

# I-195

## 鋼橋における自動仮組立システムの開発

(株)横河技術情報 正員 ○白石典之  
 長岡技術科学大学 正員 鳥居邦夫  
 (株)横河橋梁製作所 正員 小桜義隆

### 1. はじめに

鋼橋においては各部材が完成したのち、一度仮組立を行ない、製品の完成度を検査することが義務付けられている。近年、この仮組立工程を省略するための検査法が鳥居等により開発されて来た。1)この検査法はCCDカメラを利用した三次元測定装置により鋼橋部材のボルト間距離を測定し、測定データを基にコンピュータにより部材の組立シミュレーションを行ない、製品の検査を行なうものである。しかし、部材測定については、鋼橋部材等の大型構造物の計測が行なえる段階には至っていない。そこで、本研究では、部材計測システムのハード・ソフトの両方について改良を加え実用化を図ることを目的とする。

現行の測定方式は、CCDカメラを搭載した三次元測定機をガイドフレーム上で移動させ、2方向より任意測点を計測するものであったが、次に上げる2つの原因により測定精度が著しく悪いという欠点があった

- 1) ガイドフレームによる移動方式を採っているため、移動量(基線長)が短く、三角測量法による誤差が大きい。基線長と測定誤差の関係を図-1に示す。
- 2) CCDカメラの持つ内部評定要素を無視しているため誤差が大きくなる。

本研究では、自動測角儀、およびガイドフレームを取り外しCCDカメラを固定する測定方式を採用した。さらに、CCDカメラのキャリブレーションを行ない内部評定要素を求め、精度の向上を図った。

### 2. 新測定法

本研究で考案した測定法は、予め測定されている位置に測定機を据え付け、既設の定規と任意測点とを同時に測定し、得られた画像データから測定機の方角角および測点の三次元座標値を決定するものである(図-2参照)。その特徴は定規を用いた間接測角法であり、測定機の方角角は既知の定規点座標値測定機、およびレンズの中心座標値から求められる理論測点データと測定により得られた計測データとの誤差が最小になるように数値的に計算される。なお、この時に用いるレンズの焦点距離は次節で述べるCCDカメラのキャリブレーションにより正確に求められている。

### 3. CCDカメラのキャリブレーション

CCDカメラの内部評定要素には、レンズの歪曲収差、レンズの焦点距離、およびレンズ中心点と画像面中心のずれがある。このうち歪曲収差については画像データに及ぼす影響が一番大きく、また、その性質から数値的な補正が困難であることから高性能レンズを使用し精度の向上を図った。レンズの焦点距離と画像面とのずれについては、その値を求めるためキャリブレーションを行なった。キャリブレーションは、1台

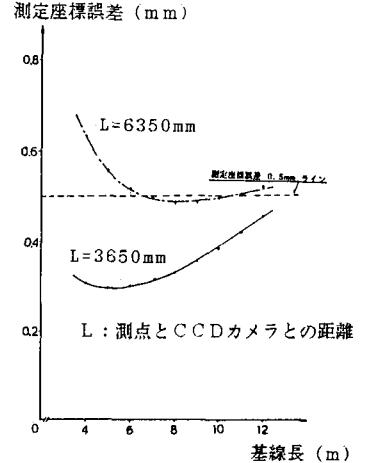


図1 測定座標誤差と基線長との関係

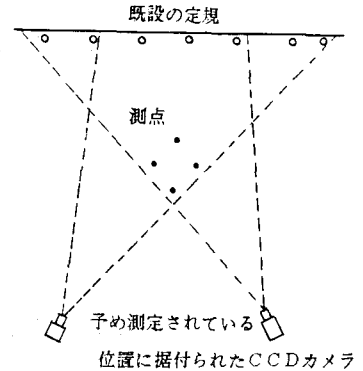


図2 測定概要図

のCCDカメラを用いて三角測量法により検定定規を測定し内部評定要素を算出した。キャリブレーションの結果、焦点距離については標準偏差0.09、中心のずれについては標準偏差0.11の精度を持って内部評定要素の検定を行なうことができた。

