

I-269 走行トラックによる実橋の動的応答実験

建設省土木研究所 正員 水上幹之
建設省土木研究所 正員 山本邦夫
建設省土木研究所 永原 隆

1. まえがき

大型車の増加、車両重量および交通量の増大に伴ない、車が道路橋に与える荷重は厳しいものとなっている。その結果、伸縮装置部や床版などの傷みもはげしくなっており、その維持・補修費は、年間莫大な金額にのぼる。この現状を、設計面から考えれば、車が道路橋に与える動的影響について未だ明確に解明されていないことにも一因があると思われる。車が道路橋に与える動的影響については、「衝撃係数」の問題として古くから取り扱われ、その理論的あるいは実験的研究は各国でもさかんに行なわれてきたが、わが国では、実橋での実験は、その費用、道路管理上の問題などから、実験例が少なく、理論解と比較検討していく上で必ずしも充分ではないようである。ここでは、以上の背景のもと、茨城県内に架設されている実橋において、橋梁とその前後の路面凹凸、走行中の車体振動、走行車による橋梁の動的応答等を実測し、走行速度、たわみに関する動的係数を求め、少々の考察を加えたものである。

2. 実験概要

衝撃係数はスパンの短い橋に対して値が大きくなり設計の際その影響が大となることや、現在の道路橋示方書では単純桁橋が基本となっていること、および実験の際の道路管理面などを考慮して、5橋(8スパン)を現地調査で選びだした。その概要を表-1に示す。

表-1 実験に用いた単純鋼桁橋

橋 梁 名	橋 長 m	支間長 m	車道幅 m	EI kg-cm ²	タイプ
旭 橋	30.8	30.1	7.0	5.35×10^{13}	箱 桁
沼崎第1橋	14.8	14.3	7.2	1.54×10^{13}	H 桁
沼崎第2橋	54.1	53.3	7.2	1.18×10^{14}	箱 桁
沼崎第3橋	14.8	14.3	7.2	1.78×10^{13}	H 桁
柏 橋	32.2	31.4	7.5	3.58×10^{13}	I 桁
九重 橋	31.8	31.1	7.5	4.11×10^{13}	I 桁
戸田第1橋	42.0	41.3	6.5	8.93×10^{13}	I 桁
戸田第2橋	42.0	41.3	6.5	9.84×10^{13}	I 桁

荷重車は、総重量20tonクラスでは、3軸車が一般的であり、中でも後軸にトラクションスパンションを使用したものが多いため、この型式の大型ダンプロックを使用した。荷重板(約2ton)5枚を使用してトラックの静的載荷試験を行ない、各軸の変位をダイヤルゲージで、各軸輪の荷重をロードメーターで計測して、懸架バネ定数、タイヤバネ定数、各軸輪の荷重分担率などを求めた。

路面凹凸については、当研究室所有の高速プロファイルメータ、3mプロファイルメータ、横断プロファイルメータを用いて橋梁前後(橋長+前後30m)の荷重車走行位置上を測定した。また、床版などは実際の動的応答には剛性として寄与するものであるから、動的応答実験に先立ち大型ダンプロック2台により静的載荷試験を行ない、梁理論により鉛直曲げ剛性EIを求めた。(表-1)変位の測定は光学式変位計を使用した。

走行試験は、荷重車1台で、積載状態、スピードを変化させ、各々3回行なった。積載状態は空荷、半荷(約6ton積荷)、

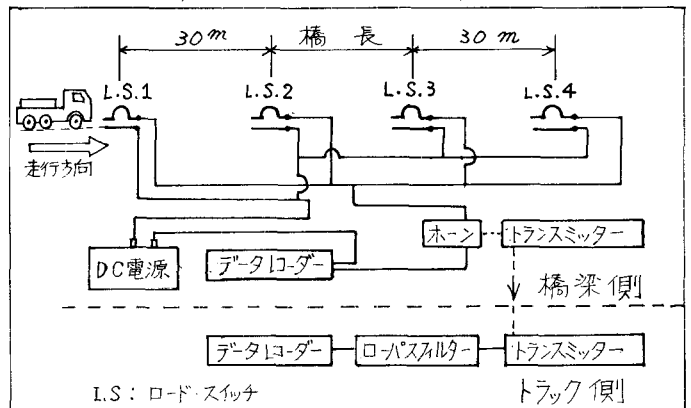


図-1 荷重車位置センサーシステム

満載(約10ton積載)の3ケース、走行速度は20, 30, 40, 50, 60 km/h の5ケースとした。

橋梁の動的応答測定には、サーボ型加速度計を用い、支間長の1/8の間隔ごとに7箇所設置した。トラックの車体振動も測定するため、各軸のバネ上、バネ下(左右)に加速度計と10箇所取り付けた。また、荷重車の走行位置(時刻)を正確に検出するため、図-1に示すようなシステムを採用した。このシステムにより、橋梁側の測定ばかりでなく、トラック側の測定もその走行位置を明確にすることが可能となり、両方の信号の時刻歴を同期させることができる。

