

大阪大学工学部 フェロー 松井繁之 原田設計事務所 正 員○赤木亮治

1. はじめに 道路橋の疲労問題を評価するには、その要因となる輪荷重や軸重について、その大きさ、作用位置、頻度について明確にする必要がある。その方法として本研究室では、橋軸直角方向に発生しているひび割れの開閉量を基に輪荷重を求める床版クラック法を開発し、多数回測定を行ってきた。本方法では、活荷重の通行位置や橋軸方向の測定位置の違い、試験車両と走行車両の違いにより測定精度が異なってくる。今回、これらの点に着目して、昨年度測定した北頭高架橋をモデル化した橋梁を用いてFEMによる解析を行ない、過去の活荷重測定結果の測定誤差をできるだけ小さくする方法について考察した。

2. 橋軸方向の測定位置の選定 過去の実測においては、現場で適宜橋軸方向の測定位置を選定していた。したがって、ひび割れ開閉量の特性が要因となり、誤差が生じる不適切な位置で測定する可能性がある。そこで、測定位置 $L/8$, $L/4$, $L/2$, $7L/8$ (L は橋長で27m.) の4つのパターンについて、荷重モデルとして後タンデム3軸車を用いたFEMによる解析を行ない、各位置での応答波形において応答高さを求める点で問題がないかを調べた。ここでは、ひび割れ開閉量が、橋軸方向の軸力と橋軸直角方向の曲げモーメントとの足し合わせで生じることから、床版下面の応力を求め、ひび割れ開閉量に関する評価を行なった。 $7L/8$, $L/2$ について、タンデム軸による応答波形を図-1に示す。

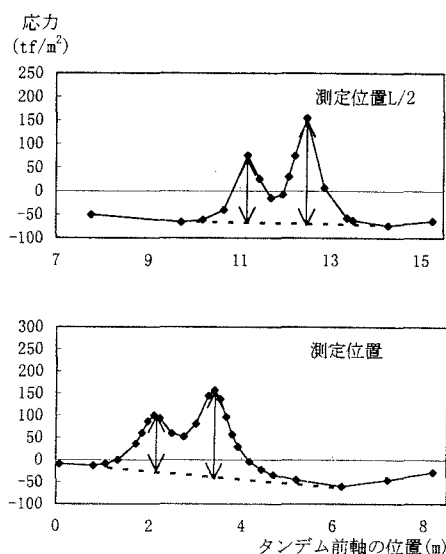


図-1 各測定位置における応答波形

応答高さは、応答波形の極小値と極大値を定めることで求まる(図-1の矢印)。測定位置が $7L/8$ の時の応答波形では、桁作用の影響が大きいため波形の裾野が広がっており、応答高さに誤差が生じる可能性がある。測定位置 $L/8$ の時には前輪の影響があるため、その傾向はもっと強くなる。なお、これらの位置では、前輪が進入した場合、あるいは、前輪が出た場合に衝撃が加わる確率が高い。したがって、橋軸方向の測定位置としては、橋梁の支付付近は避け、橋梁の中央部を選ぶべきである。

3. 車両通行位置の違いによる床版のひび割れ挙動特性を考慮した軸重算定方法

(1) 床版のひび割れ挙動特性 床版のひび割れ挙動は、主桁や縦桁が要因となって、車両の通行位置の違いによって異なる。そこで、床版のひび割れ挙動特性を調べるため、タンデム軸重比が1.6である後タンデム3軸車の通行位置をパラメータとして、各ゲージのタンデム軸による応答高さの比と軸重比との比較を行なった。ゲージの貼付位置について、図-2に示す。

タンデム軸による応答高さの比は、右側車輪の通行位置がゲージの位置から離れるにしたがって、軸重比との差が大きくなった。一例を図-3に示す。したがって、車輪通行位置から離れたゲージの応答値は、このような挙動特性より誤差が含まれている可能性が高い。

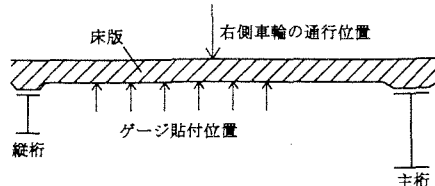


図-2 ゲージの貼付位置

(2) 通行位置付近のゲージのみでの軸重算定方法 床版のひび割れ挙動特性を考慮した軸重算定方法として、車両通行位置付近のゲージの応答値のみによる軸重算定方法を試みた。走行車両の軸重算定は、重量が既知である試験車を通行位置を変えて数ケースずつ走行させ、各ゲージにおける応答値を 1ton 当たりで求めて作成した影響線を用いて行なう。車両がゲージ位置を通行した時の応答値は、そのゲージで発生する最大応答値と考えられる。一方、実車両の応答値は、通行位置が各ゲージ貼付位置から離れれば、それに従い小さくなる。したがって、応答値を影響線のピークで除した値を応答比とする時、車両の通行位置は応答比が最大であるゲージ付近であると推定される。そこで、そのゲージと、隣り合う 2 つのゲージで最小自乗法により、通行位置、軸重の算定を行なう。なお、応答比が最大のものが、両端のゲージであった場合には、算定ゲージ数を 3 ゲージとするため、端から 3 つのゲージを用いた。FEM による解析で、この方法を用いた軸重算定を行ない、全てのゲージを用いた軸重算定結果との比較を行なった。試験車として 2 軸車、タンデム軸重比が 1.6 と 1 である後タンデム 3 軸車を用いた。軸重算定において生じた誤差を表-1 に示した。

