

# 仮組み立て検査計測システム

Inspection System Using Optical Instrument  
and Computer on Shop Assembly

川崎 昭行\*  
Akiyuki KAWASAKI

長井 常満\*\*  
Tsunemitsu NAGAI

大窪 弘泰\*\*\*  
Hiroyasu OHKUBO

吉岡 裕一\*\*\*\*  
Yuuichi YOSHIOKA

込むスタイルとした。システムの流れを図-1に示す。

## 1. まえがき

橋梁業界のコンピュータ利用は、自動設計、自動製図、自動生産システムへと順次開発が進み、トータルシステムといわれる、設計計算から生産にいたるまでの一連の情報処理を一括して行えるまでに発展し、生産ラインにおいてもN/C野書き、切断、孔明などN/C生産設備が導入され自動化が進んできた。

しかし、仮組み立て検査については、検査という間接的な工程でその作業工数が高いにもかかわらず、システム開発の困難性から取り残されていた。

そのような状況の中で、計測機器の演算機能やデータ保存機能の開発は新しい展開を可能とし、3次元座標を処理できる光波セオドライトとパソコンを利用した仮組み立て検査計測システムを開発することができた。このシステムは、仮組み立て検査の検査表の作成から測定結果の判定までを一貫して行うものである。

## 2. システムの概要

従来の仮組み立て検査では、長さ測定を鋼巻尺で、キャンパー測定をレベルで、桁の通りをトランシットまたはピアノ線と鋼直尺で、といった具合に、各項目ごとに測定していた。そこで、その代替案として次のような方式を採用した。つまり、トータルステーションと呼ばれる光波セオドライトを利用して、3次元座標で測定結果を収録し、コンピュータでデータ処理することにより、各項目の検査表の誤差判定までを一括して行おうとする方式である。

本システムは、開発工期の短縮とユーザーの入力作業を最少にするため、既存の自動生産システムの中に組み

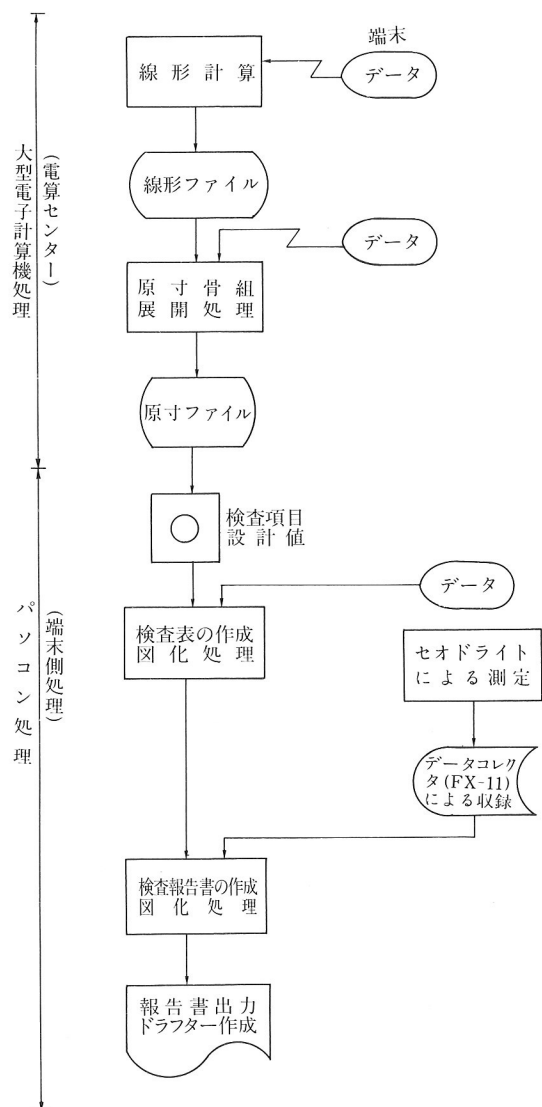


図-1 システムの流れ

\*川田工業(株)四国工場品質管理課係長(前・富山工場品質管理課係長) \*\*川田工業(株)富山工場品質管理課係長 \*\*\*川田工業(株)富山工場電算室  
\*\*\*\*川田工業(株)富山工場品質管理課

