

IRIによる縦断線形評価と線形最適化の研究

株式会社サンウェイブックス 研究開発部 福原敏彦
株式会社サンウェイブックス 研究開発部 山内康嗣

1. はじめに

日本の道路の作り方が平成13年7月、仕様規定から性能規定に変わった。これに伴い舗装の必修の性能規定が設定され、大筋は次のようとなる。(1)疲労破壊輪数 (2)塑性変形輪数 (3)平坦性、ほか透排水舗装では浸透水量が定められ、準拠すれば設計や施工等は自由になり、市場が自由化された。この規定は、これまでの社会資本の資産的管理指標(1)(2)に、新たに道路利用者へのサービスの指標(3)が含まれた事になり、新世代の指標として今後期待できるところである。しかし、道路の構成は、舗装と橋やトンネル等の構造物から成り立っており、それらのジョイント部の問題が顕在化しつつある。例えば、大型化するマンホールや橋との擦り付け部には段差や不陸が顕われて、輸送物の破損や荷崩れが起きている。また乗用車の乗り心地を悪くしており、改善が求められる。そこで、橋と舗装の構造物間でのジョイント部の線形評価をIRIを導入することで効果を示した。

2. IRIを用いた評価方法

IRIは米国で開発されたもので、図-1に示す如く車両の仮想振動モデルである。IRIはプロファイル上を移動した時の(車体上下動-車軸上下動)を累積して移動距離で除する事で求まる。構造物間のジョイント部は、各構造物の線形の接続部になる点であり、もともと線形の連続性を失う場所であるため緩和曲線による処置方法が用いられているが、供用と共に形状変化が激しく顕れ線形の連続性を悪くする。そこで、IRIの解析アルゴリズムの解析距離を10mの短区間として使うことで線形の連続性評価の可能性を試みた。

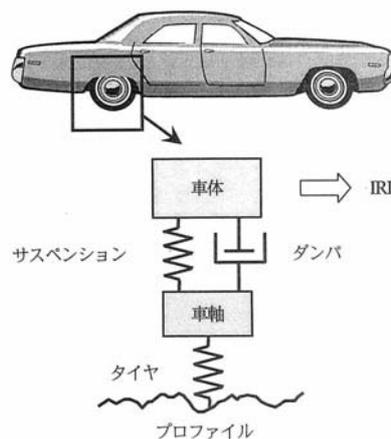


図-1 クォーターカーモデル¹⁾

3. 線形の最適化

(1)モデルによる検討

構造物間で問題が顕在化しているのは橋と舗装である。今回、橋と舗装のジョイント部の線形の連続性評価を、舗装の擦り付け部に緩和曲線を含む形のモデル化をして進めた。擦り付け勾配規定が5%以下と在るので5%、橋の取り付け高低差を5mとすると擦り付け長は100mとなる。橋の付け根部から擦り付け勾配の-5%の直線を延ばし、舗装との交点で舗装平地線となる線を幾何構造基礎線と称すモデルを作り図-2に示す。擦り付け線形は、橋側に凸形、平地側に凹型曲線を接線で繋げた3次曲線としてIRI評価プロファイルにした。線形の連続性評価としては、基礎線IRIのジョイント部のIRIを基本とし、擦り付け線形の凸形曲線半径が及ぼす減少効果を、半径0,100,200...1400mと増やしてゆき「RoadRuf」を用いてIRIを求め図-2に重ねて示した。ジョイント部IRIは半径の増加に

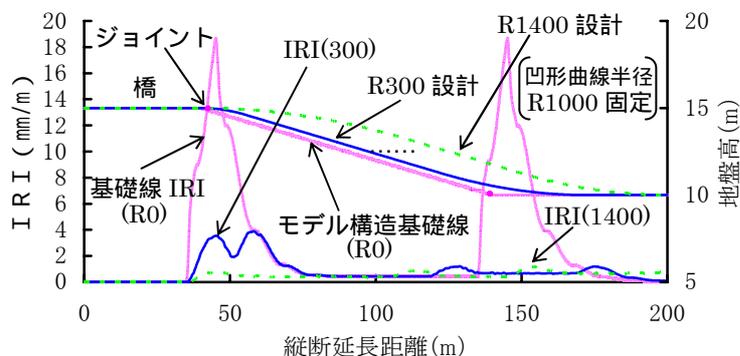


図-2 モデルによる設計線形とそのIRI

なる線を幾何構造基礎線と称すモデルを作り図-2に示す。擦り付け線形は、橋側に凸形、平地側に凹型曲線を接線で繋げた3次曲線としてIRI評価プロファイルにした。線形の連続性評価としては、基礎線IRIのジョイント部のIRIを基本とし、擦り付け線形の凸形曲線半径が及ぼす減少効果を、半径0,100,200...1400mと増やしてゆき「RoadRuf」を用いてIRIを求め図-2に重ねて示した。ジョイント部IRIは半径の増加に

