

建設省土木研究所 正員 山本邦夫

建設省土木研究所 正員 水上幹之

建設省土木研究所 正員 永原 隆

1. まえがき

車が走行することによって道路橋に与える動的影響は、設計上、衝撃係数として考慮されている。道示の衝撃係数については、近年の大幅な車両荷重の増大や橋梁の軽量化などにも拘らず、昭和14年以来改訂されていない。このことは、現象自体が複雑で、正しく把握することが非常に難しいことに一因があると思われるが、最近の著しい電算機の発達によって、衝撃係数も従来の経験式からより合理的な概念に基づいた式にみなおすべき時期に投入したといえる。土木研究所では、この問題を確実に把握し、衝撃の評価方法を確立すべく、実橋実験、数値計算、模型実験の面から研究を実施しているが、ここでは、そのうち模型実験に関して概要と結果の一部を報告するものである。

2. 模型実験概要 1) 模型実験の意義 走行荷重による橋梁の動的影響を把握するうえで、現象が複雑なため、どのパラメータがこの問題にどの程度影響を及ぼすのかが明確にすることが重要な事柄となる。その手続としては数値計算によるものがほとんどであるが、数値計算は様々な仮定のもとに立脚しており、実際に起こる現象と計算結果との比較が不可欠である。ところが、この比較を実橋レベルで行なうとなれば、費用や道路管理上、充分な実験を行なうことは困難であり、パラメータ自体も変化させるのが極めて難しいという難点がある。従って、これらの短所を補ない、基本的な現象の把握をするため、模型実験を行なう必要がある。

2) 動荷重載荷装置 模型実験は、動荷重載荷装置を使用して行なうたが、本装置は、移動荷重を載荷させるための装置であり、走行台車、走行制御装置、走行台車専用レール、アプローチトラック、模型支持台などから成っており、主要性能諸元および概観を表-1、写真-1に示す。

3) 模型実験における相似則の検討 模型の縮尺は1/15とし、車両・橋梁系の運動方程式の各項について原型と模型のエネルギー比を一致させることにより、各ディメンションの相似比を求めた。(表-2) 4) 実験方法 縮尺1/15大型トラック模型を走行台車に設置し、索引させ、橋梁模型上を走行させて、その時の橋梁模型の動的応答を非接触微小変位計で測定した。また、トラック模型の振動は加速度計で測定し、走行位置および速度の検出にあたっては、サイリスタ・モータ回転数による方法と、非接触光学式変位計による方法によった。

5) 基本パラメータ および実験 パラメータの種類としては、①橋長②積載荷重③走行速度④連結条件⑤荷重車モデル⑥タイヤモデル⑦路面凹凸モデルの7種類とした。表-3に各々の設定条件を示す。実験に際しては、全この場合について実験を行なえば、膨大な実験ケース数となるので、各パラメータに着目して、そのパラメータの影響が把握可能な程度に1通り、各々3回ずつ行なった。このことにより、実験総ケース数は1269ケースとなった。

5) 実験の整理 各パラメータに着目して、支間中央点での動的増幅率を求めた。荷重および速度は、無次元化し、それぞれ R , α とした。

D.A.F(I) = $\frac{\text{動したわり}}{\text{静したわり}}$, $R = \frac{M}{W}$, $\alpha = \frac{V T_0}{2L}$

(H: トラック模型重量
W: 橋梁模型重量
V: 走行速度
 T_0 : 橋梁模型固有周期
L: 模型スパン長)

表-1

走行台車速度設定範囲	0.05 ~ 4.00 m/sec
走行台車速度設定ステップ	0.01 m/sec
走行台車速度変動	±1%以内
走行台車定速走行区間距離	5 m

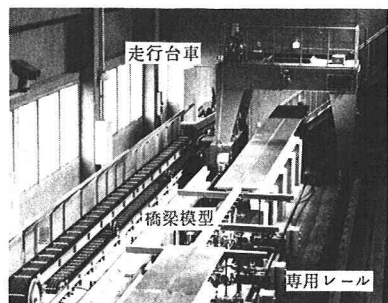


写真-1

表-2

項 目	$L=10.2040.60m$
時間の相似比 (t^*)	$\sqrt{15}$
長さの相似比 (L^*)	15
橋梁質量の相似比 (m_b^*)	600
橋梁曲げ剛性の相似比 (EI^*)	135000
自動車質量の相似比 (m_s^*)	600
自動車バネ定数の相似比 (k^*)	40
走行速度の相似比 (v^*)	$\sqrt{15}$
原型に対する最大速度 (v)	5.6 km/h

