

## 垂直補剛材ひずみによる走行車両の軸重推定

九州工業大学大学院 正会員 ○山口 栄輝  
 日立造船 正会員 岐部 正佳  
 (研究当時 九州工業大学大学院学生)  
 九州工業大学大学院 学生員 山本 一貴

### 1. はじめに

近年、道路橋の老朽化や交通量の増大などにより、床版に多くの損傷が発生している。この問題に的確に対処するには、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) の手法を軸重推定に適用した。ここではその結果を報告する。

### 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箇所の垂直補剛材でひずみを計測している。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。

### 3. 積分法BWIMによる軸重推定

#### 3.1 軸重推定方法

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<sup>2)</sup>。

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

本研究では、重量が既知の車両を用いた走行試験<sup>1)</sup> のデータを用いて、 $W_c$  と  $A_c$  の関係を求めた。

軸重推定の際には、各軸重の影響を分離して考える必要がある。そのために、まず3次元FEM解析により、車軸1軸が単独で発生させるひずみを車線ごとに求めた。このときの载荷軸重は1kNである。これを影響線ひずみと呼び、図-2に示している。影響線ひずみをもとに各車軸が発生させるひずみを定めれば、重ね合わせによって、当該車両によるひずみが算定される。本研究では、算定ひずみと実測ひずみの形状を合わせつつ、算定ひずみと実測ひずみの影響面積の差が小さくなるよう、各軸重のひずみを求めることで、軸重を推定する。

#### 3.2 推定精度の検討

車両走行試験のデータ<sup>1)</sup> 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

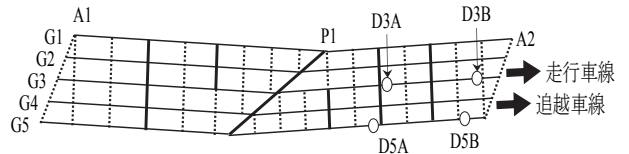
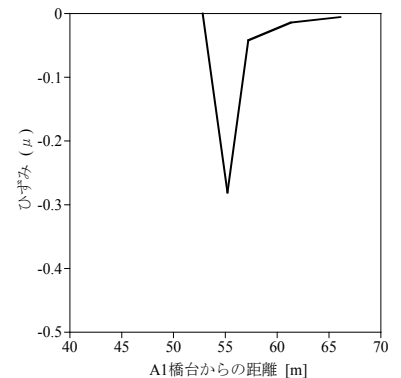
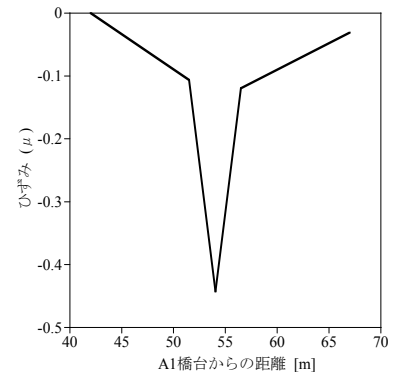


図-1 篠栗橋下り車線 (平面図)



(a) D3A



(b) D5A

図-2 影響線ひずみ

表-1 軸重推定結果

	最大誤差 (%)					
	走行車線			追越車線		
走行パターン	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 TEL: 093-884-3110 FAX: 093-884-3100

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、併走走行と連行かつ併走走行では、誤差の最大値は88.9%と79.6%であり、併走走行を含む走行パターンで精度が大きく低下している。

3.3 改善策

車両走行試験のひずみを子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、車軸1軸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、走行車線上に載荷したときのD5Aのひずみを評価した。このときの載荷軸重も1kNである。この影響線ひずみを用いて、隣接車線の各車軸によって生じるひずみを近似し、重ね合わせることで隣接車線の車両の影響とした。その際、隣接車線の車両の影響を受けても、軸数と軸間距離の評価には問題がないことを利用している。併走走行時の実測ひずみから隣接車線の影響を除くことで、実測ひずみを修正した。

図-3には併走走行時の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。

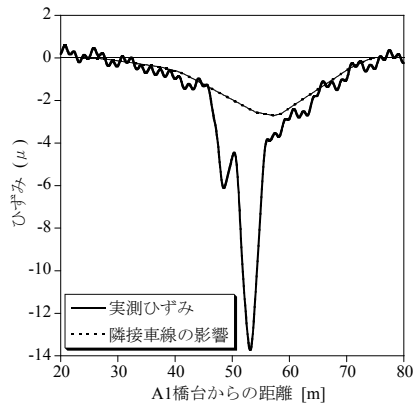


図-3 実測ひずみと隣接車線の影響

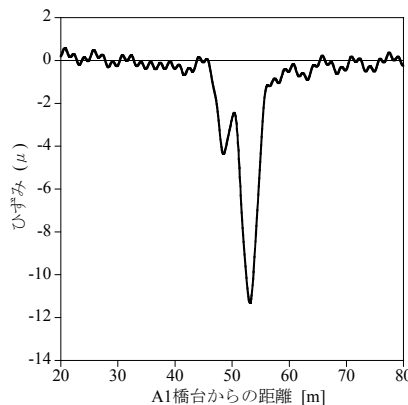


図-4 修正ひずみ

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。誤差は最大でも、併走走行で12.1%、連行かつ併走走行で18.5%にとどまり、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

篠栗橋の下り線において、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。今回、軸重推定を行った車軸総数は28,589軸であり、そのうち道路運送車両法で定められた制限値(100kN)を超える車軸が6,504軸(22.8%)存在した。また、床版の設計荷重(200kN)を超える軸重も確認されており、最大軸重は288kNであった。

表-2 修正ひずみによる軸重推定結果

走行パターン	最大誤差 (%)					
	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

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法を示した。隣接車線の影響を除くことで、併走走行がある場合についても、実用上問題のない精度で軸重推定を行えた。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通過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.

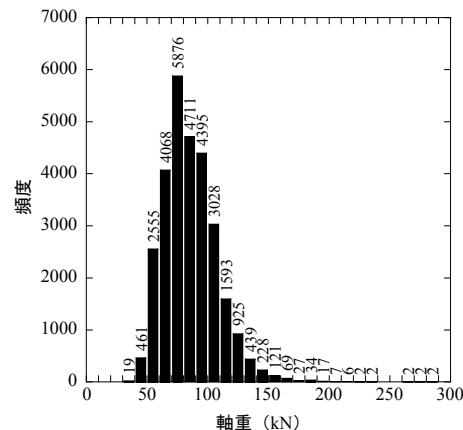


図-5 軸重頻度分布