

ブロック工法の誤差管理

(プレキャストブロック・カンチレバー工法における製作過程の誤差補正)

福 田 喜 三 郎*
荒 川 敏 雄**

1. ま え が き

接着剤を用いたプレキャストブロック工法によるPC橋は、多くの利点が認められ、近年その建設は増加の一途をたどっている(写真-1)。

しかし、同工法による従来のPC桁では、桁架設後の形状の誤差を少なくするために仮組状態となるよう、いわゆるベース上で架設工区別に、移動型わくを用いておのおのブロックを製作した(写真-2)。

本来プレキャストブロック工法の最大のねらいは急速施工にあるため、多径間橋梁に用いてその効果が発揮される。この場合、橋梁の計画形状が直線であったとしても、たわみを考慮すると各径間ごとに製作形状を変えなければならないこともある。計画形状が曲線の場合は、従来の方法でのブロックの製作はほとんど不可能になる。

また、同工法では一般に製作速度より架設速度が優るので、急速施工を効果的に行なうには広いストックヤードを必要とする。施工区間単位に、基準ブロックより順次に製作、架設しなければならないので、ストックヤードを同時に考慮しなければ、製作設備のみ増加してもあまり意味はない。したがって、同一ヤード内に広い製作ベースを設けるのは不経済であり、さらに施工区間ごとにベースを変えることは得策ではない。

上記問題の解決の方法として、ブロック単位のいわゆる定置式型わくによるブロックの製作方法がある(図-1参照)。しかし、この方法では、ブロック組立時における各ブロックの製作誤差の累積を考慮し、実際の軌跡を確認し(図-2参照)、正しい形状を保持しながら、各ブロックの製作を行なわなければならないと考える。ここにその軌跡の誤差補正についての一方法を提案する。

2. 橋梁の形状と測量標点

写真-1 プレキャストブロック工法により架設中の神島大橋

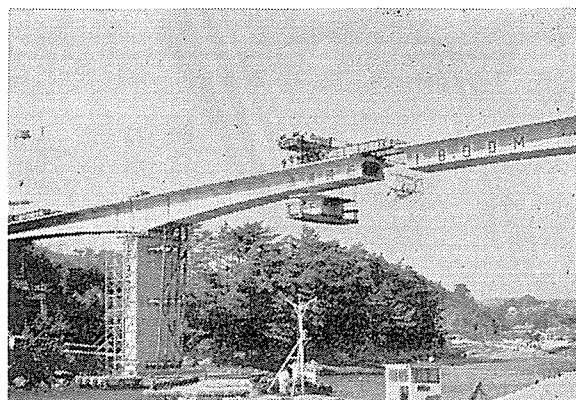
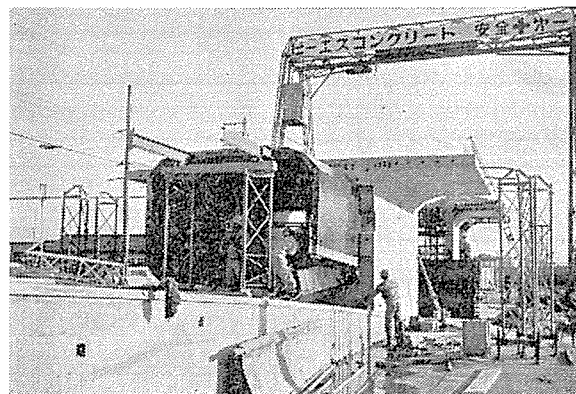


写真-2 ベース上におけるブロック製作



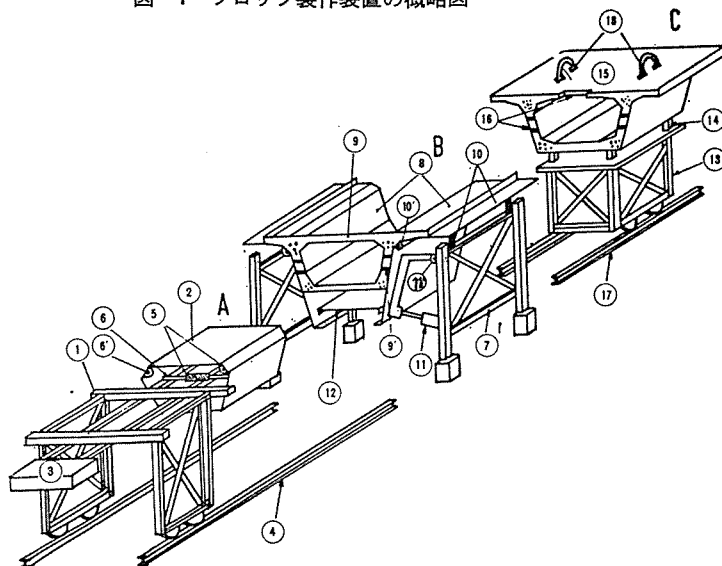
橋梁の形状は任意とする。すなわち、計画中心線の形状、橋面の縦横断勾配の変化等は任意とする。

各ブロックは、橋面上の3つの標点で代表されるものとする。

型わく面の变化をなるべく少なくするためには、ブロックの目地は橋梁中心線に対して直角で、切断面の形状はなるべく一定とするのが好ましい。曲線桁の橋面は一般に横断方向に片勾配となるが、橋面のねじれに応じて回転した断面とし、ウェブは必ずしも鉛直とならず、下床版は上床版と平行とするのが望ましい。このことはブロック製作上有利であり、より経済的であると考えられる。