## 仮組立検査記録

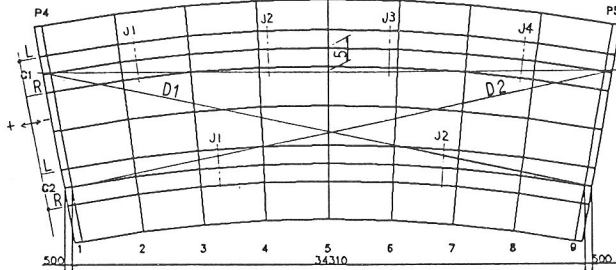
1. 通用規格: 土木工事施工管理基準

道路橋示方書・同解説 S55.2

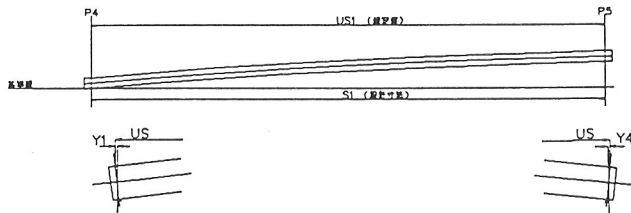
2. 検査月日: 社内 昭和 63年 8月 20日 ( ) ( 24 ℃ )

(天候気温) 立会 昭和 63年 8月 22日 ( ) ( 32 ℃ )

3. 平面図



4. 支間長測定位置



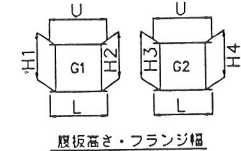
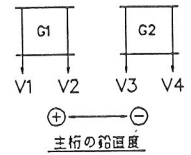
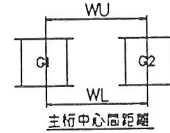
|    | S1      | H1     | H2     | Y1  | Y2  | V1  | V2    | US1   |
|----|---------|--------|--------|-----|-----|-----|-------|-------|
| G1 | 37105.5 | 2113.0 | 2113.0 | 9.5 | 9.6 | 0.0 | 997.2 | 37138 |
| G2 | 34309.5 | 1672.1 | 1672.1 | 7.2 | 7.2 | 0.0 | 994.8 | 34338 |



| 品質管理 |    |    |
|------|----|----|
| 検査   | 検査 | 検査 |
|      |    |    |

社内①(24℃) ②(24℃) ③(24℃) ④(24℃) ⑤(24℃) ⑥(24℃)

立会①(48℃) ②(45℃) ③(36℃) ④(49℃) ⑤(40℃) ⑥(36℃)

 $\delta = \delta 1 \cdot \delta 2$  の大きいもの

現場検手部の側面

腹板の平面度

フランジの平面度

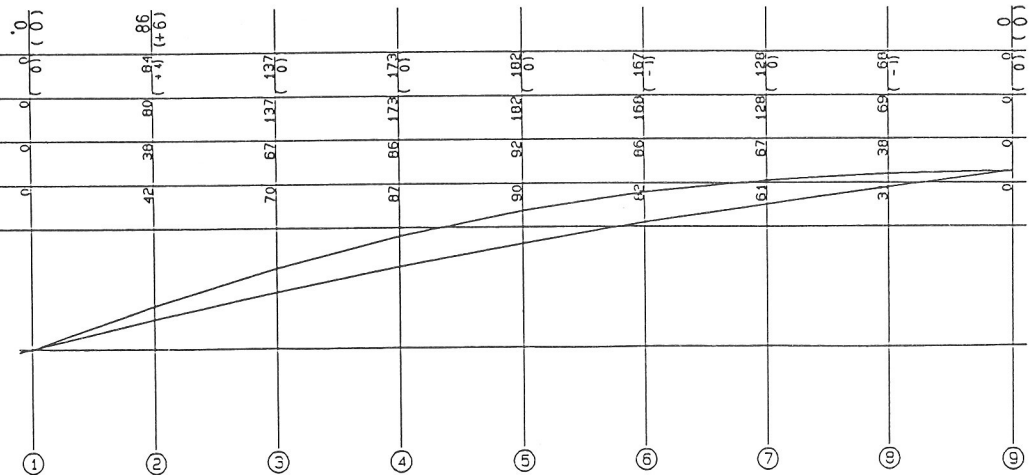
製作ヤ  
(G1-L)

