土木学会第54回年次学術講演会（平成11年９月）

Ｉ－Ａ367　走行載荷試験による橋桁の標高計測法の提案

㈱日本構造橋梁研究所 大阪支社　正会員　梅本　幸男
日本道路公団 山口工事事務所　相良　貢
日本道路公団 下関管理事務所　堀野　恵

１．まえがき

関門橋（吊橋：全長1068m, 中央径間長712m）では、供用中の健全性を確認するために、５年ごとに補剛桁の標高計測が実施されている。この計測において、平成９年度に「ＡＰ計測」と「大型車影響評価法」を適用したところ、交通規制が不要であるばかりでなく、従来のレベル計測法に比べて短時間で精度の良い標高値を得ることが確認できた。ここで提案する載荷試験はこの方法を応用したもので、あらかじめ重量を調査した試験車を高速で走行させた状態での標高を計測し、無載荷状態の補剛桁標高とタワミ量を求める方法である。この結果、「大型車影響評価法」と同程度の精度の標高値を得ることができた。

２．走行載荷試験による標高計測法の原理と概要

走行載荷試験による標高計測法とは、あらかじめ重量を調査した車両等の桁上への載荷によって発生するタワミ理論値とこれらが走行中に計測で得られた標高値から、無載荷状態の補剛桁標高と集中荷重によって着目点に生じるタワミ量を計算で求める方法である。

線形化タワミ理論によれば、ある時刻 t_j における標高計測値 E_j は、無載荷状態での標高 E_0 に通行中のｎ台の車両（ｉ）によって発生するタワミ量を重ね合わせたもので、計測誤差［ε］を含めて下記のように表わせる（図１）。

$$E_j = E_0 + \sum_{i=1}^{n} k_i \delta_P + [\varepsilon] \qquad (t=t_j) \qquad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{n} k_i = \sum_{i=1}^{n} (W_i \eta_i / 20)(\delta_i / \delta_P) \qquad (t=t_j) \qquad (2)$$

ここに、W_i は任意点を移動する車両（ｉ）の重量、η_i は着目主構の同車両の重量分担率、δ_i は車両（ｉ）と同調して主構上を移動する20tf集中荷重によって着目点に生じるタワミ量、δ_P はその最大タワミ量を示す。ただし、実際の δ_j / δ_P は理論値と同じ値と仮定した。

（１）式は時刻 t_1、t_2、… t_mにおいても同様に成立することから、時刻ごとに多数の関係式が得られる。そして、これら多数の関係式を回帰分析すれば、計測誤差［ε］を最小とする E_0 と δ_P を同時に求めることができる。

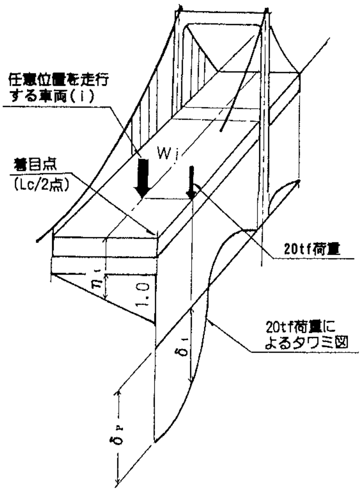

図１　時刻 t_j における載荷状態

なお、上式を適用するためには各車両の重量および時刻ごとの走行位置が必要となる。特に関門橋では車両が頻繁に通行しており、計測中に試験車以外の車両が同時に本橋内を走行することが避けられない。そこで、伸縮装置渡り桁を利用して、試験車重量と較正することにより一般通行車両の重量も同時に調査した。また、各車両は等速度で走行しているものと仮定し、ビデオ撮影をもとに時刻ごとの車両位置を特定した。

キーワード：長大吊橋、走行載荷試験、標高計測法、タワミ計測法
〒541-0051　大阪市中央区備後町１－５－２ KDD備後町ビル TEL 06-6203-2552 FAX 06-6203-2558

３．走行載荷試験による計測結果例

20tf試験車を利用した中央径間中央点(以下,Lc/2点と記述する）での標高計測の一例として11時10分から150秒間の結果を、Lc/2点での車両通過時刻および着目主構への影響値（Wη）とともに図２に示す。

