

高速道路における BWIM を利用した活荷重特性の把握

西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 正会員 ○河田 直樹
 西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 非会員 東野 忠雄
 西日本高速道路株式会社 関西支社 正会員 緒方 辰男
 西日本高速道路株式会社 関西支社 非会員 桑原 秀明

1. はじめに

名神高速道路は供用から 50 年が経過し、橋梁をはじめとする道路構造物の経年劣化・老朽化が顕在化し、計画的な維持補修や大規模修繕あるいは更新が必要とされている。数多くある劣化・損傷の中でも、大型車両の走行に伴う橋梁の疲労損傷は、その荷重の実態が明確ではないことから将来予測が難しく、適切な維持管理の計画が困難となっている状況である。西日本高速道路関西支社ではこのような背景から、橋梁の床版や鋼部材の疲労損傷度の把握、また効率のあるいは重点的な点検、補修を実現するため、平成 24 年より活荷重実態調査を実施している。活荷重計測の方法は、鋼桁橋の支点部垂直補剛材のひずみ応答を利用する Bridge Weigh-in-Motion¹⁾ (以下、BWIM という) を採用した。本稿は、これまで行った 10 箇所の活荷重実態調査より得られた知見について報告するものである。

2. 計測概要

西日本高速道路関西支社管内の路線の中から、近年の日あたり大型車交通量や供用開始からの累積大型車交通量、また適用道路橋示方書など、疲労損傷対策のため活荷重を把握しておくべき重要路線として 10 箇所を抽出し計測を行った。計測箇所の一覧を表-1 に示す。支点垂直補剛材のひずみ応答を利用する BWIM は、両端部の支点応答の時間差より車両速度を算出することから単純桁構造が望ましいが、該当路線に単純桁橋が非常に少ないことから、車両通過時間の検出として床版下面のひずみや縦桁下フランジの応答ひずみを利用する方法を採用することで、連続桁橋でも計測を行った。なお、計測は平日 72 時間の連続計測とし、荷重キャリブレーションは図-2 に示す車両重量を 20t に調整したダンプトラックを用いた。

表-1 計測橋梁一覧表

橋 梁	上部工形式	橋 梁	上部工形式
A橋	鋼4径間連続非合成桁	F橋	鋼2径間連続非合成桁
B橋	鋼3径間連続非合成桁	G橋	鋼単純合成桁
C橋	鋼3径間連続非合成桁	H橋	鋼2径間連続非合成桁
D橋	鋼単純合成桁	I橋	鋼単純合成桁
E橋	鋼3径間連続非合成桁	J橋	鋼単純合成桁



図-1 垂直補剛材計測状況



図-2 試験車両

3. 計測結果

(1)車両認識率 各 IC 間に設けられているトラフィックカウンター (以下、トラカンという) による交通量と、今回 BWIM により認識した車両台数との対比により BWIM の車両認識率を把握する。BWIM では軸重が 2~3t 以上の大型車でなければ明確なひずみ応答が表れず、車両として認識できないことから、比較するトラカンデータは大型車両の台数とした。表-2 に各橋梁の認識車両台数をトラカンデータで除した車両認識率をまとめる。図-3 に示す F 橋のように、走行車両が計測主桁を跨ぐ位置関係となっている場合は車両認識率が高く、F 橋の上り線では 97.7%の大型車両を認識している。

表-2 車両認識率 (%)

橋梁名	上り線	下り線
A橋	55.0	52.8
B橋	77.3	72.1
C橋	90.3	80.0
D橋	-	82.9
E橋	71.4	77.7
F橋	97.7	92.1
G橋	49.0	43.7
H橋	88.3	90.5
I橋	74.1	75.5
J橋	80.3	79.7

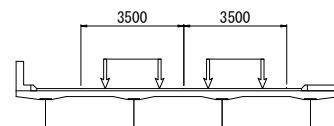


図-3 F橋上部工断面図

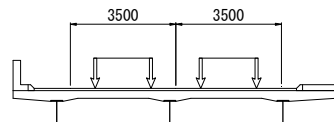


図-4 G橋上部工断面図

一方、図-4 のように車両が主桁を跨ぐ位置関係にない場合、明確なひずみ応答が発生せず、車両として認識できないケースがあり、G 橋での車両認識率は 50%を下回った。その他の橋梁についても、主桁-車両位置関係によって認識率が変化することが確認され、車両が主桁を跨ぐ形式では 80%以上の認識率が確保できることが分かった。

キーワード 活荷重計測, BWIM, 軸重計測, 車両認識率, 速度依存

連絡先 〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町 5-26 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) TEL 072-658-2420

(2)路線別活荷重特性 3 日間の車両総重量とその頻度分布から、式(1)に示す 3 乗平均式を用いて等価車両重量を算出した結果を大型車両台数とともに図-5 に示す。

$$W_{eq} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^n W_i^m}{n}} \quad (1)$$

同一の箇所であっても、上下線で 20% 以上の差が生じる路線があり、A 橋や B 橋、J 橋など、都市部以外の幹線高速道路においては、都市部から郊外方面への車両重量が重い傾向がみられた。これは、高速道路を利用した物流の流れの傾向が表れていると考えられ、大型車交通量のみでは評価できないこのような重量特性は、今後維持管理を行う上で重要な基礎データとなる。なお、鋼部材や床版の疲労影響を考える場合、交通量も重要な要素となるが、B 橋については荷重、台数ともに大きく、特に疲労に対して注視すべき区間であることが分かる。

