

ASRにより劣化した道路橋RC床版の衝撃荷重載荷試験

国土開発センター 正会員 ○横山 広 大野市役所 帰山 康一郎
金沢大学 正会員 久保 善司 金沢大学 正会員 梶谷 浩

1. はじめに

道路橋鉄筋コンクリート床版（以下、RC 床版と略す）の輪荷重の繰り返し作用によるひび割れ損傷が広義の疲労損傷として認識され、その設計も疲労耐久性の確保を念頭に床版厚さを増加させるものとして道路橋示方書の規定が段階的に改訂された。その結果、RC 床版の疲労耐久性は飛躍的に向上し、100 年耐久性が現実のものとなりつつある。しかしながら過去の高度成長期に数多く建設された橋梁が高齢化し、それらを適切に維持管理しなければならないという現実的側面も顕在化している。さらに、近年になってアルカリシリカ反応によって損傷した RC 床版の事例も報告されており、疲労と異なる劣化要因が存在することが明らかになった。RC 床版のような応力変動の大きい構造にアルカリシリカ反応による微細ひび割れが生じると疲労耐久性にも影響を及ぼすことは容易に想定される。そこで、積雪寒冷地に位置するアルカリシリカ反応による損傷が生じている床版に対して、衝撃荷重載荷試験を実施することで劣化の状態を評価することとした。

2. 対象橋梁と試験方法

調査対象となった橋梁は 1980 年に建設された橋長 248.9m の 7 径間単純合成鈹桁橋である。主桁本数は 4 本でその配置は図-1 の通りである。架橋位置は北陸地方内陸部で、市道として供用されており交通量は少ない。橋梁点検の結果では、ほぼ全域で床版ひびわれと遊離石灰が確認されている。しかしながら、橋梁定期点検要領では疲労による床版劣化を対象としており、例えば材料劣化が損傷要因に含まれていても疲労の他に評価の選択肢はない。本橋の床版では載荷試験の他に材料試験も実施しており、採取コアによる圧縮強度試験ではヤング係数が設計用値に対して小さな値であること（図-2）、コアの外観観察でも骨材周辺の反応リングやゲル状物質を確認している。

材料劣化と輪荷重載荷による損傷が複合している場合には、対象床版の健全性をどのようにして評価するかが課題となる。したがって、載荷試験が効果的な検討手法となり、その方法では一般に足場を仮設して床版下面に変位計を設置し、ラフテレーンクレーン等の荷重車を載荷点に配置して、たわみやひずみを計測している。ただし、その方法では試験費用が高額となり試験期間も長期となる。そこで本研究では、足場仮設を必要とせず短時間で試験が可能となることで、近年、道路橋床版への適用事例が増加している Falling Weight Deflectometer（以下、FWD と略す）を用いた載荷試験を実施した（図-3）。FWD による試験では重錘を落下させて衝撃荷重を作用させ、載荷点並びに支持桁で変位を計測して床版単体のたわみを算出し、計算結果と照らし合わせて耐荷性を評価することになる。なお、載荷荷重は FWD による衝撃荷重 50kN とした。図既往の研究では、衝撃載荷試験での荷重を静的載荷に換算すると 50%程度、すなわち約 25kN となることが解っている¹⁾。

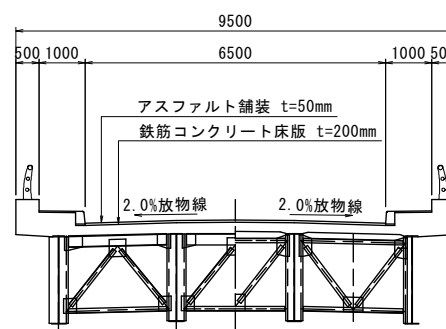


図-1 対象橋梁の断面

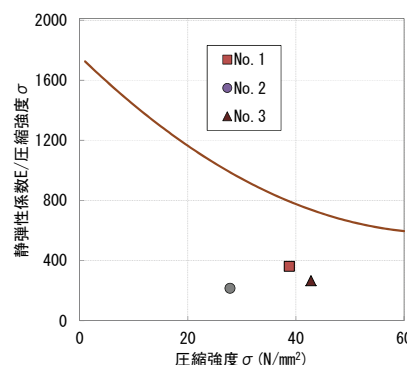


図-2 圧縮強度とヤング係数の関係



図-3 載荷試験実施状況

2. 試験結果と作用荷重の整理

衝撃荷重載荷試験では、FWD から得られる舗装正面で得られるたわみ値を床版下面のたわみに補正するために、1 箇所の床版パネルを抽出し、床版下面に変位計を設置した。

