速度計を用いた自治体橋梁の耐力評価に関する研究

日本工営（株）　正会員　藤原 鉄朗　○中津井 邦喜　松山 公年　園田 崇博
富山市　正会員　植野 芳彦　非会員　杉谷 真司

1. はじめに

橋梁定期点検では，近接目視で外観上の損傷を把握しているが，外観上の損傷と耐力の直接的な関係性は不明確な点が多い．そのため，外観上の損傷が著しい場合（健全度Ⅲ）であっても，耐力的には十分であり，補修・補強の措置を当面施す必要性が低い橋梁も多数存在すると考えられる．

上記を説明するためには，定量的なデータを示す必要がある．したがって，定量的なデータをもとに橋梁の耐力を評価することは，対策優先順位の決定，供用制限の判断など，橋梁トリアージを行ううえで重要である．

そこで本研究では，たわみに着目した橋梁の耐力評価手法を検討し，実装を進めている．本報では，特定の載荷車両が橋梁を通過した際の振動から橋梁のたわみを算出し，定量的なデータの取得を試みた結果について報告する．

2. 対象橋梁

対象橋梁は，橋梁定期点検で健全度Ⅲ（早期措置段階）を示した 50 橋梁である（うち 1 橋はたわみ算出困難）．主に単純桁で 10～20m 程度の橋梁を富山市全域から抽出した．対象橋梁の分布を図 1，内訳を図 2 に示す．

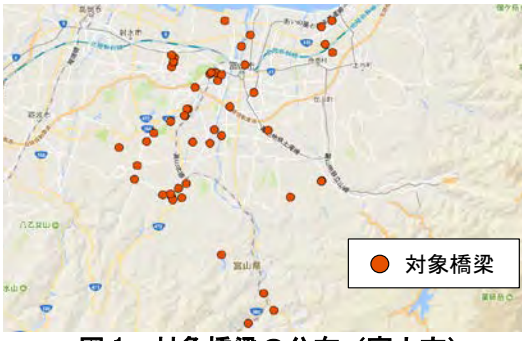

図 1　対象橋梁の分布（富山市）

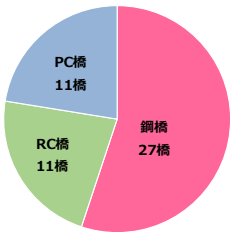

図 2　対象橋梁の橋種別数量

3. 計測手法

総重量 8ton に調整した車両が通過した際の振動を加速度として計測し，計測結果を処理することで各橋梁のたわみを算出した．加速度計は支間中央部の上下流側に設置した．一部の橋梁では，加速度による処理の精度を確認するため，突き当て式の変位計で直接たわみを測定した．

それぞれ計測手法の特徴を表 1 に示す．また，計測全体のイメージを図 3 に，加速度計の構成及び設置状況を写真 1 に示す．

表 1　計測手法

計測手法	加速度	突き当て式変位計
特徴	計測箇所に設置	豊富な実績
弱点	静的挙動計測不可	不動点必須 ロッドなど治具必要
備考	加速度から変位への 解析アルゴリズム必須	

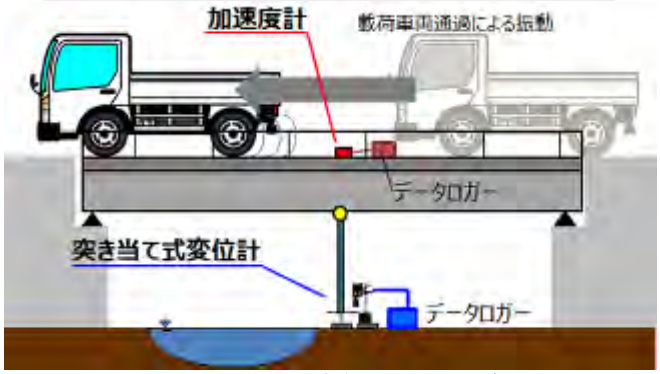

図 3　計測全体のイメージ

写真 1　加速度計の構成・設置状況

4. 計測の精度及び計測効率

2 つの手法の比較結果を図 4 に示す．橋梁は載荷車両の通過に伴い，沈んで，戻るという半波長の動き（静的たわみ）とともに，車両と橋梁の振動成分と考えられる揺れ（動的振動）が生じている．静的たわみ成分

キーワード　加速度，たわみ，変位計測，耐力評価，自治体橋梁，維持管理
連絡先　〒102-8539　東京都千代田区九段北 1-14-6　日本工営（株）　TEL:03-3238-8113

に加えて，動的振動成分においてもよく一致していることが確認された．なお，他に 3 橋においても同様の比較を実施し，同じ結果を得た．

本研究の加速度計を利用した計測は，橋梁に専用の設置用治具を予め設置しておくことで，1 橋あたり 10 分程度で準備が可能であるため，短時間で効率的に計測を実施することが可能である．

