

Bridge Weigh-in-Motion を用いた国道 19 号の荷重実態調査

名古屋大学 学生員 ○八木貴之, 中野 隆

名古屋大学 正会員 山田健太郎, 小塩達也 中部技術事務所 富増弘一

1. はじめに

最近, 鋼橋の分野では大型車(過積載も含む)の繰返し走行に起因するとされる疲労き裂の問題が深刻化している。これに対し, 大型車の荷重実態の把握は十分でなく, 現在でも交通荷重の実態把握を目的に各方面で計測が行われている。

本研究では, 中央高速道の迂回路として夜間に大型車の交通量が増加するとされる国道 19 号の図 1 の区間(中津川～塩尻)に注目し, 交通荷重の計測を行った。

計測には Bridge Weigh-in-Motion (以下, BWIM) の手法を用いた。

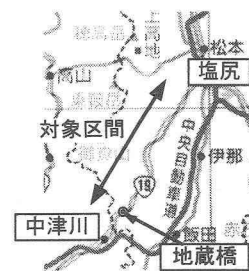


図 1 計測対象区間

2. BWIM を用いた計測の概要

多軸車両が走行する単純梁の支点着目すると, 各軸重が橋梁に進入, 退出するたびに支点反力が不連続的に変化し, その急変量が軸重に比例する。これより, 図 2 の入口側支点では①(出口側では②)に示す波形が得られる。

本手法では, 支点部垂直補剛材に貼付したひずみゲージからのひずみ応答値 μ_n の時刻歴波形(以下, ひずみ応答波形)を計測データとして得る。次に, 当研究室が開発したプログラム(以下, 既存プログラム)を用いて, ひずみ応答波形の急変部分(以下, エッジ)から走行車両の各軸重 w_n を, 各軸の入退出の時間差 ΔT より速度 v を, 軸間時間間隔 Δt_n より軸距 ℓ_n を割り出し, 軸距のパターンから車種を推定する¹⁾。

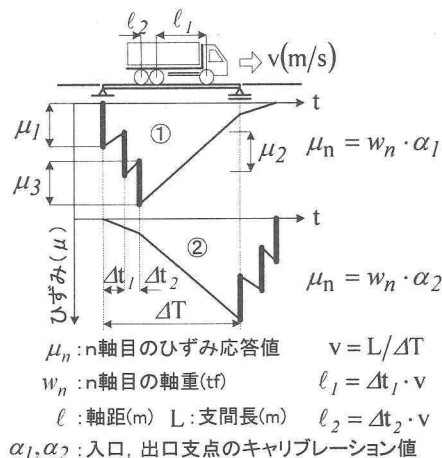


図 2 支点反力の応答波形

3. 国道 19 号(地蔵橋)の計測概要

本計測では, 国道 19 号に架かる地蔵橋を対象とした。地蔵橋は長野県木曾郡南木曾町に位置する 5 主桁鋼単純プレートガーダー橋(写真 1)で, 両方向の一日の交通量は約 15000 台, 大型車混入率は 39% である。地蔵橋の基本的な諸元を図 3 に示す。同図で支点部(支承)は中津川側に 5 箇所, 塩尻側に 5 箇所あるが, これらをそれぞれ中津川支点, 塩尻支点と呼ぶことにする。ひずみゲージは各主桁支点部の垂直補剛材にそれぞれ添付(計 10 チャンネル)している。サンプリング周波数は 200Hz とし, 29 分間計測, 1 分間待機のインターバルで測定した。本計測はこのインターバル計測を 1 週間連続で行い, 計 168 時間分のデータを取得した。



写真 1 地蔵橋全景

4. キャリブレーション

本計測の前に, 各軸重, 総重量を事前に測定した 2 種類の試験車両をそれぞれ車線あたり 13 回走行させた。試験車両の各軸のひずみ変化量は走行中のタイヤ接地圧の変化により, 測定値に対し 30%~40% ばらつく結果となった。一方, 総重量に対するひずみ変化量のばらつきは最大で 15% 程度のため, 各軸のひずみ変化量を合計し, 合計値の平均を車両総重量で除した値をキャリブレーション値 α とし, それぞれ求めた。図 4 は求めた α から各ケースの軸重, 総重量を推定した値を示す。測定値に対する推定値の誤差は ± 5 tf 程度となった。

