

## 支点反力を用いた Bridge Weigh-in-Motion の開発と交通荷重測定

名古屋大学 学生員 因田 智博 若尾 政克  
 名古屋大学 正会員 山田 健太郎 小塩 達也

**1. はじめに** 道路構造物を適切に維持管理するためには、損傷に着目した対症的な手法だけでなく、損傷の発生要因のコントロールが不可欠である。橋梁の疲労損傷は大型車両の走行が主要因であり、大型車両の荷重実態を把握し、損傷対策を行うことが望まれる。本研究では鋼プレートガーダー橋の支点反力を用い、少ない測定点から大型車両の軸重、軸距、速度を推定できる Bridge Weigh-In-Motion(以下 BWIM)の手法を開発した。また、同手法を用いて一般国道と高速自動車道の2橋で1週間の荷重実態調査を行い、それぞれの荷重特性に対して比較を行った。

**2. 測定原理** 図1に車両が橋梁を通過するときの、支点反力の時刻歴波形を示す。支点反力の波形には、車両の各軸重が支点を通過するごとに反力が急変し、その変化量は通過した車両の各軸重に比例する特徴がある。つまり支点反力の急変を検出し、その変化量を抽出できれば、通過車両の各軸重を推定することができる。

また単純桁の入口と出口で同じような測定を行い、橋梁進入時間と退出時間の差と橋梁支間から走行速度を推定できる。さらに各軸が支点を通過した時間差と速度から車両の軸距を推定でき、軸距から車種を判定することができる。

**3. 計測方法と測定橋梁** 本研究では支点反力を直接測定するのではなく、図2に示すように端垂直補剛材にひずみゲージを貼付し、支点反力に比例するひずみ量を動ひずみ測定器を用いて測定した<sup>1)</sup>。サンプリングタイムは0.005(s)とした。測定したひずみ応答波形からひずみの急変を検出し、その変化量から通過車両の重量を推定するプログラムを開発した。

本研究で測定を行った橋梁は、東名阪自動車道の小島高架橋と国道23号の四日市高架橋である。図3に両橋梁の車線と主桁配置、ひずみゲージ貼付位置を示す。

**4. 橋軸直角方向の同時載荷** 橋梁上に載荷される荷重は複数の支点到に分配されるが、支点上に載荷している荷重については分配される桁に限られる。荷重が支点上に載荷している状態に着目すると、荷重が分配される桁は橋軸直角方向の載荷位置、つまり走行する車線に依存し、桁によっては特定車線の荷重にのみ反力を持つ。本研究で着目する反力の急変は、荷重が橋梁に進入または退出する時に生じるので、この時に荷重が分配されない桁には反力の急変は生じない。図3に小島高架橋の追越車線を3軸車両が走行したときのch3, 4の波形例を示す。ひずみの急変はch3にだけ生じ、ch4には生じていないことがわかる。よって荷

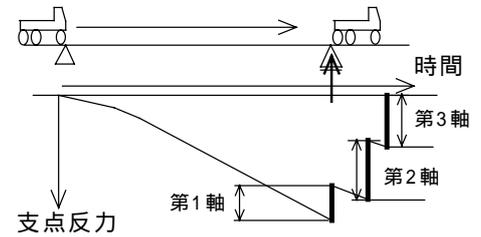


図1. 荷重推定原理

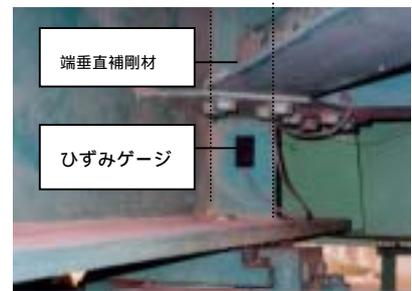


図2. ひずみゲージ貼付位置

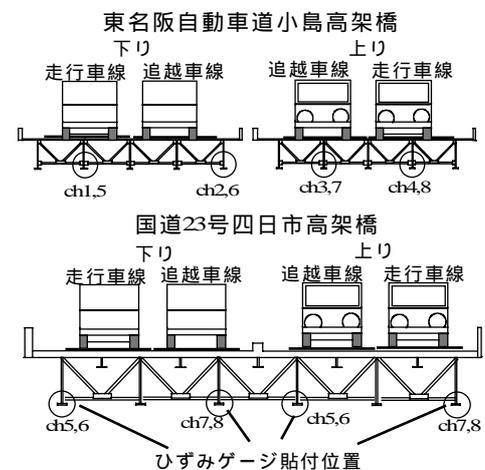


図2. 橋梁断面図

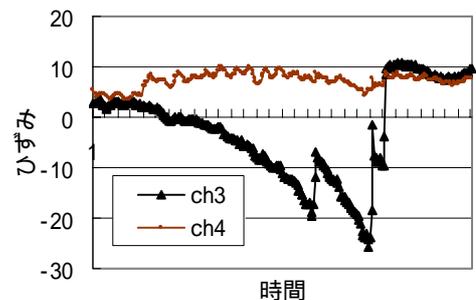


図3. 各支点的の応答波形(小島高架橋)

キーワード Bridge Weigh-in-Motion 軸重 プレートガーダー橋 支点反力

連絡先 〒464 8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科

重が支点上に載荷している状態で、特定車線の荷重にだけ反力を持つ桁を測定点とすれば、橋軸直角方向の同時載荷が生じても測定が可能である。

**5. 荷重車走行試験** 両橋梁において、荷重が既知である車両(以下荷重車)による走行試験を行い、荷重車走行時のひずみ時刻歴波形を測定した。応答波形からひずみ変化量を計算し、その値を既知である荷重車の重量で除して、単位荷重あたりのひずみ変化量を求め、キャリブレーション値とした。キャリブレーション値を用いて荷重車の重量を推定した結果を図4に示す。荷重車走行試験における推定精度は、各軸重で2~3t、総重量で3~4tであった。