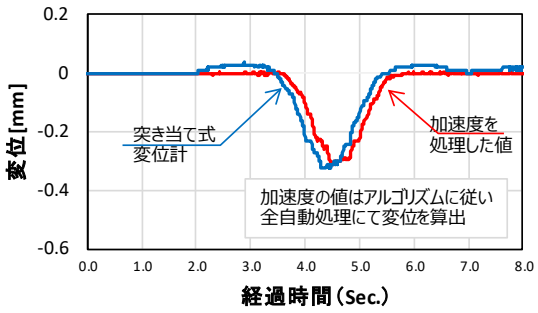

図 4　RC 橋におけるたわみの比較

5. 結果・将来展開

得られたたわみ情報について，横軸には幅員の情報が必要ではないかとの議論もあるが，今回は横軸を「荷重×橋長^3」で整理した（図 5）．

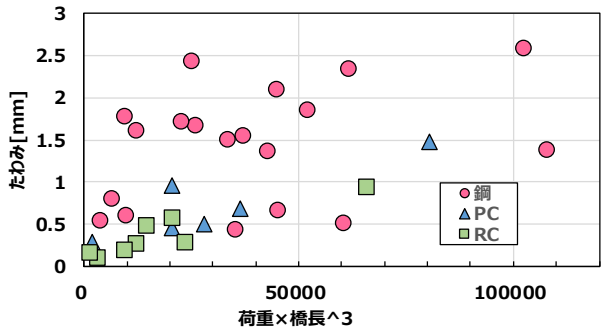

図 5　たわみと「荷重×橋長^3」の関係

鋼橋・PC・RC 橋のいずれも支間長が長いほど，たわみは大きくなる傾向が確認された．また，橋梁の種類毎にたわみとばらつきの大きさが異なることが確認された．その大きさは，鋼橋＞PC 橋＞RC 橋であった．

今後，データを蓄積していくことで，橋梁の耐力評価への活用が期待される．例えば，同一橋梁に対して継続して計測することで，データの変化点を捉えることで，耐力の低下を把握する方法が考えられる（図 6）．また，大量の実測データが収集されれば，たわみとある指標（例では「荷重×橋長^3」を利用）の関係式を構築し，その領域から過大に離れたプロットの橋梁を，耐力に影響する重大な損傷が生じたとして抽出する方法も考えられる（図 7）．

ただし，たわみと耐力低下の関係について把握するためには，顕著に耐力が低下する際のたわみの挙動を捉える必要があるが，実際の橋梁で測定することは困難である．そのため，今後，数値解析によりその関係を把握することを検討予定である．

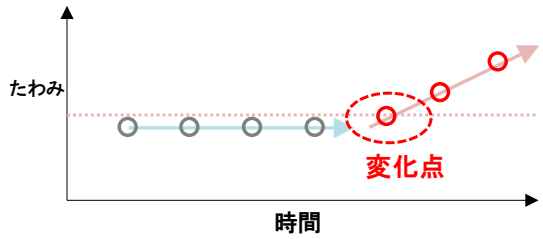

図 6　データ変化点による耐力評価方法のイメージ

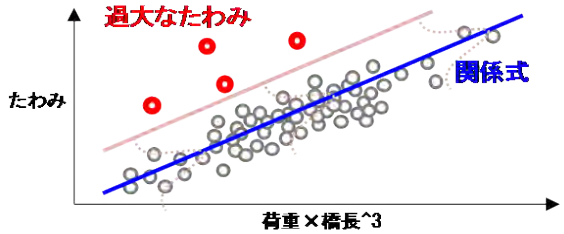

図 7　関係式による耐力評価方法のイメージ

6. まとめ

1) 加速度計を用いた耐力評価を，富山市が管理する 50 橋梁へ実装した．
2) 加速度データを用いて算出した「たわみ」は，従来の突きあて式変位計を用いる方法と比較して，短時間に設置が可能であり，同程度の精度を確保できた．
3) たわみのデータは，橋梁種別によって異なる傾向がみられた．
4) 劣化状況とたわみの関係性の構築には，50 橋の収集データでは不十分であり，更なるデータ蓄積が必要である．

今後，同手法の自治体橋梁への社会実装を進め，計測データの収集を継続し，解析結果を加えながら，自治体橋梁の効率的な耐力評価手法の確立へ向けた検討を進める予定である．

なお，本研究は富山市と日本工営(株)が締結した「富山市橋梁マネジメントコンソーシアム（仮称）構築に向けた研究協力に関する協定」のもと，実施した．

謝辞

本研究の加速度計によるたわみ計測は，(株)TTES の高度な技術で全面的にサポートしていただきました．ここに記して，(株)TTES に深く感謝申し上げます．