* ピー・エス・コンクリート(株)東京支店土木部長
** 技術部主任研究員

図-1 ブロック製作装置の概略図¹⁾



- | | | |
|---|--|--|
| <p>A 第一移動部分</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 移動フレーム 2. ブロック内側型わく 3. カウンターウェイト 4. フレーム移動用レール 5. 型わくとりはずしジャッキ 6. 同上 ヒンジ | <p>B 固定部分</p> <ul style="list-style-type: none"> 7. 固定フレーム 8. 型わく 9. 側型わく 9. キー型わく 10,11. 型わく取りはずしジャッキ 10,11. 同上 ヒンジ 12. 厚さの変化する底型わく | <p>C 第二移動部分</p> <ul style="list-style-type: none"> 13. 移動フレーム 14. 支持柱 15. すでにでき上っているブロック 16. キー 17. フレーム移動用レール 18. つり金具 |
|---|--|--|

以上の点を考慮して、測量用の標点を図-3のごとく定める。脚柱頭部のブロックは4標点中2点をたがいに共有する三角形の組合せとする。各標点の位置は任意でよいが、標準線形との関係が明確な位置が便利であり、1点は構造中心線上、他の2点は中心線より対称な位置が望ましい。図-3では、 J ブロックについて、中心線上に c_j 、中心線に対称に a_j, b_j とした。

3. ブロックの製作と測定

ブロック製作を個々に行なう場合は、連続して製作する場合と異なり、誤差の累積をさけるため、隣接する相互のブロックの相対位置をそれぞれ計算によって求め、それらの組合せを構造物の基準座標に移して誤差修正を行ない、フォーメーションを決定しようとするものである。

表現を変えていえば、構造物の形状に合わせて型わくを移動させる従来工法に対して、固定型わく内を構造物の型状に合わせて橋体を通

過させるように各ブロックを製作しようとするものである。各ブロックが直前に製作されたブロックの片端面を型わく代りにして製作される点は従来工法と同様である。他の片端面は固定わくとする。この固定わくには測量平面座標（後述）の仮の原点を設けるので少なくとも変形しない程度の構造とする。

製作および測定は下記による。

(1) Jブロックの測定

図-2 計画と実際の軌跡との比較

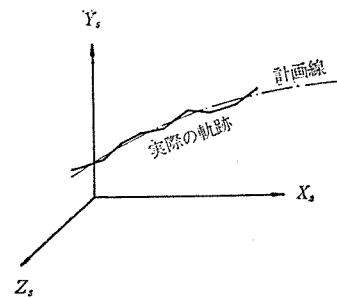
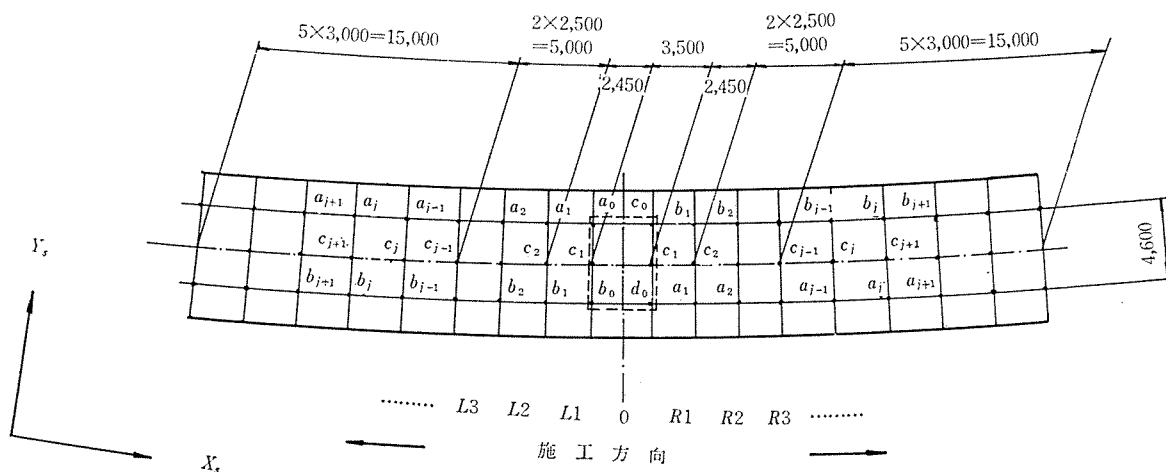


図-3 各ブロックの名称と標点



0は脚柱頭部ブロック、施工方向 R のときは d_0, c_0, b_0 をおのおの a_0, b_0, c_0 とおき換える。

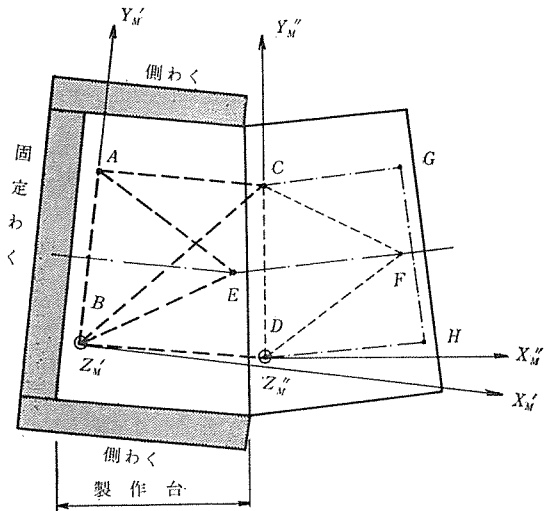
既製ブロック ($J-1$) と固定わくとの間で製作されたブロック (J) の各標点間の直線距離 \overline{AB} , \overline{AC} , \overline{CB} , \overline{BD} , \overline{AE} , \overline{BE} (\overline{CD} , \overline{CF} , \overline{DF} は $J-1$ ブロックの \overline{AB} , \overline{AE} , \overline{BE} の値を用いてよい) および相対高さを測定し、両ブロックの相対位置を決定する (図-4 参照)。

