PC 箱桁橋の走行車両荷重を活用したモニタリングシステムの構築

西日本高速道路エンジニアリング関西㈱　正会員　○河田直樹　　西日本高速道路㈱　正会員　横山和昭
福井大学　正会員　鈴木啓悟　　東京工業大学　正会員　佐々木栄一

1. はじめに

近年，構造物にセンサを設置し常時監視するモニタリング技術が注目されており，橋梁についても通過する車両の動的応答を計測し，その振動から求められるたわみやひずみなどから間接的に剛性を評価する試みが行われている．しかしながら道路橋の場合，そのような橋梁振動計測結果は，走行する車両の重量や走行位置によって大きなばらつきが生じるため，橋梁に生じる変状を分析するには，そのばらつきの特性を十分に把握する必要がある．本稿は，そのようなばらつき要因の一つである活荷重の状態を把握し，橋梁健全度を評価する新たな橋梁モニタリングシステムについて報告するものである．

2. モニタリングシステムの概要

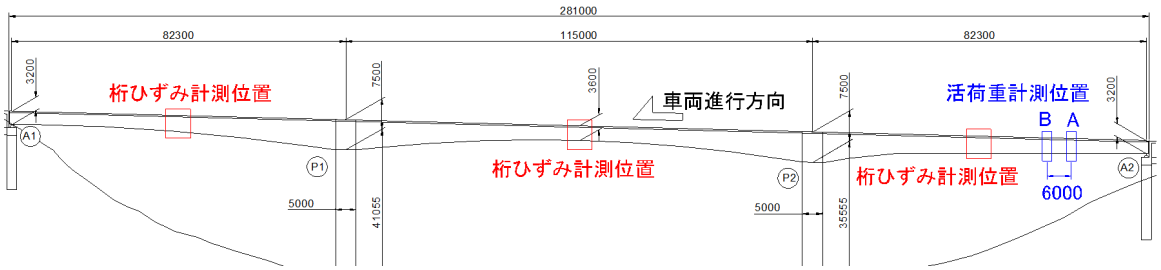


図-1　センサ設置位置

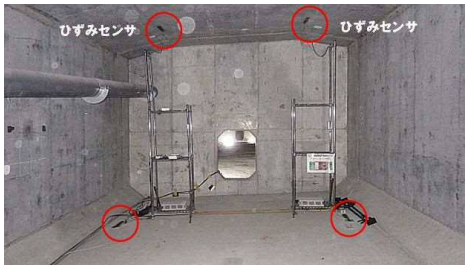


写真-1　桁ひずみ計測機器状況

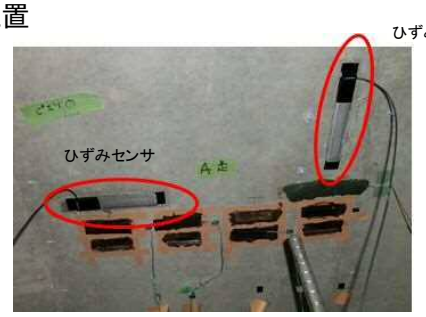


写真-2　床版下面活荷重計測機器状況

システム構築の対象としたPC箱桁橋の一般図，活荷重計測位置および主桁ひずみ計測位置を**図-1**に示す．桁全体の耐荷力低下を定量的に把握するため，各支間中央部において，**写真-1**に示すように上下床版の橋軸方向ひずみをピエゾ式ひずみ計により常時計測する．このピエゾ式ひずみ計は約20cm のロングゲージであるため，コンクリート部材でも計測値のばらつきが少なく安定した出力が期待できる．また，走行車両重量は床版下面の直角方向ひずみ応答から求めることとし[1)]，計測位置は，車両走行速度を求めるため，**図-1**に示す進行方向に6.0m離れたAとBの両断面で計測した．なお，計測精度の検証のため，**写真-2**に示すように，橋軸方向のひずみや，箔ゲージによるひずみ計測も行った．そのようにして得られた計測データは，**図-2**に示すように，その桁ひずみを発生させた車両と紐付けし，劣化の程度を定量的に把握することを目的に，活荷重とひずみの関係を示すグラフの傾き(以下，特性係数という)を長期的に評価することとした．

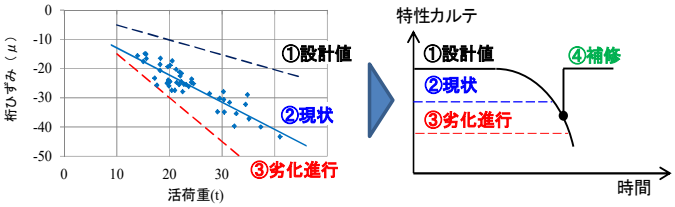


図-2　活荷重とひずみとの紐付けによる評価

キーワード　橋梁モニタリング，PC 橋，活荷重計測，健全性把握
連絡先　〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町 5-4　STD 茨木ビル 6F　　TEL　072-631-5335

