

トラス部材を用いた走行車両の重量推定

名古屋大学 学生員 ○ 新海 英昌 名古屋大学 正 員 小塩 達也

名古屋大学 正 員 山田健太郎

建設省中部地方建設局中部技術事務所 正 員 矢島 正美 水野 良浩

1. はじめに 橋梁の維持管理を考える上で、橋梁に作用する自動車荷重の実態を把握することは、今後ますます重要なものとなると思われる。道路上の自動車荷重を計測するシステムとして、路面上に荷重計を埋設する方法は古くからあり、国道、高速道路上で実際に運用されているが、装置が高価で測定も大掛かりになる。これに対し、自動車活荷重によって橋梁部材に生じるひずみ等を測定し、自動車走行による応答値から自動車荷重を推定する方法が研究されている。現時点では、鉄筋コンクリート床版のひび割れを測定する方法¹⁾や鋼床版部材を用いる方法²⁾がある。本研究では、トラス部材に着目し、自動車荷重の通行時におけるひずみの時刻歴応答を測定し、これを分析することで、走行車両の速度、重量、軸距などの荷重状態を推定し、その適応性について検討した。また、各種の目的でしばしば実施されるような通常の応力測定に若干工夫をすることにより車両重量を推定しようとするものである。

2. 推定原理 各軸の影響線はすべて同じ形であると仮定すると、影響波形は軸重ごとの影響線の重ね合わせで表される。n軸の走行車両の影響波形を考えると、式(1)に表すことができる。

$$g(x) = \sum_{k=1}^n W_k \cdot f(x - C_k) \quad (1)$$

[x:走行車両の1軸目の位置, g(x):影響波形, f(x):影響線, W_n:走行車のn軸の重量, C_n:走行車の1軸とn軸の距離]

式(1)の両辺を積分すると、式(2)となる。

$$\int_{-\infty}^{\infty} g(x) dx = \sum_{k=1}^n W_k \cdot \int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx \quad (2)$$

式(2)より、この積分値は、軸配置によらず、走行車の軸重和と比例関係にあることを示している(Fig.0)。既知荷重に対する積分値を得ておけば、走行車両の積分値との比を用いて、重量を推定できる。

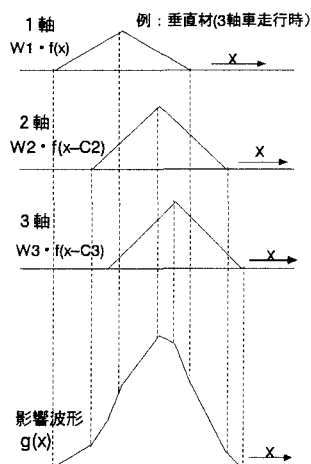


Fig.0 影響波形

3. 推定方法 本研究では、推定原理の仮定を満たし、自動車荷重に敏感であり影響線長が比較的短いと

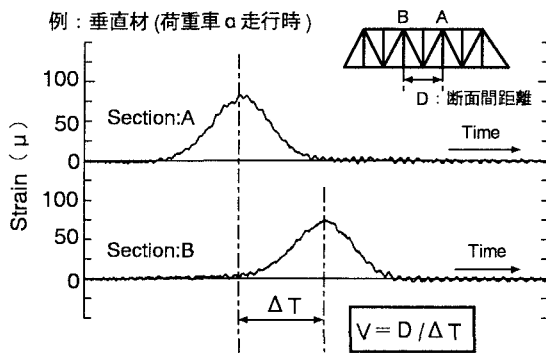


Fig.1 荷重車による時刻歴ひずみ応答波形

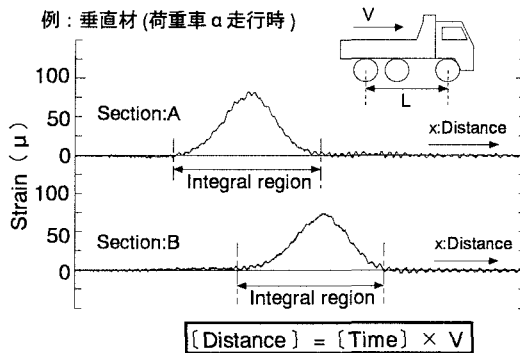


Fig.2 変換された距離ひずみ応答波形

考えられる垂直材と縦桁に着目し、測定を行った。2断面の時刻歴応答波形を比較し、走行車両の断面間の通過時間を求め、この時間差と断面間距離から走行速度を計算する(Fig.1)。この速度を用いることによって、時刻歴応答波形を距離の次元変換する。変換された応答波形を影響波形とみなし、その積分値を通過した走行車重量の指標とする(Fig.2)。計量所等で総重量が計測された荷重車の影響波形積分値をキャリブレーション値とすることで走行車両の重量を推定する。

