

大型車の動的軸重と橋梁部材の応答に関する一考察

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

近年の厳しい大型車両の通行実態を背景に、大型車が橋梁へ及ぼす影響が懸念されており、実交通の特性を把握することは、橋梁の設計で考慮する自動車荷重の検討に必要であるだけでなく、維持管理上にも有益である。国総研では、実交通の特性を把握できる車両重量計測システムの開発を行ってきた。ここでは、大型車の軸重と橋梁の部材応答特性について考察する。

2. 車軸の位置を特定する部材の検討

1) 本システムで要求される橋梁部材の応答

本システムでは、ある一定時間に計測される主げた部材の応答が、そのとき同時に載荷されている全ての軸重の影響の重ね合わせによるものと仮定して車両重量(軸重)の推定を行う。したがって、任意の時刻について橋梁上に同時に載荷されている全ての車軸の位置を特定する必要がある。ここでは、車軸の位置を精度良く求めるための条件について考察する。

2) 部材応答の計測

3軸車および5軸トレーラ(図-1 参照)が図-2 に示す試験橋梁を表-2 の計測ケースで走行したときの各部材(表-1 参照)で得られた波形を図-3 に示す。

床版の橋軸方向のひずみ(Y1)は、各車軸の値が鋭いピーク値となって現れており、タンデム軸を含むすべての車軸を確実に検出できる。一方、同じ床版のひずみでも、床版支間方向のひずみ(X1)では、タンデム軸の分離は困難である。

支承部の主桁垂直補剛材のひずみ(S1)は、走行速度の増加につれて波形の乱れが大きくなるため、車軸の特定は困難である。

端対傾構のひずみ(SB1)は、床版のひずみ波形(Y1)と比較して波形の先鋭度に劣り、データ処理時にピークの取りこぼしが生じやすい懸念がある。

以上をふまえて、本システムでは床版の橋軸方向のひずみに着目した。逆に他の部材を用いて車軸の位置を特定する場合には、上記のような特性に注意が必要である。

キーワード：自動車荷重、車両重量計測、維持管理

国土技術政策総合研究所 〒305-0804 茨城県つくば市旭1 TEL 029-864-4919 FAX 029-864-4917

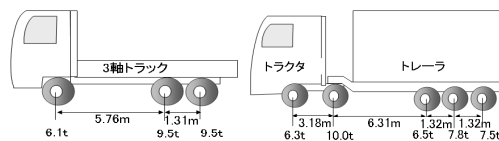


図-1 試験車両

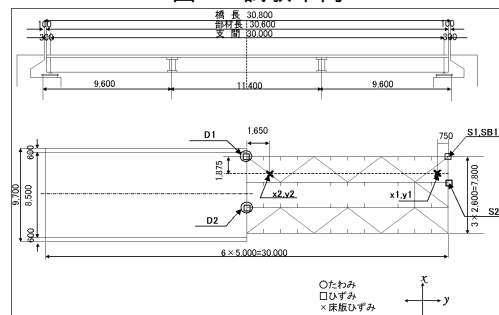


図-2 試験橋梁計測位置

表-1 計測記号

測点記号	種類	単位
D1	G1 桁たわみ	mm
D2	G2 桁中央たわみ	mm
X1	床版ひずみ(橋軸直角方向)	μ
X2	支間中央床版ひずみ(橋軸直角方向)	μ
Y1	床版ひずみ(橋軸方向)	μ
Y2	支間中央床版ひずみ(橋軸方向)	μ
S1	G1 支承部補剛材ひずみ	μ
S2	G2 支承部補剛材ひずみ	μ
SB1	端対傾構ひずみ	μ

表-2 計測ケース

車両	走行速度		
	5km/h	40km/h	80km/h
3軸トラック	T-5	T-40	T-80
5軸トレーラ	Tr-5	Tr-40	Tr-80

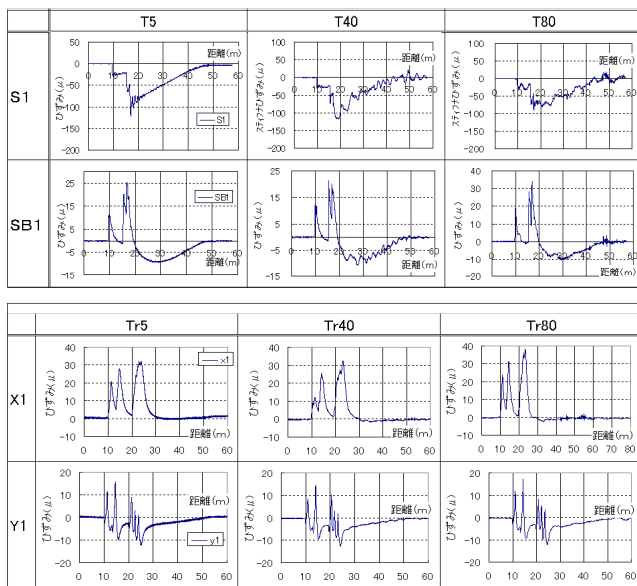


図-3 各種部材の波形

3．重量算出に用いる部材の検討

1) 影響範囲が短い部材

本システムでは、重量の算出を同時載荷される車両の総重量と対応する主桁の応答を正として行っている。一方、影響範囲が短い部材を用いて、軸重等の緒元が既知の荷重車による応答との相関から車両重量を求める方法も考えられる。この方法は処理速度が早く、他車線の影響などの制約が少ないと考えられるが、直接的に軸重を算出する部材応答値が車両振動特性や、路面凹凸の影響から重量推定精度に大きく影響する危険性がある。

