

山間部に位置する早期劣化した道路橋床版の走行荷重実態と耐荷力評価

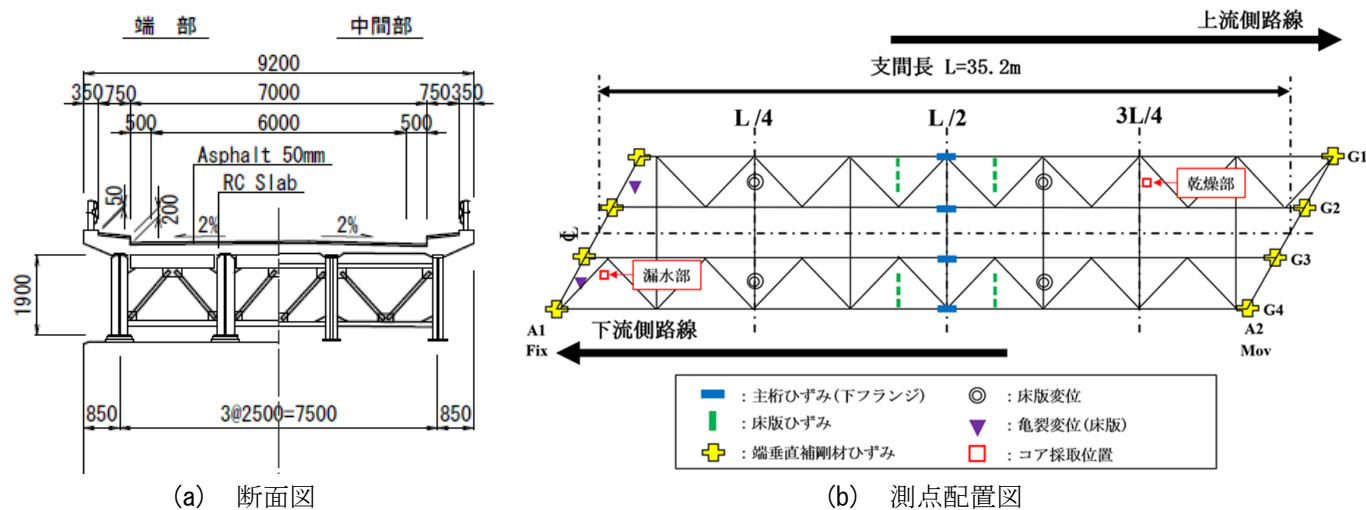
金沢大学大学院 学生会員 ○小野凌平 正会員 牧祐之
 金沢大学 正会員 深田宰史 正会員 鳥居和之
 福井大学 正会員 鈴木啓悟

1. はじめに

北陸地方の山間部に位置する道路橋には、都市部と比較して、交通量は少ないが大型車両が頻繁に走行しているため、過積載車両の影響が懸念される。さらに、RC 床版には、ASR、凍結防止散布による塩害および凍害などの早期劣化による剛性または強度低下が発生していて、抜本的な対策が求められている。しかし、耐荷性能を評価する手法が定まっていないため、適切な補修・補強が実施できていない状況にある。そこで本研究では、早期劣化が生じた RC 床版を対象に、コア試験、車両走行試験および走行荷重モニタリング(BWIM と床版変位計測)を実施することで、現橋の化学的および力学的特性を把握することにした。さらに、パラメトリック解析を行い、モニタリングの結果と比較することで、床版としての剛性および残存耐力の評価を試みた。

2. 実験概要

本研究では、山間部に位置する早期劣化傾向にある橋梁群の中から図-1 に示す 4 主桁鋼単純合成桁橋を選定し、その RC 床版(標準床版厚 180mm)の漏水部と乾燥部からコアを採取し、偏光顕微鏡観察、含有塩分分析、中性化深さ試験および圧縮試験を実施することで劣化要因の特定を行った。さらに車両総重量が約 245kN の後タンデム軸の 3 軸トラックを用いて、実交通の条件に近くなるように車両走行試験を行い、応答波形の確認と BWIM の換算係数を作成した。その後、走行荷重モニタリングを 11 日間行い、過積載車両の実態と走行荷重と床版変位の関係について調査した。なお、測点の配置は、図-1 (b)に示す。



3. 実験結果とその考察

コア試験の結果、当該床版では塩化物イオン濃度はコンクリート標準示方書¹⁾に定められている式を用いて算出した腐食発生限界濃度を下回っており、中性化深さに関しては、鉄筋かぶり位置まで到達していなかった。漏水部のコアを偏光顕微鏡で観察した結果、ASR ゲルが析出していることが判明した。また、圧縮試験を実施した結果、いずれのコアも圧縮強度に対して静弾性係数の低下が顕著であった(表-1 参照)。そのため、当該床版は、塩害や中性化による影響は小さく、ASR が主な劣化原因であると推察した。

試験車が約 40km/h で下流側を走行した際の主桁ひずみ、床版ひずみおよび床版変位の応答波形を図-2 に示す。

キーワード 床版, アルカリシリカ反応, 残存耐力, BWIM, 変位

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学 自然科学研究科 環境デザイン学専攻 TEL 076-234-4605

なお、いずれの波形も動的成分を除去するために、ローパスフィルタを施しており、床版ひずみと主桁ひずみのみ走行位置による荷重推定誤差を軽減するために、複数のひずみゲージの合計値を用いた。図-2から主桁ひずみは、大きな一つの山型波形となり、床版ひずみと床版変位は、二つの山型の波形が確認でき、各応答波形のピーク値は、車両重量(車両総重量、軸重あるいは軸重和)に対応していると考えられるため、別途計測した車両重量と対応する複数回取得した各応答波形との相関から BWIM の換算係数を作成した。

