

IRI 低減による橋梁振動低減効果の定量的評価に関する一検討

埼玉大学大学院 学生会員 雑村 京祐 埼玉大学大学院 正会員 松本 泰尚
 首都高技術(株) 正会員 井田 達郎 首都高速道路(株) 正会員 井上 潤
 (株)構造計画研究所 正会員 矢部 明人

1. 研究背景・目的

舗装の供用性能管理のため、首都高速道路では、路面の物理的な損傷・劣化を評価するひび割れ率、わだち掘れ量、路面平坦性の3指標を用いている。一方、国土交通省の舗装点検要領（平成28年10月）では、ひび割れ率、わだち掘れ量に加えて、IRI（国際ラフネス指数）を評価指標とすることが規定されている。IRIは、道路利用者の乗り心地と相関があるとされる指標であり、我が国の高速道路の路面管理への利用も進んでいる^{1),2)}。ここで、高架道路区間を多く含む都市高速道路では、高架橋の振動が周辺環境へ及ぼす影響が問題となることがあるが、IRIに基づく管理により路面平坦性が向上すれば、橋梁振動の原因となる走行車両の振動が低減することが期待できる。IRIと乗り心地の関係に加え、橋梁振動低減効果との関係を定量的に把握しておくことは、路面管理へのIRI利用の効果を整理する上で有用である。そこで本研究では、供用中の橋梁を対象とした数値解析により、IRI低減による橋梁振動低減効果の定量的な評価を試みた。

2. 研究方法

対象とした橋梁の上部工形式は首都高速において標準的な単純合成鋼鈹桁橋であり、橋長22.5m+5@15mの6径間を解析対象とした。中央の4径間は、ノージョイント化（床版連結）による環境対策が実施されている。

車両走行解析には、車両と橋梁の動的連成を考慮できる有限要素解析プログラムDALIAを用いた。図1に対象橋梁の解析モデルを示す。本モデルでは、桁はウェブを2次板曲げ要素、フランジをはり要素で、横桁をはり要素で、床版および壁高欄を2次板曲げ要素で、橋脚、フーチング、杭をはり要素でそれぞれモデル化した。床版連結部では、床版・壁高欄を一体化した。舗装は、質量のみ考慮し剛性は無視した。構造減衰はレーリー減衰で与え、その値は別途実施した振動計測結果との比較により設定した。支承は、鉛直および橋軸直角方向は固定、橋軸方向については各支承の条件に合わせて固定あるいは自由とした。また、杭モデルの各節点において、杭先端のみ並進直交3方向、それ以外は水平2方向に線形バネ要素を設定した。バネ定数は、現地付近のボーリング柱状図および道路橋示方書を参考に算出した地盤反力係数をバネ定数に換算した後、計測結果との比較および微小ひずみ領域の変形であることを考慮してそれらの10倍に設定した。車両走行解析は、計測で用いた前後2軸の荷重車に基づく3次元車両モデル1台を単独で走行させる条件で実施した。荷重車の軸重は、前軸約10t、後軸約12tであった。荷重車の動特性は測定されていなかったため、バネ定数および減衰定数は、文献3)の大型車両モデルの動特性と同等になるように設定した。走行速度は、対象橋梁区間の制限速度60km/hとした。

路面縦断プロファイルについては、過去の実測結果を参考に、IRIの値を1, 2, 3, 5mm/mの4段階に設定し、各目標値に対し10パターンのプロファイルを生成した。平均値ゼロの一様分布乱数列にISO 8608に示されたパワースペクトル形状と

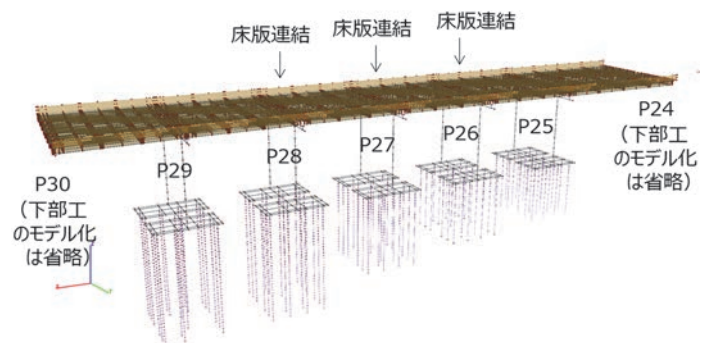


図1 対象橋梁の解析モデル

キーワード IRI, 路面管理, 橋梁振動, 車両走行解析

連絡先 〒338-8570 さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院理工学研究科 TEL 048-858-3557

なるようフィルタを適用した後、IRI が目標値となるよう振幅調整した。伸縮装置付近の路面凹凸による橋梁振動への影響についても別途検討したが、ここでは省略する。

3. IRI 低減による橋梁振動低減効果

図 2, 3 に、下り (P25 から P29 の向き) 走行車線走行時の解析結果を例として示す。図 2 は、走行位置直下の主桁の鉛直方向の応答について、支間長の 1/4, 1/2, 3/4 における IRI=2, 3, 5mm/m の場合それぞれの応答と IRI=1mm/m の場合の応答との差を振動レベルで示している。また図 3 は、各橋脚基部における鉛直、橋軸、橋軸直角方向の応答について同様の振動レベル差を示している。

