

VI-36

斜張橋桁形状自動計測のための連通管式変位計の検討

川田工業(株) 正員 ○枝元勝哉

川田工業(株) 正員 町田文孝

川田工業(株) 正員 橋 吉宏

川田工業(株) 正員 前田研一

1. はじめに

近年における長大斜張橋の架設件数の増大にともない、架設時の精度管理を橋上に配置された自動計測機器、およびパーソナルコンピュータやワークステーションで集中管理するシステムが開発されてきた。しかしながら、架設時における重要な精度確認事項である桁形状および塔の倒れ量の計測に関しては、いまだ目視計測に依る部分が多く、この方面での自動化が望まれている。

本文は、桁形状の自動計測のために開発された高性能圧力変換器を用いた連通管式変位計について、その精度確認実験の概要と結果の考察を述べるものである。

2. 実験概要

実験に用いた連通管式変位計の器械構成を図-1に示す。

連通管式変位計の計測精度確認実験は、従来の計測方法（レベル、連通管の目視計測）との計測精度の比較を行う室外実験と、連通管式変位計の特性を把握するための室内実験とを行った。

室外実験は、図-2に示すような2径間連続鋼斜張橋の張り出し架設時にを行い、連通管式変位計は測点①～③の鋼箱桁内に設置した。また、測点③を基準点としここに補給水槽を設けた。

実験は、室外実験および室内実験を合わせて4ケース行った。それぞれのケースにおける精度確認項目とその目的を表-1に一括して示す。

3. 実験結果

以下に各実験項目における計測結果を示す。

(1) CASE-1：レベルとの精度比較

従来の目視計測との比較をみるためにおこなったCASE-1の実験の計測結果を表-2に示す。架設前後の連通管式変位計による自動計測値と水位の目視による読取り値との差は±1mm程度であり、両者の計測結果はよく合致していた。また、連通管式変位計とレベルによる計測値との差は最大3.6mmであったが、器械誤差および読取り誤差などを考慮すると両者の結果はおおむね合致するものとみてよい。

(2) CASE-2：温度変化の影響

連通管式変位計はレベルと異なり、多数の測点を同時に測れることが一つのメリットである。しかしながら、この時すべての変位計が同じ気温条件のもとにあるとは限らない。したがって、温度変化が変位計に与

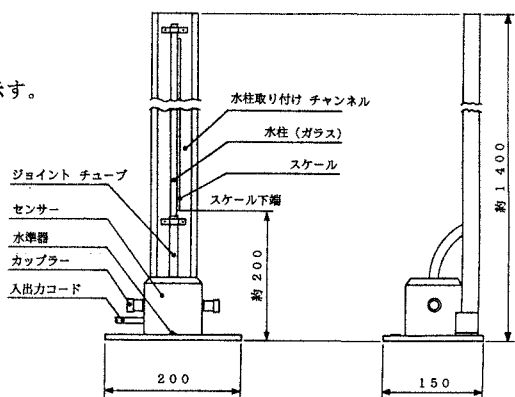


図-1 連通管式変位計

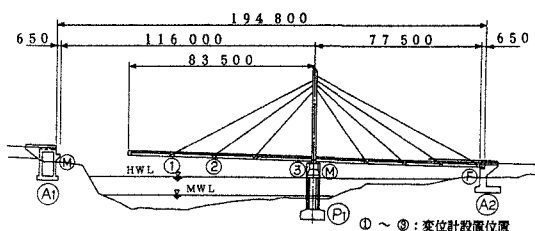


図-2 室外実験における架設系

表-1 実験項目とその目的

ケース名	実験項目	目的
CASE-1	主桁の張り出し架設時の変形	目視との精度比較
CASE-2	連通管式変位計に温度変化を与える	変位計特性の把握
CASE-3	連通管式変位計に傾斜角(5°)を与える	
CASE-4	連通管内に1cc程度の気泡を混入させる	

表-2 主桁の張り出し架設時計測結果（単位：mm）

ケース名	計測状態	計測時刻	水位の目視計測			自動計測			レベル計測		
			測点①	測点②	測点③	測点①	測点②	測点③	測点①	測点②	測点③
CASE1	上流側箱桁架設前	10:54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	上流側箱桁架設後	11:44	79.0	42.0	0.0	79.5	40.9	0.0	80.0	44.5	0.0
CASE1	鋼床版架設前	14:28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	鋼床版架設後	14:55	5.0	3.0	0.0	5.9	3.9	0.0	4.0	2.0	0.0

える影響を把握しておく必要がある。表-3は連通管式変位計の周辺温度を0～50℃に変化させた際の、各水頭における変位計指示値の動向を表したものである。これによると同一の気温条件にある場合は、器械誤差や読取り誤差を除けば、各変位計はほぼ同一の感度変化を示すことが分かる。しかし各温度ごとの誤差自体は、変位計の別や気温、また水頭値によっても変化している。これは、変位計内部の歪みゲージと受感材料の弾性係数が温度変化にともない変化するということのほか、受感材料が水圧によって微小な変形を起こしているためである。