立会実測ヤリ(誤差)

社内実測ヤリ(誤差)

設計ヤリ (C=A+B)

全死荷重によるヤリ (A)

両支点間の  
載荷ヤリによるヤリ (B)

【桁端長・支間長】

| 測定位置 | 測定記号 | 規定値   | 社内    |    | 立会    |    | 許容値 |
|------|------|-------|-------|----|-------|----|-----|
|      |      |       | 測定値   | 誤差 | 測定値   | 誤差 |     |
| G1   | U1   | 500   | 500   | 0  |       |    | ± 8 |
|      | US1  | 37138 | 37142 | +4 | 37142 | +4 |     |
|      | U2   | 500   | 500   | 0  |       |    |     |
| G2   | U1   | 500   | 499   | -1 |       |    |     |
|      | US1  | 34338 | 34340 | +2 |       |    |     |
|      | U2   | 500   | 500   | 0  |       |    |     |
|      |      |       |       |    |       |    |     |
|      |      |       |       |    |       |    |     |
|      |      |       |       |    |       |    |     |

【平面対角】

| 測定位置 | 測定記号 | 規定値   | 社内    |    | 立会  |    | 許容値        |
|------|------|-------|-------|----|-----|----|------------|
|      |      |       | 測定値   | 誤差 | 測定値 | 誤差 |            |
|      | D1   | 36501 | 36507 | +6 |     |    | ≤ 15<br>社内 |
|      | D2   | 36525 | 36530 | +5 |     |    |            |
|      |      |       |       |    |     |    |            |
|      |      |       |       |    |     |    |            |
|      |      |       |       |    |     |    |            |
|      |      |       |       |    |     |    |            |
|      |      |       |       |    |     |    |            |
|      |      |       |       |    |     |    |            |
|      |      |       |       |    |     |    |            |

図-2 仮組み立て計測システム出力例

### 3. システムの特長

本システムの特長として次の5点が挙げられる。

- ① 既存の生産システムに組み込んで、データベースを利用することにより、手入力データを最少とした。
- ② 通信回線費用と開発費用を少なくするため、設計値をフロッピーディスクに格納した。新規開発プログラムは、すべて端末側のパソコンで開発し、ランニングコストを安くした。
- ③ 測定結果は3次元座標(X, Y, Z)で収録され、パソコンで計算処理を行うことにより、支間長、平面対角長、キャンバー、主桁中心間隔、桁の通りを出力する。
- ④ 図化部分は市販ソフトを利用する。
- ⑤ 出力は、そのまま検査表として客先に提出できる書式である(図-2に出力例を示す)。

### 4. システムの機器構成

端末側の機器構成は以下のとおりである。

#### (1) 測定機器

- ① 光波セオドライト(ELTA-3)
- ② データコレクタ(FX-11)
- ③ 1素子プリズム(NIKON)
- ④ 表面温度計

#### (2) パソコン機器

- ① 本体(PC-9801VX)
- ② CRT(PC-KD854)
- ③ 数値演算のプロセッサ(i80287-10)
- ④ マウス(PC-9872L)
- ⑤ ハードディスク(40MB)
- ⑥ レーザプリンタ(LBP-B406)
- ⑦ 図化機(AGS8200)

### 5. プログラム機能

#### (1) 適用範囲

- ① 連続板桁、連続箱桁(曲線桁、斜橋を含む)
- ② 主桁数×横桁数(最大15×60)
- ③ 径間数(最大4径間)

