

I - 30

実橋載荷試験時の高精度傾斜計によるたわみ角測定結果に基づく一考察

地熱エンジニアリング株式会社 正会員○黒墨秀行
 社団法人岩手県土木技術センター 正会員 保 憲一
 岩手大学工学部建設環境工学科 正会員 岩崎正二
 岩手大学工学部建設環境工学科 正会員 出戸秀明

1. はじめに

社団法人岩手県土木技術センターは、平成5年11月に道路橋梁設計荷重が改訂されたことを踏まえ、既設の道路橋上部工にどのような問題があるかを、大学や関連企業の研究員で構成された共同研究会において、平成10年10月より調査研究を行っている。この共同研究会は、机上の調査方法ではなく、「実橋の載荷試験により実応力を測定し、理論値との対比を行う」という考えに基づき調査研究を進めており、岩手県内の5橋梁(正徳橋、有根橋、矢崎橋、西鉛橋、梨の木橋)で平成11年～12年にかけて実橋載荷試験を実施した。これらの実橋載荷試験時に新たな計測技術の導入も試みており、その1つとして静的載荷試験時に分解能最高1ナノラジアンで同時に2方向を計測できる高精度傾斜計(米国ピナクル社製)を用いたたわみ角計測も実施している。今まで土木学会東北支部や全国大会で橋梁毎の結果を報告してきたが、今回は5橋梁全ての計測結果による総合解析や考察を行い、静的載荷時の主桁挙動、垂直変位量算出や支承回転機能の評価への適用について述べる。なお、本高精度傾斜計の仕様や実橋載荷試験における設置方法は、黒墨他^{1),2)}に詳細に示されているので、ここでは記載しない。また、本要旨における「たわみ角」は、高精度傾斜計によって計測した静的載荷試験時の傾斜角変化量を示す。

2. 主桁挙動について

黒墨他^{1),2)}では、高精度傾斜計による計測結果から、橋軸方向及び橋軸直角方向の主桁挙動について述べている。これらでは、橋軸方向はその傾斜変化から、1)支承付近が最も大きいたわみ角を示すこと、2)1/2支間方向に向かって小さくなる弓形ではなく波打った挙動を示す可能性があることを述べた。また、橋軸直角方向はその傾斜角変化から、a)載荷時に主桁のたわみ角方向が変化するようなねじれが生じている可能性があること、b)単純な倒れ角を持つ挙動では無い可能性があることを述べた。これらの挙動は橋梁の桁構造や支承の特徴に起因すると考え、その関係について解析及び考察を行った。梨の木橋と西鉛橋の20t+25tの載荷を耳桁に行った場合のたわみ角計測結果を、例として表-1と表-2に示す。

表-1 梨の木橋におけるたわみ角計測結果(μR)

計測位置	支承の特徴	NK1	NK2	NK3	NK4	NK5	NK6	NK7	NK8	NK9	支承の特徴
橋軸方向	固定	685	444	560	408	62	589	338	523	546	可動
橋軸直角方向		-79	-102	226	528	485	379	194	29	-202	

表-2 西鉛橋におけるたわみ角計測結果(μR)

計測位置	支承の特徴	Nn1	Nn2	Nn3	Nn4	Nn5	Nn6	Nn7	支承の特徴
橋軸方向	可動	1685	846	618	51	783	751	1626	固定
橋軸直角方向		160	-1061	不明	981	495	-1133	-551	

(注1) 橋軸方向の「+」は1/2支間方向に、橋軸直角方向の「+」は中桁→耳桁に傾いた場合である。

(注2) — は横桁の位置、--- は1/2支間の横桁の位置である。

橋軸方向においては、ほぼ全ての試験及び橋梁において、支承付近のたわみ角が比較的大きいことが判明した。

一方、橋軸方向の「波打ち」及び橋軸直角方向の「ねじれ」に関しては、共に支承付近ないし横桁近傍で生じていることが判明した。したがって、このような主桁挙動は、支承や横桁によって主桁が拘束された付近で生じる局所的な挙動と考えられ、そのような場所では複雑な挙動を呈していると考えられる。さらに、支承の特徴によって、主桁挙動に特徴があるようにも見える。また、西鉛橋におけるFEMモデル解析でも、橋軸直角方向にその傾斜方向に変化する結果が得られている。