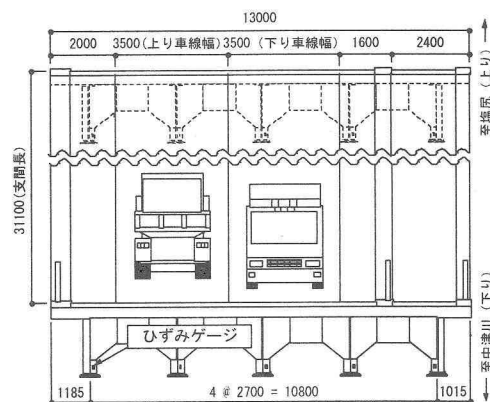


図 3 地蔵橋の諸元とひずみゲージ位置

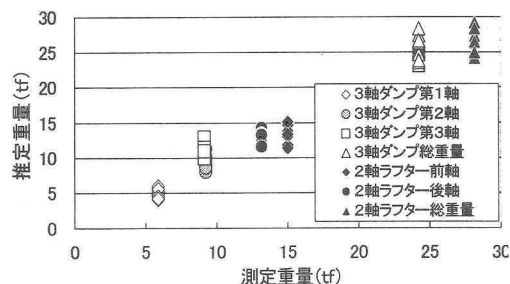


図 4 軸重, 総重量の推定結果

5. 計測データの問題点

本計測では、従来の支点反力を用いた BWIM による計測のように既存プログラムでエッジの検出等の処理を行い、軸重、速度、軸距、車種を出力する予定であった。しかし、図 5 に示すように、実際に得られたひずみ応答波形は塩尻支点において、軸重通過時のひずみ変化量の傾きが小さく、明確なエッジが形成されていない。これにより、中津川支点から軸重は得られるが、塩尻支点でエッジが検出できず、両支点の軸重通過時刻のパターンマッチングによる速度推定が不可能となる。そこで、以下に速度を推定する手法を検討した。

6. 速度推定法の検討

塩尻支点の影響線と中津川支点のひずみ応答波形から得られる軸重 w_n と軸間時間差 Δt_n に加え、走行する車両の速度 v を仮定することで塩尻支点の応答波形は作成できる（以下、推定波形と呼ぶ）。

速度 v をパラメータとした推定波形を実際の塩尻支点の応答波形（以下、実際波形）と比較し、波形形状を最も精度良く近似させる速度 v を推定速度として最適化できれば、エッジの検出ができなくても車種の判定が可能と思われる。

(1) 影響線の仮定

塩尻支点の影響線は本来、図 6 の中津川支点影響線の左右対称である。しかし、ひずみ応答波形を分析したところ、軸重が支点部を通過した後も減少に向かうひずみ応答が残ることが判明した。また、目視と主桁変位量の実測より、塩尻支点部は伸縮継手を介し橋台を水平方向に圧迫した状態であり、何らかの影響で橋台上の軸重が支点に伝わっていると考えた。これらより、塩尻支点に対し図 6 の影響線を仮定した。

(2) 推定波形の作成

仮定した影響線を用い、中津川支点からの w_1 、 w_2 、 t_s 、 t_l と仮定速度 v_l より、橋上を走行する 2 軸車の塩尻支点の推定波形は図 7 のようになる。

(3) 仮定速度の最適化

図 8 は仮定速度 v_1 と v_2 の推定波形と実際波形との比較例である。パラメータである速度 v を変化させ、 v_n に対する推定波形と実際波形との誤差 2 乗和 e を計算し、 e を最小化する v_k を求めることとした。

7. 今後の方針

修正プログラムを作成し、1 週間分の走行車両の軸重、速度、車種を出力し、統計的な分析を行い、他の路線の交通荷重との比較により国道 19 号の交通荷重実態を明らかにする。

参考文献 1)小塩, 山田, 若尾, 因田(2003): 支点反力による BWIM を用いた自動車軸重調査と荷重特性の分析, 構造工学論文集 Vol.49A, pp.743-753

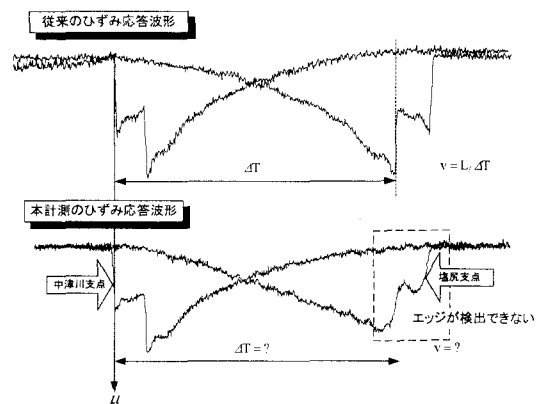


図 5 ひずみ応答波形の違い

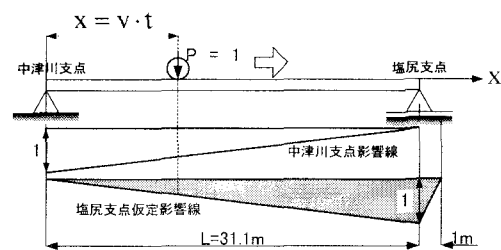


図 6 仮定影響線

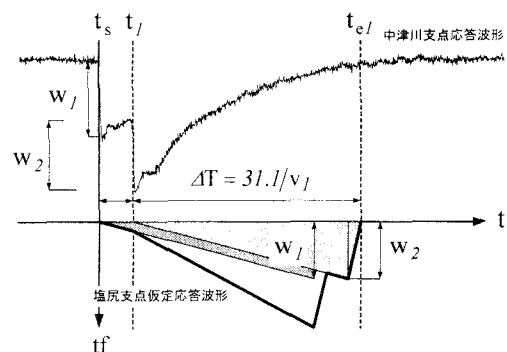


図 7 推定波形の作成

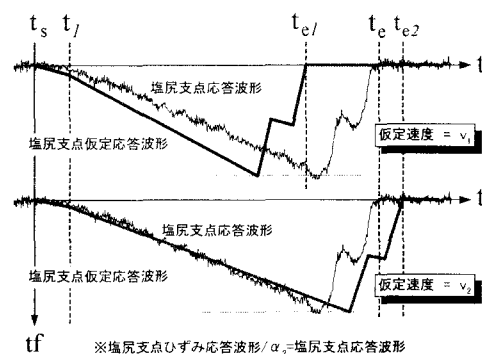


図 8 推定波形と実際波形の比較例