#### (2) 特殊機能

- ① 仮組み立て時の縦断勾配の平面への落とし込みによる基準寸法の算出機能
- ② 測定値の温度補正
- ③ セオドライトの設置位置による補正機能

#### (3) 測定処理機能

次の項目については、設計値から測定可能な寸法に換算した規定値、測定値、許容値、測定誤差までの一括処理を行う。

- ① 全長、支間長

- ② 主桁中心間距離
- ③ 主桁の通り
- ④ 主桁のそり
- ⑤ 対角長

#### (4) 検査表作成機能

次の項目については、検査表の作成のみを行う。

- ① 上、下フランジ幅
- ② 腹板高
- ③ 箱桁の腹板間隔
- ④ 板の平面度
- ⑤ フランジの直角度
- ⑥ 部材長
- ⑦ 主桁の橋端における出入差
- ⑧ 主桁の鉛直度
- ⑨ 現場継手部のすき間
- ⑩ 伸縮継手の幅員寸法
- ⑪ 組み合わせる伸縮装置との高さの差
- ⑫ 伸縮継手のフィンガーの食い違い

### 6. 本システムを使用する測定要領

光波セオドライトを使用した測定要領を、図-3で説明する。

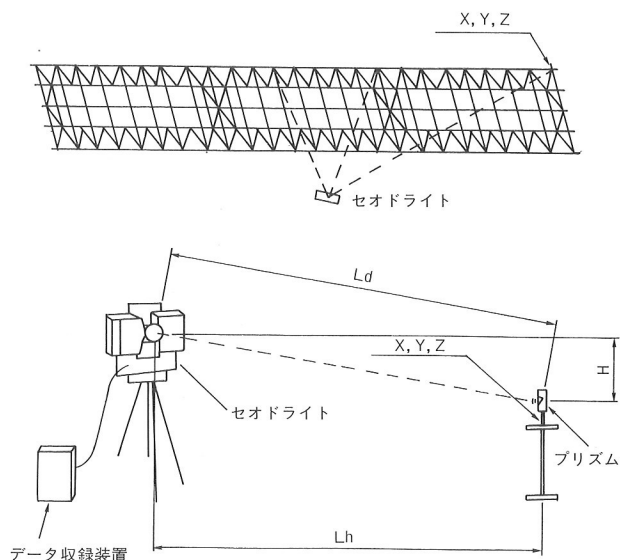


図-3 測定要領

- ① セオドライトを測定架台にセット(写真-1)し、補正作業を行う。
- ② セオドライトとデータ収録装置をRS232Cケーブルで接続する。
- ③ 測定する位置にプリズムをセットする(写真-2)。測定者はセオドライトの視準点を一度、鋼桁上の野書き点に当てた後、高度微動ネジにより視準点をプリズムの中心に当てて測定ボタンを押し、誤差が最

少となるよう測定する。

- ④ プリズムの移動は、測定時間が効率的となるように各測定点(支間長, 主桁中心間隔, キャンバー測定点, 桁の通り, 対角長)を順次移動させるが, その際に, セオドライト測定者はデータ収録装置のデータ名称を, 測定位置の主桁番号と横桁番号の組み合わせ番号で入力する。本プログラムは測定データをその組み合わせ番号で処理しており, 入力順序は自由である。
- ⑤ 測定した主桁各部の鋼材表面温度を測定し記録する。
- ⑥ データ収録装置とパソコンをRS232Cケーブルで接続し, 測定データと温度補正データを入力する。パソコンで測定値と許容値の誤差の算出までの一括処理を行ったうえで, 検査報告書の書式で出力する。