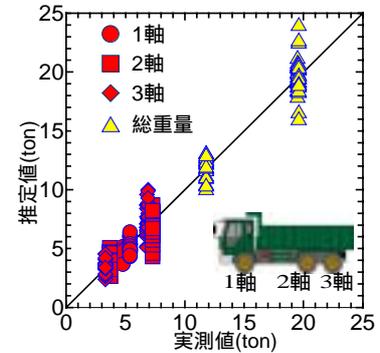


図4. 荷重推定精度

**6. 一般車の測定結果** 一般車走行時のひずみ時刻歴波形の測定は29分間連続で行い、その後1分間でハードディスクに送信し、30分を1サイクルとして1週間の連続計測を行った。測定波形からひずみ変化量を計算し、荷重車走行試験で得られたキャリブレーション値で重量に換算した。図5に両路線で計測された1週間の車線別の走行台数を、図6に車線別の軸通過回数を示す。両橋梁において車線ごとの走行台数に違いが見られるが、上下線の走行台数はほぼ同数であることが分かる。また通過軸数を走行台数で除した1台あたりの平均軸数は、小島高架橋が両車線で約3軸に対し、四日市高架橋は、走行車線で約3.7軸、追越車線で約3軸、平均で約3.3軸であった。このことから四日市高架橋、特に走行車線は4軸以上の車両の走行が多いと考えられる。また図7に両橋梁の伊勢方面の総重量頻度分布を、図8に走行車種別の走行台数を示す。四日市高架橋の全走行台数は、小島高架橋に比べ約1.3倍であったが、これに対し四日市高架橋のトレーラー類の走行台数は約2倍~4倍であり、四日市高架橋はトレーラー類の混入率が小島高架橋に比べ高いことがわかる。また図7から20tを超える大型車の走行台数は国道23号のほうが多いことがわかる。これは四日市高架橋のトレーラー類の混入率が小島高架橋に比べ大きいことが原因であると考えられる。

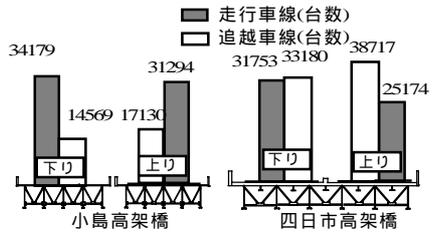


図5. 両橋梁の車線別走行台数

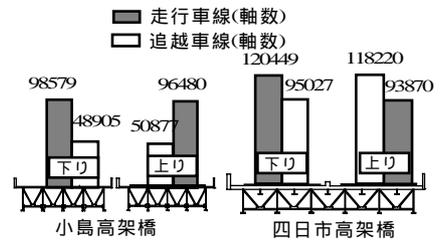


図6. 両橋梁の車線別軸通過回数

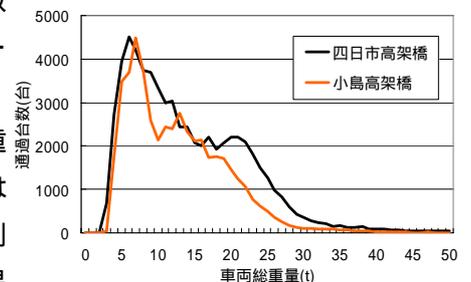


図7. 総重量頻度分布

**7. まとめ** 本研究で開発した支点反力を用いたBWIMは、荷重車の軸重を約2t、総重量を約3tの精度で推定可能であった。一般車の荷重推定では一般国道と高速自動車道の車両総重量の頻度分布、軸重の頻度分布、車種別の走行台数を把握した。本手法は支点上の作業のみで測定を行うため、簡易なWIMとして有効であると考えられる。

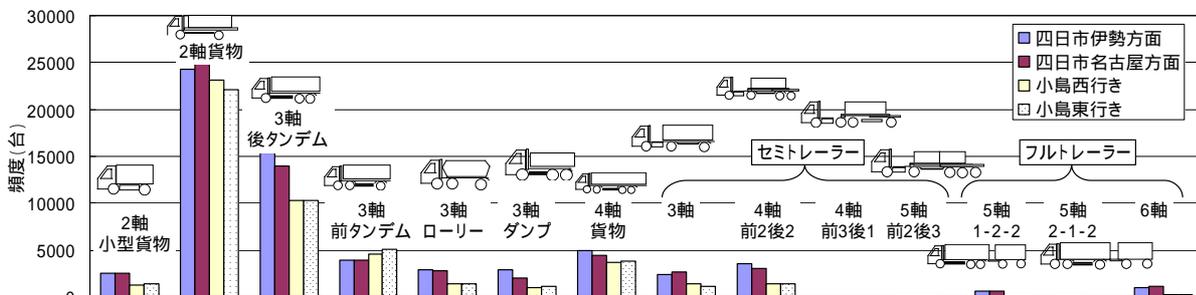


図8. 車種別走行台数

参考文献

1)徳永法夫・山田靖則・川谷充朗, 支点反力の代替となる計測量について, 橋梁振動コロキウム'97 論文集, pp.219~224, 1997  
謝辞 小島高架橋の測定では, JH 日本道路公団名古屋支社, 四日市高架橋の測定では国土交通省中部地方整備局中部技術事務所に協力して頂きました。ここに記して感謝致します。