(2) $J+1$ ブロックの製作準備

$J-1$ ブロックは取はずして、ストックヤードへ運搬する。

J ブロックは、構造物の形状に合わせて、ブロックの平

図-4 J ブロック測定



Jブロック J-1ブロック
細破線は前回の測定値を用いてよい。
J-1ブロックが0のときはGをFとして測定。

図-5 ブロック位置の調整装置²⁾

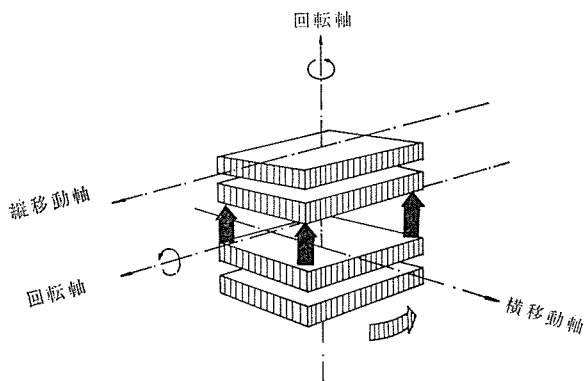
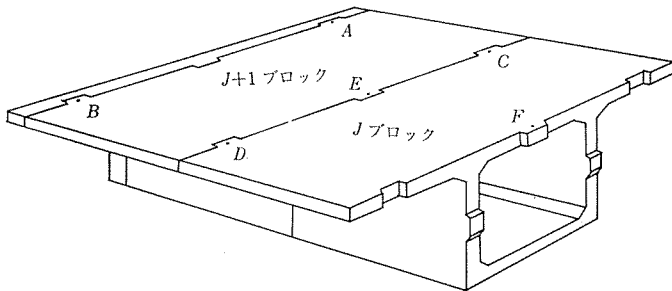


図-6 ブロックの標点



面移動、高さの調整ができる装置によって、所定の位置へ移動する (図-5 参照)。

所定の位置とは、 $J-1$ ブロックまでの既製ブロックを組合せた実際の軌跡と、構造物の計画形状 (たわみ等を考慮した施工計画形状) とのずれを、 $J+1$ ブロックで補正するため、新たに計算された J ブロックの相対位置とする。このとき $J+1$ ブロックの目標標点は空間にあるが、図-6 のように、固定わくに標点を設け、これらを共有するか真の標点との位置関係を明確にしておく (図-6 参照)。

(3) $J+1$ ブロックの製作

前記目標標点はブロック製作中の移動 (J ブロックの移動等を含む) により、相対位置に変化があることも考えられるので、 $J+1$ ブロック製作後測定し直して前ブロックとの相対位置を決定する。

$J+1$ ブロックの測定値より基準座標との誤差を算出しその誤差を $J+2$ ブロックで修正できるように $J+1$, $J+2$ ブロックの相対位置を算出する。

以上の作業を繰返し行なう。

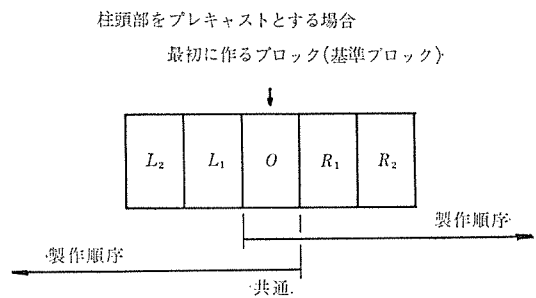
(4) 最初に作るブロック

最初に製作するブロックは隣接する既製ブロックがないので、計画値から目標標点位置を求め、両端面とも型わくで製作し、製作後測定しなおして計画値に重ね合わせる (図-7 参照)。

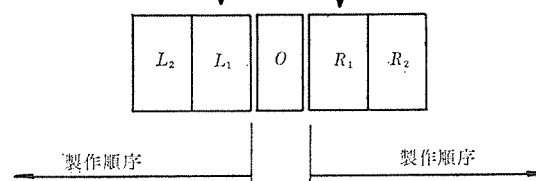
4. 座標と計算

計算過程には4つの段階がある。

図-7 最初に作るブロック



柱頭部を現場打とする場合
最初に作るブロック(基準ブロック)



1) 構造物基準座標 (各ブロックの計画位置) (図—3 参照): 構造物を計画するにあたって用いられた直交座標軸をここでは構造物基準座標軸 ($D-S$ 座標軸) と呼び、図—2 に示した各ブロックの標点 a_j, b_j, c_j の $D-S$ 座標 (x_s, y_s, z_s) は既知であるとする。

2) 部材座標 ($J, J-1$ ブロックの相対位置) (図—4 参照): いま J ブロックの製作を考える。このとき $J-1$ ブロックはすでに製作されており、同ブロックの標点 $a_{j-1}, b_{j-1}, c_{j-1}$ の実際の位置 (x_R, y_R, z_R) は誤差を含んで決定されているものとする ($R-S$ 座標, 後述)。