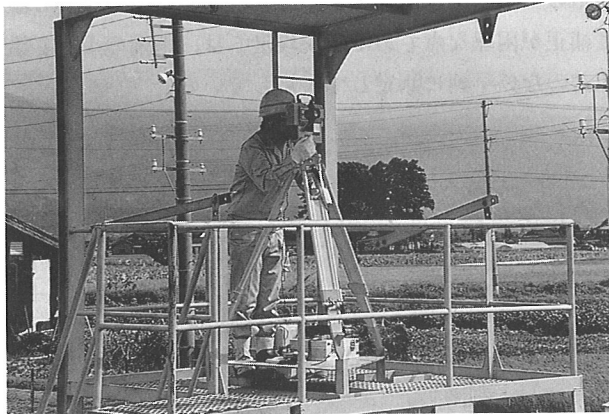


写真-1 セオドライトによる測定



写真-2 プリズムのセット

## 7. 測定精度

使用条件による測定精度を以下の方法で確認した。

### (1) 距離

セオドライト据え付け位置を図-4の3点(①~③)に変化させ, AB間の距離と高低差を測定した結果を表-2に示す。

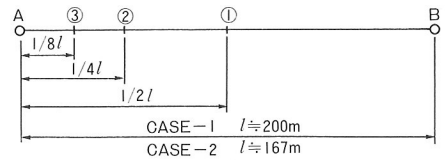


図-4 セオドライトの据え付け位置

表-2 測定結果

| 据え付け位置<br>測定ケース | 距 離     |         |         | 高低差 (mm) |    |    |
|-----------------|---------|---------|---------|----------|----|----|
|                 | ①       | ②       | ③       | ①        | ②  | ③  |
| CASE-1          | 199 930 | 199 930 | 199 927 | 26       | 28 | 25 |
| CASE-2          | 167 189 | 167 190 | 167 186 | 31       | 30 | 30 |

### (2) 角度

セオドライト据え付け位置を図-5の8点に変化させ, AB間(約30m)の距離と高低差を測定した結果を表-3に示す。表中の鋼巻尺による測定値は20°Cの補正值である。

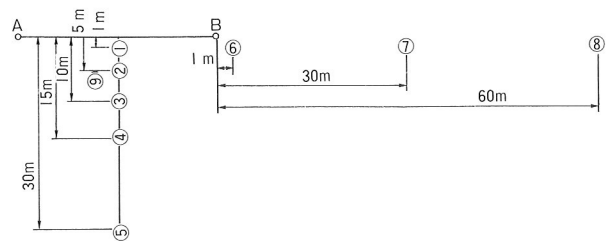


図-5 セオドライトの据え付け位置

表-3 測定結果

| 測定機器    | a) 距 離 |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|         | ①      | ②      | ③      | ④      | ⑤      | ⑥      | ⑦      | ⑧      | ⑨      |
| セオドライトa | 31 525 | 31 527 | 31 527 | 31 525 | 31 529 | 31 525 | 31 524 | 31 525 | 31 528 |
| 鋼巻尺b    | 31 528 |        |        |        |        |        |        |        |        |
| b-a     | 3      | 1      | 1      | 3      | -1     | 3      | 4      | 3      | 0      |

| 測定機器    | b) 高低差 |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|         | ①      | ②   | ③   | ④   | ⑤   | ⑥   | ⑦   | ⑧   | ⑨   |
| セオドライトa | 294    | 294 | 293 | 294 | 294 | 297 | 294 | 294 | 295 |
| レベルb    | 295    | 294 | 291 | 296 | 292 | 299 | 295 | 293 | 290 |
| b-a     | 1      | 0   | -2  | 2   | -2  | 2   | 1   | -1  | -5  |

### (3) 従来の測定方法との比較

実橋において, 支間長, 平面对角長については鋼製巻尺(JIS 1級, 全長50m, 張力10kgf), キャンバーについてはレベル, 通りについてはトランシットと, 従来の測定方法と比較したのが図-6である。なお, 鋼巻尺による測定値は温度補正した。表はすべて, 従来の方法を基準としてセオドライトとの差を表示したものである。

