

既設 RC 床版更新における鋼床版化実物大載荷確認試験

(株)駒井ハルテック 正会員 ○橋 肇
 首都高速道路(株) 正会員 濱野 真彰
 (株)IHIインフラシステム 正会員 齊藤 史朗

(株)駒井ハルテック 正会員 佐藤 悠樹
 首都高速道路(株) 正会員 内海 和仁
 (株)IHIインフラ建設 正会員 中村 定明

1. はじめに

片側2車線で供用中の既設RC床版を夜間1車線規制と昼間交通開放を繰返しながら鋼床版化する工法を研究開発している¹⁾(図-1)。この工法では、既設RC床版撤去時に鋼桁断面の一部も同時に撤去するため、断面の急変による応力集中が懸念される。格子解析では応力集中を把握することができないため、支間中央付近の床版を施工手順毎にモデル化した3D-FEM解析を実施した。その結果、床版と上フランジ切欠き部に応力集中が生じることがわかった。

そこで、本研究では床版撤去時のG1桁を再現した試験体を作製し、静的載荷試験により、応力の発生状況について確認することとした。

2. 試験概要

載荷試験概要図を図-2に示す。静的載荷試験は更新途中の床版撤去時における G1 桁を再現した試験体を用い、床版撤去部に作用する曲げモーメントを集中荷重により再現することで実施した。試験ケースは、架設ステップを考慮した格子解析で得られた断面力から算出された荷重(806.7kN)をケース1とし、後述する実橋をモデル化した3D-FEM解析で得られた最大応力に相当する荷重(1072.9kN)をケース2とした。なお、予備載荷としてケース1の1/2の荷重で載荷を実施し、試験桁の挙動を把握した。

3. 3D-FEM 解析

床版撤去部の応力集中状況を確認するため、以下の2種類の3D-FEM解析を実施した。

(1) 実橋をモデル化した3D-FEM解析

実橋のRC床版撤去時を再現した3D-FEMモデルを図-3に示す。手法は線形静的解析プログラムであるMSC Nastranを使用した。鋼床版、上フランジ補強部、主桁はシェル要素とし、RC床版部はソリッド要素でモデル化した。荷重は規制側の車線に重機荷重と死荷重、供用側の車線に活荷重(L荷重)を載荷し、応力集中状況を確認した。