実走行車両の通行位置を大きく離れたゲージの応答は鈍くなるため、全ゲージを用いて算定する方法では、通行位置によっては軸重誤差が大きいものもあったが、3 ゲージ算定では精度が向上した。よって、通行位置を限定した後、その付近の 3 ゲージを用いて軸重算定することが望ましいと言える(表-1)。

4. 試験車と異なるタイプの車両の軸重算定 実走行車両の軸重は試験車走行で得られた影響線を用いて算定するため、試験車と異なるタイプの車両の軸重算定には誤差が生じる可能性がある。そこで、前節で述べた 3 ゲージによる軸重算定方法を用いて、試験車と異なるタイプの車両の軸重算定を行なった。結果を表-1 に示す。

この場合、3 ゲージによる軸重算定を行なえば試験車と異なるタイプの車両の軸重算定も、その精度は向上していることが理解できる。

5. まとめ 橋軸方向の測定位置としては、橋梁の支点付近は避け、スパン中央から L/4 の範囲を選ぶべきである。

主桁付近の走行車両に対して、今回提案した 3 ゲージ算定で軸重を算定すれば、精度良く軸重が求まる。

さらに、試験車と異なるタイプの車両に対しても、3 ゲージ算定を行なえば十分信頼の置ける軸重算定が行なえる。

参考文献

大日本土木株式会社：平成 7 年度 23 号北頭取付高架橋床版打換工事-RC 床版の現場載荷試験-報告書 1996 年 3 月

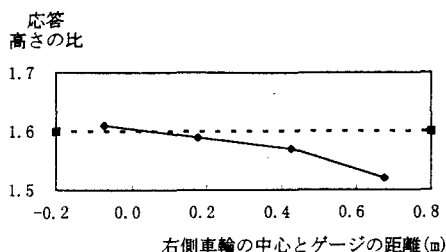


図-3 応答高さの比と通行位置の関係

表-1 全ゲージと 3 ゲージでの軸重算定

		試験車は 2 軸車			
走行車両 type		全ゲージ算定		3 ゲージ算定	
		2 軸目の 算定誤差	3 軸目の 算定誤差	2 軸目の 算定誤差	3 軸目の 算定誤差
3 軸車 (軸重比 1.6)	7.7%	14.4%	2.0%	1.4%	
	11.8%	16.6%	1.1%	1.1%	
	1.0%	3.1%	0.9%	1.1%	
	1.3%	0.4%	1.4%	1.9%	
	1.2%	0.3%	1.6%	1.8%	
	1.0%	0.8%	2.6%	0.9%	
	0.6%	0.1%	0.2%	1.4%	
	17.7%	17.7%	1.6%	1.6%	
	19.9%	19.9%	1.2%	1.3%	
	2.0%	2.0%	0.9%	1.0%	
3 軸車 (軸重比 1)	0.7%	0.6%	1.6%	1.6%	
	0.9%	0.9%	1.8%	1.8%	
	0.9%	0.9%	1.8%	1.8%	
	0.6%	0.6%	0.8%	0.7%	

		試験車は後タンデム 3 軸車 (軸重比 1.6)			
走行車両 type		全ゲージ算定		3 ゲージ算定	
		2 軸目の 算定誤差	3 軸目の 算定誤差	2 軸目の 算定誤差	3 軸目の 算定誤差
2 軸車	8.3%		0.8%		
	5.3%		0.9%		
	0.0%		1.2%		
	0.9%		1.0%		
	0.6%		1.2%		
	0.4%		2.7%		
	0.6%		0.7%		
	1.4%	4.4%	0.8%	1.8%	
3 軸車 (軸重比 1)	1.7%	2.4%	0.1%	0.7%	
	1.6%	1.1%	0.4%	0.1%	
	1.8%	0.2%	0.1%	0.5%	
	0.1%	1.6%	0.4%	1.1%	
	0.8%	0.8%	1.5%	1.7%	
	0.8%	1.2%	1.6%	0.7%	

		試験車は後タンデム 3 軸車 (軸重比 1)			
走行車両 type		全ゲージ算定		3 ゲージ算定	
		2 軸目の 算定誤差	3 軸目の 算定誤差	2 軸目の 算定誤差	3 軸目の 算定誤差
3 軸車 (軸重比 1.6)	2.7%	2.8%	1.3%	0.9%	
	1.0%	2.8%	0.4%	0.4%	
	0.0%	1.5%	0.9%	0.5%	
	0.9%	2.0%	0.8%	0.0%	
	0.1%	0.3%	0.7%	0.1%	
	1.6%	0.8%	2.3%	2.0%	
	2.2%	0.4%	0.9%	0.5%	
	14.3%		0.9%		
	9.9%		1.2%		
	0.6%		1.7%		
2 軸車	0.7%		1.7%		
	0.9%		1.4%		
	1.1%		2.7%		
	0.6%		0.9%		