### (4) 測定精度のまとめ

真の測定値を確定することが困難なため, 従来の方法と比較する形でまとめた。測定時のテープのたるみや曲がり, 鋼巻尺自体の精度誤差, 温度変化による鋼桁の長

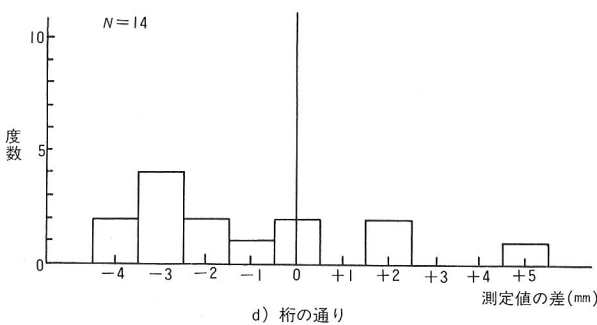
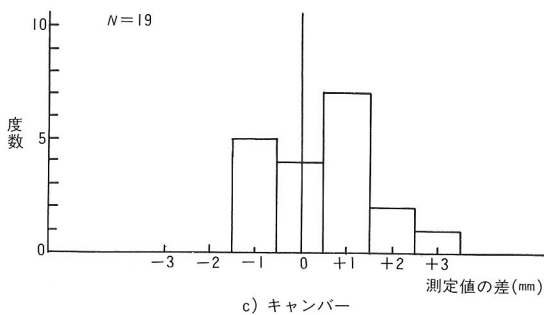
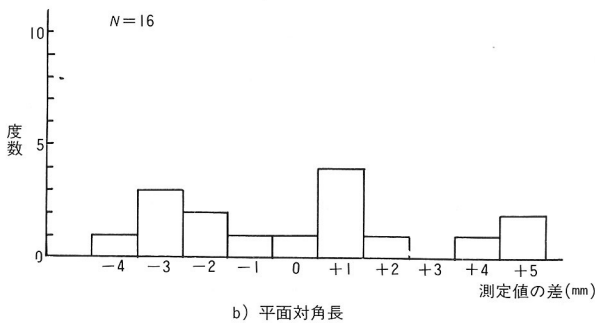
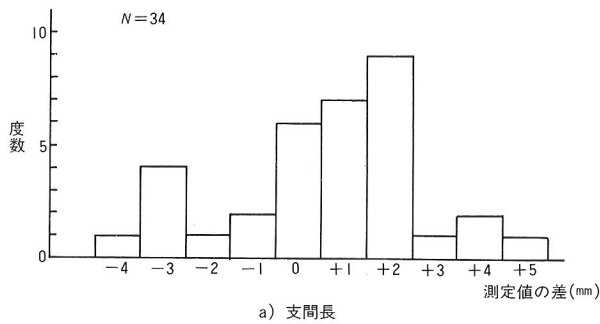


図-6 従来の測定とセオドライト測定との差

さ、高さの変化の複雑さ、測定者の読み取り誤差などのさまざまな要因を含むため、セオドライトによる誤差を確定するのは困難ではあるが、工学的に見て、例えば、道路橋示方書の仮組み立て精度の測定は十分に満足すると考えている。

## 8. 実施例

A橋(3径間連続曲線箱桁)

B橋(単純曲線箱桁)

C橋(単純合成板桁9連)

上記の仮組み立て検査計測に採用し、計測自動化、省力化に十分効果があった。特に測定形状では、威力を発揮した。例えば、S字形の曲線桁で複雑なうね、縦断をおろした仮組み立てをする場合などは、従来の方法だと検査表作成に工数を要したが、本システムによって工数の削減や立会検査時間の短縮に効果があった。

## 9. あとがき

本システムは、製品の高品質保証と仮組み立て検査の合理化の一環として本格的に採用し効果を上げている。

本システムの二次的な効用として、データ収録装置に記憶されるので、人間による測定値の写し換え作業のミスやロスがなくなったこと、手計算が不要となり計算間違いがなくなった点が挙げられる。また、現場測量がほとんど光波測量であることから、公的機関の受け入れ状況も良好である。今後の問題点は、日中温度が上昇し、鋼桁の上下で温度差が大きくなる日に測定する場合の温度補正が困難な点である。現段階では、鋼桁の上下で温度差のない早朝に測定して対処している。