(2) 試験体をモデル化した3D-FEM解析

試験体の変形や応力分布を把握するため、5(1)に詳述する

キーワード 既設 RC 床版更新, 鋼床版化, 応力集中, 実物大載荷試験

連絡先 〒293-0011 千葉県富津市新富 33-10 (株)駒井ハルテック 技術研究室 TEL 0439-87-7470

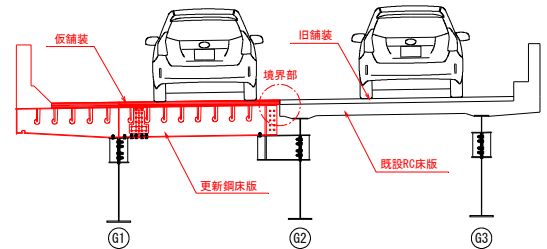


図-1 床版片側更新時概要図

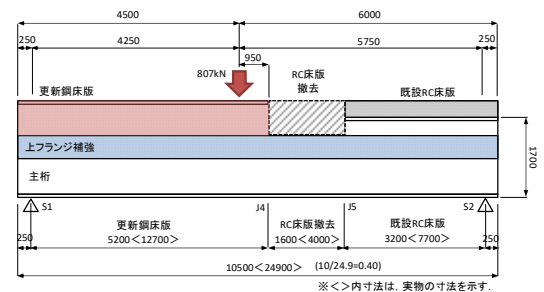


図-2 載荷試験概要図

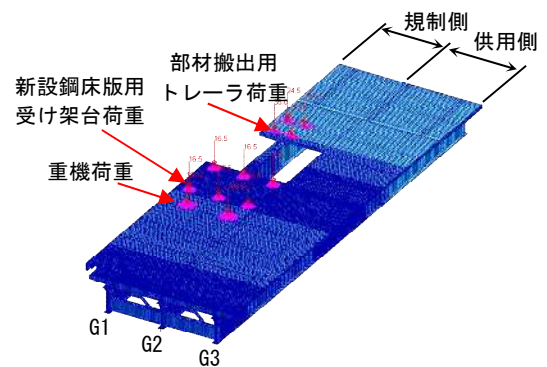


図-3 実橋 3D-FEM モデル

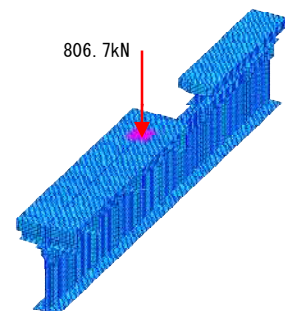


図-4 試験体 3D-FEM モデル

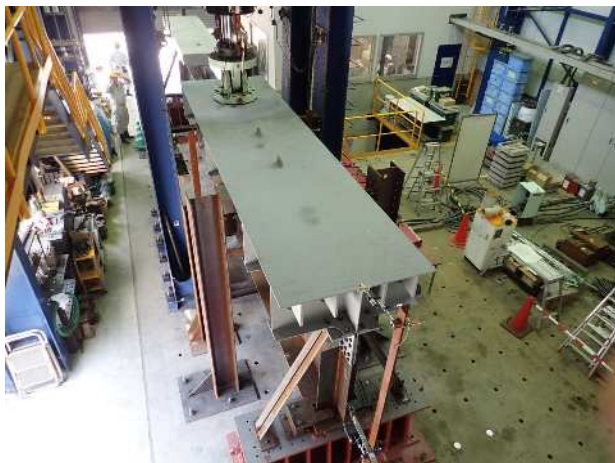


写真-1 試験状況

試験体をモデル化して 3D-FEM 解析を実施した。

図-4 に 3D-FEM モデル図を示す。載荷荷重は、実橋における床版撤去時の最大曲げモーメントを集中荷重で再現できる値とし、床版撤去部の応力集中状況を確認した。

4. FEM 解析結果

実橋と試験体の 3D-FEM 解析の結果から、床版撤去部の鋼部材の発生応力は、切欠きの角部など局部的に許容応力度を超過していることが確認された。また、試験体の 3D-FEM 解析による桁のたわみ量は、支間中央付近において約 5.7mm であった。

5. 載荷試験

(1) 試験体

支間長 24.9m の実橋を支間長 10m の実験桁に縮小し、桁高は実橋と同じ 1700mm とした。断面は施工ステップを再現するため、鋼床版断面、床版撤去断面、RC 床版断面の 3 種類を連続して模擬した。各断面は、実橋と試験体の支間長の比率 ($10/24.9=0.40$) と剛度比が同等となるよう設定した。また、各断面で中立軸位置を実橋に合わせた。

(2) 荷重載荷方法

RC 床版撤去部から鋼床版側へ 950mm の位置に前述した各ケースの集中荷重を載荷した。載荷位置および載荷荷重は、実橋における床版撤去時の断面力より、実橋と試験体の剛度比率を考慮して設定した。試験状況を写真-1 に示す。

6. 試験結果

(1) 試験体の変位

支間中央付近での最大鉛直変位は約 6mm であり、試験体の FEM 解析結果と概ね一致した。図-5 に設計荷重載荷時の下フランジの変位分布図を示す。

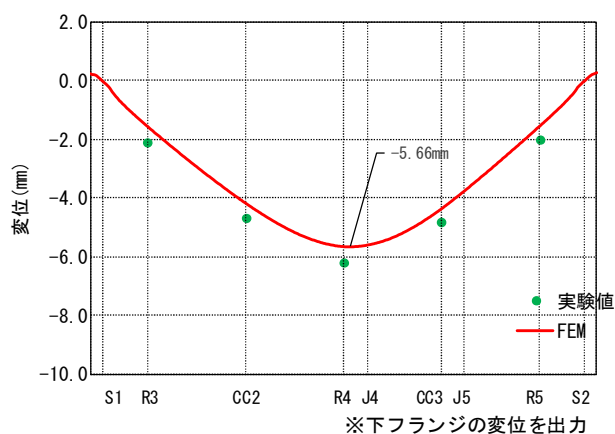


図-5 試験体の変位分布

(2) 床版撤去部の応力性状

着目部である床版撤去部付近の発生応力について 3D-FEM 解析と実験値を比較した結果を以下に示す。

1) 鋼床版ウェブ

発生応力は、全ての計測点において、実験値の方が解析値よりも小さい値となった。

2) 上フランジ補強ウェブ

発生応力は、実験値と解析値を比較すると、同等、もしくは実験値の方が解析値より小さい値となった。

3) 上フランジ補強フランジ

発生応力は、全ての計測点において、実験値の方が解析値より小さい値となり、局部的に許容応力度を超過するようなことは確認されなかった。

7. まとめ

鋼床版化工法の 3D-FEM 解析の結果より、床版撤去部付近に過大な応力集中が懸念された。しかし、実物大載荷試験の結果、床版撤去部付近に発生する応力は 3D-FEM 解析結果と同等、もしくは小さい値であることを確認した。また、床版撤去部以外の箇所でも、格子解析結果と 3D-FEM 解析、および実物大載荷試験の発生応力が概ね整合した。

以上より、本研究の対象橋梁において、床版撤去部の応力集中部以外は、格子解析を用いて補強設計を行うことは問題ないと考えられる。

参考文献

- 1) 吉川, 川端, 濱野, 内海, 橋, 中村: DR ナットを用いた床版更新工法 (半断面施工). 土木学会第 75 回年次学術講演会, 2020 年 9 月 (掲載予定)