載荷試験の評価では 3 次元弾性論で導かれる厚板理論を用いた弾性解析で比較することとした。図-4 に解析値と試験結果で得られたたわみ値を示すが、鉄筋コンクリート断面として引張無視を考慮するヤング係数比 $n=15$ の $E_c=13.3\text{N/mm}^2$ の他に、床版からの採取コアによる圧縮試験で得られたヤング係数の平均値である $E_c=10.5\text{N/mm}^2$ と下限値の $E_c=6.0\text{N/mm}^2$ でも計算を実施した。

ここで、変位計によって得られた値を解析的に表現するコンクリートのヤング係数としては、前述の通り静的荷重/衝撃荷重を 50% とすれば図-4(c) の $E_c=6.0\text{kN/mm}^2$ が近似することが判る。アルカリシリカ反応によって劣化した床版では水平ひび割れが卓越することから、コンクリートコア試料が分断され採取が困難であることが多い。よって、試験結果の下限値であっても、実際には版剛性として捉えた場合には見かけ上、それよりも小さい値であることも想定される。

3. まとめ

衝撃荷重載荷試験と弾性解析の結果、本橋の床版はアルカリシリカ反応によってヤング係数が低下していることが認められた。これは、アルカリ反応の膨張による微細ひび割れが本橋床版にも進展していることを示唆しており、耐荷性の低下にも影響を及ぼしていることが推察される。今後はアルカリシリカ反応で劣化した床版の耐荷性能の評価手法を検討し、適切な使用限界設定の提案を予定している。

本研究は、土木学会中部支部に設置された、「ASR と輪荷重との複合作用による床版劣化の実態調査委員会」の研究として実施されたものであることを付記する。

参考文献

- 1) 関口ほか：リブ付き多層版解析による各種補強床版の実測たわみの評価，構造工学論文集 Vol.54A, 2008.3., pp.442-451

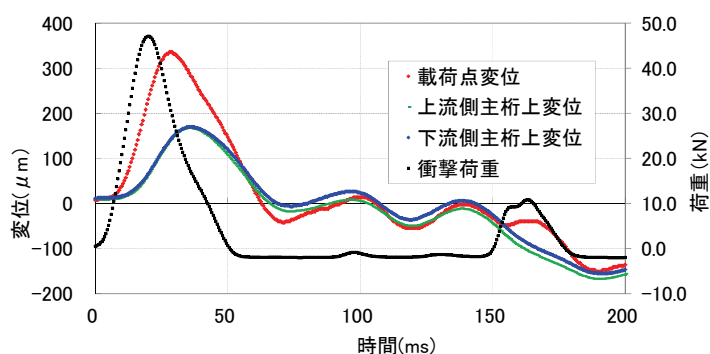
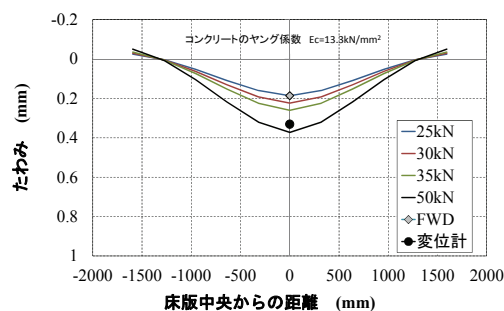
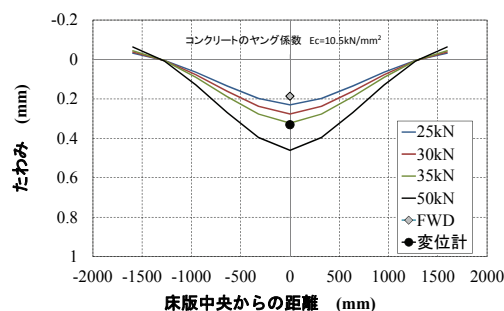


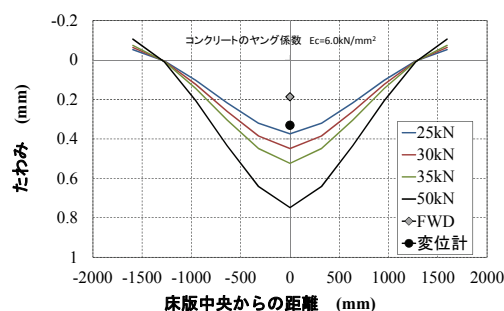
図-4 衝撃荷重載荷試験データ



$E_c=13.3\text{kN/mm}^2$ (引張無視 RC 断面: $n=15$)



(b) $E_c=10.5\text{kN/mm}^2$ (採取コア平均値)



(c) $E_c=6.0\text{kN/mm}^2$ (採取コア下限値)

図-4 弾性解析によるたわみ分布と計測値