この図には、各車両の時刻ごとの位置から算出した推定標高値も記入しているが、計測標高値との間にわずかな時間のズレを観測することができる。そこで、標高変化は実際の載荷時刻よりT_b秒だけ遅れを生じるものとして回帰分析した。その結果から、相関係数（r^2）がほぼ最大となる載荷３～５秒後に、実際の標高変化が発生するものと判断した（図３）。

こうして求めた無載荷状態での標高E_oは大型車影響評価法の結果と 2mm差であり、最大タワミ量δ_Pは理論値に比べ約95％となった（表１）。ただし、車両の重量が十分確認できなかった乗用車等によるタワミの影響は計測誤差[ε]に含めて処理した。

次に、T_bを４秒に設定したまま、試験車のLc/2点の通過時刻を中心として計測時間(T_s)を変化させた場合の影響についてまとめた(図4)。これより、概ね２分以上の計測時間が必要と判断できる。

なお、最大タワミ量が理論値の約95％となったが、「大型車影響評価法」による標高値への影響は、-1mmである（標高が低くなる）。

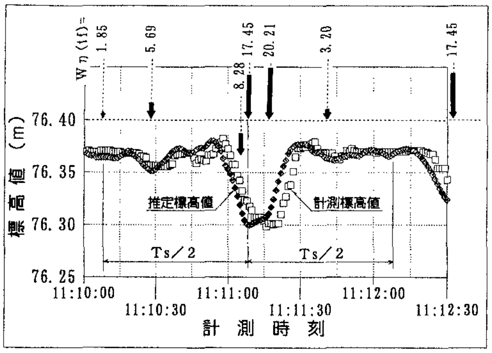

図２　Lc/2点標高計測結果

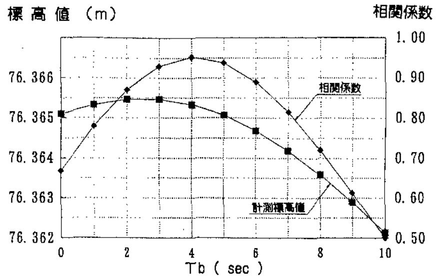

図３　T_b値と推定E_o、r^2の関係

表１　載荷試験による計測結果等

方法＼比較項目	推定E_o(m)	最大ﾀﾜﾐδ_P
A 走行載荷試験	76.365	0.052 m
B 大型車影響評価法	76.367	****
C 理論値	****	0.055 m
(A-B) または A/C	-0.002	0.95

注).標高(E_o)は、計測温度時の値である。

５．本計測法による実施結果のまとめ

関門橋での走行載荷試験によって、以下の諸点を確認することができた。

①無載荷時の補剛桁標高を大型車影響評価法なみの精度（数mmの誤差内）で求めることができる。

②活荷重による最大タワミ量を得ることができる。

③実際の標高変化は載荷３～５秒後に発生する。

６．今後の課題他

ここで提案した走行載荷試験は、通行車両による振動がほとんど発生しない長大吊橋でしか適用していない。したがって、他の橋種や支間長等の違いによる本計測法の適用性（標高やタワミの精度、T_b、最適計測時間等）を検討していくことが今後の課題である。

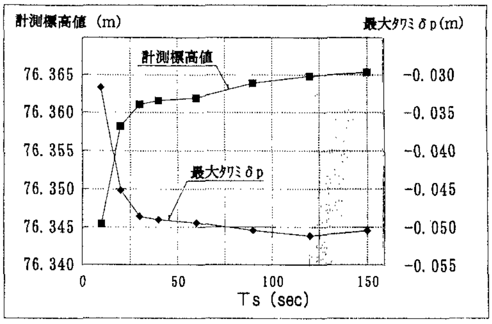

図４　最適計測時間の検討図

参考文献　水田,相良,堀野,梅本:大型車が頻繁に通行している長大吊橋補剛桁の縦断形状計測法,土木構造・材料論文集第14号1998年12月