

全方位測定傾斜計の開発

中央復建コンサルタンツ（株）フェロー 夏川 亨介
中央復建コンサルタンツ（株）正会員 ○目野 豊
総合計測株式会社 正会員 蜂須賀義文

1. はじめに

日本の都市部においては、土地の有効利用に伴うインフラストラクチャーの錯綜化や地下空間利用の進展、あるいは既存施設の更新事業等が増加している。このような状況下で、現場計測は情報化施工あるいは安全管理の手段として重要な役割を担い、要求される精度が年々高くなっている。

当該研究対象とした傾斜計は、近接工事に対する既設構造物の安全管理や、各種建設工事の情報化施工を目的として多用されて、その要求される精度もますます高度化する傾向にある。しかし、この要求精度に対し、計測システムの心臓部ともいえるセンサー部には、まだ多くの改良余地が残されている。

本研究では、非接触型の渦電流センサーを用いることにより温度変化の影響を極力防ぎ、かつ全方位の傾斜を測定することができる傾斜計の開発を行った。ここにその概要を報告する。

2. 原理と特性

全方位測定傾斜計は、吊り下げられた円筒形の重錘（金属製）と重錘の表面を標点板として、水平方向の距離を測定する4個の渦電流センサーから構成され、非接触な状態で重錘の水平方向の変位を4方向から同時に測定する構造となっている。

当該傾斜計の特徴は2点に要約される。まず、測定対象物に対して任意方向の傾斜角度および最大傾斜角度とその方向が測定できること、次に、温度変化の影響を受けにくく、その結果、精度の高い測定値が得られることである。表-1に仕様、図-1に形状図を示す。

平面的に相対する2個(同一軸上)のセンサーの測定値より温度変化に伴う重錘自体の膨張・伸縮量は、数学的に消去することができる。さらに、渦電流センサー自体の温度特性は、温度特性がそろったセンサーを同一軸上で組み合わせることで、温度影響をキャンセル(渦電流センサーの「ペアリング」と呼ぶ)することができた。これによって全方位測定傾斜計の耐温度性能を格段向上することができた。

図-2に最大傾斜角度とその方向の関係を示す。同図において、重錘が実線から破線に位置変化したとすると、重錘の位置変化量と方向は、式(1)～(4)のように求められる。

表-1 全方位測定傾斜計の仕様

項目	仕様
センサー	渦電流センサー4台
測定方位	全方位が傾斜感度方向
測定範囲	±0.82度
分解能	7秒
直線性	0.5% of F.S
重錘形状	φ56mm 約0.2kg
躯体材質	アルミニウム
外形寸法	100×205×100 mm
質量	約3kg

$$\delta x = (\delta a - \delta c)/2, \quad \delta y = (\delta b - \delta d)/2 \quad (1)$$

$$\theta x = \tan^{-1} (\delta x/L), \quad \theta y = \tan^{-1} (\delta y/L) \quad (2)$$

$$\theta m = \tan^{-1} ((\delta x^2 + \delta y^2)^{1/2} / L) \quad (3)$$

$$\alpha m = \tan^{-1} (\delta y / \delta x) \quad (4)$$

ここに、 δx : X軸方向の変位量、 δy : Y軸方向の変位量、 θx : X軸方向の傾斜角、 θy : Y軸方向の傾斜角
 θm : 最大傾斜角、 αm : 最大傾斜角の方位、 L : 吊り材の長さ

キーワード：現場計測、全方位測定傾斜計、温度変化、渦電流センサー、非接触センサー

連絡先：〒532-0004 大阪市淀川区西宮原1-8-29

Tel 06-6393-1107

Fax 06-6393-7527

3. 現場適用による検証

全方位測定傾斜計の基本的な特性を把握するため、「直線性試験」、「温度特性試験」および「放置試験」の3項目の室内試験を行った。さらに、現場適用に関する性能検証を目的として従来型傾斜計との比較を行った。

(1) 対象構造物

検証対象としたラーメン高架橋は、線路方向とその直角方向の構造寸法差が大きく、特に直角方向は、温度変化に伴う影響が明確に表れる構造物である。傾斜計の設置は高架橋頭部の柱との接合部とした。

