I-168　道路橋伸縮装置に作用する実働自動車荷重に関する一考察

建設省土木研究所　正員　桂樹正隆
同上　正員　山本邦夫

1　まえがき

道路橋の伸縮装置部付近には段差的な路面凹凸が発生していることが多く，これに伴なう衝撃的な自動車荷重のために伸縮装置の破損頻度が高く道路管理上の大きな問題点となっている。この問題を解決するには伸縮装置に作用する実働自動車荷重の大きさを把握することが是非とも必要である。本報告は実測調査資料を基に，段差量と荷重の関係について考察を行なったものである。

2　実測調査

実測調査では土木研究所周辺の中小橋梁15橋を対象として，荷重測定と路面平坦性測定を実施した。荷重測定は後軸1軸の大型トラックを約40km/hで走行させ，その時の後車軸の鉛直方向の動的付加荷重（路面に加えられる全荷重から静荷重を差し引いた成分，1)参照）をバネ上質量とバネ下質量の慣性力の和として（2)参照）測定した。静軸重は10.36, 7.00, 4.59 tonの3種類とした。図-1に得られた記録の一例を示す。路面平坦性調査においては真の路面凹凸形状を求めるために，横断プロフィルメーターを縦断方向にトラバースさせながら，試験車の左右の車輪通過位置を計測した。

3　解析方法及び考察

段差量の合理的な評価法には未だ確立されたものがない。そこで，今回の解析では図-3に示すように伸縮装置位置を中心としてその前後にある長さの評価区間を設定し，その区間内での最大高低差を最大段差量（H, mm）と定義した。評価区間の長さは±1, ±2, ±5mの3種類とした。ところで，自動車のタイヤはある有限長の接地長さをもって路面と接しているため，タイヤ中心は実際の路面凹凸波形とは異なった軌跡を描くことが考えられる。例えば図-2に示すように，路面にポットホールのような陥没がある場合である。このことは生の路面凹凸波形から段差量を読み取る方法は，その段差形状によっては過大な評価値を与える可能性があることを意味している。そこで路面凹凸の平滑化として，図-2に斜線で示したタイヤの変形部分の面積が常に一定となるようなタイヤ中心位置の軌跡を，タイヤ半径が50cm，水平路面上での接地長さを25cmとして算出し，その結果を平滑化後の路面凹凸波形とした。この平滑化後の波形に対しても同様に各評価区間内での最大段差量（H）を読み取った。荷重記録からは，路面下向きに加えられた動的付加荷重を正として，各評価区間内でのその最大値（F, ton）を求めた。

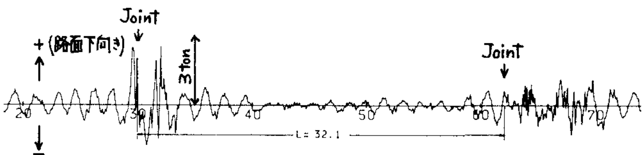

図-1 動的付加荷重記録の一例

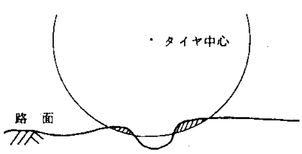

図-2 タイヤの変形

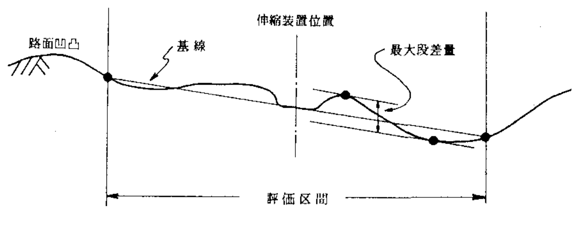

図-3 最大段差量の定義

図-4にFとHの関係を例示した。また，表-1は両者の間に，

$$F = a \cdot H + b$$

の直線回帰式をあてはめた分析結果及びその時のFの実測値と回帰式より算出される予測値の相関係数をまとめたものである。これより以下の事項が明らかとなった。

① 「最大動的付加荷重と最大段差量の相関が最も強いのは評価区間が±1mの場合であり，評

価区間が長くなるほど相関関係が弱くなる傾向にある。」

②「最大動的付加荷重は軸重の影響をあまり受けない。」 表-1の回帰式から明らかなように，軸重を倍以上に増加させても最大動的付加荷重の増加は少ない。一方，文献3)には極端な段差部を有しない一般路面上での動的付加荷重の標準偏差は軸重に比例することを報告した。このことは，一般路面部と段差部では自動車からの荷重の特性が大きく異なることを示唆しているが，この原因は，一般路面部ではバネ上質量の慣性力が動的付加荷重の主成分として路面に加えられるが，段差部ではバネ下質量（同一車両では軸重とは無関係に一定である。）の慣性力が卓越する（図-1参照）ために，バネ上質量がその大部分を占めている軸重の影響が顕著には表われなかったと考える。