3. 実験結果および考察

走行実験は3回ずつ行なったが、ほとんどばらつきがみられず、非常によい再現性があった。

1) 走行質量の影響

図-1, 2 に対象橋長20m, 60mの走行質量に着目した実験結果を示す。路面はスムーズの実験である。この図により、判別できることは、橋載荷重が増大するにつれて、動的増幅率は減少するということである。又、橋長が長くなれば、走行速度によるD.A.F.の変化量が小さくなるということである。2) 橋長の影響 図-3に橋長に着目した実験結果を示す。単独車が走行する場合のD.A.F.についても10m~50mまでの橋長については、スパン長により増減することがわかる。ただ、60mについてはむしろ増大した結果が得られた。3) 走行速度の影響 路面が滑らかな場合には、走行速度によって、D.A.F.が変化するということはほとんど見られなかったようである。

4) 連結条件の影響 固定だとトラック模型がピッチング運動せず、フリーだとピッチング運動を起す。この違いによる、D.A.F.の変化は図-4でわかるようにわずかに固定の方が大きい。ほとんど差がないようである。

5) 路面凹凸の影響 図-5に路面凹凸の影響を示す。この図から、路面に段差がある場合には、走行速度によってD.A.F.が大きく変化することがわかる。

4. あとがきおよび今後の予定 本研究は走行荷重による橋梁の動的応答模型実験を行ない、種々のパラメータが動的影響に及ぼす影響について定性的に明らかにしたものである。今後は、定量的に把握するため、各パラメータをもとに要因分析を行ない、評価式を構築するとともに、数値計算と比較検討(2)を予定である。

1. Highway Bridge Impact Investigation (例/伏等)
2. Dynamic Behaviour of a Single Axle Vehicle Suspension System (T.R.R.L)

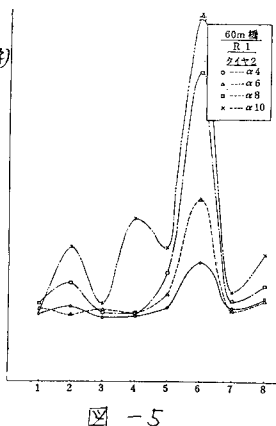
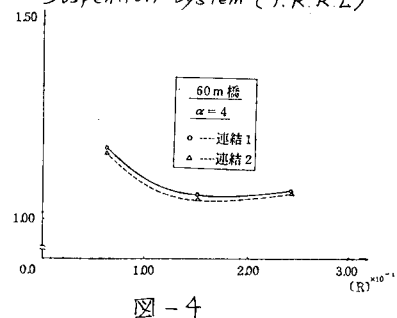


表-3 * 路面凹凸については乗車時説明が添付されている。

TYPE No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
橋梁模型 (実橋)	0.667[m] (10m)	1.333 (20)	2.000 (30)	2.667 (40)	3.333 (50)	4.000 (60)	—	—	—	—	—
橋載荷重 自重のみ	19.1[kg]	27.3	35.5	43.7	51.9	60.1	68.3	—	—	—	—
走行速度 (実橋)	0.36[m/s] (5[km/h])	0.72 (10)	1.08 (15)	1.43 (20)	1.79 (25)	2.15 (30)	2.51 (35)	2.87 (40)	3.23 (45)	3.59 (50)	3.94 (55)
連結条件	固定	フリー	—	—	—	—	—	—	—	—	—
荷重車モデル	42.67[m]	25.67	34.17	—	—	—	—	—	—	—	—
タイヤモデル	剛体	弾性	—	—	—	—	—	—	—	—	—
路面凹凸	段差なし	1mm 2枚	2mm 2枚	1mm 2枚	2mm 2枚	1mm 2枚	2mm 2枚	1mm 4枚	2mm 4枚	—	—