ブロック製作時における高さ測定の基準面に平行な平面を XY 平面とする立体直交座標軸を測量平面座標軸と呼ぶ。これには計算の便宜上 2 種ある。 $J+1$ ブロック製作準備の計算 (後述) のためのもの (M' 座標軸) と、 J ブロック位置決定のためのもの (M'' 座標軸) とである。 M' 座標軸は、図—4 において、 B 点を原点、 \overline{AB} の XY 平面への投影を Y 軸としたもので、 M'' 座標軸は D 点を原点、 \overline{CD} の XY 平面への投影を Y 軸としたものである。 $J, J-1$ ブロック各標点の M'' 座標は、実測値による三角形の立体的な組合せを XY 平面に投影して求められる。次に $J-1$ ブロックの $a_{j-1}, b_{j-1}, c_{j-1}$ ($\triangle CDF$) によって決定される平面を XY 平面とする直交座標軸を部材座標軸 (M 座標軸) と呼び、各標点の M'' 座標を M 座標に変換する (図—4 参照)。

$J, J-1$ ブロックの相対位置は M または M'' 座標で表わされる。

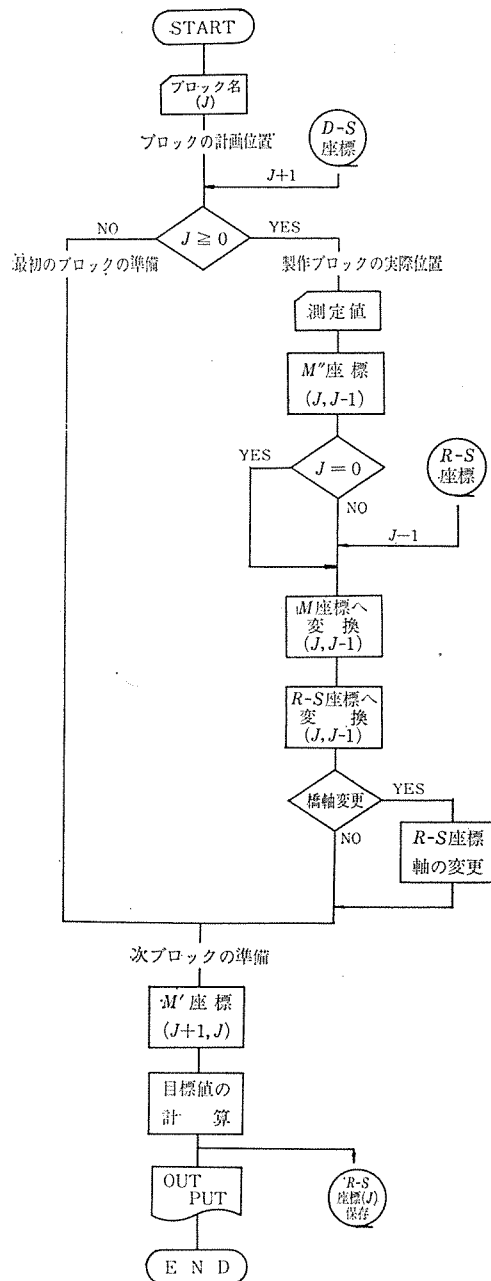
3) 構造物実座標 (各ブロックの実際位置): 各ブロックの標点の実際位置を示す座標を、ここでは構造物実座標 ($R-S$ 座標) と呼ぶ。通常、この座標軸は $D-S$ 座標軸と一致する (図—3 参照)。

$J-1$ ブロック各標点の $R-S$ 座標はすでに決定されているので、 M 座標による $a_{j-1}, b_{j-1}, c_{j-1}$ を同一標点に重ね合わせるよう座標変換して a_j, b_j, c_j の $R-S$ 座標が求まる。いちじるしく計画軌道からずれ、橋軸線と変更して修正したい場合、第一ブロックの橋軸を代表する点 (c_1) と J ブロックのそれ (c_j) を結ぶ直線を、計画の同じ直線に重ねるよう $R-S$ 座標の座標変換を行なうこともできる。

4) 測量平面座標 ($J+1$ ブロック 製作準備): $J+1$ ブロック各標点の $D-S$ 座標と前項により求められた J ブロックの $R-S$ 座標から両ブロックの相対位置を求め、測量平面座標 (前述 M' 座標) で表示する。さらに各標点間の直線距離を求めておけば測量に便利である。

基準ブロック製作の場合は既製ブロックがないので、実測による各標点のうち 3 点を重ね合わせ (必ずしも 3

図—8 計算の流れ図



点が重なると限らないので、三角形の平面、1 辺、1 頂点の一致を意味する) て 4 標点の $R-S$ 座標を求め、左右両径間の基準とする。

基準ブロックを場所打ちとする場合は、第 1 ブロックについて同様計算を行なう。

計算の流れ図を図—8 に示す。

5. 座標軸の回転と平行移動

本文中の座標変換、直線、平面の重ね合わせ等是由る座標軸の回転、平行移動によって計算する。

原点を共有する 2 つの直交立体座標 (M 系, S 系) の関係は次式で表わせられる。

$$\begin{bmatrix} A_{XM} \\ A_{YM} \\ A_{ZM} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \lambda_{13} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \lambda_{23} \\ \lambda_{31} & \lambda_{32} & \lambda_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_{XS} \\ A_{YS} \\ A_{ZS} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(1)$$