© Japan Society of Civil Engineers

3. 計測・分析検証結果

桁応答値と活荷重の紐付け評価フローを図-3 に示す. 床版下面のひずみデータのうち, 単独走行条件を時刻歴応答から抽出し, 一定値以上のひずみデータから軸数や車両速度を自動抽出する. あらかじめ試験車走行時のひずみ応答から算出しておいた影響線と実応答値との比から, 一般走行車両の重量を算出する. このように橋梁進入部で重量が把握できた車両は, 走行速度に応じて一定時間後にはひずみ計測地点の各支間中央を通過することから, 車両重量とひずみ値を紐付けし, 特性係数の変化から上部工の異常を把握することができる. 算出した活荷重と, その車両の走行に伴う桁ひずみの値の相関図を図-4 に示す. 中央径間の上床版の圧縮ひずみおよび下床版の引張ひずみを示している. 同図から, 概ね活荷重の大きさに応じてひずみ値も変化しており, 一定の相関があることが分かる. この傾向の傾きは桁の剛性を表していることになるため, この特性係数を長期監視することによって, 車両重量を考慮しない従来の手法より信頼性の高い健全度把握が可能となる. これまでに示した活荷重と桁ひずみの計測結果の分析, またそれぞれを関連付けし相関性評価までをすべて自動化するとともに, それらの結果をウェブ上で閲覧できるシステムを構築した. 図-5 に, 約 1 年間の車両重量・桁ひずみ関係の閲覧画面を示す. 月毎の傾向を把握するため着色を変えているが, 傾向の大きな変化は見られず, 季節毎の相関を示す図-6 からも, 特性係数に大きな変化はみられない.

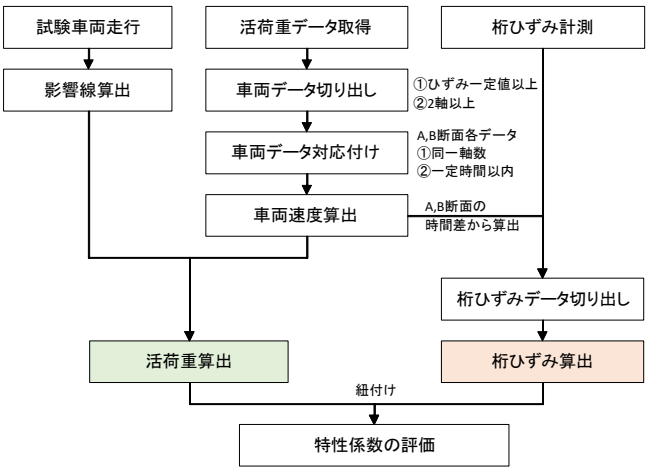
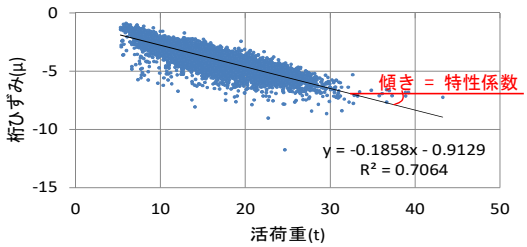
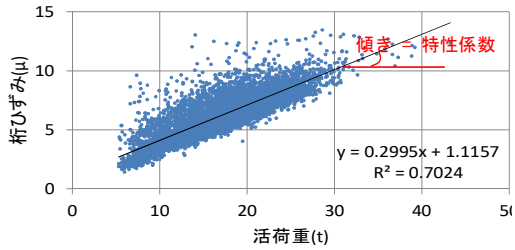


図-3　桁応答値と活荷重の紐付け評価フロー



(1) 上フランジ（圧縮）



(2) 下フランジ（引張）

図-4　活荷重・桁ひずみ相関図

4. まとめ

今後, 例えば想定される変状発生に伴うひずみの変化などを事前に明確しておけば, 特性係数の低下傾向から異常の内容やその程度が把握できるようになる. また, 鋼桁橋における桁腐食や亀裂などの変状に対する耐荷力監視, さらに床版などの部材レベルの損傷進行監視などの活用も考えられ, このようなモニタリングシステムを活用し, さらなる維持管理の高度化・効率化に貢献したいと考えている.

最後に, 今回示したモニタリングシステムの構築にあたり, オムロンソーシアルソリューションズ㈱に協力を頂きました. 紙面を借りてお礼を申し上げます.

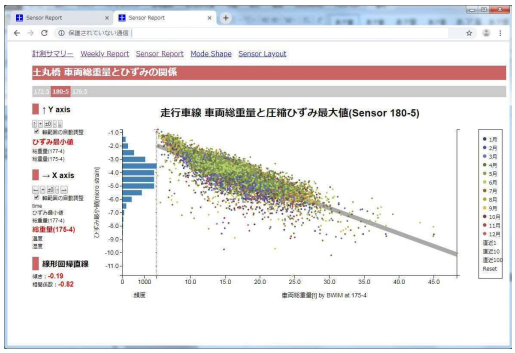


図-5　モニタリング web 画面

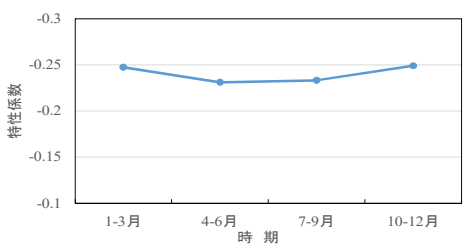


図-6　特性係数の推移

参考文献

1) 福田雅人, 伊川嘉昭, 児島基成, 高瀬和男, 黒田卓也, Porjan Tuttipongsawat, 佐々木栄一, 鈴木啓悟, 濵岡弘二：既設PC 橋における活荷重と主桁ひずみ計測によるモニタリング技術に関する基礎的研究 2, 土木学会第73回年次学術講演会, I-093, pp.185-186, 2018.8

© Japan Society of Civil Engineers