

垂直補剛材のひずみを用いた走行車両の軸重推定

九州工業大学大学院 学生員 ○岐部正佳
九州工業大学大学院 正会員 山口栄輝

1. はじめに

道路橋の老朽化，交通量の増大，過積載車両の走行により，床版に疲労が原因と考えられる損傷が発生している．これらの道路橋の維持管理を的確に行うことが重要課題となっており，そのためには，実交通の軸重を把握する必要がある．そうした技術の1つに，

BWIM (Bridge-Weigh-In-Motion) があり，種々の研究がなされている．本研究では，文献1) の手法に基づいた，簡便な軸重推定法の検討結果を報告する．

2. ひずみ測定位置

篠栗橋下り車線（国道 201 号）で検討を行った．図-1 に，ひずみを測定した垂直補剛材の位置を○で示している．車線ごとに2箇所垂直補剛材でひずみを計測している．走行車両速度を把握するには2箇所のデータが必要であるが，軸重推定自体には，1車線につき垂直補剛材1本のひずみデータがあればよい．ここでは，D3A，D5Aのひずみを用いて軸重を推定する．

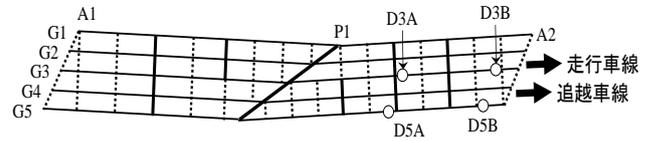
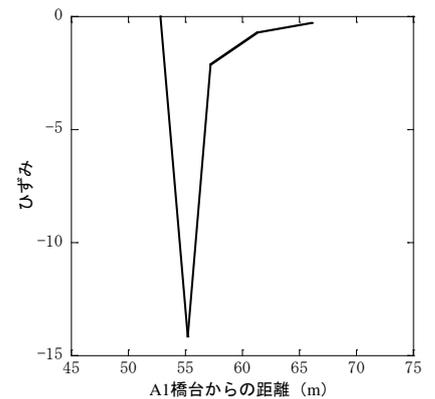
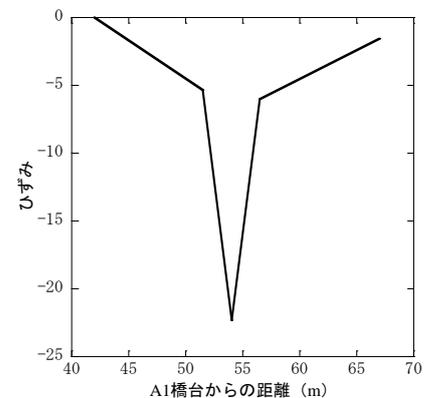


図-1 篠栗橋下り車線（平面図）



(a) D3A



(b) D5A

3. 垂直補剛材のひずみを用いた軸重推定

3.1 軸重推定方法の基本

ひずみを荷重位置の関数で表し，積分して得られる値を影響面積と定義する．荷重 W_c とそれにより生じる影響面積 A_c が既知であれば，任意車両の軸重 W は，それに対応する影響面積 A を求めることで，次式より算出できる²⁾．

$$W = \frac{A}{A_c} W_c \quad (1)$$

本研究では，重量が既知の車両を用いた走行試験¹⁾のデータを用いて， W_c と A_c の関係を求めた．

軸重推定のために，まず3次元FEM解析により，ひとつの軸重が単独で発生させるひずみ波形を車線ごとに求めた．これを基本ひずみ波形と呼び，図-2に示している．基本ひずみ波形のもとに各車軸が発生させるひずみ波形を定めれば，重ね合わせによって，当該車両によるひずみ波形が算定される．本研究では，算定ひずみ波形と実測ひずみ波形の影響面積の差が最小になるよう，各軸重によるひずみ波形を求めることで，軸重を推定する．

図-2 基本ひずみ波形

表-1 軸重推定結果

走行パターン	誤差 (%)					
	走行車線			追越車線		
	1軸	2軸	3軸	1軸	2軸	3軸
単独	7.3	7.4	4.2	4.7	8.8	4.9
連行	5.2	7.8	4.4	9.6	10.8	4.9
併走	79.7	88.9	70.9	55.5	76.2	59.4
連行かつ併走	58.6	79.6	69.3	58.1	70.3	60.5

キーワード 垂直補剛材，BWIM，軸重推定，交通特性

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 TEL093-884-3110 FAX093-884-3100

3.2 推定精度の検討

車両走行試験のデータ¹⁾をもとに、軸重推定を行った。各走行パターンにおける推定精度を表-1に示す。各走行パターンで3回の走行試験が実施されており、軸重推定もそれに応じて3回行った。表-1に示す誤差は、推定結果のうちの最大値である。

