

安価な傾斜計を用いた実橋でのたわみ角の計測

弘前大学 正会員 片岡俊一
弘前大学 棟方大観
NEXCO 東日本 徳田和哉

1. はじめに

橋梁の構造的な劣化調査として、たわみを計測することがある。しかしながら、その為には構台を設けなくてはならないため、準備が大変であり、それゆえ計測地点も限られてしまう。一方、たわみ角の計測は、橋面上でも可能であることから容易に複数の計測点を置くことができる。これまでの実橋梁の載荷試験から推測すると、高精度の傾斜計であればたわみ角の計測は可能に思われるが、高精度な傾斜計は高価であり複数のものを設置するのは簡単なことではない。そこで、比較的安価な MEMS 傾斜計を用いて実橋でたわみ角を計測し、実測に係わる問題点を検討してみた。

2. 対象橋梁

たわみ角を計測した橋梁は東北自動車道にかかる青森本郷川橋である。本橋梁は 1978 年竣工であり、上部構造は、3 径間連続非合成鋼橋の部分（以下、鋼橋部分）と 4 径間連続穴明床版橋（以下、RC 橋部分）の部分で構成され、鋼橋の橋長が 107.9m、支間長は約 34m であり、RC 橋の橋長は 68.8m、支間長は 16.5m である。全長は 176.7m、幅員は 10.3m である。

3. 傾斜計

利用した傾斜計は、Jewell instruments 社製の AMH-2-10-V1-ATP MEMS inclinometer である。外形を写真 1 に示す。このセンサは、製品名にあるように MEMS を利用したものであり、2 成分の傾斜を最大 10 度まで計測できる。傾斜が -10 度で 0V、+10 度で 5V が出力される設定であり、仕様では水平な場合は 2.475V～2.525V の間に収まることになっている。分解能は 0.001 度となっているので、弧度法で表すと

1.7×10^{-5} (rad.)である。



写真 1 用いた傾斜計

4. 計測概要

計測は、鋼橋部分と RC 橋の部分で独立に行った。ここでは、紙面の都合から鋼橋部分についてのみ述べる。RC 橋部分についても計測の状況はほぼ同じである。

10000L の水を満載した散水車を荷重とし、たわみ角の計測地点は橋脚間の 4 分の 1 の位置になる図-1 の SO の地点とした。傾斜計は路面に両面テープで留めた。載荷していない状態での計測地点の傾斜（たわみ角）は不明なため、散水車を橋梁から橋台 A1 側に待避させて計測した（以下、ゼロ計測）。次いで、散水車を図の S4 から S1 の位置に順に 1 分以上停止させて計測を行った。S4 は 4 分の 1 の位置、S1 から S3 は支承間の中間位置である。データ収録はゼロ計測から S1 まで連続してサンプリング振動数を 5Hz として行った。その後、散水車を RC 橋側に一旦移動させ、サンプリング振動数を 100Hz に変更して、S1 から S3 まで上述と同様に計測した。サンプリング振動数を変化させたのは、後述する車両振動の影響を確認するためである。

計測にあたり、走行車線のみ交通規制を行い、追い越し車線は規制しなかった。よって、通過車両により桁のたわみ振動が生じている。これが傾斜計測に影響を与えることが考えられるので、振動計も設置し振動状況の把握に努めた。振動計のサンプリング振動数は 100Hz である。更にビデオカメラで通行車両の状況も

撮影した。

5. 計測結果

各荷重点で散水車を1分間程度停止させていたので、その間の傾斜角の平均値を求め、ゼロ計測との差で、荷重によるたわみ角とした。その結果を表-1に示す。また、結果を分かりやすくするために、荷重点に橋軸方向のたわみ角をプロットしたものを図-2に示す。

まず、5Hzサンプリングで橋軸方向と直交方向を比較すると、直交方向ではたわみ角が殆ど変化しないが、橋軸方向は変化していることが分かる。橋梁を横断方向に見た場合荷重点が重心位置とずれているので、橋梁が振れて橋軸直交方向の傾斜が表れる可能性はあるが、今回の傾斜計ではそれは計測できなかった。このことは100Hzサンプリングでも確認できる。