③「評価区間が±1mの場合に路面凹凸波形の平滑化の効果が表われる。」 図-4によると，評価区間が±1mの場合に平滑化の効果が認められるのに対し，±5mではその効果がほとんど無い。また，表-1からは±1mの評価区間の時に平滑化の効果として相関係数が10～15%増大しているのが理解される。

④「最大動的付加荷重の実測値と予測値の相関係数が最大となるのは平滑化後の路面凹凸波形から，評価区間を±1mに設定した場合である（$\gamma=0.70\sim0.75$）。」

以上の考察から，段差部に作用する衝撃的な自動車荷重の大きさを推定するためには，当該段差の前後1mという比較的短い区間の路面凹凸を測定すればよいものと考えられる。

4 今後の方針

自動車は多自由度の振動系であるため，タイヤの強制変位入力として路面凹凸を考える場合，その高低差だけでなく周波数特性も重要な要素であり，今後はこの点にも着目して解析を進めることとしたい。

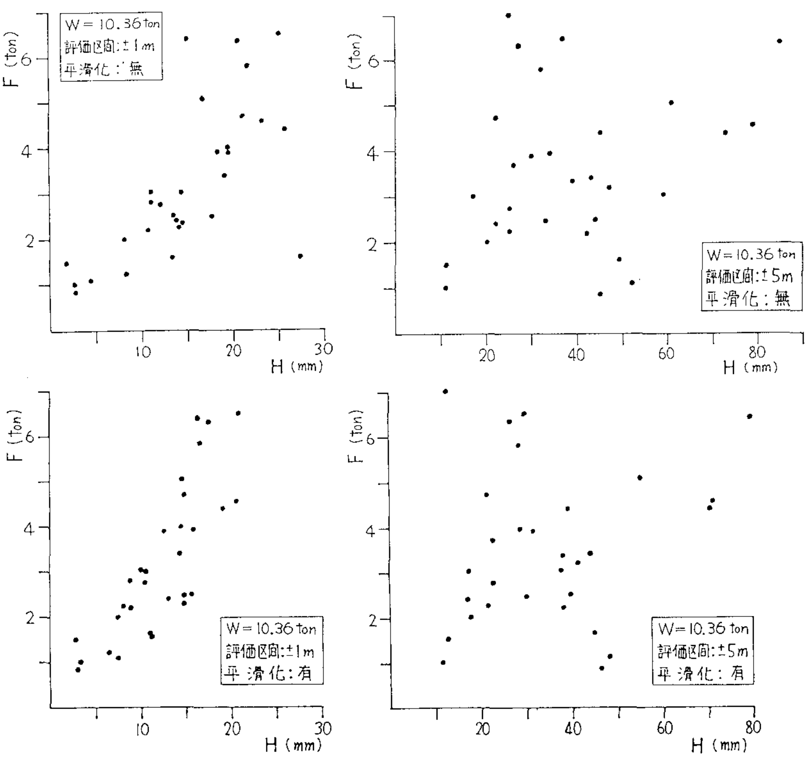

図-4 最大動的付加荷重(F)と最大段差量(H)の関係

表-1 最大動的付加荷重(F)と最大段差量(H)の直線回帰分析結果

軸重 (W; ton)	路面凹凸の平滑化	F及びHの評価区間		
		±1 m	±2 m	±5 m
10.36	無	F = 0.166·H + 0.719 (γ=0.686)	F = 0.101·H + 1.091 (γ=0.655)	F = 0.024·H + 2.598 (γ=0.258)
	有	F = 0.237·H + 0.418 (γ=0.747)	F = 0.097·H + 1.418 (γ=0.596)	F = 0.019·H + 2.843 (γ=0.196)
7.00	無	F = 0.142·H + 0.781 (γ=0.692)	F = 0.061·H + 1.668 (γ=0.459)	F = 0.005·H + 2.848 (γ=0.068)
	有	F = 0.215·H + 0.291 (γ=0.745)	F = 0.050·H + 2.039 (γ=0.351)	F = 0.034·H + 3.026 (γ=0.042)
4.59	無	F = 0.135·H + 0.786 (γ=0.613)	F = 0.057·H + 1.635 (γ=0.413)	F = 0.000·H + 3.055 (γ=0.005)
	有	F = 0.217·H + 0.161 (γ=0.703)	F = 0.057·H + 1.784 (γ=0.389)	F = -0.001·H + 3.059 (γ=0.006)

＊ F, H ： それぞれ評価区間内での最大動的付加荷重 及び 最大段差量 （ton, mm）
γ ： Fの実測値と表中の直線回帰式より算出される予測値との相関係数

〔参考文献〕
1) 成田，桂樹：第34回年講 I-241，2) 成田，桂樹：土研資料第1466号，3) 桂樹，成田：第35回年講 I-164