4. 応力測定 対象橋梁は、橋長 44mの対面2車線である鋼下路ワーレントラス橋である(Fig.3)。鉄筋コンクリート床版は鋼板接着および上面増厚、縦桁は下フランジの増厚が施されている。垂直材は、下流側構面中央部の両側の2断面にある垂直材を測定断面とし、ひずみゲージを地覆から 1.5m の位置に貼付した(Fig.4)。また、ゲージを貼付した橋面側の走行車両を重量推定の対象とした。荷重車は、軸距・重量の異なる荷重車2台(荷重車 α 〔25.5ton〕、荷重車 β 〔24.6ton〕)を用い、低速〔30 km/h 程度〕中速〔50 km/h 程度〕の2種類の速度で各3ケースずつの測定を行った。また、荷重車の走行位置は、荷重車が橋面を通過したときにカメラ撮影、ビデオ撮影されたものから記録した。

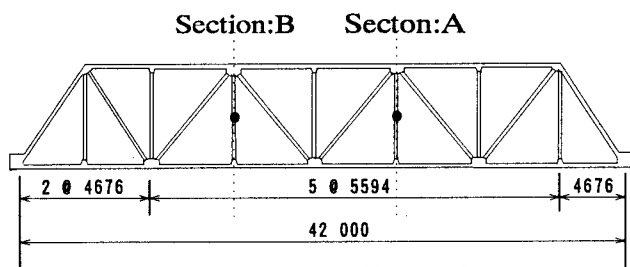


Fig.3 対象橋梁のトラス構面（下流側）

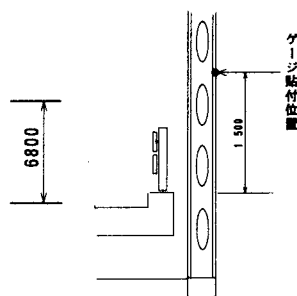


Fig.4 ゲージ貼付位置

5. 推定結果 垂直材の応答波形を用いた推定結果を以下に示す。重車 β の影響波形積分値をキャリブレーション値として荷重車 α の重量を推定した。走行位置との関係について Fig.5 に、走行速度との関係について Fig.6 に示す。Fig.5 における走行位置は、床版の中央位置から右前輪の中心までの距離を示している。各走行ケースには重量推定値にして 1ton 程度のばらつきがみられた。

6. まとめ 縦桁においても、垂直材と同様な成果が得られている。本研究で示した手法は、着目点をトラス部材の垂直材と縦桁の影響波形の積分値とすることで走行車重量の推定を行った。荷重車を走行させ、影響波形の積分値をキャリブレーション値とすることで一般車両の重量推定を行うことができる。今後、垂直材のケースは上路トラス橋等に、縦桁のケースはプレートガーダー橋等への応用が可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 松井繁之, Ahmed EL-HAKIM : RC床版のひび割れの閉閉量による輪荷重の測定に関する研究, 構造工学論文集, Vol.35A, 1989-3, pp.407-418
- 2) 小塩達也, 山田健太郎 : 鋼床版部材を用いた走向車両の輪重推定, 構造工学論文集, Vol.44A, 1998-3, pp.1141-1151

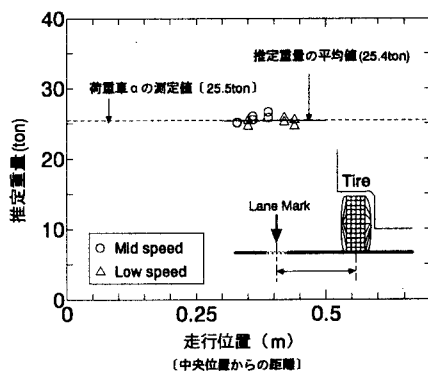


Fig.5 推定重量と走行位置の関係

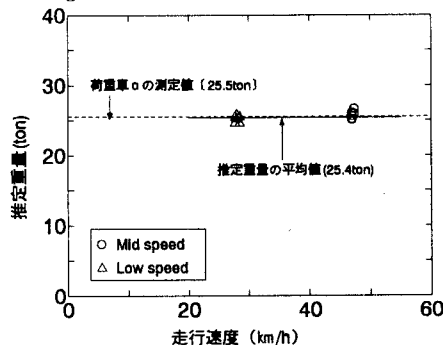


Fig.6 推定重量と速度の関係