

I - A341

傾斜計を用いた主桁形状計測について

東京鐵骨橋梁 正会員 中野 幹一郎
 東京鐵骨橋梁 正会員 入部 孝夫
 エーティック 宇井 靖彦
 エーティック 龔 放鳴

1. まえがき

斜張橋に代表されるケーブル構造物では、架設時の精度管理業務としてケーブル張力および主桁と主塔の形状を測定する機会が多い。その際、各架設段階での張力、形状の測定を迅速かつ精度良く行うことが必要である。測定は温度の安定した夜間に行うのが一般的で、作業員の安全性および工数削減の目的からも長大橋梁の施工時には測定の省力化、合理化が求められている。今回、これまで橋梁の計測では類例のない水平設置型の傾斜計を用いた主桁形状測定の可能性について検討を行った。

2. 従来の形状測定

従来の形状測定方法の特徴と問題点を表-1に示す。各測定方法の問題点を解消し得る方法として、水平傾斜計を用いた主桁形状測定について検討した。これまでの土木分野での傾斜計の利用は、盛土斜面の動きを調べたり、トンネル周辺の構造物の変状および山留めの変状を調べたりすることに使用する場合が多かった。したがって、どちらかという橋梁のような長手方向に長い構造物の傾斜を測定するには精度上の問題があった。しかし、近年の計測機器の発達により高精度で安価な機器を用いた測定が可能となったことから、今回、水平設置型の傾斜計を使用することを考えた。

表-1 各種形状計測方法の特徴と問題点

形状測定方法	特徴と問題点
レベルによる測定	<ul style="list-style-type: none"> ・ 簡単な測量作業で測定可能であるが、長大橋の場合、数多くの基準点の盛り替え作業が必要となり、膨大な時間と人件費が掛かる。 ・ 自動計測ができない。
連通管による測定	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動計測が可能であるが、装置が大規模となり、据付け、配管作業に手間が掛かり、架設時の障害物に成り易い。 ・ 気象条件による水位管理が煩雑である。
レーザーレベルを用いた測定	<ul style="list-style-type: none"> ・ 簡単な測量作業で測定可能であるが、レーザーレベルとスタッフが高価で経済性に劣る。
トータルステーションによる測定	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動計測が可能であるが、トータルステーションから確実に視準できる位置にターゲットを取付ける必要があり、足場、架設機材が障害物と成り易い。
傾斜計による測定	<ul style="list-style-type: none"> ・ リアルタイムの自動計測が可能で、傾斜計を桁に容易にセットできる。

3. 測定原理

本検討で使用する傾斜計の性能を表-2に示す。水平傾斜計(チルトセンサー)は、センサー内の誘電性液体の傾きによる静電容量の変化率から傾斜計を取付けた構造物の傾きを検出する計測器である。傾きは重力方向に直角な水平線からの絶対角度で表現される。測定原理図を図-1に示す。主桁上に水平傾斜計を設置し、傾きを測定することによって、測定点間の長さで傾きから着目点の座標を算出し、主桁形状を把握する方法である。

キーワード：傾斜計、チルトセンサー、架設時精度管理、形状計測

〒108 東京都港区芝浦 4-18-32 TEL 03-3451-1144 FAX 03-5232-3335

〒063 札幌市西区二十四軒1条 5-6-1 TEL 011-644-2845 FAX 011-644-2895

表-2 傾斜計の性能

計測範囲	±4° (勾配 ±7.0%)
温度範囲	-20~65℃
湿度範囲	5気圧防水
分解能	±0.001°
精度	±0.002° (±0.35mm/10m当り)