(3) CASE-3：傾斜の影響

連通管式変位計の設置時における傾斜の影響をみるためにおこなったCASE-3の計測結果を表-4に示す。水位が1000mmのとき変位計を5°傾斜させると、計算上は $1000 \times (1 - \cos 5^\circ) = 3.8\text{mm}$ 指示値は変化するはずであるが、実測値もほぼこのとおりに変化した。経験的に、連通管式変位計を設置する際の最大水頭は2m程度になるため、変位計の鉛直度が保たれない場合には何等かの形で計測値の補正を行う必要がある。

(4) CASE-4：残存気泡の影響

CASE-4では連通管式変位計内部への水注入時に混入する気泡の影響を調べた。高性能圧力変換器近傍に1cc程度の気泡を発生させたときの各水位の変化を表-5に示す。気泡の残存による計測値の変化は最大0.6mm程度であり、1cc程度の残存気泡では計測上問題とならない量であった。しかし、気泡の除去には常に気を配るべきである。

4. 考 察

連通管式変位計の精度確認および特性の把握を行うための実験を実施し、以下の事項が確認できた。

- (1) 実橋において、レベルによる目視との計測精度比較実験を行ったところ、レベルと同等の精度で斜張橋の架設精度管理時の自動桁形状計測に適用できることが分かった。
- (2) 連通管式変位計の測点間に温度差が生じるか、または計測中に温度変化を生じた場合には計測時の温度による適切な温度補正が必要である。また、受感材料の水圧による微小変形に起因する誤差を抑えるために、適当な抵抗体を組み入れた装置を現在検討中である。
- (3) 自動計測のメリットを損なわぬよう、連通管式変位計設置の際には傾斜角補正の必要がないよう速やかにレベリング出来る、適当な据え付け治具を考案・併用することが望ましい。
- (4) 連通管内に残存する気泡が変位計の指示値に与える影響は、残存気泡の体積が1cc程度であればほとんど無視できる。ただし、計測の正確を期すため気泡の除去には最大限の努力を払わなくてはならない。

5. 謝 辞

最後に、今回の連通管式変位計の室内・室外実験を進めるにあたり数々の御協力をいただいた、(株)東京測器研究所の方々に厚く御礼申し上げます。

表-3 温度変化を与えた時の変位計指示値の変化（単位：mm）

ケース		0℃	10℃	20℃	30℃	40℃	50℃
変位計No.1	①水頭 19mm	2.8	1.8	0.0	-2.1	-3.5	-4.9
	②水頭 224mm	2.1	1.4	0.0	-1.4	-2.8	-3.5
	③水頭 607mm	1.1	0.7	0.0	-0.7	-1.4	-1.1
	④水頭 941mm	-1.1	0.0	0.0	0.4	1.1	2.1
	感度変化②-①	-0.7	-0.4	0.0	0.7	0.7	1.4
	感度変化③-①	-1.1	-0.7	0.0	0.7	1.4	2.5
変位計No.2	感度変化④-①	-2.1	-0.7	0.0	1.1	2.5	3.2
	①水頭 19mm	-2.1	-1.1	0.0	1.1	2.1	2.5
	②水頭 224mm	-2.8	-1.8	0.0	1.8	3.2	3.9
	③水頭 607mm	-4.2	-2.1	0.0	2.8	4.9	6.0
	④水頭 941mm	-6.0	-3.2	0.0	3.5	7.0	9.8
	感度変化②-①	-0.7	-0.7	0.0	0.7	1.1	1.4
変位計No.3	感度変化③-①	-1.4	-0.4	0.0	1.1	1.8	2.1
	感度変化④-①	-1.7	-1.1	0.0	0.7	2.1	3.9
	①水頭 19mm	3.2	1.4	0.0	-0.4	-1.1	-2.1
	②水頭 224mm	2.8	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	③水頭 607mm	1.4	0.4	0.0	1.4	1.8	1.8
	④水頭 941mm	-0.4	-0.7	0.0	1.4	3.2	4.6
	感度変化②-①	-0.4	-0.4	0.0	0.4	1.1	2.1
	感度変化③-①	-1.4	-0.7	0.0	1.4	1.8	1.8
	感度変化④-①	-1.8	-1.1	0.0	0.0	1.4	2.8

表-4 傾斜を与えた時の計測結果（単位：mm）

水 位	0° 計 測 値	5° 傾斜させた時の計測値	傾斜角の補正計算値
0	0	0	0
200	200	200	200.8
400	400	398.3	399.8
600	600	597.6	599.9
800	800	796.9	799.9
1 000	1 000	995.9	999.7

表-5 残存気泡を与えた時の計測結果（単位：mm）

水 位	気泡無し	気泡有り	差
0	0	0	0
200	200	200.0	0
400	400	399.6	0.4
600	600	599.7	0.3
800	800	799.4	0.6
1 000	1 000	999.4	0.6