

(株)日本構造橋梁研究所大阪支社 正会員 梅本 幸男

1. まえがき

供用中の橋梁において、健全性を判断する目的や車両大型化対策等の補強効果を確認するために、試験車による静的載荷試験を実施して発生タワミ量を確認する方法がよく利用されている。しかし、この方法は一般通行車両の大幅な交通規制が不可欠であり、安全上や交通サービス上から問題となっていた。

ここで提案する走行載荷試験法は関門橋で実施したもので、試験車等が通過している時の発生タワミ量を計測して『動的純タワミ量』(最大値)を得る方法であり、中小橋梁への適用を検討した。

2. 関門橋で補剛桁標高を求めた走行載荷試験法の概要

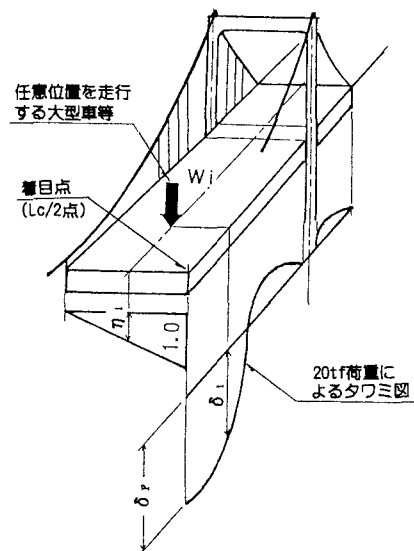
線形化タワミ理論によれば、ある時刻 t_j における標高計測値 E_j は、無載荷状態での標高 E_0 に通行中の n 台の車両(重量 W_i)によって発生するタワミ量を重ね合わせたもので、計測誤差 $[\varepsilon]$ を含めて下記のように表わせる(図1)。

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

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

ここに、主構上任意点を移動する20tf集中荷重によって着目点に生じるタワミ量を δ_i 、その最大値を δ_p とする。

(1)式は時刻 $t_1, t_2, \dots, t_m$ においても同様に成立することから、これら多数の関係式を回帰分析して、計測誤差 $[\varepsilon]$ を最小とする E_0 及び δ_p を求めた(以下、この方法を「回帰分析法」と記述する)。

図1 時刻 t_j における載荷状態

3. 中小橋における『動的純タワミ量』(最大値)の算出法

中小橋では、発生タワミ量 $\Delta_j (= E_j - E_0)$ を容易に計測することができる。この Δ_j を(1)式に代入して時刻 $t_1 \sim t_m$ 間の平均値を求めると(3)式になる。ただし、計測誤差は平均値を“0”とする正規分布に従って発生するものと考え、 m 回の平均値に対する誤差は右辺第二項に示すように統計学的に処理した。

$$\sum_{j=1}^m \Delta_j / m = \sum_{j=1}^m \left(\sum_{i=1}^n k_i \right)_j \delta_p / m + [\varepsilon] / \sqrt{m} \quad (3)$$

ここで、 m がある程度大きければ右辺第二項を無視しても問題ないことから、最大タワミ量 δ_p は(4)式より得ることができる(以下、この方法を「大型車影響評価法」と記述する)。

$$\delta_p = \sum_{j=1}^m \Delta_j / \sum_{j=1}^m \left(\sum_{i=1}^n k_i \right)_j \quad (4)$$

中小橋の場合は、通過車両による橋桁の振動が大きく発生しやすかつ発生タワミ量に占める率が高くなる。しかし、この振動成分は平均値を算出する過程で相殺されることから、(4)式で得られた δ_p は動的純タワミ量(最大値)そのものを示すことになる(図2)。

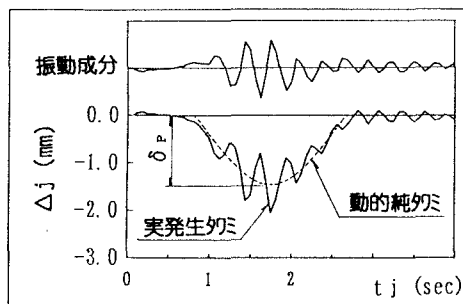


図2 動的純タワミの概念図

4. 動的純タワミ量の計算例

4-1. 長大橋（関門橋 中央径間長 712m）の例

中央径間中央点(Lc/2点)での標高計測結果例(図3)をもとに、回帰分析法によって求めた動的純タワミ量は0.052m(線形化タワミ理論値の約95%)(表1)に、相関係数(r^2)は0.95となった。

