

鋼板を用いた床版上面補強工法の検討

Numerical Simulation of Reinforcing Steel Plate on RC Slab of Plate Girder Bridges

菅原敦子*

Atuko SUGAWARA

*構造強度学研究室（指導教員：山田真幸 助教）

橋梁のRC床版補強法のひとつに鋼板接着工法がある。近年非合成桁橋梁においても上載荷重には床版が主桁の一部として挙動していることが報告されている。そのため橋梁全体の補強を考えたときには、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、鋼は重量の割に高いヤング率を有するため、補強の際の死荷重の増加を抑えることができる。そこで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。この工法による橋梁の挙動をFEM解析によって求め、考察する。

Key Words : RC床版, 積層要素

1. はじめに

RC床版を補強するための対応策のひとつに、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 [1]。また、鋼は重量の割にヤング率が高いため、補強の際の死荷重の増加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FEM解析によって求め、考察する。

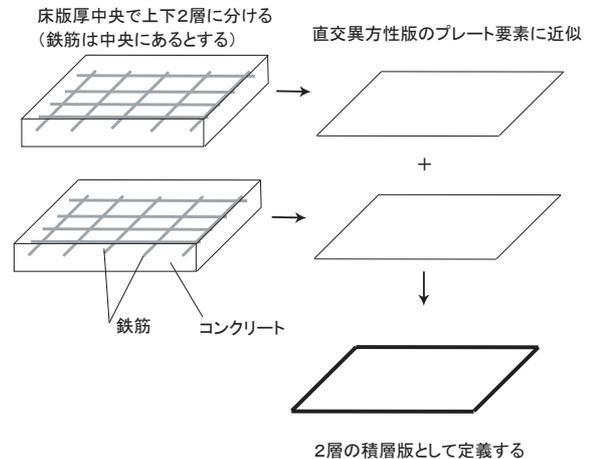


図-1 積層版によるモデル化の方法

2. 積層シェル要素によるRC床版とその補強のモデル化について

RC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。

RC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RC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RC床版をモデル化する [2]。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。

3. 解析方法

本解析では参考文献 [1] を参考にRC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。

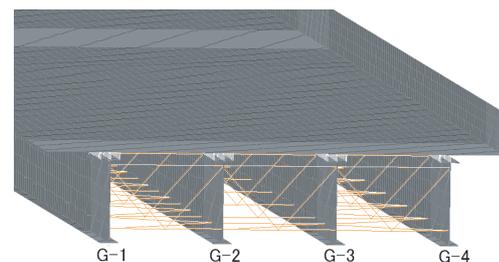


図-2 橋梁のモデル拡大図

主桁、床版の主部材、および壁高欄、対傾構、横構、等の二次部材をモデル化した。対象橋梁の主桁、対傾構、下横構は鋼を、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 $2.0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ 、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 $2.86 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ 、ポアソン比は 0.2 とした。

主桁、高欄はシェル要素、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。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．図-3に示す荷重パターン1，図-4に示す荷重パターン2では荷重はA2～P3間に荷重し，図-5に示す荷重パターン3では荷重はA2～P3間とP3～P2間に荷重した．これらの図に示すように主桁G-4とG-3の間にトレーラが乗った状態を想定し，1台68.9tのトレーラの輪の位置を考慮して荷重し解析を行った．

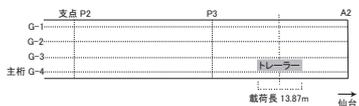


図-3 荷重パターン1

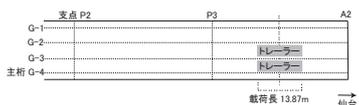


図-4 荷重パターン2



図-5 荷重パターン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-6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．

(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積層要素を用いて作成した．この工法は，図-7に示すようにRC床版下面に施す工法のように部分的でなく，RC床版の上面全面に施すようにモデル化した．

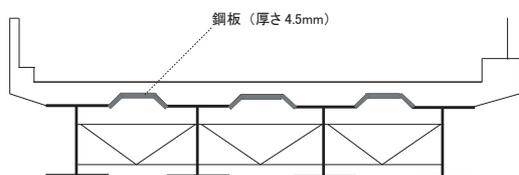


図-6 鋼板を床版下面に接着したときの断面図

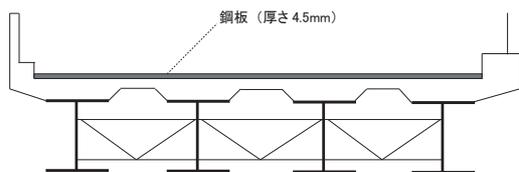


図-7 鋼板を床版上面に接着したときの断面図

4. 結果

図-8～図-10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，たわみが小さいことがわかった．また，荷重する荷重の合計が大きくなるほど，床版上面に施す補強の効果が大きくなっている．さらに，死荷重増加によるたわみの検証を床版上面増厚工法と比較することによって行った．その結果，同じ剛性を得られるときに鋼板を上面に接着する工法の方が死荷重が少ないことがわかった．

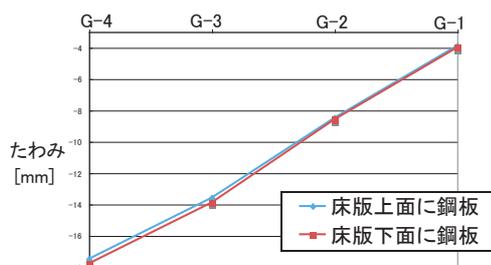


図-8 荷重パターン1でのたわみ

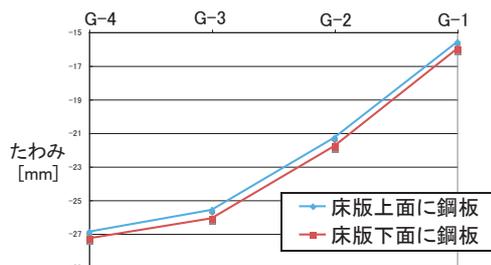


図-9 荷重パターン2でのたわみ

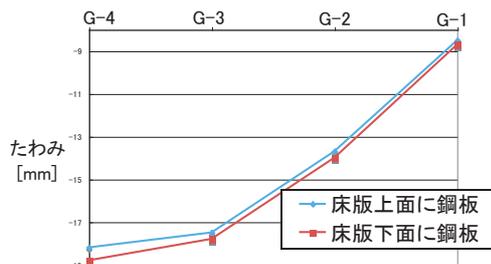


図-10 荷重パターン3でのたわみ

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)

(2010年2月10日提出)