

影響線の重ね合わせを用いたWIMシステムについて

国土技術政策総合研究所 正会員○石尾真理
国土技術政策総合研究所 正会員 玉越隆史

国土技術政策総合研究所 正会員 中谷昌一
国土技術政策総合研究所 正会員 中洲啓太

1. はじめに

我が国の道路橋ストックは約 14 万橋にも及んでいる。既設橋の保全と活用を両立していくための方策を検討するために、大型車両の通行実態を把握することは、大変重要である。

WIM (weigh-in-motion) システムとは、橋梁を「はかり」に見立て、車両の走行によって生じる橋梁各部のひずみ応答を解析することにより、走行中の大型車両の判別や重量を簡易に測定することのできるシステムである。

国土技術政策総合研究所橋梁研究室では平成 4 年度から WIM の開発を進めてきた。ここでは、WIM 開発の経緯を示すと共に、平成 13 年度構築した新システムの概要と適用性の検証について報告する。

2. 国総研橋梁研究室 WIM の変遷

本システムの開発当初、多主桁のひずみから車両の重量を逆算するための影響線を補間する多項式を仮定して、計算プログラムを作成した。しかし、他車線の各主桁の影響線からの逐次処理は、当時のパソコンの計算能力からみて困難なものであり、解析処理上、軸重値が確定できない等の問題があった。軸重の特定と、現地での逐次処理を可能にするために、一車線ごとの影響線を用いて計算する方法を開発した。隣接する車線の影響については、車両の位置と諸元によるいくつかの走行パターンによる影響線の係数を用意した。しかしこの方法では対応できるパターンの数や、併走走行時の精度、多車線への応用等には限界があり、本年度は、併走走行状態、軸重計測共に精度よく計算できる以下に示すような新システムを構築した。

3. 車両重量の計算方法

(1) 車両の判別

軸数・軸距・走行速度は、床版下面で測定したひずみ応答(図-2)より計算することができる。推定に必要な 1 台 1 台の車量の判別については、現存する車両を分析して、軸間距離から判別できるアルゴリズム『1 台判別ロジック』を構築した。

(2) 車両重量の計算方法

車両重量は、主げたのひずみ(図-3)を用いて計算する。まず、走行車両は集中荷重が等速度で移動すると仮定し、既知の車両軸重と位置によって決定される影響線それぞれに、係数を乗じたものを重ね合わせて求めたひずみ応答の理論値と、実測値との誤差が最小となるように最適化することで係数を求めておく。

未知の車両の重量は、走行することによって主桁に生じる影響線

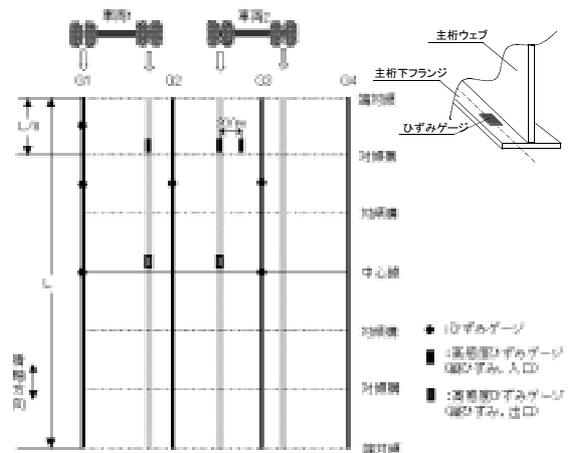


図-1：ひずみゲージの取付位置

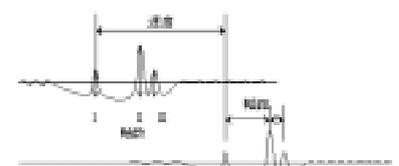


図-2：走行時の床版下面より計測したひずみ波形例と処理方法

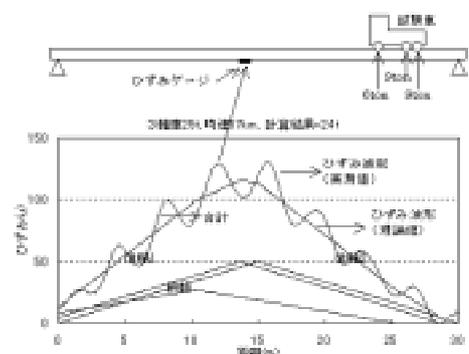


図-3：車両重量の計算概要

キーワード：Weigh-in-motion, 車両重量計測, 自動車荷重, 維持管理

国土技術政策総合研究所 〒305-0804 茨城県つくば市大字旭1番地 TEL 0298-64-4919 FAX 0298-64-0178

にあらかじめ求めた係数を乗じることで、ひずみ応答理論値を計算し、計測されたひずみ応答との誤差が最小となる総重量を計算する。

軸重は、総重量を車両の判別ロジック、軸距、軸数で分離する。

併走走行は、試験車両を異なる車線で走行させて影響線を求めておき、総重量から各軸重を分離し計算する。

4. 試験橋梁を用いた計測結果

(1) 概要

本システムの適用性の検証試験は、国総研構内の試験橋梁(鋼単純鉄桁)にて行った。(表-1,図-4)