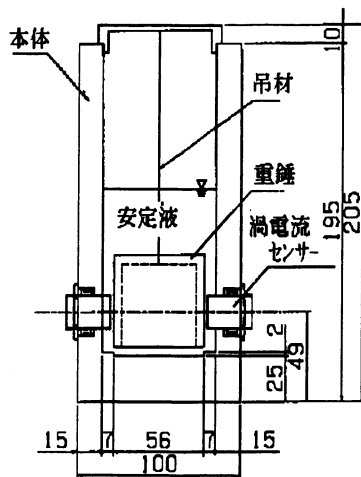


図-1 外形図

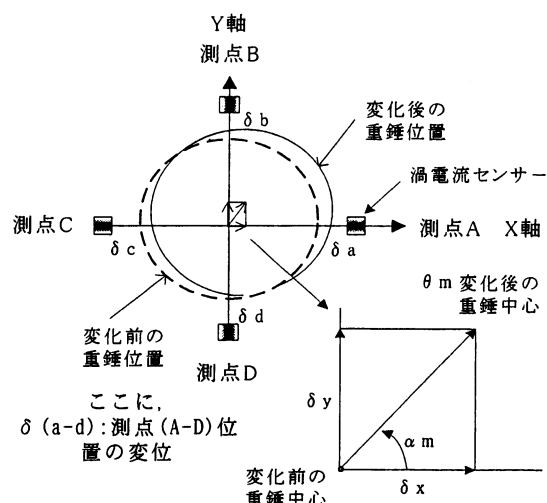


図-2 最大傾斜角度と方向

(2) 計測結果

計測結果は、ラーメン高架橋の温度変化または、列車走行振動等による構造物の挙動と傾斜計の温度特性を捉えている。

図-3の経時変化図をみると、従来型傾斜計(上段)では深夜に安定しているものの、それ以外の時間帯では0.2分程度の変動がみられる。一方、全方位測定傾斜計(下段)では常時、安定した結果が得られている。

つぎに、日変動を見ると、線路方向の傾斜は比較的小さく、線路直角方向では明らかに温度による傾斜が見られ、日変動量は0.2分程度であった。両傾斜計ともに同様な挙動を示していることから、これはラーメン高架橋自体の温度変化による傾斜を捉えているものと考えられる。なお、全方位測定傾斜計自体の温度による影響は、渦電流センサーのペアリングによって現れないことも確認できた。

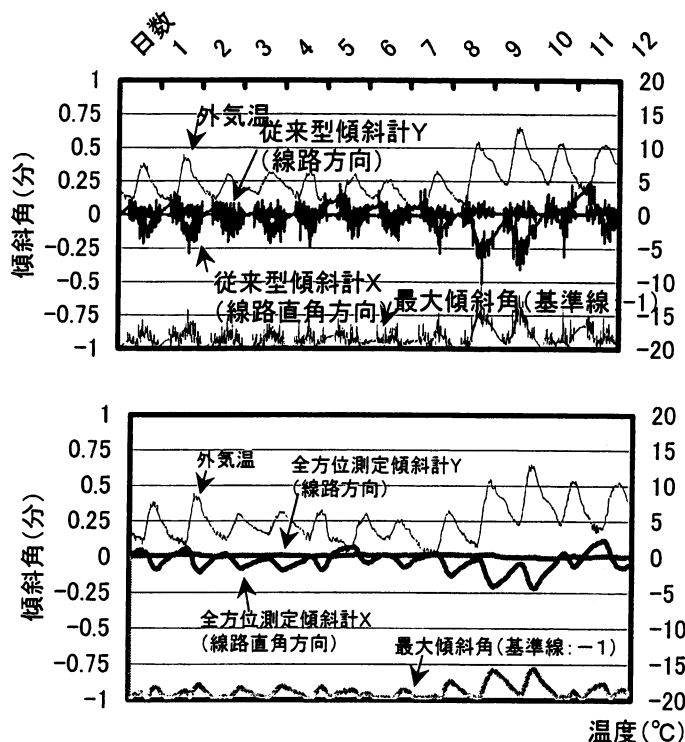


図-3 経時変化図

4. おわりに

全方位測定傾斜計は、室内試験および現場比較実証試験より、従来型傾斜計と同程度以上の安定性を有するとともに、全方位の傾斜を測定することができ、さらに、比較的高い振動の影響を受けにくいことも認められた。また、温度特性の比較的そろった渦電流センサーを適切に組み合わせることにより、傾斜計としての温度特性の向上が確認できた。

今後は、実施工への長期間適用を重ね、耐久性の検証等に取り組み、信頼性向上に努めたい。

参考文献 夏川、田中、中廣、中野、蜂須賀:現場計測技術の課題と新型計器の事例紹介、第2回最近の地盤計測技術に関するシンポジウム発表論文集、(社)地盤工学会関西支部、pp.55-62、2000.12