伴い変極点をもつ減少曲線となり図 - 3 に示す。また、各凸形曲線半径での擦り付け線形と基礎線で囲まれる面積を擦り付け長で除して嵩上げ量として求め図 - 3 に示す。嵩上げは $Y = 0.00125R$ の関係があった。

(2) フィールド (R21 号線) への適用

受託業務の中に、橋との舗装の擦り付け線形が大きく不陸 (陥没) した案件に適用を試みた。この道路はトラック便が多く用水が横断する場所である。現況プロファイルとその IRI を図 - 4 に示す。橋の前後ジョイント部に着目して、修繕工事に直接的である嵩上げ量を増やしてジョイント部の IRI の減少効果を調べ図 - 5 に示す。費用対効果の最良点は 300UP / 前、220UP / 後ジョイントであり減少効果は 69.8% / 前、70.1% / 後ジョイントであった。しかし役所の決定は 220UP となったため 49.8% / 前、70.1% / 後ジョイントとなり、この設計値で施工を行う予定であったが、後ジョイントに関しては凸曲線を含まない施工が実施された。施工後の様子を図 - 6 に示す。修繕前の線形を中央分離帯の縁石の黒い部分が痕跡で白い部分が嵩上げになる。施工後に 250mm ピッチの測量を行いそのプロフィールと IRI を図 - 4 に重ね示す。減少効果は 49.8% / 前、70.1% / 後ジョイントであった。

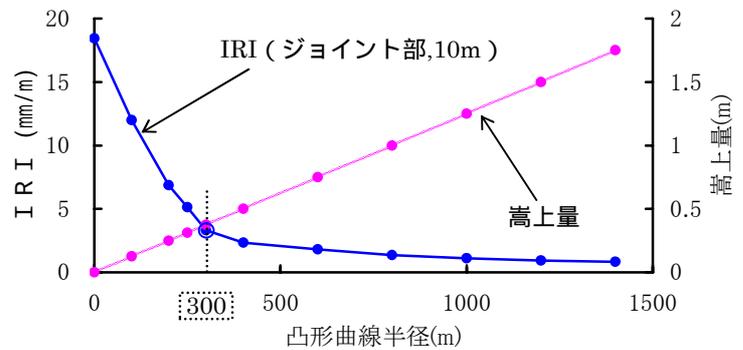


図 - 3 凸形曲線半径による IRI 減少効果と嵩上げ

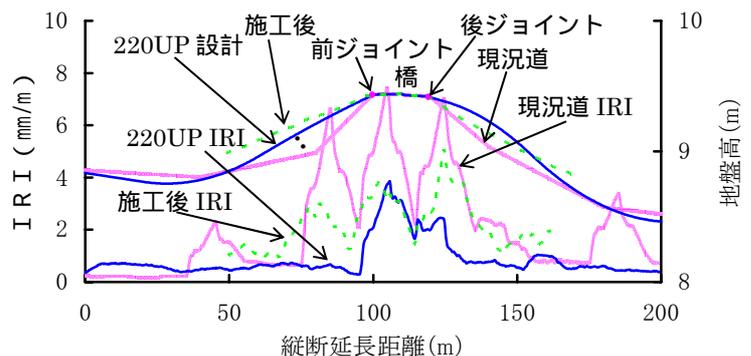


図 - 4 フィールドのプロファイルと IRI

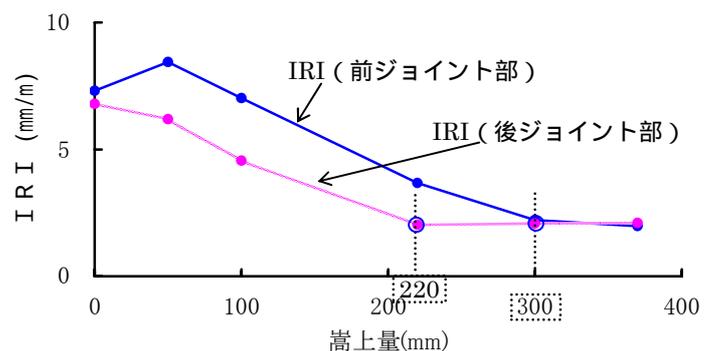


図 - 5 嵩上げと IRI 減少効果

4. 結論

筆者らの研究の結果を下記に纏める。

- (1) 幾何モデルを用いて擦り付け線形の最適化を IRI 減少カーブの変極点から求める方法を見出した。また、費用対効果の最良点となることも分かった。
- (2) フィールドにおいてモデルで得られた線形の最適化手法を適応して、ジョイント部の IRI 減少効果が得られることを証した。しかし、後ジョイントの効果が期待に反した原因は凸曲線がないと推定する。

5. 謝辞および参考文献

フィールド提供を頂いた岐建 (株) 殿とご指導を頂いた亀山修一先生 / 北海道工業大学、蒔苗耕司先生 / 宮城大学、中部技術事務所の皆様に御礼を申し上げます。



図 - 6 嵩上工事