

長大吊橋補剛桁の標高計測法とその確認のための載荷試験

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

1. まえがき

関門橋補剛桁の標高計測はこれまでレベル計測法で実施されてきた。しかし、標高値には大型車によるタワミの影響が含まれてしまい、バラツキも大きく信頼性に欠ける等問題点が多かった。そこで、『光波測距儀による追尾計測』(以下AP計測と省略)を行い、『大型車の影響評価法』で補正する方法を採用した。その結果、今までの値に比べて精度良い計測値が得られることが確認できた。一方、この補正法には仮定値や計算値を含んでおり、これらの値を確認するために試験車による走行載荷試験を実施した。

2. 概略計測方法および補正法

AP計測は図-1のように、地上の計測基準点に据えた光波測距儀から、大型車の通過によってタワミ変位し続けている補剛桁上の中央径間中央点($L_c/2$ 点)に設置したターゲットを追尾し、距離(L)や鉛直角(α)を毎秒2.5回の頻度で連続計測して高さ(H)を計算し、標高を求める方法である。この方法によれば、車の通過によって生じている数mmに満たない補剛桁のタワミ変位量も確実にとらえることができる(図-2)。

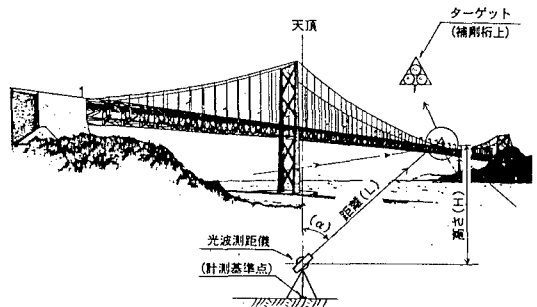


図-1 AP計測法概略図

しかし、関門橋では大型車が毎分数台以上と頻繁に通行しており、大型車が全く通過していない1分以上の時間帯(非通過時間帯)は少なく、タワミの影響を受けない補剛桁の標高を容易には得ることができない。そこで、大型車によるタワミの影響を取り除くために『大型車の影響評価法』で補正することにした。

この方法は、計測時間(T)内に通過した大型車(重量 W_i)に応じて、20tf移動荷重による $L_c/2$ 点の平均タワミ影響値(δm)を用いて、下記に示す式で標高補正值(Δ)を算出して計測標高値を補正する方法である。

$$\Delta = \sum (W_i \times \eta_i \times t_i) \times \delta m / (20 \times T)$$

ここに、 η_i … 大型車の通過車線に伴う東西各補剛桁の重量分担率(1-0法による)

t_i … 大型車の本橋内の通過所要時間

注). ▼印は $L_c/2$ 点での大型車通過時刻を示す。

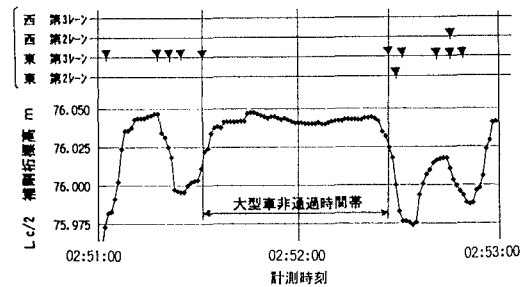


図-2 AP計測結果図

キーワード：計測システム、標高計測法、吊橋、載荷試験

〒541-0051 大阪市中央区備後町1-5-2 KDD備後町ビル TEL 06-203-2552 FAX 06-203-2558

3. 載荷試験の概要

標高補正値の計算においては、大型車重量が必要となるが、この値は実測しなければ不明であり仮定値を設定していた。また、20tf移動荷重による平均タワミ影響値(δm)は線形化タワミ理論による計算値である。そこで、これらの値を確認するため、あらかじめ重量を測定した試験車による走行載荷試験を実施した。

通過大型車の重量は、主塔伸縮装置の渡り桁に発生する曲げ歪の試験車のそれに対する比を測定することによって各軸重を求め、車両重量を算出した(図-3)。

また、本橋の塔頂サドル内においてケーブル周囲温度を計測するとともに、両端断面に覆いをした実物大のケーブル模型を使用して周囲温度や内部温度を計測した。そしてこれらから、実ケーブルの全体平均温度を推定した(図-4)。

AP計測により得られた温度補正後の標高値(E_{ap})は補剛桁の実標高値(E_o)に通過大型車によって発生するタワミの累計値と誤差(v)を加えた値として以下の関係式で示すことができる。

$$[E_o] = (E_{ap}) + \sum k_i \times [\delta p] + (v)$$

ここに、 k_i : 大型車重量や載荷位置による影響係数

δp : 20tf移動荷重による最大タワミ値

なお、大型車以外の車によって発生するタワミの影響は誤差に含めた。これより、誤差を最小とする $[E_o]$ と $[\delta p]$ の最確値を得ることができる。

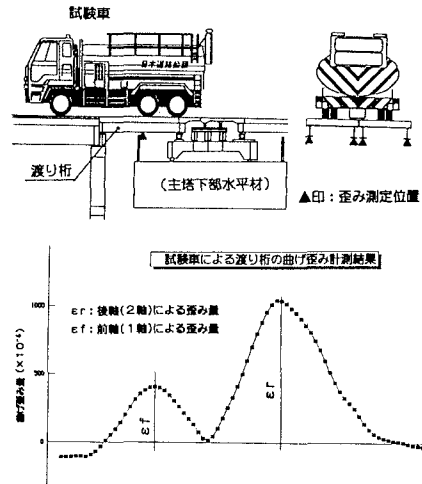


図-3 大型車の重量測定法

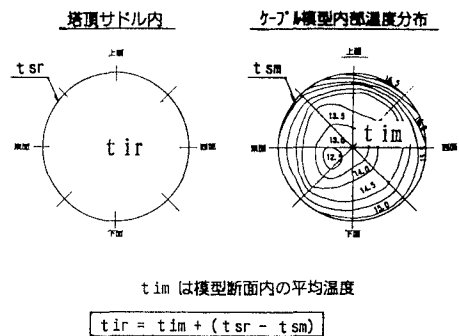


図-4 ケーブル温度の推定法

4. 結論

吊橋補剛桁の標高計測で『AP計測』と『大型車の影響評価法』を採用した結果、現段階までにおいて以下の点を確認することができた。

- ① レベル計測結果に比べAP計測結果は精度面での信頼性が高く、長大吊橋の形状計測に適している。
- ② 大型車の非通過時間帯での計測が可能であるならば、補剛桁の標高を容易に得ることが可能である。
- ③ 大型車の通過重量等を同時に調査することにより、机上計算で標高補正も可能である。なお、試算によれば、全大型車の仮定平均重量による標高への影響は約 1mm/tfである。
- ④ 補剛桁上へのターゲット設置は検査路や足場からの作業が可能であり、路面交通規制が不要となる。

5. 今後の課題

塔頂サドル内でのケーブル周囲温度と模型における周囲温度が近似していることを前提に、実ケーブルの全体平均温度を推定したが、双方には最高4℃の差を生じており、ケーブル全体温度の推定法にはさらに検討が必要である。特に、AP計測法で標高をより精度よく評価できるようになったことからみれば、ケーブル全体温度を同時に正しく評価する方法の確立が新たな課題であると考えられる。