X_S, Y_S, Z_S 軸は構造物基準座標に平行とし、 X_M, Y_M, Z_M 軸は部材座標軸とする。 X_M 軸の X_S, Y_S, Z_S 軸に関する方向余弦を $\lambda_{11}, \lambda_{12}, \lambda_{13}$ とし、同様に Y_M 軸の方向余弦を $\lambda_{21}, \lambda_{22}, \lambda_{23}$, Z_M 軸の方向余弦を $\lambda_{31}, \lambda_{32}, \lambda_{33}$ とする。

式 (1) を簡単に

$$A_M = R A_S$$

$$R = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \lambda_{13} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \lambda_{23} \\ \lambda_{31} & \lambda_{32} & \lambda_{33} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(2)$$

とおく。 R は回転マトリックスといわれる。各方向余弦は次のとおり求める。

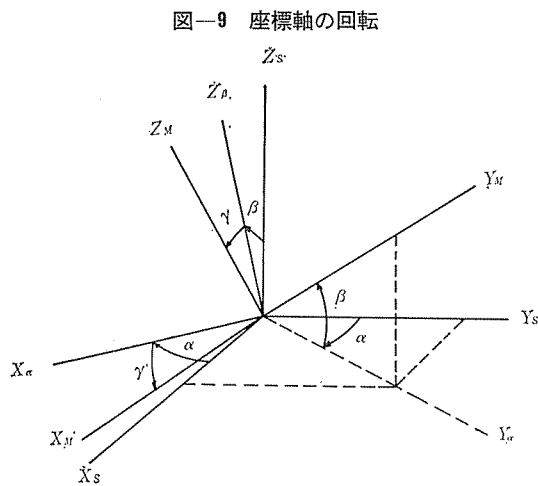


図-9 座標軸の回転

回転軸に向って時計回りの回転を正とする。

1) Z_S 軸回りの回転

$$\begin{bmatrix} X_\alpha \\ Y_\alpha \\ Z_\alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_S \\ Y_S \\ Z_S \end{bmatrix} = R_\alpha A_S \dots\dots\dots(3)$$

2) X_α 軸回りの回転

$$\begin{bmatrix} X_\beta \\ Y_\beta \\ Z_\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \beta & \sin \beta \\ 0 & -\sin \beta & \cos \beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_\alpha \\ Y_\alpha \\ Z_\alpha \end{bmatrix} = R_\beta A_S \dots\dots\dots(4)$$

3) Y_β 軸回りの回転

$$\begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \gamma & 0 & \sin \gamma \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \gamma & 0 & \cos \gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_\beta \\ Y_\beta \\ Z_\beta \end{bmatrix} = R_\gamma A_\beta \dots\dots\dots(5)$$

$$\therefore A_M = R_\gamma \cdot R_\beta \cdot R_\alpha \cdot A_S = R_S \dots\dots\dots(6)$$

以上により α, β, γ を求めれば式 (6) より回転後の座標が求められる (図-9 参照)。

座標の平行移動は次式により簡単に求められる。

$$\begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_X \\ A_Y \\ A_Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_S \\ Y_S \\ Z_S \end{bmatrix} \dots\dots\dots(7)$$

6. 試 算

図-3 に示した線形の橋梁について試算した結果を表-1~5 に示す。

各ブロック標点の構造物基準座標は 表-6, 7 左欄に

表-1

***** TEST DATA *****

ADJUSTMENT OF FORMATION FOR BRIDGE BY PRECAST ELEMENTS

CASTING BLOCK NO. R 7 (製作したブロックの測定値 図-4参照)

| | | | | | | |
|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| AB | CD | AC | CB | BD | AE | BE |
| 4.6080 | 4.6080 | 4.9890 | 5.4360 | 2.9440 | 3.7610 | 3.7510 |
| ZA | ZB | ZC | ZD | ZE | ZF | |
| 0.0000 | 0.0000 | -0.0010 | 0.0010 | 0.0000 | 0.0020 | |

POSITION OF LAST BLOCK NO. R 6 (前ブロックの誤差を含んだ実測値による位置 図-3参照)

| | | | |
|---------|---------------------------|---------|---------|
| ST. NO. | X | Y | Z |
| 1 | (a ₆) 89.5235 | 7.2010 | 22.9906 |
| 2 | (b ₆) 88.6793 | 11.7219 | 22.7143 |
| 3 | (c ₆) 86.1878 | 8.9234 | 22.9568 |

MARKING POSITION OF NEXT BLOCK NO. R 8 (次ブロックの正しい位置 図-3参照)

| | | | |
|---------|---------------------------|---------|---------|
| ST. NO. | X | Y | Z |
| 1 | (a ₈) 95.5832 | 3.4016 | 22.7752 |
| 2 | (b ₈) 94.6430 | 12.9045 | 22.4988 |
| 3 | (c ₈) 92.0146 | 10.0229 | 22.7432 |