図より、IRI の各低減ステップに対して、振動レベルで 1dB~7dB 程度応答が低減したことが分かる。ただし、主桁の応答 (図 2) については、主桁および床版が不連続となっている箇所 (P25 および P29) の直後の径間では、IRI 低減による振動応答の低減が比較的小さかった。また、P29 から P30 の径間については、単径間橋梁であることも IRI 低減による影響が比較的小さい理由と推察された。ノージョイント化区間では、振動応答に与える路面の良否の影響が相対的に大きくなっている。橋脚基部で支配的であった鉛直方向の応答は、その直上で床版が連続化されているか否かに関係なく、IRI の低減により同程度の応答の低減が見られた (図 3(a))。一方、水平方向の応答について、主桁および床版が不連続となっている位置の橋脚 (P25 および P29) では、IRI 低減による橋軸方向の応答の低減量は小さかったが (図 3(b))、橋軸直角方向ではその傾向は見られなかった (図 3(c))。

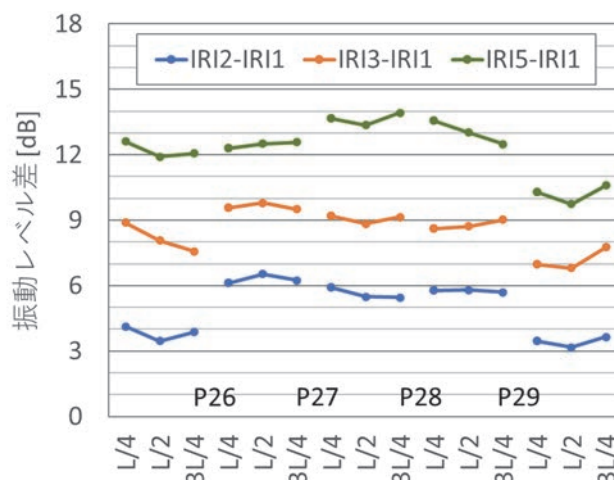


図 2 主桁の応答低減量

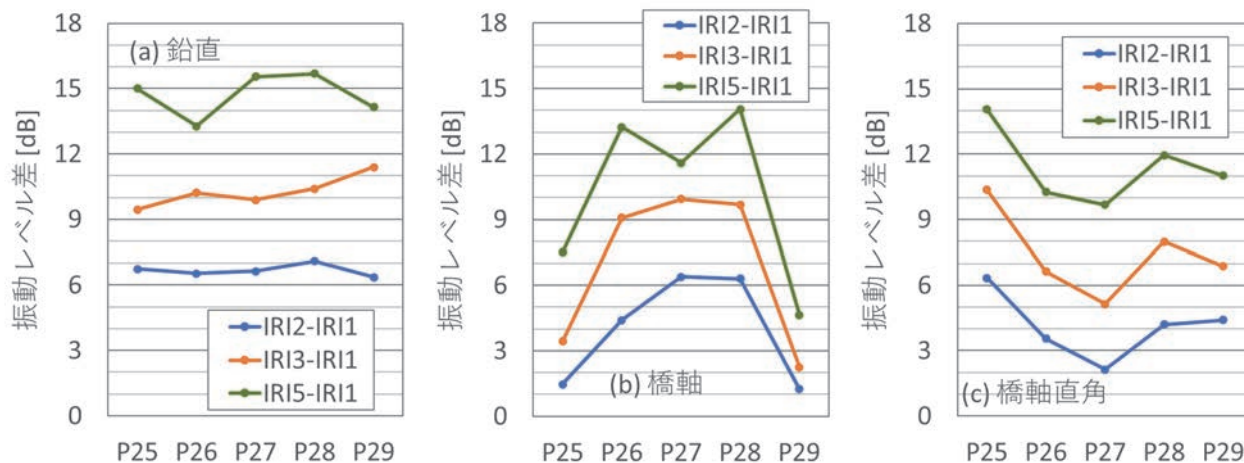


図 3 橋脚基部の応答低減量

参考文献

- 1) 深田宰史, 松本剛也, 相葉忠一, 岡田裕行, 樺山好幸: 高速道路の橋梁伸縮継手付近における路面凹凸形状と補修順位評価の提案, 土木学会舗装工学論文集, 15, pp. 81-88, 2010.
- 2) 江口利幸, 田中裕士, 川村彰, 富山和也: 国際ラフネス指数を用いた局部変状評価手法, 土木学会論文集 E1 (舗装工学), 71 (3), I_17-I_23, 2015.
- 3) 矢部明人, 長船寿一, 岩吹啓史, 志村正幸, 上明戸昇: 車両走行による高架橋の動的応答解析, 平成 26 年春季日本騒音制御工学会研究発表会講演論文集, pp. 133-136, 2014.