

衝撃荷重載荷による上路トラス橋 RC 床版の耐荷性能評価

大日本コンサルタント フェロー ○横山 広 正 会 員 高山 淳一 正 会 員 田中 大気
金沢大学 フェロー 榎谷 浩 学生会員 門寺 将志

1. はじめに

道路橋の維持管理の現場では、高齢化する橋梁の増加や技術者不足、投入資本の限界などの問題により管理全般の効率化が求められており、それを実現するために飛行型ロボットの橋梁点検への活用など活発な検討が進められている。道路橋床版の損傷に関しては、これまでにその劣化プロセスが解明されている疲労と材料劣化との複合劣化が少なからず存在していることが分かってきており、ひび割れ発生状況での損傷度の評価が正しく劣化状態を表現できているとは言えない場合も出現している。道路橋の維持管理サイクルでは、点検の結果でより詳細な状況把握のために載荷試験が実施されることがあるものの、足場の架設など実施規模が大きくなることで精度の高い調査の実施が困難となっている。特に道路橋床版では、面的に広がりを持つ構造であることから、全体を載荷試験によって評価することには現実味がない。そこで本研究では、耐荷性能確認の効率化ため、漏水・遊離石灰を伴う橋軸直角方向のひびわれが確認され、耐荷性能の低下が懸念された上路トラス橋の鉄筋コンクリート床版に、衝撃荷重を活用した載荷試験を適用した。

2. 橋梁、および試験の概要

試験対象の外観を写真-1に示す。本橋は平成4年8月に架設された2径間連続上路トラス(支間 79.8m×2)と単純鉸桁(支間 27.75m)の橋長 L=188.0m, 全幅員 B=11.3m の橋梁で、床版支間は 2.25m, 鉄筋コンクリート床版(以下、RC 床版と称す。)の厚さは 210mm である。トラス部の断面を図-1に示すが床版は主構の他、3列の縦桁で支持されている。定期点検結果によれば RC 床版には写真-2に示すように橋軸直角方向のひび割れが生じ、一部で漏水・遊離石灰も確認されていた。

適用した衝撃荷重載荷試験は金沢大学の SIP で開発された SIVE (Self-propelled Impact Vibration Equipment) で任意の高さから 250kg の重錘を落下させて衝撃荷重を発生する装置であり、重錘と載荷板が接触する位置に防振ゴムを設置している。その効果として、重錘のバウンドによる載荷を抑制することが可能となることから振動波形の収束までの状態が観察できるという特徴を有している。荷重は載荷板部に固定されているロードセルによって検出している。床版たわみは橋面上に設置した加速度計の波形データを積分処理して得るものとした。

試験位置は、定期点検の結果でひび割れ幅が大きいパネルと比較用として比較的ひび割れの少ないパネルの計 21 パネルを選定している。実橋試験



写真-1 調査対象橋梁の外観



写真-2 ひび割れ、漏水・遊離石灰

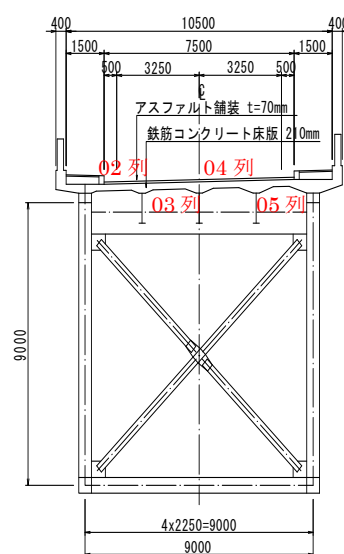


図-1 橋梁断面図

キーワード 道路橋床版, 衝撃荷重載荷, たわみ, 耐荷性能, 曲率

連絡先 〒330-6011 さいたま市中央区新都心 11-2 大日本コンサルタント(株) TEL 048-615-2224

では、安定した波形が得られるまで1カ所につき3回程度載荷しており6時間程度で全ての床版パネルの試験を終了した。

3. 衝撃載荷試験の結果

3.1 載荷時たわみ

SIVE による載荷試験で得られる加速度波形の例として第一径間の中央側パネル列(04列)の試験取得データを図-2に、その波形データを積分処理して得られたたわみ分布を図-3に示す。たわみの値は、載荷時のロードセルによる検出値が載荷面状態などによりばらつくため、荷重を50kNに換算して同一条件として比較できるように補正している。