表-2

RELATIVE POSITION OF CASTING BLOCK

LEVELING SURFACE (M'座標によるR6, R7の相対位置 図-4参照)

| ST. NO. | | X | Y | Z | |
|-----------------------------------|---|---------|---------|---------|------------------|
| BLOCK NO. R 7 | | | | | |
| 1 | A | 4.9651 | -4.1199 | -0.0010 | } D(図-4)を原点 水平面 |
| 2 | B | 2.9439 | 0.0212 | -0.0010 | |
| 3 | E | 1.2852 | -3.3431 | -0.0010 | |
| BLOCK NO. R 6 | | | | | |
| 1 | C | 0.0000 | -4.6030 | -0.0020 | } D(図-4)を原点 部材平面 |
| 2 | D | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 3 | F | -2.9663 | -2.2958 | 0.0010 | |
| BLOCK SURFACE (M座標によるR6, R7の相対位置) | | | | | |
| BLOCK NO. R 7 | | | | | |
| 1 | A | 4.9651 | -4.1199 | 0.0041 | } D(図-4)を原点 部材平面 |
| 2 | B | 2.9439 | 0.0212 | 0.0010 | |
| 3 | E | 1.2852 | -3.3431 | 0.0013 | |
| BLOCK NO. R 6 | | | | | |
| 1 | C | 0.0000 | -4.6030 | -0.0000 | } D(図-4)を原点 部材平面 |
| 2 | D | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| 3 | F | -2.9663 | -2.2958 | -0.0000 | |

表-3

(図-3参照)

POSITION OF CASTING BLOCK NO. R 7

| ST. NO. | | X | Y | Z |
|------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|
| BLOCK NO. R 7 (製作ブロックのR-S座標) | | | | |
| 1 | (a ₇) | 94.3172 | 8.5360 | 22.7900 |
| 2 | (b ₇) | 91.5631 | 12.2793 | 22.6099 |
| 3 | (c ₇) | 90.5532 | 8.6757 | 22.3706 |
| BLOCK NO. R 6 (前ブロックのR-S座標) | | | | |
| 1 | (a ₆) | 89.5235 | 7.2013 | 22.9906 |
| 2 | (b ₆) | 88.6793 | 11.7219 | 22.7143 |
| 3 | (c ₆) | 88.1877 | 8.9235 | 22.9563 |

表-4

(図-3参照)

橋軸変更した場合のR₆, R₇の位置

WHEN THE FIRST BLOCK NO. R 1 IS ADJUSTED TO THE FOLLOWING POSITION .

| ST. NO. | | X | Y | Z |
|---------|-------------------|---------|--------|---------|
| 1 | (a ₁) | 75.6597 | 4.7036 | 23.4363 |
| 2 | (b ₁) | 75.2796 | 9.3723 | 23.2092 |
| 3 | (c ₁) | 73.0560 | 6.8397 | 23.4239 |

THE CASTING BLOCK NO. R 7 IS PLACED AT THE FOLLOWING POSITION .

| ST. NO. | | X | Y | Z |
|---------|-------------------|---------|---------|---------|
| 1 | (a ₇) | 94.3316 | 7.3633 | 22.8590 |
| 2 | (b ₇) | 91.3436 | 11.2135 | 22.6796 |
| 3 | (c ₇) | 90.6336 | 7.6740 | 22.9353 |

表-5

MARKING OF NEXT BLOCK NO. R 3

| ST. NO. | | X | Y | Z | | |
|-----------------------------|--------|---------|---------|---------|-----------------|--------|
| BLOCK NO. R 3 (次ブロックのM'座標) | | | | | | |
| 1 | A | 0.0000 | -4.6033 | -0.0000 | } B(図-4)を原点 水平面 | |
| 2 | B | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | |
| 3 | E | -3.1639 | -2.2944 | 0.0000 | | |
| BLOCK NO. R 7 (製作ブロックのM'座標) | | | | | | |
| 1 | C | -1.2023 | -4.1707 | -0.0015 | } C, D, Fの相対高さ | |
| 2 | D | -3.1397 | 0.0102 | 0.0003 | | |
| 3 | F | -4.8653 | -3.3200 | 0.0003 | | |
| 目標標点位置 (図-4参照) | | | | | | |
| AB | CD | AC | C3 | BD | AE | BE |
| 4.6033 | 4.6030 | 1.2794 | 4.3405 | 3.1397 | 3.9197 | 3.9032 |