3. 垂直変位量の算出及び支承回転機能の評価について

20t+25tの载荷を耳桁に行った場合の、高精度傾斜計によるたわみ角から算出した1/2支間付近の垂直変位量と、変位計による計測結果の比較を表-3に示す。

表-3 垂直変位量の算出結果と変位計による計測結果(耳桁)

橋梁名	正徳橋	有根橋	矢崎橋	西鉛橋	梨の木橋
実施年月	平成11年5月		平成12年2月		平成12年11月
変位計による計測	11.470mm	10.008mm	4.490mm	3.396mm	6.000mm
傾斜計による算出	6.662mm	6.360mm	8.390mm	6.050mm	5.410mm
誤差の割合	42%	36%	87%	78%	10%

実橋载荷試験に取り組んだ当初は、高精度傾斜計の配置間隔をほぼ均等にしていたが(正徳橋、有根橋、矢崎橋、西鉛橋)、試験を重ねるにつれ、たわみ角が支承付近で最も大きく、支承付近に高精度傾斜計を設置しないと変位計による計測と高精度傾斜計による算出結果の誤差が大きいたことが判明した。そこで、梨の木橋においては支承付近に高精度傾斜計を多く配置した。その結果、変位計による計測結果との格差がほとんどなくなった。この誤差は、傾斜計の配置数による限界や高精度傾斜計と変位計の設置位置の違い等によって生じていると考えており、高精度傾斜計を支承付近に多く配置することによって、変位計の計測に変わりうる可能性がある計測技術であることが判明した。

支承の回転機能の評価することは、橋梁の健全度を考える1つの手法であり、徳田・岩崎³⁾(1995)では、支承回転角と主桁支間中央のひずみの関係及びモーメントの関係を検討する方法を述べている。実橋において支承付近の回転角を直接測定できる高精度傾斜計による計測は、より精度高く活荷重に対する支承の回転性能の評価ができる手法と考えられる。

4. まとめと今後の課題

高精度傾斜計を用いたたわみ角測定結果から、垂直変位量の算出を行うことにより、変位計に変わりうる計測技術であることが判明した。特に、足場を組むことが困難である高架橋に関しては有効な手法と言える。また、局所的な主桁挙動の推測や支承回転機能の評価を行える計測技術と言える。なお、今回用いた高精度傾斜計は自動水平保持機能を有し、設置の際に手動で高精度傾斜計を水平に設置する必要がなく、簡単に設置できる。今後は、高精度傾斜計による計測データと、ひずみ分布等のその他の計測結果との総合解析・考察を進め、健全度評価へのさらなる利用方法の画策を行う予定である。

謝辞

FEMモデル解析に関しては、日本大学五郎丸教授に計算をして頂くと共に、日頃よりご意見を頂いている。ここに記して感謝申し上げる。

<引用文献>

- 1)黒墨秀行, 出戸秀明, 村上功, 岩崎正二, 向井正二郎: 高精度傾斜計を用いた実橋载荷試験時のたわみ角測定, 鋼構造年次論文報告集, vol.8, p.627-634, 2000
- 2)黒墨秀行, 出戸秀明, 村上功, 岩崎正二, 大関仁志: 静的载荷試験時の高精度傾斜計を用いた梨の木橋のたわみ角測定, 鋼構造年次論文報告集, vol.9, p.583-590, 2001
- 3)徳田浩一, 岩崎雅紀: 支承の活荷重挙動に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.41A, pp.935-944, 1995