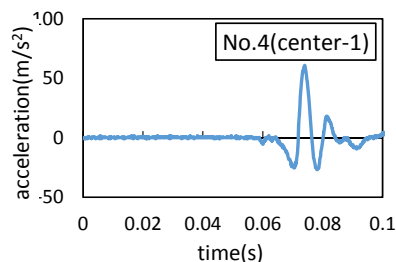


図-2 加速度波形例 (04 列)

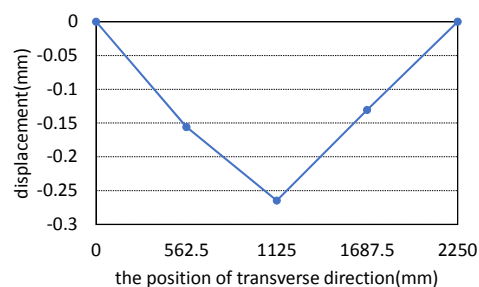
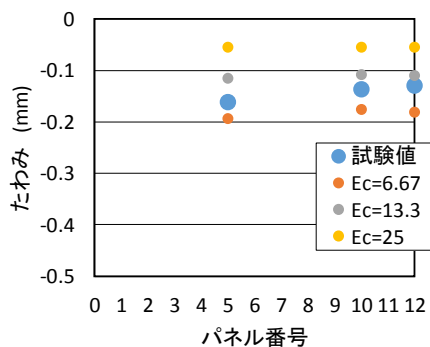
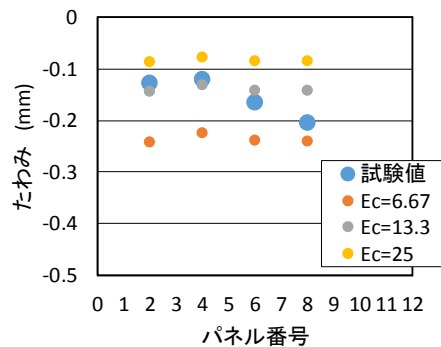


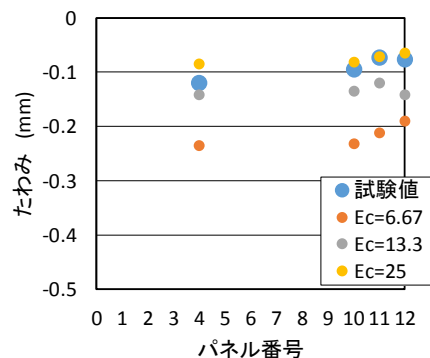
図-3 たわみ分布の例 (04 列)



(a) 02 列



(b) 04 列



(c) 05 列

図-4 たわみ値の比較

3.1 解析値との比較

床版パネル毎の載荷位置で得られた第一径間におけるたわみ値と有限要素法による解析値とを比較したものが図-4である。解析では、ひび割れ発生等によるコンクリート劣化状態を模擬するために、ヤング係数を健全時の $E_c=25.0\text{kN/mm}^2$ 、ひび割れ状態として鉄筋コンクリート断面計算で用いるヤング係数比 $n=15$ による $E_c=13.3\text{kN/mm}^2$ 、既往研究で終局に近い状態として提案されているヤング係数比 $n=30$ による $E_c=6.67\text{kN/mm}^2$ と変化させている。解析値との比較では、05 列では健全に近いたわみ値が試験で得られているが、02 列、04 列では引張無視のヤング係数を超えるたわみ値が得られている。試験結果の評価としては、ひび割れ損傷によるたわみの進展が再現されているものと考えられるが、平成4年の建設であり現行の仕様とほぼ同等であることから、十分な鉄筋量が確保されている想定されるため、追跡調査により劣化進展がないかを確認することが望ましいと考えられる。なお、次回の定期点検で損傷進展が確認された場合には、今回と同様の衝撃荷重による載荷試験を実施することで、より詳細な評価が可能になると推察される。

4. まとめ

ひび割れが生じた上路トラス橋の RC 床版に衝撃荷重による載荷試験を適用し、解析値と比較することで耐荷性能を評価した。結果として、ひび割れ損傷に応じたたわみの進展が確認され、追跡調査が必要であると判定した。本調査では短時間で21パネルという数多くの床版を評価できたことから、衝撃載荷試験は道路橋床版の効率的な詳細調査手法であると言える。なお、本試験は金沢大学が取り組む SIP の支援を受けて行った。また、研究の実施にあたり、北陸・道路メンテナンス会議に設置された「道路橋の維持管理における各構成部材の限界状態ならびに AI 技術の活用に関する検討ワーキンググループ」の委員にご協力いただきました。ここに謝意を表します。