

支点反力を用いた Bridge Weigh-in-Motion の開発

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

1993 年に輸送率向上のために自動車の総重量に対する規制緩和が行われた。これに伴って道路橋示方書の設計荷重も 20t から 25t へ改訂された¹⁾。今後橋齢 50 年を迎える橋梁が増加する中、適切な維持管理を行っていく上で、交通荷重の実態を把握する必要がある。本研究では、橋梁の支点反力の時刻歴波形から通過車両の軸重を求める Bridge Weigh-in-Motion(以下 BWIM)の手法を開発し、鋼プレートガーダー橋を用いて自動車活荷重の観測を行った。

2. 測定原理

支点反力の影響線は、図 1 に示すように集中荷重が支点直上から橋梁を退出した瞬間に最大値から 0 となる。また、複数の軸重を有する車両の場合、軸重が支点上を通過するたびに反力が急変し、その変動量は軸重に比例する。この原理を利用して、軸重通過時刻と軸重及び総重量を求める事ができる。

本研究では、支点反力を直接求めるのではなく、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て支点反力に比例するひずみ量を計測した²⁾。

実際の計測波形はノイズや橋梁の振動等の成分が含まれるため、図 1 に示すようなきれいな応答波形にはならないが、軸重通過時のひずみ変動量は計測できる。例として 3 軸トラックが通過する際の応答波形を図 3 に示す。この例に見られるように軸重通過時のひずみ変動量がはっきり現れている。

また BWIM では、用いる部材によっては橋軸直角方向の同時載荷の影響が避けられない事がある。しかし支点反力を用いるこの方法では、図 3 より、支点 A の応答波形には軸重によるひずみ変動量が現れるが、支点 B の応答波形には現れないことがわかる。よって、測定点上を通過した軸重によってひずみ変動量が現れる支点を選ぶ事ができれば、橋軸直角方向に同時載荷が生じてても荷重の測定が可能な BWIM を構成することができる。

3. 測定対象橋梁と計測方法

測定対象橋梁は東名阪自動車道長島インター付近に架かる小島高架橋であり、片側 2 車線、5 主桁単純梁、支間 35m の鋼プレートガーダー橋である。各車線に対して入口側と出口側の端垂直補剛材にひずみゲージを貼付し、合計 8 チャンネルの測定を行った。隣接車線の車両荷重の影響を受けないように図 4 に示す位置にひずみゲージを貼付した。

計測方法

動ひずみ測定器を用いて端垂直補剛材のひずみの変化量を 0.005(s)

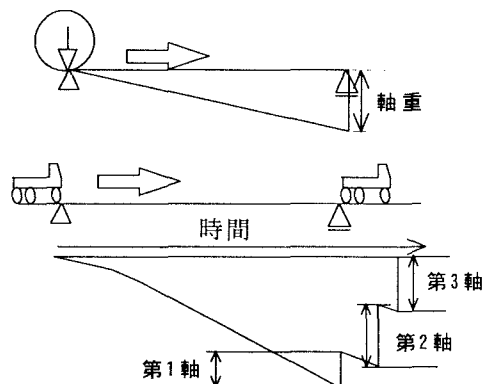


図 1. 支点反力の影響線と応答波形

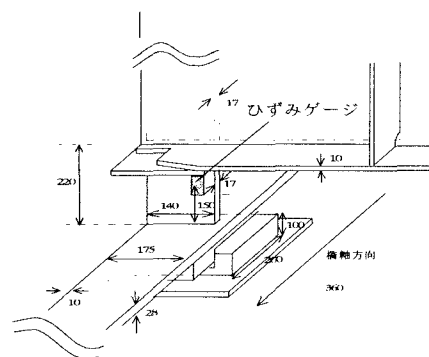


図 2. ひずみゲージ貼付位置

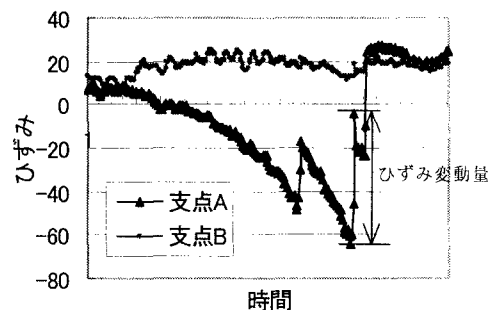
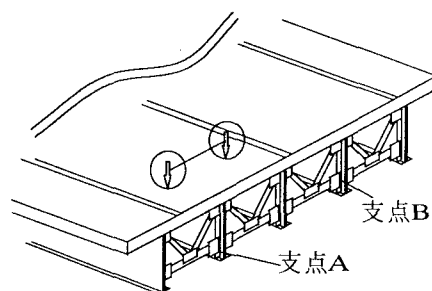


図 3. 支点反力の波形例

ごとに記録し、29 分間連続でひずみの時刻暦波形を計測し、そのデータを 1 分間でハードディスクに送信した。30 分を 1 サイクルとして 1 週間の連続計測を行った。測定現場にはビデオカメラを設置し車両の形状を確認できるようにした。