表-1：試験橋梁の諸元

橋長	30.8m
支間	30.0m
全幅	9.7m
桁高	1.6m

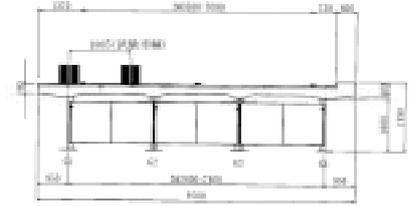


図-4：試験橋梁断面図

試験に使用した車両は、軸数及び総重量の異なる表-2 に示す6種類とし、走行パターンは、以下の5パターンとした。また、車両走行位置の影響を検証するため、計測点から約50cmずらしたケースについても実施した。

(i) 単独走行：走行速度はレーン1, 2で実施した。走行速度

は、低速、40km/h, 80km/hとした。(図-5)

(ii) 併走走行：走行速度は低速とした。(図-6)

(iii) 連行併走：走行速度は低速とした。(図-7)

(iv) 併走50%：2台の試験車を併走走行から連行併走に車両

長さの半分ずらして走行した。走行速度は低速とした。

(iv) 連行走行：走行速度は低速とした。(図-8)

ここで、低速とは、安全を確保しながら5km/h～20km/hで走行することをいう。

(4) 試験結果と考察

検証試験の結果を図-9に示す。

- ・走行位置のずれ,速度,諸元の違いによる影響：車両重量は精度よく計算できることが確認できた。
- ・軸重の測定：精度良く計算できることが確認できた。
- ・併走車両の影響：2台を1台として計算した後、車重の分離を行うことで、精度よく計測することができた。1台ごとの総重量で40%以内、2台合計では、3%以内という結果が得られた。
- ・連行車両の影響：2台を多軸車1台単独走行として計算後、分離を行った。単独走行の軸重計算と同様に考えることができるので、2台合計では誤差5%以内。分離した場合においても20%以内という比較的良い精度での推定が可能となった。
- ・連行併走・併走50%・併走走行の比較：図-9に示すように、連行併走から完全併走になるにつれて精度がおちていく傾向にある。これは、併走する車両同士が近づくと、2台を1台として計算した後の分離が困難であることから誤差が大きくなるものと考えられる。

5. おわりに

本システムによって、単独・連行・併走状態においては比較的精度良く計測することが可能となった。最適化法によって誤差を最小にする条件の算出方法をさらに合理的にさせることで、より精度の高い軸重および総重量の計測を可能にしていくことが今後の課題である。さらに今後は、WIM共通の課題としてあげられる渋滞時や車線変更、橋梁上での速度の変化等への対応を検討していく。

表-2：試験車両諸元

車両No.	軸数	総重量(t)	軸重(t)					
			1	2	3	4	5	6
1	3	15.13	5.13	5.00	5.00	-	-	-
2	3	25.01	6.29	9.36	9.36	-	-	-
3	4(2+2)	33.62	6.35	9.03	9.55	8.70	-	-
4	5(2+3)	41.81	6.80	11.33	8.54	8.10	7.03	-
5	5(2+3)	42.05	6.70	11.52	6.00	7.75	9.99	-
6	6(3+3)	44.22	5.51	7.10	7.26	6.335	8.665	9.35

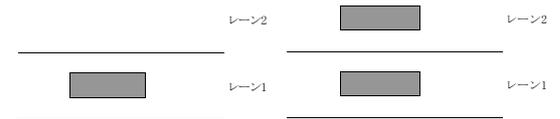


図-5：単独走行

図-6：併走走行

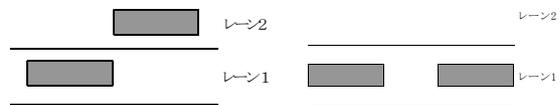


図-7：連行併走

図-8：連行走行

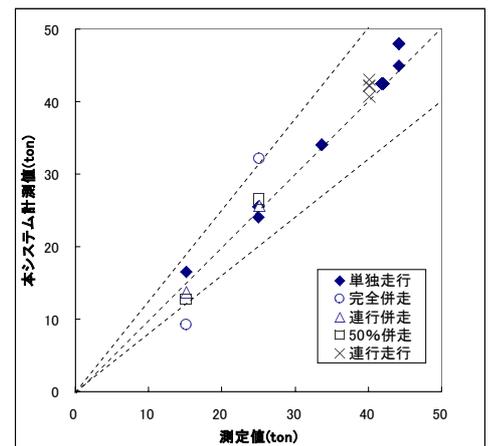


図-9 本システムと測定値による総重量計測結果の比較