図-3 に走行荷重モニタリングで得られた上流側路線の最遠軸距と車両総重量の関係を示す。なお、車両総重量は主桁ひずみから推定した結果をプロットした。図-3 から総重量が特例 8 車種の許可限度重量 431kN(44tf)を違反している車両は、上流側路線で計測された 1 台のみであった。従って、当該路線では、車両総重量から類推して床版に重大な損傷を与える過積載車両は、ほとんど存在しないと考えられる。

4. 解析概要

対象橋梁の床版の剛性と残存耐力を解析的に同定するために、汎用系解析ソフト DIANA10.2²⁾を用いて、コンクリートの物性値(表-1 参照)のみ変化させて数値解析を行った。解析モデルは、床版変位を計測した断面を含む対傾構間をモデル化した(図-4 参照)。載荷荷重は試験車のタンデム軸をモデル化し、タンデム軸の中心が計測点直上となるように載荷した。材料の構成則は、コンクリートは、圧縮側挙動を Thorenfeldt 式²⁾、引張側挙動に JSCE 引張軟化式を適用した。鉄筋および桁部材(鋼)は、バイリニアモデルとし、アスファルト舗装は弾性体とした。

5. 剛性および耐荷力評価

解析結果とモニタリングで得られた荷重-変位関係の比較を図-5 に示す。ここで、モニタリングで得られた荷重とは、床版ひずみのピーク値から推定した軸重あるいは軸重和のことで、床版変位はそれに対応する変位をプロットした。解析値と比較した結果、床版の弾性係数は、下流側路線で $E=13.3\text{GPa}$ 付近、上流側路線で $E=10.0\text{GPa}$ 付近と推定される。そのため、いずれの路線も健全時と比較して著しく剛性が低下していることが明らかになった。次に、破壊時まで解析をした結果を図-6 に示す。床版の耐荷力は、いずれの路線も健全時と比較して約 3 割程度低下しているが、モニタリングで観測された最大荷重を大きく上回っているため、安全に対して余裕があることが判明した。従って、当該床版は、剛性が著しく低下しているが、残存耐力には余裕があると考えられる。

謝辞

本研究は SIP の御支援と科学研究費助成事業(課題番号 16K06463)の助成を受けて研究を行いました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会：2012 年制定コンクリート標準示方書[設計編]，2013.3.
- 2) DIANA FEA BV:DIANA User's Manual,2017.9.

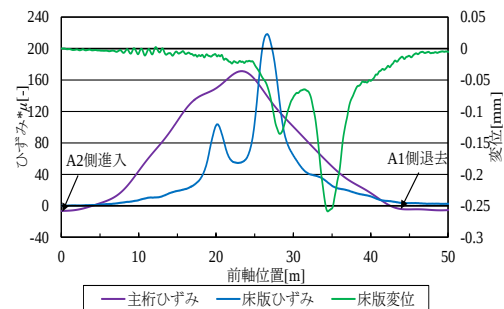


図-2 応答波形例

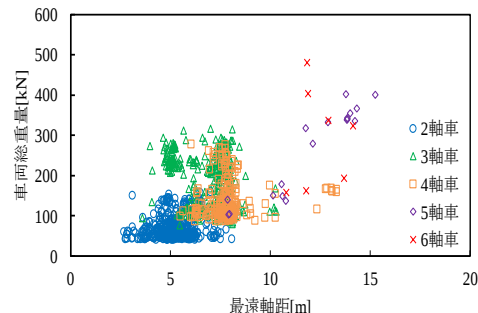


図-3 最遠軸距と車両総重量の関係

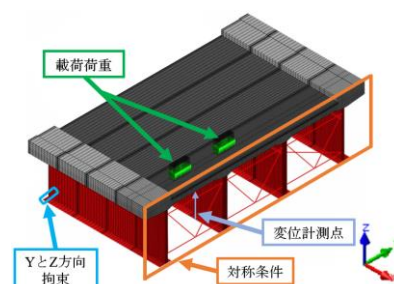


図-4 解析モデル

表-1 コンクリートの物性値

	健全時	引張無視 (n=15)	コア試験 (乾燥部)	コア試験 (漏水部)
静弾性係数 [GPa]	29.5	13.3	21.5	10.0
圧縮強度 [MPa]	35.0	24.4	32.3	21.2

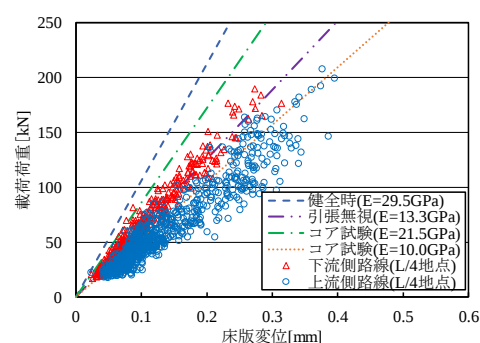


図-5 剛性評価

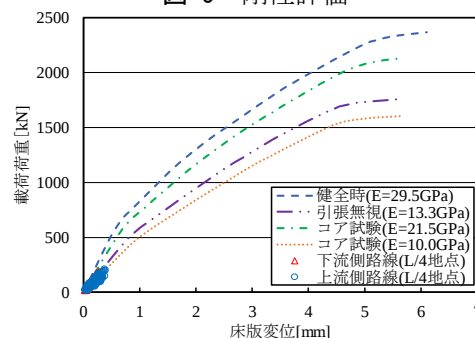


図-6 耐荷力評価