表—6

| 測定値の誤差(図-3参照) | | 長さ 誤差 +1mm | | | | | |
|---------------|--|-----------------------|--------|---------|----------------------|--------|---------|
| | | 構造物基準座標 DESIGN | | | 測定値に誤差がある場合 ERROR | | |
| ST. NO. | | X | Y | Z | X | Y | Z |
| BLOCK NO. L 0 | | | | | | | |
| 1 | | 69.3481 | 8.7368 | 23.4071 | 69.3481 | 8.7368 | 23.4071 |
| 2 | | 69.9022 | 4.1703 | 23.6804 | 69.9022 | 4.1703 | 23.6804 |
| 3 | | 72.7529 | 9.1696 | 23.2861 | 72.7529 | 9.1696 | 23.2861 |
| BLOCK NO. L 1 | | | | | | | |
| 1 | | 66.9619 | 8.4569 | 23.4915 | 66.9607 | 8.4582 | 23.4915 |
| 2 | | 67.4796 | 3.8861 | 23.7620 | 67.4786 | 3.8864 | 23.7620 |
| 3 | | 69.6252 | 6.4536 | 23.5437 | 69.6250 | 6.4545 | 23.5437 |
| BLOCK NO. L 2 | | | | | | | |
| 1 | | 64.5247 | 8.1909 | 23.5773 | 64.5225 | 8.1925 | 23.5773 |
| 2 | | 65.0053 | 3.6161 | 23.8440 | 65.0032 | 3.6167 | 23.8440 |
| 3 | | 67.2208 | 6.1715 | 23.6267 | 67.2196 | 6.1727 | 23.6267 |
| BLOCK NO. L 3 | | | | | | | |
| 1 | | 62.0839 | 7.9446 | 23.6628 | 62.0807 | 7.9464 | 23.6628 |
| 2 | | 62.5285 | 3.3662 | 23.9247 | 62.5254 | 3.3671 | 23.9247 |
| 3 | | 64.7650 | 5.9035 | 23.7106 | 64.7627 | 5.9049 | 23.7106 |
| BLOCK NO. L 4 | | | | | | | |
| 1 | | 59.1501 | 7.6751 | 23.7649 | 59.1458 | 7.6773 | 23.7649 |
| 2 | | 59.5532 | 3.0928 | 24.0198 | 59.5491 | 3.0940 | 24.0198 |
| 3 | | 62.3062 | 5.6554 | 23.7937 | 62.3029 | 5.6572 | 23.7937 |
| BLOCK NO. L 5 | | | | | | | |
| 1 | | 56.2111 | 7.4341 | 23.8665 | 56.2058 | 7.4366 | 23.8665 |
| 2 | | 56.5749 | 2.8485 | 24.1130 | 56.5697 | 2.8500 | 24.1131 |
| 3 | | 59.3517 | 5.3839 | 23.8924 | 59.3473 | 5.3860 | 23.8924 |
| BLOCK NO. L 6 | | | | | | | |
| 1 | | 53.2674 | 7.2216 | 23.9677 | 53.2611 | 7.2245 | 23.9677 |
| 2 | | 53.5937 | 2.6332 | 24.2048 | 53.5875 | 2.6351 | 24.2049 |
| 3 | | 56.3930 | 5.1413 | 23.9898 | 56.3876 | 5.1438 | 23.9898 |
| BLOCK NO. L 7 | | | | | | | |
| 1 | | 50.3191 | 7.0379 | 24.0685 | 50.3117 | 7.0411 | 24.0685 |
| 2 | | 50.6101 | 2.4470 | 24.2963 | 50.6029 | 2.4492 | 24.2964 |
| 3 | | 53.4306 | 4.9274 | 24.0862 | 53.4242 | 4.9302 | 24.0862 |
| BLOCK NO. L 8 | | | | | | | |
| 1 | | 47.3666 | 6.8829 | 24.1691 | 47.3582 | 6.8865 | 24.1691 |
| 2 | | 47.6243 | 2.2900 | 24.3875 | 47.6160 | 2.2926 | 24.3876 |
| 3 | | 50.4646 | 4.7424 | 24.1824 | 50.4572 | 4.7456 | 24.1824 |
| BLOCK NO. L 8 | | 長さ 誤差 -1mm (L0~L7省略) | | | 47.3750 | 6.8793 | 24.1691 |
| | | | | | 47.6326 | 2.2874 | 24.3874 |
| | | | | | 50.4720 | 4.7392 | 24.1824 |
| BLOCK NO. L 8 | | 高さ 誤差 +1mm (ブロック間,左右) | | | 47.3682 | 6.8857 | 24.2188 |
| | | | | | 47.6252 | 2.2921 | 24.4218 |
| | | | | | 50.4656 | 4.7443 | 24.2151 |

示す。表—1 は、R7 (基準ブロックより右側7番目) ブロックを製作後の標点間距離の測定値 AB~ZF, およびそのときの R6 ブロックの位置 (R-S 座標), R7 ブロックの目標位置 (D-S 座標) を示す (単位は m, 表中 1, 2, 3 はおのおの標点 a, b, c を示す)。

表—2 は、R6, R7 ブロックの相対位置を示す。上欄は測量平面座標, 下欄は R6 ブロックの部材座標で表わす。

表—3 は、R6 ブロックが表の位置にある場合の R7 ブロックの位置を示す。

表—4 は、橋軸を変更したときの R1, R7 ブロックの位置を示す。ただし、表—3 程度の誤差では橋軸変更の必要はない。

表—5 は、R7 ブロックが表—3 の位置にあるときの R8 ブロックの目標位置を示す。製作ブロックの標点は

同じレベル (水平) にあるとした。AB~BE, および Z の値が目標値そのままであれば、計算上、当然のことながら、R8 ブロックは表—1 の位置にくる。

7. 製作誤差と測定誤差

前述のように、製作中の標点の移動等、測定しうる製作上の誤差は、計算により防げる。しかし、前項の計算では測定値を正しい値として計算しているの、測定値そのものに誤差がある場合、その誤差の組合せによる橋体の変形は補正できない。

測定値に 1 mm の誤差があり、累積されたと仮定して計算した結果を 表—6, 7 に示す。

これらの結果から、誤差の影響は橋梁の線形により異なるものと想像される。長さ測定については、真の値より長い場合は曲線の外側へ、短い場合は内側へ変形す

表-7

測定値の誤差 (図-3参照)