図-2は伝送されたロードスイッチの信号と加速度計の信号を示したものである。(いずれもトラック側)

3. 実験結果

解析にあたってはサンプリングタイムを2 msecとした。橋梁の変位応答を算出するにあたっては、

加速度のデータを、高速フーリエ変換を利用して2重積分を行ない、デジタルフィルタを併用して低振動数成分を除去して得た。低振動数成分を除去するのは、加速度成分をそのまま2重積分すると、微小な零点ドリフトが大きな振動変位として算出され、動的係数が過大に評価される恐れがあるためである。一方、低振動数成分をカットしたことにより、車両走行に伴う静的変位成分も同時に除去された動的変位のみが算出されるため、静的載荷実験から求められた橋梁の鉛直曲げ剛性を用いて、荷重車の位置による、各着目点の静的変位を求め、加速度計から得られた変位時刻歴に加算して、走行トラックによる橋梁の動的応答変位とした²⁾。たわみに関する衝撃係数は次のように定義した³⁾。

$$\gamma(x) = \frac{y_{dmax} - y_{smax}}{y_{smax}}$$

y_{dmax} : 着目点Xにおける走行トラックによる動的たわみ最大値
 y_{smax} : 着目点Xにおける走行トラックによる静的たわみ最大値

たわみに関しては鉛直下方向を正にとったが、着目点Xが橋梁の端部近辺の場合には、伸縮装置部通過時の衝撃力で $y_d < 0$ になることもあり得るため、 y_{dmax} の算出にあたっては y_d の絶対値をとった。このようにして動的係数を算出した結果を表-2に示す。表-2は、沼崎オ1橋の支間中央点に着目したものであり、荷重車は空荷の場合である。前軸に着目した支間通過時の平均速度を下段に示す。表-3は各橋梁ごとに算出された動的係数を単純に算術平均したものである。路面凹凸によって動的係数値は当然違ってくるが、大体、スパン長が長くなれば遮減していくことがわかる。また、1/8点ほどの着目点よりも値が大きくなるが、この時の車両位置はちょうど橋梁から抜け出した時であり、伸縮装置部通過時における衝撃力により大きな変位を生じたためと考えられる。

表-3 各橋梁の平均動的係数

4. 今後の方針

トラックの時刻歴を求めるとともに、シミュレーションモデルとの比較検討を行なって1)く予定である。〈参考文献〉

- 1) 川谷九郎, 小松定夫, 脇田雄一: オ36回年講I-178
- 2) 成田信之, 桂樹正隆, 江勝: 土木技術資料 Vol. 22
- 3) 本田孝行, 小島高雄: 土木学会論文報告集オ313号

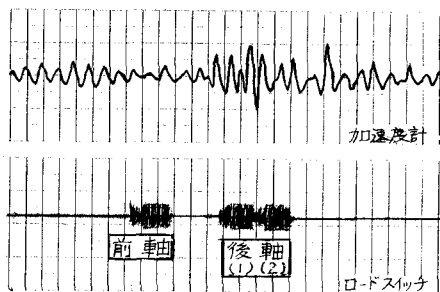


図-2 トラック側の信号

表-2 動的係数の算出力結果

CASE	20 KM/H	30 KM/H	40 KM/H	50 KM/H	60 KM/H
1	0.316 (20.467KM/H)	0.251 (28.987KM/H)	0.385 (38.201KM/H)	0.196 (48.942KM/H)	0.387 (56.566KM/H)
2	0.190 (19.520KM/H)	0.130 (28.618KM/H)	0.348 (38.594KM/H)	0.177 (47.968KM/H)	0.497 (58.628KM/H)
3	0.296 (20.454KM/H)	0.204 (27.689KM/H)	0.348 (38.594KM/H)	0.091 (46.197KM/H)	0.535 (57.237KM/H)
MEAN	0.268 (20.147KM/H)	0.195 (28.429KM/H)	0.360 (38.463KM/H)	0.155 (47.702KM/H)	0.473 (57.477KM/H)

橋梁名	平均スピード km/h	1/8点	1/4点	3/8点	1/2点	5/8点	3/4点	7/8点
旭橋	38.51	0.872	0.229	0.224	0.240	0.225	0.224	0.216
沼崎オ1橋	38.09	1.107	0.182	0.212	0.203	0.172	0.095	0.155
沼崎オ2橋	38.43	-0.223	0.064	0.071	0.070	0.063	0.036	0.071
沼崎オ3橋	37.73	1.598	0.149	0.218	0.225	0.184	0.088	0.091
柏橋	37.75	0.426	0.115	0.126	0.115	0.114	0.063	0.087
九重橋	38.54	-0.256	0.145	0.165	0.159	0.153	0.124	0.124