

## 変位計を用いたコンクリート橋のひずみ計測

古市 正会員 古市 亨  
 大日コンサルタント 正会員 ○河合 浩史 松波 司  
 大阪工業大学 名誉会員 松井 繁之

## 1. はじめに

道路や橋梁などに代表される土木構造物・施設は戦後着実に整備・蓄積され、我が国の重要な社会資本を形成していることは言うまでもない。しかし、これらストックの老朽化とその対策に要する維持管理費は年々増加し、財政上の負担となりつつある。橋梁に関しては、道路構造令、道路橋示方書の改訂に伴い、既設橋梁の主桁の耐荷力照査については「既設橋梁の耐荷力照査実施要領(案)」<sup>1)</sup>を用いて補強要否の判断を行うが、最終段階では、応力頻度測定や載荷試験による耐荷力照査が必要となる。特に、RCT 桁橋では「応力頻度測定実施要領(案)」<sup>2)</sup>に従い、桁下フランジのコンクリートの主鉄筋付近を研り、鉄筋にゲージを貼付して計測を行う必要があり、時間と労力がかかるだけでなく、主桁本体を傷つけることにもなる。本稿では、コンクリートの研りを行わず、簡易的に設置できる既存の変位計を用いて、コンクリート桁の鉄筋（鋼線）ひずみを計測する手法を提案し、その精度の検証を行ったので報告する。

## 2. 基本的な考え方

荷重載荷前の評点間距離  $L1$ 、変形後の長さを  $L2$ 、長さの変化分を  $\Delta L(L1-L2)$  とすると、ひずみ  $\varepsilon$  は長さの変化分  $\Delta L$  を元の長さ  $L1$  で割った値で定義される。

$$\text{ひずみ } \varepsilon = \Delta L / L1$$

この考えに従い、松井繁之 大阪大学名誉教授はカンチレバ式変位計を用いたひずみ計（M式ひずみ計、写真-1 参照）を考案し、主に鋼橋のフランジにアングル部を万力等で固定して計測を行っていた。このひずみ計は標点間距離 500mm でアングル治具を固定、片側の棒は固定、片側にはカンチレバ式変位計を設置し、変位量と標点間距離からひずみを推定するものである。この発想を元に、今回は PI 型変位計を使用し、その適用性を確認することとした。ただし、一般的なコンクリートに使用するひずみゲージは局所系（60mm 程度）のひずみを計測するのに対し、本手法は標点間距離（300mm,500mm）の平均値のひずみを計測することになる。



写真-1 M式ひずみ計

表-1 橋梁諸元

上部工；プレテンション単純 PCT 桁橋  
 対象支間：20.0m  
 設計年度：1972 年  
 適用示方書：昭和 31 年道示(TL-14)

## 3. 計測手法

今回は基礎的データ採取のため、表-1 に示す橋梁諸元の PCT 桁橋の下フランジ近傍にひずみゲージ、各種センサーを

配置した。表-2、図-1 に示すように、ひずみゲージ、M式ひずみ計に、評点間距離、設置手法を変化させた PI 型変位計によるひずみを計測した。基本となるのは下面に貼付したひずみゲージであるが、下面には、評点間

表-2 使用センサーと分解能

使用機器 センサー		設置箇所		変位計分解能				ひずみ分解能		L-FLG からの 距離
				容量 mm	定格 出力 μ	感度 μ/mm	変位計 分解能 mm	標点間 距離 mm	ひずみ 分解能 μ	
センサー	使用機器	箇所	固定方法	容量 mm	定格 出力 μ	感度 μ/mm	変位計 分解能 mm	標点間 距離 mm	ひずみ 分解能 μ	L-FLG からの 距離
ひずみゲージ	PL-60	下面	接着剤	—	—	—	—	—	1	0mm
PI型変位計	PI-2-300	下面	コマ・接着剤	2	4000	2000	0.00050	300	1.67	10mm下
PI型変位計	PI-2-300	側面	アンカー	2	4000	2000	0.00050	300	1.67	60mm上
PI型変位計	PI-2-300 (500に延長)	下面	コマ・接着剤	2	4000	2000	0.00050	500	1	10mm下
M式ひずみ計	GE-2S(特注)	側面	アンカー	1	4000	4000	0.00025	500	0.5	60mm上

距離 300mm、500mm の PI 型変位計を純正のコマで設置、側面には、RCT 桁を想定して、PC 鋼線位置に M式

キーワード 耐荷力、載荷試験、ひずみ計測、PI 型変位計

連絡先 〒500-8384 岐阜市藪田南 3 丁目 1 番 21 号 TEL 058-271-2509

ひずみ計と評点間距離 300mm のパイゲージをアンカーで設置した。なお、各変位計分解能が異なるため、標点間距離を含めたひずみ分解能を表-2 に示している。標点間距離 300mm の PI 型変位計の分解能はひずみゲージに比べ、分解能が少し劣るが、標点間距離 500mm の PI 型変位計とM式ひずみ計は同等以上の分解能がある。また、下面に貼付したひずみゲージと下面設置の PI 型変位計は 10mm の、側面設置の M 式ひずみ計と PI 型変位計は 60mm の高さの違いが生じている。