4. 検証実験

傾斜計での測定精度を確認するために、検証実験を実施した。実験は支点支持状態に仮組立された単純合成I桁に傾斜計を1部材当たり1箇所セットし(図-2)、G1からG4のS2支点を200mmジャッキアップすることにより桁の形状の変化を測定した。合わせて光波計での測量も実施し、測定精度の確認を行った。測定結果を図-3に示す。図はG1桁-S2横桁-G4桁が連続したものと測定した結果で、全体では約60mの桁を測定した結果となる。光波計との比較から傾斜計の基準点から進行方向に上りの場合に正の誤差、下りの場合に負の誤差が生じている。この結果は傾斜計から算出された傾きが実際の測定点の高さから算出される傾きよりも大きいことを示している。誤差の絶対量は最大1.8mmで、部材長さの比で1/5000となり、主桁形状を把握する上での十分な精度を有しているといえる。

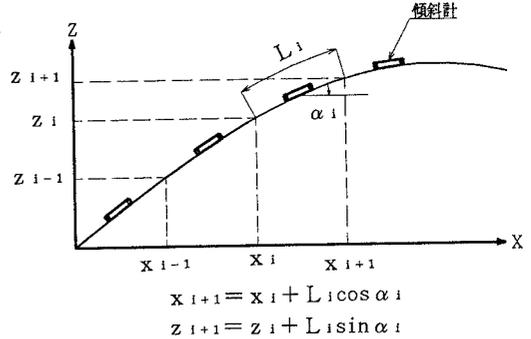


図-1 測定原理

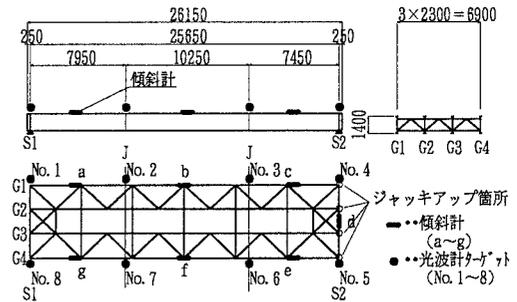


図-2 実験概要図

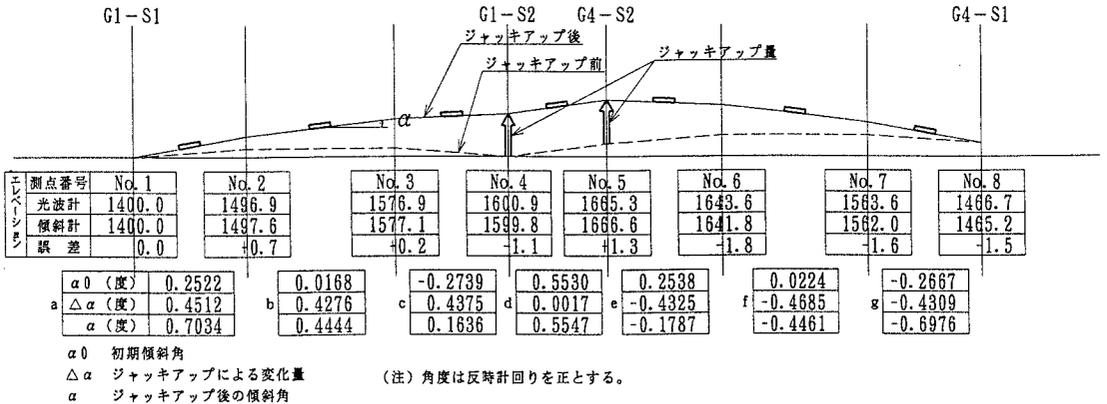


図-3 測定結果

5. 今後の課題

本測定法での実用化に向けてのポイントは、傾斜計の設置間隔をどのようにして決定するかである。個々の傾斜計の精度が測定間単位の許容誤差を十分満たしていても、全体の形状を表す場合に各傾斜計の測定誤差が基準点を離れるごとに累積される結果となる。したがって、全体形状での累積許容誤差を満足するような傾斜計の最適設置間隔の算出方法を検討する必要がある。また、架設時の部材変形形状に十分追従できるような傾斜計の最適設置間隔も検討する必要がある。

現在、橋梁形状を近似曲線に置き換え、接線勾配、測定間隔および累積許容誤差の関係を検討中である。