版の上面に鋼板接着工法を施したモデルの解析(今回提案する工法)

RC床版の上面に厚さ4.5mmの鋼板を重ねたモデルを図-7に示すように、同様に積層要素を用いて作成した。

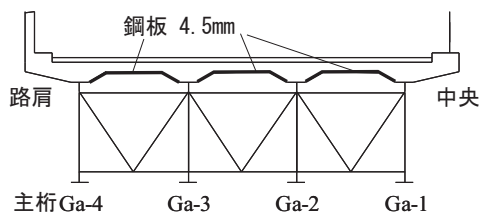


図-6 鋼板を床版下面に接着したときの断面図(従来の工法)

4. 結果

図-8, 図-9に、各荷重パターンでの支間A2~P3間の中間点の主桁下部の変位を示す。いずれの場合も鋼板を床版の上面に接着したモデルのほうが、2~3%たわみが小さいことがわかった。

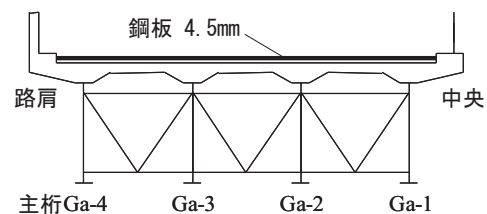


図-7 鋼板を床版上面に接着したときの断面図(提案する工法)

ここで用いた4.5mm厚の鋼板と同等の剛性を有するコンクリート板の厚さは31.5mmである。単位面積あたりの死荷重はコンクリート板に比較して約48%となり、ここで提案する工法の方が死荷重が少ないことがわかった。

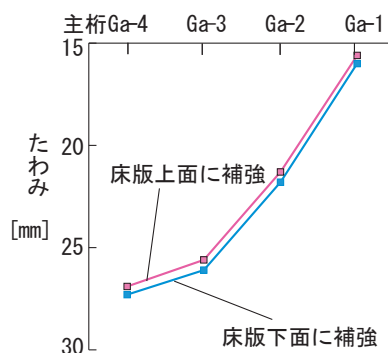


図-8 荷重パターン2でのたわみ(正曲げ)

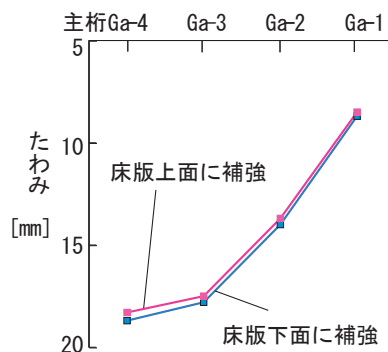


図-9 荷重パターン4でのたわみ(負曲げ)

5. 結論

4.5mm程度の鋼板で効果が見られることから、さらに厚い鋼板を使用する、あるいは道路舗装の遮水シートの代わりに鋼板を使うなどが考えられる。

参考文献

- 1) 蓮井昭則: 既設橋梁の維持管理手法に関する研究(その2) - 鋼橋の監視方法の検討 -, ハザマ研究年報, Vol.37, pp.1-7, 2007.
- 2) 三木千壽, 山田真幸, 長江進, 西浩嗣: 既設非合成連続桁橋の活荷重応答の実態とその評価, 土木学会論文, No.647/I-51, pp.20-33, 1994.
- 3) 落合悠貴, 山田真幸: 橋梁RC床版の有限要素モデルの一提案, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, I-367, 2009.