

鋼版を用いた床版補強工法の検討

○東北大学工学部 学生員 菅原敦子
東北大学大学院 正会員 山田真幸
東北大学大学院 正会員 斉木 功
東北大学大学院 正会員 岩熊哲夫

1. はじめに

R C床版を補強するための数ある対応策の中のひとつに、鋼板接着工法がある。近年、橋梁全体の上載荷重に対する挙動で、中立軸が設計時よりも上フランジに近い位置になっている¹⁾ことが報告されている。上載荷重に対して床版も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す方が橋梁全体の剛性が増すと考えられる。また、鋼は重量の割にヤング率が高いため、補強の際の無駄な増厚を抑えることができる。

これらのことから、本研究では通常では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F E M解析によって求め、考察する。

2. 積層シェル要素による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・配力鉄筋の配筋間隔は上下で異なる構造をしている。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、正確なモデル化が困難である。

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。このようなR C床版の構造を踏まえ、本研究では積層シェル要素を用いてR C床版をモデル化する。積層シェル要素とは異なる性質の層をもつ積層平板を表現するシェル要素であり、各層を直交異方性板として剛性を反映することができる。

この積層シェル要素は現在では多くの汎用有限要素法解析ソフトで使用可能である。本研究では図-1で示すように床版を対称積層板との上下2層構造とみなし、それぞれの層の板厚方向中心位置に鉄筋が配置されていると考える²⁾。このことで、曲げ中立軸のずれを考慮する必要がなくなる。よって、鉄筋断面積を考慮したR C床版の橋軸方向、橋軸直角方向の圧縮・引張り剛性を計算するのみで良く、R C床版のモデル化を容易に行える。

さらにこの積層要素を用いれば、床版の上下に床版と異なる材料で補強を施すモデルを容易につくることができる。

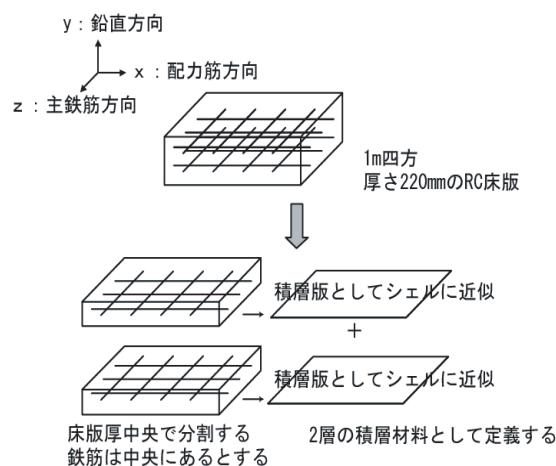


図-1 積層版によるモデル化の方法

3. 解析方法

本解析では参考文献1)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箒川橋をモデル化した。

橋梁モデルに組み込んだ部材は主桁、床版、壁高欄、対傾構、横構、主桁と床版の結合部である。対象橋梁の主桁、対傾構、下横構は鋼を用いて、また、壁高欄は鉄筋が入っているため床版と同様な積層要素を用いてモデル化した。鋼のヤング率は 2.0×10^{11} N/m²、ポアソン比は0.3としてモデル化した。コンクリートのヤング率は弾性係数比 $n = 7$ として 2.86×10^{10} N/m²、ポアソン比は0.2とした。

主桁、高欄はプレート要素、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再現した。対象橋梁は非合成桁橋梁であるが付着等により実際には合成桁橋梁として挙動する¹⁾。そのため、本研究でも主桁と床版の結合部の剛性を高めることで合成桁橋梁としてモデル化した。荷重はA2～P3間で図-3に示す主桁G-4とG-3の間にトレーラが乗った状態を想定し、トレーラの輪の位置を考慮して合計69tの荷重を載荷し解析を行った。測定箇所はA2～P3間の中央のG-1～G-4下フランジ変位を求めた。

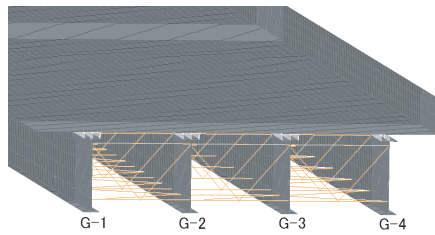


図-2 橋梁のモデル拡大図

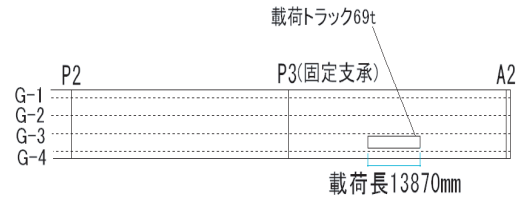


図-3 載荷パターン

3.1 R C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）

R C床版の下面に厚さ4.5mmの鋼板を重ねたモデルを積層要素を用いて作成した。この際、より実際の橋梁に近いものにするために、図-4に示すように桁と床版の接地面の以外の床版下面に鋼板を接着させるようにモデル化した。

3.2 R C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）

R C床版の上面に厚さ4.5mmの鋼板を重ねたモデルを積層要素を用いて作成した。この工法は、図-5に示すようにR C床版下面に施す工法のように部分的でなく、R C床版の上面全面に施すようにモデル化した。

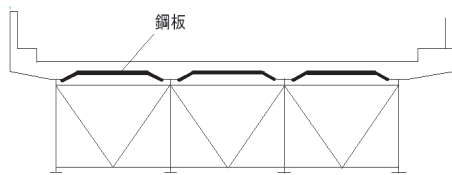


図-4 鋼板を床版下面に接着したときの断面図

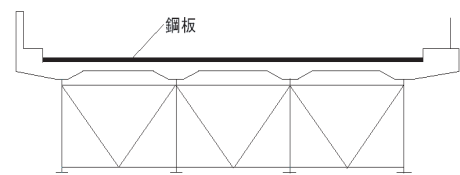


図-5 鋼板を床版上面に接着したときの断面図

4. 結果

図-6に、支間A2～P3間の中央に載荷した際の主桁下部の変位を示す。鋼板を床版の上面に接着したモデルのほうが、たわみが小さいことがわかった。また、主桁G-1とG-4のたわみの差が、床版下面に補強を施した方より床版上面に補強を施した方が、小さくなっている。その差はたわみで最大5%程度であった。

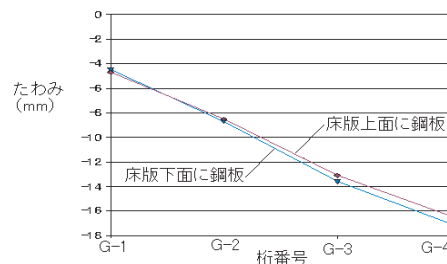


図-6 鋼板の接着位置とたわみの関係

5. おわりに

床版上面に鋼板を接着する工法は、橋上の交通を止めて行わなければならないが、定期的に行われるアスファルトの張替えの際に行えば、それほど影響は無いと考えられる。本研究を通して鋼板接着工法がより効率のよい工法になることを願う。

参考文献

- 1) 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)
- 2) 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)