キャリブレーション値

荷重が既知である車両(以下荷重車)を各車線 6 回走行させて、キャリブレーションを行った。各走行ケースで測定された軸重に対するひずみ変動量と、その合計値(総重量相当)を図 5 に示す。各軸重に対するひずみ変動量のばらつきは 15%~20% であるのに対して、総重量相当のひずみ変動量のばらつきは約 10% となった。そこで、このひずみ変動量の平均値を総重量で除した値を単位重量に対するひずみ変動量(キャリブレーション値)とした。

4. 一般車の測定結果

一般車の測定波形をみると、軸重によるひずみ変動量と、ノイズや橋梁の振動等によるひずみ変動量を区別できる限界は、軸重にして約 2t であった。大型車両の軸重は一般にこれ以上とされるので、この方法を用いれば、ほぼすべての大型車両の軸重推定が可能と考えられる。

図 6、7 に軸重の 24 時間頻度分布を示す。両方面において、走行車線では軸重 3t~5t で頻度が増加する特徴があるが、追越車線ではそのような特徴は見られなかった。

また図 8 に 24 時間の走行車両台数を示す。全車線において、全走行台数に対する総重量 20t 以上の大型車混入率は約 3 割であった。

5. まとめ

支点反力を用いて軸重を測定する BWIM を開発し実橋を用いて 1 週間のモニタリングを行った。荷重車のひずみ変動量のばらつきから、約 10% の精度で総重量を、約 20% の精度で軸重を推定できるといえる。また軸重頻度の特徴と、各車線の総重量 20t 以上の大型車混入率を把握することができた。今後は入口の荷重進入時刻と出口の荷重退出時刻から車両速度を計算して軸距を求め、軸数と軸距から走行車両の車種を判定する。

参考文献

- 1)道路橋示方書(I 共通編・II 鋼橋編)・同解説,(社)日本道路協会
- 2)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

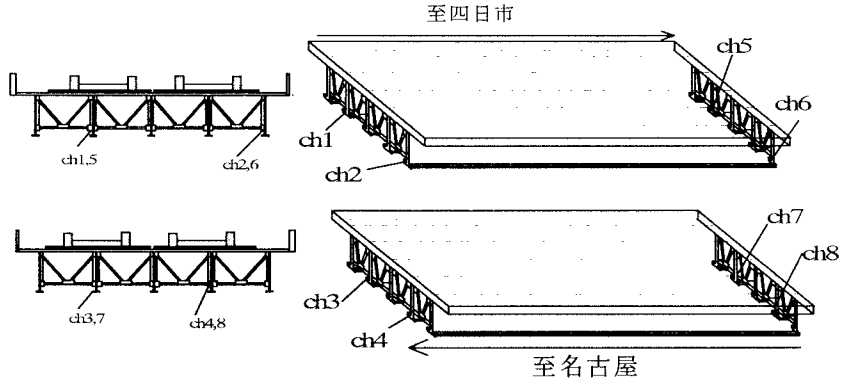


図 4. ひずみゲージ貼付位置

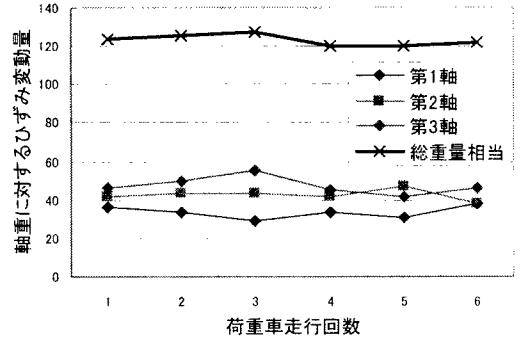


図 5. ひずみ変動量のばらつき

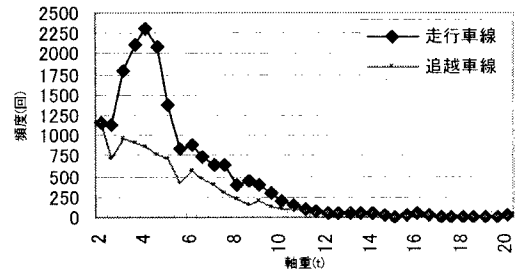


図 6. 軸重頻度(四日市方面)

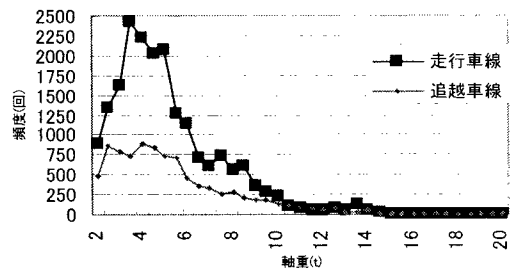


図 7. 軸重頻度(名古屋方面)

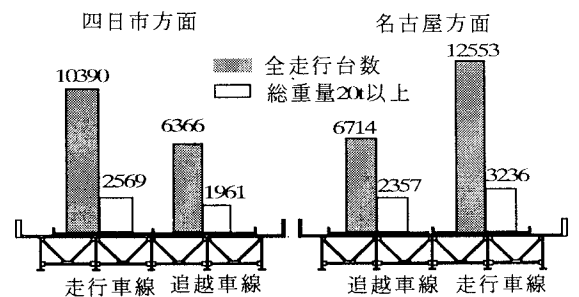


図 8. 各車線の走行台数