この表を見ると、単独走行と連行走行では、誤差は最大でも8.8%と10.8%であり、良好な結果となっている。一方、併走走行を含む走行パターンでは、精度は大きく低下している。

3.3 改善策

車両走行試験のひずみ子を細に検討したところ、3.1では無視している、隣接車線の走行車両によるひずみが大きく、推定精度を低下させていることが判明した。

そこで、ひとつの軸重が単独で隣接車線を移動する際に発生するひずみを、3次元FEM解析を用いて求めた。すなわち、追越車線上に載荷したときのD3Aのひずみ波形、走行車線上に載荷したときのD5Aのひずみ波形を評価した。さらに、隣接車線の車両の影響を受けても、軸数と時間距離の評価には問題がないことを利用し、併走走行時の実測ひずみを修正することとした。

図-3に併走走行時のD3Aでの実測ひずみと隣接車両によるひずみ、図-4には修正後の実測ひずみを示す。

3.4 推定精度の再検討

修正ひずみを用いて、併走走行、連行かつ併走走行の軸重推定を行った。誤差を表-2に示す。誤差の最大値は、併走走行で12.1%、連行かつ併走走行で18.5%となっており、軸重推定精度は大きく向上した。

4. 長期計測による重車両交通特性

篠栗橋では、2004年に9ヶ月間に渡って計測が行われた。その際に得られた、車両総重量250kN以上の重車両を対象に軸重推定を行った。軸重頻度分布を図-5に示す。軸数は合計で28,589になる。そのうちの23%が、道路運送車両法で定められた制限値(100kN)を超えており、最大軸重は288kNであった。

5. まとめ

垂直補剛材のひずみのみを用いた簡便な軸重推定を示した。隣接車線の影響を除くことで、併走走行がある場合も実用上問題のない精度で軸重推定を行えることを示した。この方法を用いて、国道201号を走行している重車両の軸重を推定したところ、100kNを超える軸重が数多く作用していることが判明した。

参考文献

- 1) 山口栄輝・内藤靖・松尾一志・松木勇太・高木良久・河村進一：鋼I桁橋の垂直補剛材ひずみを用いたBWIM, 土木学会論文集F, VOL.66, No.2, pp.251-260, 2010.
- 2) 小塩達也他：鋼I桁橋の縦桁を用いたBridge Weigh-In-Motionシステムの開発, 構造工学論文集, Vol.47A, pp.1083-1091, 2001.

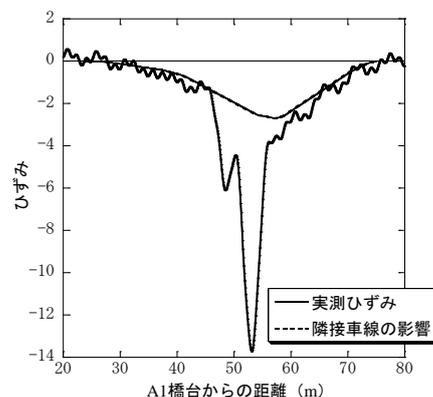


図-3 実測ひずみと隣接車線の影響

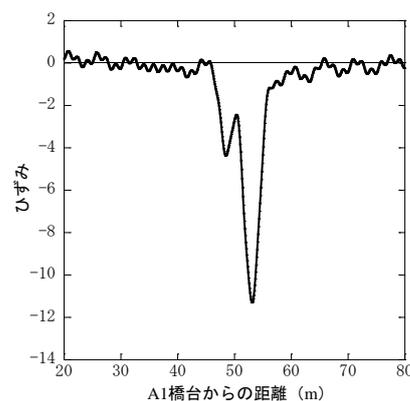


図-4 修正ひずみ

表-2 修正ひずみによる軸重推定誤差

走行パターン	誤差 (%)					
	走行車線			追越車線		
	1軸	2軸	3軸	1軸	2軸	3軸
併走	12.1	7.4	12.0	6.2	8.4	7.2
連行かつ併走	11.0	18.5	10.6	12.4	11.7	4.9

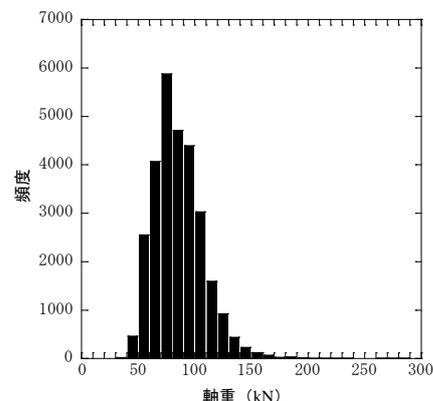


図-5 軸重頻度分布