荷重位置による橋軸方向のたわみ角の変化は図-2にもあるが、その分布は連続桁のたわみに対応しているように見える。なお、傾斜角の符号は図-1に示してあるが、SO地点を図で時計回りに回転させる方向が正である。

また、サンプリング振動数が異なった場合、たわみ角が異なっている。その原因として、ゼロ計測の値が不適切であること、傾斜計の長期変動などが考えられる。傾斜計の長期変動特性については今後確認する予定にしている。なお、構造解析はまだ実施していないので、図-2のようなたわみ角が本当に正しいかは未確認である。

サンプリング振動数が異なることで、桁の鉛直振動の影響度合いが異なる可能性があるので、データの標準偏差を比較してみた。結果を表-2に示す。表からは標準偏差はS3の計測時を除いてほぼ同じであることが分かる。計測タイミングによって、通過交通の量が変化していないことも確認している。RC橋脚でも同様の傾向であったので、実橋において通過交通がある状況で傾斜計を用いて計測しても振動の影響は現れないと想像できる。

6. まとめ

分解能0.001度程度の傾斜計を用いて、実橋においてたわみ角を計測した。橋軸方向のたわみ角の分布は連続梁としてはもっともらしいものであった。しかしながら、構造解析は未実施であるので、それを待って計測の適切性を判断したい。

謝辞

弘前大学大学院理工学研究科の上原子晶久准教授には研究遂行に当たり適切な助言を頂いた。記して謝意を示す。

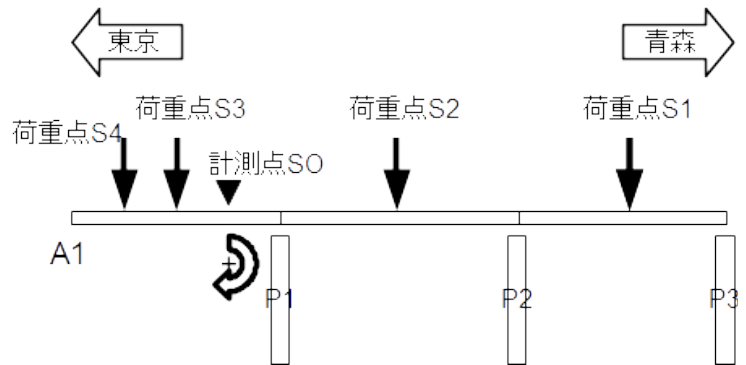


図-1 たわみ角の計測点（SO）と荷重点（S1～S4）

表-1 傾斜計で求めたたわみ角

計測点	たわみ角(度)			
	5Hzサンプリング		100Hzサンプリング	
	橋軸方向	橋軸直交方向	橋軸方向	橋軸直交方向
S4	0.002	0.003	N.A.	N.A.
S3	-0.005	0.004	-0.004	0.002
S2	0.007	0.005	0.004	0.001
S1	0.003	0.004	0.002	0.001

Hongogawa bridge (S-part)

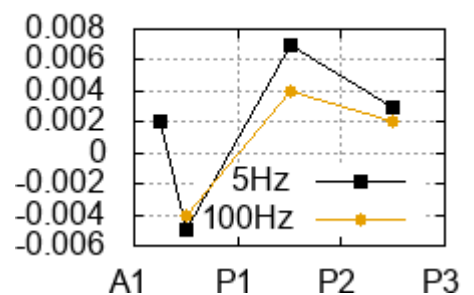


図-2 傾斜計で計測したたわみ角

表-2 傾斜計で求めたたわみ角の標準偏差

計測点	橋軸方向標準偏差	
	5Hz	100Hz
S4	0.0013	N.A.
S3	0.0013	0.0021
S2	0.0014	0.0013
S1	0.0013	0.0013