| 長さ 誤差 +1mm | | 構造物基準座標 | | | FORMATION OF BRIDGE | | | 測定値に誤差がある場合 | | |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------------------|---------|---|-------------|---|--|
| | | DESIGN | | | | | | ERROR | | |
| ST.NO. | X | Y | Z | X | Y | Z | X | Y | Z | |
| BLOCK NO. R 0 | | | | | | | | | | |
| 1 | 73.3590 | 4.6097 | 23.5617 | 73.3590 | 4.6097 | 23.5617 | | | | |
| 2 | 72.7529 | 9.1696 | 23.2861 | 72.7529 | 9.1696 | 23.2861 | | | | |
| 3 | 69.9022 | 4.1703 | 23.6804 | 69.9022 | 4.1703 | 23.6804 | | | | |
| BLOCK NO. R 1 | | | | | | | | | | |
| 1 | 75.7757 | 4.9408 | 23.4772 | 75.7769 | 4.9396 | 23.4772 | | | | |
| 2 | 75.1333 | 9.4957 | 23.2010 | 75.1343 | 9.4954 | 23.2010 | | | | |
| 3 | 73.0560 | 6.8397 | 23.4239 | 73.0562 | 6.8388 | 23.4240 | | | | |
| BLOCK NO. R 2 | | | | | | | | | | |
| 1 | 78.2389 | 5.2934 | 23.3903 | 78.2411 | 5.2969 | 23.3903 | | | | |
| 2 | 77.5594 | 9.8479 | 23.1141 | 77.5615 | 9.8474 | 23.1141 | | | | |
| 3 | 75.4545 | 7.2132 | 23.3391 | 75.4558 | 7.2171 | 23.3391 | | | | |
| BLOCK NO. R 3 | | | | | | | | | | |
| 1 | 80.7581 | 5.6853 | 23.3013 | 80.7614 | 5.6835 | 23.3013 | | | | |
| 2 | 80.0408 | 10.2291 | 23.0251 | 80.0439 | 10.2283 | 23.0251 | | | | |
| 3 | 77.8991 | 7.5731 | 23.2522 | 77.9014 | 7.5717 | 23.2522 | | | | |
| BLOCK NO. R 4 | | | | | | | | | | |
| 1 | 83.6471 | 6.1556 | 23.1991 | 83.6514 | 6.1535 | 23.1991 | | | | |
| 2 | 82.8864 | 10.6923 | 22.9229 | 82.8906 | 10.6912 | 22.9229 | | | | |
| 3 | 80.3994 | 7.9572 | 23.1632 | 80.4028 | 7.9555 | 23.1632 | | | | |
| BLOCK NO. R 5 | | | | | | | | | | |
| 1 | 86.5903 | 6.6639 | 23.0949 | 86.5957 | 6.6615 | 23.0949 | | | | |
| 2 | 85.7853 | 11.1929 | 22.8186 | 85.7906 | 11.1915 | 22.8186 | | | | |
| 3 | 83.2667 | 8.4239 | 23.0610 | 83.2712 | 8.4219 | 23.0610 | | | | |
| BLOCK NO. R 6 | | | | | | | | | | |
| 1 | 89.5285 | 7.2010 | 22.9906 | 89.5350 | 7.1983 | 22.9906 | | | | |
| 2 | 88.6793 | 11.7219 | 22.7143 | 88.6856 | 11.7202 | 22.7142 | | | | |
| 3 | 86.1878 | 8.9284 | 22.9568 | 86.1933 | 8.9261 | 22.9568 | | | | |
| BLOCK NO. R 7 | | | | | | | | | | |
| 1 | 92.4612 | 7.7667 | 22.8864 | 92.4688 | 7.7637 | 22.8864 | | | | |
| 2 | 91.5680 | 12.2791 | 22.6100 | 91.5754 | 12.2771 | 22.6099 | | | | |
| 3 | 89.1039 | 9.4614 | 22.8525 | 89.1105 | 9.4588 | 22.8525 | | | | |
| BLOCK NO. R 8 | | | | | | | | | | |
| 1 | 95.5832 | 8.4016 | 22.7752 | 95.5918 | 8.3983 | 22.7752 | | | | |
| 2 | 94.6430 | 12.9045 | 22.4988 | 94.6515 | 12.9022 | 22.4987 | | | | |
| 3 | 92.0146 | 10.0229 | 22.7482 | 92.0223 | 10.0200 | 22.7482 | | | | |
| BLOCK NO. R 8 長さ 誤差 -1mm (R0~R7省略) | | | | | | | | | | |
| | | | | 95.5746 | 8.4049 | 22.7752 | | | | |
| | | | | 94.6345 | 12.9068 | 22.4989 | | | | |
| | | | | 92.0069 | 10.0258 | 22.7482 | | | | |
| BLOCK NO. R 8 高さ 誤差 +1mm (ブロック間,左右) | | | | | | | | | | |
| | | | | 95.5843 | 8.4048 | 22.8234 | | | | |
| | | | | 94.6437 | 12.9066 | 22.5304 | | | | |
| | | | | 92.0153 | 10.0249 | 22.7790 | | | | |

る。しかし、このような誤差は必ずしも累積されるものではなく、表の値からは施工誤差に含まれるものと考えられるので、本方法は十分実用に供せられるものと考えられる。計算は電々公社、科学技術計算システム (DEMOS) によった。計算誤差も予想されるので一部倍精度計算によったが、試算の段階では計算上の誤差は発見できなかった。

8. あとがき

いわゆる定置式型わくによりブロックを製作する場合の誤差の修正方法について提案した。この提案では、作業現場とのテレックス等によるオフライン処理から、オ

ンラインシステムまでを想定している。さらに、経済的に許されれば、数値制御装置を有するブロック製作設備も可能であろうが、当分の間は研究課題であろう。

ヨーロッパ各国では同種製法により、多数の橋梁が建設されているが、わが国ではまだその実例を見ない。読者諸賢の御批判を仰ぎより完全なものにしたいと考える次第である。

参 考 文 献

- 1) フレシネーカンティレバー工法による PC 橋, 極東鋼弦コンクリート振興株式会社
- 2) Die Viadukte von Chillon : Jean-Claude Pigue, Schweizerische Bauzeitung 87 Jahrgang Heft 18, 1, Mai (1969)

1971.11.2・受付