車両側で計測したひずみと軸重値の相関関係から動的軸重を計測した。図-1の5軸トレーラを茨城県つくば市の一般的な道路を走行させて得られたトラクタ駆動軸の動的軸重値を図-4に、軸重頻度分布を図-5に示す。大型車両走行中は、車両振動特性や路面の凹凸の影響から10tの軸重に対して4t前後変動している。また、図-6は同じ車両にある軸同士の動的軸重の相関を示したものであるが、大型車両走行中は各車軸で激しく変動していることがわかる。これらの動的軸重を受けて、影響範囲の短い部材のピーク値は各走行回ごとにばらつきが大きく(図-7参照)、これらから静的軸重値を精度良く推定することは困難であった。

2) 主げたの振動成分

本システムで重量算出に用いる主桁においては、無載荷時の主桁の振動成分をフーリエスペクトル解析により分析した(図-8参照)ところ、固有振動数が2Hzを超える成分が存在していた。2Hz以下のローパスフィルター処理を行った上で、計測ケースT-40における精度の比較を行った結果、フィルター処理による振動成分が除かれる一方で(図-9参照)、重量算出結果(表-2参照)には顕著な差が現れなかった。

以上のように、主桁のひずみ応答による方法では、振動の影響を受けにくく、さらに顕著な振動成分が現れた場合でも適切なフィルター処理を行うことで振動成分を除去できる。逆に振動の影響を大きく受ける部材を重量算出に用いる場合には注意が必要である。

4．まとめ

これらの調査から、大型車両の振動特性とそれを受けた橋梁部材の応答について明らかになった。

国総研では、大型車の通行実態について、全国多数地点で統一的手法によって簡便に得ることを目的として開発を行っているため、計測時の誤差の影響がなるべく少ない波形を得ることを目標とした。国内外で開発されている他の車両重量計測システムは、用いる部材や計算方法によって誤差の生じる要因が様々であり、利用目的に応じて各種方式を選択しなければならない。

【参考文献】中洲,中谷,玉越,石尾：橋梁を用いた車両重量計測システムの開発，土木技術資料44 - 12(2002)

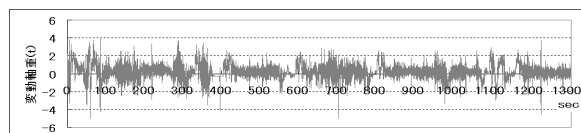


図-4 軸重の動的変動(5軸トレーラ駆動軸)

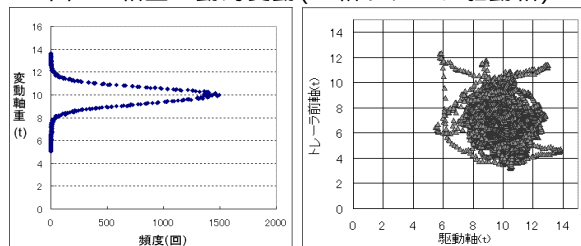


図-5 軸重頻度分布(駆動軸)

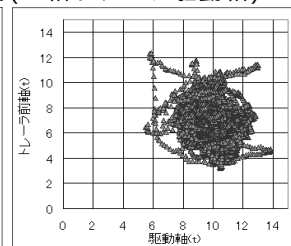


図-6 動的軸重の相関

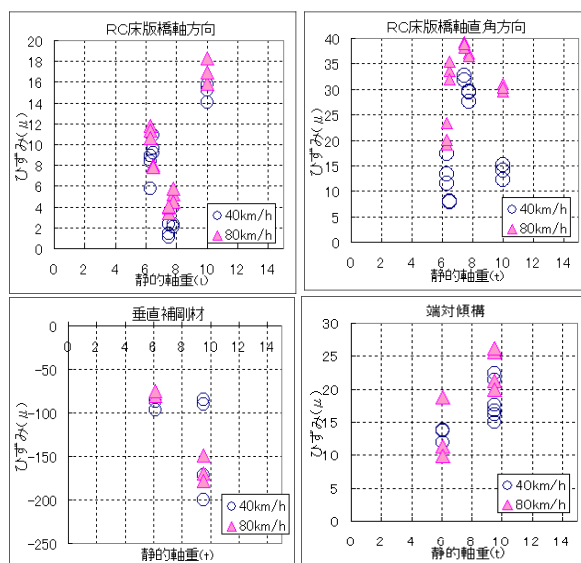


図-7 部材応答のばらつき

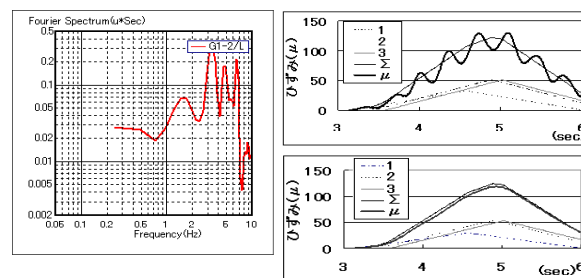


図-8 FFT 結果

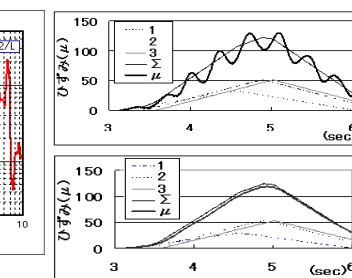


図-9 フィルター処理波形比較

表-2 フィルター処理による比較の結果

解析ケース	P1	P2	P3	ΣP	精度(%)
フィルターなし	6.1	9.71	9.71	25.53	102
フィルターあり	5.57	10.14	10.14	25.84	103
実軸重	6.29	9.36	9.36	25.01	-