なお、関門橋では計測中に試験車以外の車両の同時通行が避けられないため、伸縮装置の渡り桁を利用して一般車両の重量も調査した。

また、この例において無載荷状態の標高が既知であるものとして大型車影響評価法を適用した場合の値も同表に示したが、回帰分析法の結果と同値である。

4-2. 中小橋(単純合成鈑桁 支間長35.6m)での適用例

九州自動車道・山ノ井川橋(箱桁として補強済み)での試験車(車両重量21.3tf)の単独走行載荷試験によって得られたG3桁タワミ波形(図4)を読みとり、大型車影響評価法を適用して動的純タワミ量を算出した結果を表2に示す。この値は、同時に実施された静的載荷試験によって得られた静的タワミ量(最大値)の82~93%となっている。

なお、本橋に回帰分析法を適用した場合(補強後・90km/hの例)では、振動成分によるバラツキにより相関の弱い($r^2=0.38$)値しか得ることができなかった。

5. 結論

大型車影響評価法によれば、大幅な交通規制をすることなしに、簡便に動的純タワミ量を得ることができる。ただし、通過交通量や橋梁の種別等によっては、試験車と同時通行する一般車両の重量調査かまたは一時的な交通制御が必要となる場合がある。

6. 今後の課題他

ここで提案した大型車影響評価法による動的純タワミ量の算出は、現段階では上記の限られた例しか適用していない。したがって、①計測回ごとの結果の再現性、②発生振動の差異による値のバラツキ程度、③構造部材の動的純発生応力への適用性等について検討していくことが課題である。なお、この動的純タワミ量は橋梁の健全性の判断や補強効果等の確認のための指標となり得るものと考えている。

参考文献

- 1) 梅本, 相良, 堀野: 長大吊橋補剛桁の標高計測とその確認のための載荷試験, 土木学会第53回年次学術講演会(平成10年10月)
- 2) 日本道路公団久留米管理事務所: 九州自動車道山ノ井川橋 桁補強効果確認試験報告書, (平成7年3月)

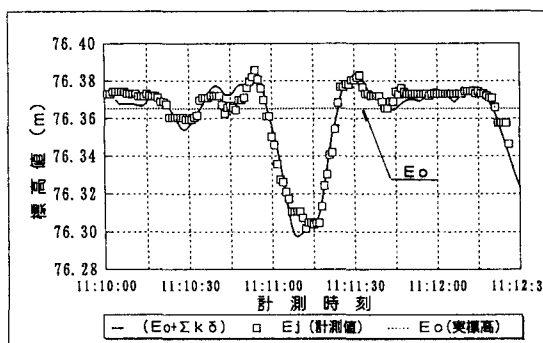


図3 標高計測結果

表1 東主構Lc/2点のタワミ比較

項目 (データ処理法)	動的純 タワミ量(m)	比率 (*1/c)
a 回帰分析法	0.052	0.95
b 大型車影響評価法	0.052	0.95
c 線形化タワミ理論値	0.055	1.00

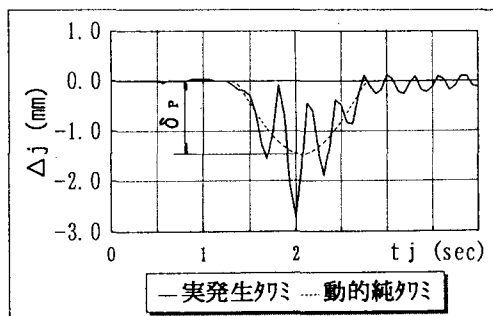


図4 タワミ波形(補強後 90Km/h)

表2 G3桁中央点のタワミ比較

区分	状態	静的 タワミ量 ①(mm)	走行 速度 Km/h	動的純 タワミ量 ②(mm)	比率 ②/①
A	補強前	2.80	70	2.3	0.82
			90	2.3	0.82
B	補強後	1.62	70	1.5	0.93
			90	1.5	0.93
	B A	0.58	70	0.65	****
			90	0.65	****