#### 4. モデル実験

新測定法の精度を確認するため、実橋を計測する場合のモデル的实验を行なった。実験レイアウトを図-3に示す。本実験では基線長と測定誤差との関係を確認するため、基線長を3, 5, 8 mの3ケース設けた。定規用、および部材用ターゲットはそれぞれ直径60, 30 mmの電球を使用した。

#### 5. 実験結果

各ケースにおける測定誤差分布を図-4, 5, 6に示す。これ等のグラフより基線長3, 5, 8 mの各ケースにおける測定精度の最大値は、それぞれ1.76, 0.58, 0.45 mmとなっていることが分かる。この結果から、基線長と測定最大誤差との関係は図-1と同様の傾向を示すことが確かめられたまた、基線長が8 m以上であれば、測定誤差はコンピュータによる組立シミュレーションにおける許容誤差の0.5 mm<sup>2)</sup>以下になることが確認され、本研究で考案した新測定法が実用可能であることが立証された。

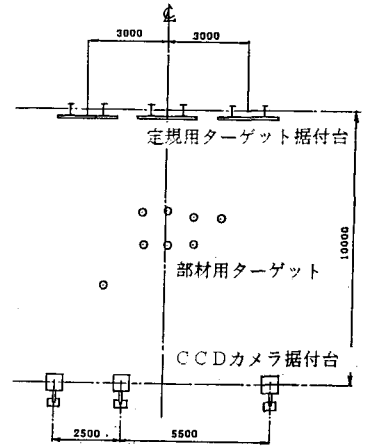


図3 実験レイアウト

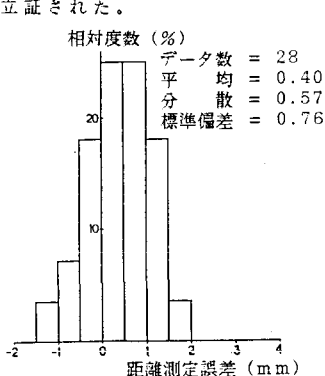


図4 距離測定誤差  
(基線長3 m)

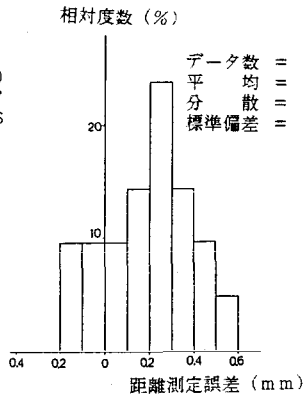


図5 距離測定誤差  
(基線長5 m)

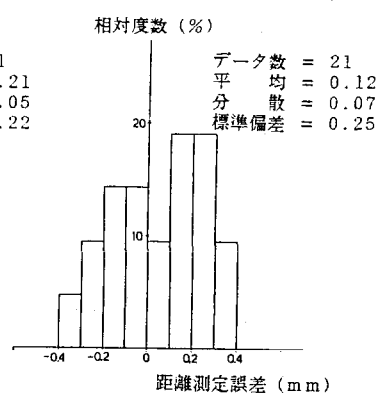


図6 距離測定誤差  
(基線長8 m)

#### 6. 結論

新測定方式と従来の測定方式とを比較した場合、次の事が言える。

- (1) 測定装置の改良により設備費の節約に大きく貢献した。
- (2) 自動測角儀による測角に比べ誤差が大幅に減少し、測定精度が向上した。
- (3) 測定機が固定されたことにより、測定能率が向上した。

以上の事から、本研究で考案した新測定方式は、測定精度、経済面において自動仮組立システムの要求を満足するものであることが確かめられた。

参考文献 1) Kozakura, y., Torii, k., Takada, k.: A STUDY FOR ABBERASTION OF SEPARATED MEMBERS AND SHOP ASSEMBLED MEMBERS OF STEEL BRIDGE, Proceeding of JSCE No.346, 1985-4

2) 片山、鳥居、笹戸：仮組立て自動化システムの開発、長岡技術科学大学大学院修士論文