4. 計測結果

対象主桁直上に載荷試験車 (2 軸クレーン) の輪荷重を走行させる動的載荷試験時の各センサーのひずみ挙動を図-2 に示す。基本的な挙動、ひずみの最大値に大きな差異はないが、最大値付近に達するまでの 4 種の変位計センサーの挙動はひずみゲージに比べ、少し急な富士山型の動きをしている。この傾向はM式ひずみ計を用いた支間の短い鋼橋でも同様であり、ひずみゲージは 60mm の平均値であるのに対し、変位計センサーは 300mm, 500mm の平均値であることが要因と考える。

表-3 に各センサーの最大値の集計を示す。実測最大値を比べると、ひずみゲージに比べて 2~12%の差があるが、この要因は前章で示したひずみゲージ位置と桁の高さ方向の距離と考え、上・下フランジの発生ひずみから中立軸位置 (図-1) を推定し、設置した位置の高さから補正を行った。高さ補正後の最大値では、M式ひずみ計はひずみゲージと同じ値、標点間距離 500mm の PI 型変位計は 3%の誤差、300mm の PI 型変位計でも 5%以内の差に収まった。

5. おわりに

今回は PCT 桁を用いて既存の変位計を用いたひずみ計測を行ったが、ひずみゲージの分解能より劣る 300mm の PI 型変位計でも、5%以内の差異であり、現場で使用しても問題ないと判断できる。また、本来の RCT 桁橋の計測に用いる場合、標点間距離の間にひび割れが発生していてもひずみの平均値が得られ、安定した値が採取できる有効な手法であると言える。ただし、RCT 桁は表面状態が悪い場合もあるため、現場状況に即して、変位計の設置位置、固定方法 (アンカー) を検討する必要がある。今後は RCT 桁橋による計測を行い、その有用性を確認する必要がある。

参考文献

- 1) 既設橋梁の耐荷力照査実施要領 (案), 平成 8 年 3 月
- 2) 道路保全技術センター: 応力頻度測定要領 (案), 平成 8 年 3 月

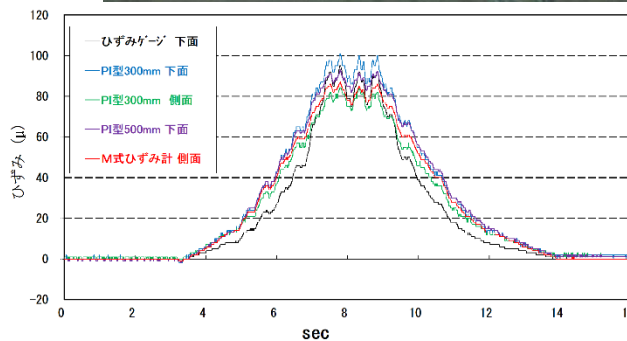
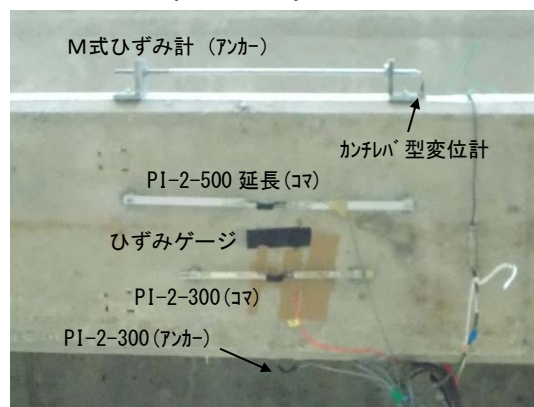
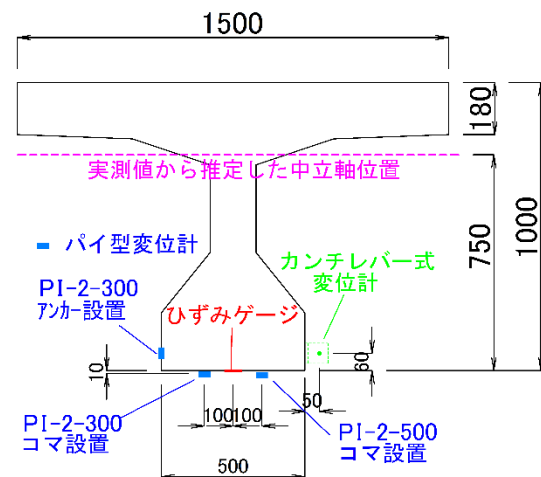


図-2 ひずみ挙動

表-3 ひずみの最大値比較 (補正含む)

NO.	場所	センサー	精度 (μ)	実測最大値①	①の比率	高さ補正後最大値②	②の比率
1	下面	ひずみゲージ	1	95	1.00	95	1.00
2	下面	PI型変位計 300mm	1.67	101	1.06	100	1.05
3	側面	PI型変位計 300mm	1.67	84	0.88	91	0.96
4	下面	PI型変位計 500mm	1	93	0.98	92	0.97
5	側面	松井式カンチレバー	0.5	87	0.92	95	1.00