(3)車両走行速度の影響 今回採用した BWIM は、桁端支点部の垂直補剛材の鉛直ひずみを利用しているが、車両の伸縮装置通過時の衝撃の影響も応答値に含まれることとなり、その影響は車両の走行速度に依存すると考えられる。そこで、試験車両の走行速度を変化させ、発生ひずみに与える影響を確認することとした。図-6 に D 橋の試験車両走行により得られた 3 軸目の鉛直ひずみを示す。走行速度の増加とともにひずみ値が小さくなる上り線の傾向に対し、下り線側は逆の傾向となる。この理由として、前者は車両の走行速度が速くなるに従い、端部の載荷時間が非常に短くなり、鉛直ひずみが生じにくくなったことが考えられ、逆に後者の場合は、伸縮装置の通過時における路面段差に起因する衝撃が大きくなり、ひずみ応答が大きくなったことが推測される。図-7 には伸縮装置近傍の路面プロファイルを示すが、下り線側の伸縮装置部での段差が大きく、速度増加に伴い橋梁進入時の車輪の接地力が増加し、応答ひずみが増加したものと推測される。

図-6 に示した車両速度の相関を考慮し、軸重を補正した場合の車両平均重量を、補正前の重量と比較して表-3 に示す。例えば D 橋下り線では、供用車両の走行速度が速い傾向の場合、ひずみ応答が大きくなり、軸重を重く見積もる傾向となるが、速度依存を考慮することにより平均重量は 16.7% 小さくなる。このように、図-6 に示す関係性が明らかとなれば、供用車両の走行速度に応じた軸重推定式を採用することによって BWIM の軸重計測精度が向上する。特に重量級の車両は走行速度が非常に遅い場合もあり、各橋梁に対してこのような速度依存の傾向を把握しておくことは精度の向上に向け重要な事項であると考えられる。

4. まとめ

活荷重実態調査の結果、各路線の軸重や車両重量の頻度分布などの特徴を把握することができ、BWIM に関する精度向上に向けて基礎的な知見を得ることができた。西日本高速道路関西支社管内には供用開始から 50 年を超える路線もあり、床版や鋼部材の疲労損傷度および耐久性の把握のため今回得られたデータの活用を図り、今後適切で効率的な維持管理を進めていく所存である。

参考文献

- 1) 小塩ら：支点反力による BWIM を用いた自動車軸重調査と荷重特性の分析，構造工学論文集 Vol.49A，2003 年 3 月

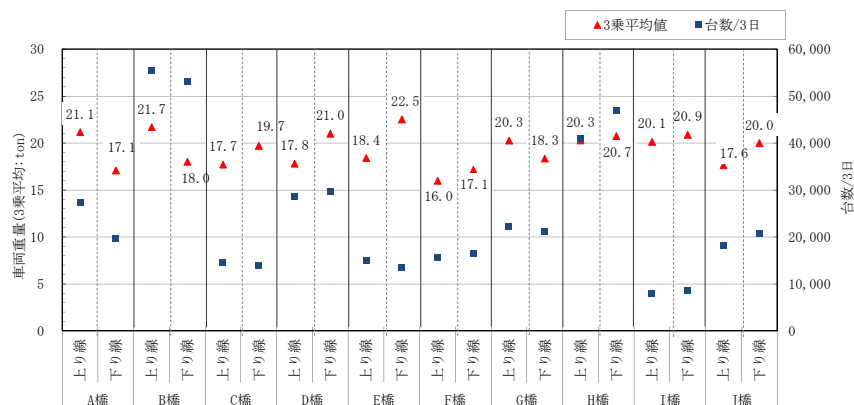


図-5 等価車両重量・大型車交通量

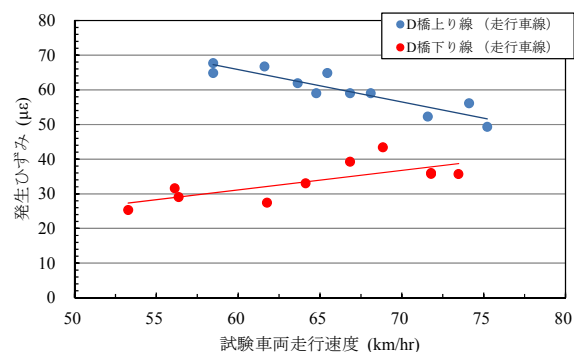


図-6 発生ひずみの速度依存

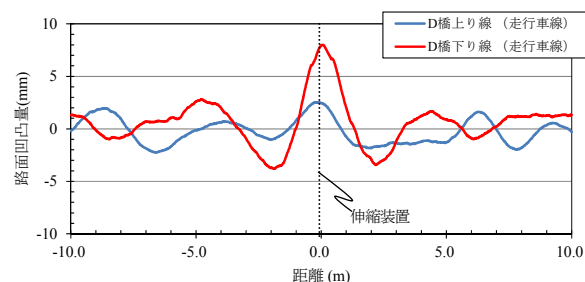


図-7 伸縮装置部路面プロファイル

表-3 速度補正前後の車両平均重量 (tf)

	上り線			下り線		
	補正前	補正後	増減	補正前	補正後	増減
B橋	18.40	18.22	-1.0%	14.39	15.21	5.7%
D橋	14.49	15.60	7.7%	16.07	13.39	-16.7%
F橋	15.34	14.62	-4.7%	16.70	16.72	0.1%
H橋	16.83	16.57	-1.5%	17.92	17.32	-3.3%
J橋	14.32	13.51	-5.7%	17.48	16.39	-6.2%