

### 2.6.3 平均計算

観測方程式の行列表示は、2.4.3. による。

標準方程式の行列は、2.4.3. による。

解は2.4.3. による。

標高の最確値

$$H_i = H_i + h_i$$

単位重量当たりの観測値の標準偏差 ( $m_0$ )

$$m_0 = \sqrt{\frac{\mathbf{V}^T \mathbf{P} \mathbf{V}}{q - n}}$$

$m_0$  は、角度で表示する。

ただし、記号は2.4.3. と同じである。

標高の標準偏差 ( $M_h$ )

$$M_h = \frac{m_0}{\sqrt{P_h}}$$

$M_h$  は、長さで表示する。

ただし、 $P_h$  :  $h$ の重量

### 2.7 簡易XY網平均

$n$  : 1 路線内の節点数 ( $k = 1, 2, \dots, n$ )

$m$  : 路線数 ( $i = 1, 2, \dots, m$ )

$S_i$  :  $\sum_{k=1}^{n+1} s_k$  :  $i$  路線の観測距離の総和,  $s$  : 節点間の平面距離

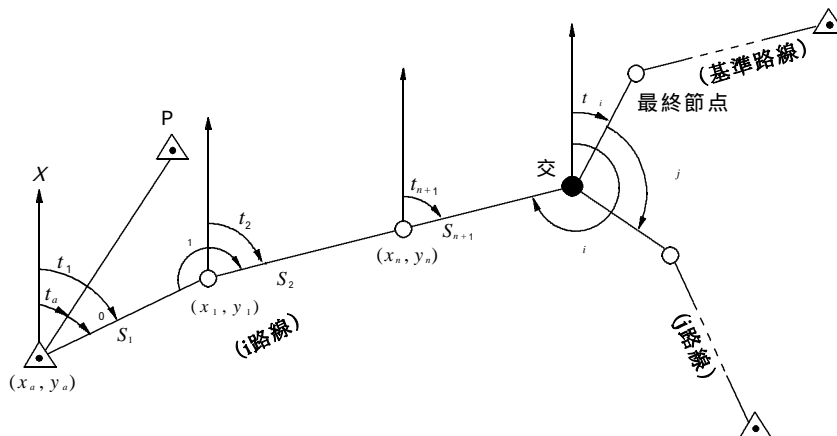


図 2 . 11

#### 2.7.1 単純重量平均による方法 (交点 1 点の場合)

##### 2.7.1.1 方向角の計算

$i$  路線から求めた交点における基準路線の最終節点の方向角 ( $t_i$ ) の計算

$$t_i = t_1 + \sum_{k=1}^n \alpha_k - (n \pm 1)180^\circ - t_i$$

$$t_1 = t_a + \alpha_0$$

$t_a$  : 出発点における取り付け点 (P) の方向角

$t_k$  : ( $k - 1$ ) 番目の節点における方向角 ( $k = 1, 2, \dots, n + 1$ )

$\alpha_k$  :  $k$  番目の節点における夾角 ( $k = 0, 1, 2, \dots, n$ )

出発点での方向角の取り付け観測がない場合 ( $k = 1, 2, \dots, n$ )

$t_i$  : 交点における基準路線の最終節点と  $i$  路線の最終節点との夾角  
 ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) , 基準路線の場合  $t_i = 0$

交点における基準路線の最終節点の平均方向角 ( $t$ ) の計算

$$t = \frac{\sum_{i=1}^m P_i t_i}{\sum_{i=1}^m P_i}$$

$P_i$  :  $i$  路線の重量 ( $i$  路線の夾角の観測数の逆数)

閉合差 ( $t$ ) とその路線の夾角への補正值 ( $d$ )

$$t = t - t_i = \sum_{k=0}^n d_k \quad ; i \text{ 路線の方向角の閉合差}$$

$d_k$  :  $k$  番目の節点の夾角への補正值

出発点において方向角の取り付けのない場合 ( $k = 1, 2, \dots, n$ )

### 2.7.1.2 座標計算

$i$  路線から求めた交点の座標 ( $x_i, y_i$ )

$$x_i = x_0 + \sum_{k=1}^{n+1} dx_k \quad y_i = y_0 + \sum_{k=1}^{n+1} dy_k$$

$x_0, y_0$  : 出発点の座標

$dx_k = s_k \cdot \cos t_k$  : ( $k - 1$ ) 点から  $k$  点までの  $x$  座標差

$dy_k = s_k \cdot \sin t_k$  : ( $k - 1$ ) 点から  $k$  点までの  $y$  座標差

交点における平均座標 ( $x, y$ ) の計算

$$x = \frac{\sum_{i=1}^m P_i x_i}{\sum_{i=1}^m P_i} \quad y = \frac{\sum_{i=1}^m P_i y_i}{\sum_{i=1}^m P_i}$$

$$P_i = 1 / S_i$$

閉合差 ( $x, y$ ) とその路線の節点座標への補正值 ( $dx, dy$ )

$$x = x - x_i = \sum_{k=1}^{n+1} dx_k \quad ; i \text{ 路線の交点における } x \text{ 座標の閉合差}$$

$$y = y - y_i = \sum_{k=1}^{n+1} dy_k \quad ; i \text{ 路線の交点における } y \text{ 座標の閉合差}$$

$$dx_L = (x / S_i) \sum_{k=1}^L s_k \quad ; L \text{ 番目の節点座標 } (x_L) \text{ への補正值}$$

$$dy_L = (y / S_i) \sum_{k=1}^L s_k \quad ; L \text{ 番目の節点座標 } (y_L) \text{ への補正值}$$

### 2.7.1.3 高低計算

$i$  路線から求めた交点の標高 ( $H_i$ )

$$H_i = H_0 + \sum_{k=1}^{n+1} dH_k$$

$H_0$  : 出発点の標高

$dH_k = s_k \cdot \tan \alpha_k$

$\alpha_k$  :  $k - 1$  番目の節点における高低角

交点における平均標高 ( $H$ ) の計算

$$H = \frac{\sum_{i=1}^m P_i H_i}{\sum_{i=1}^m P_i}$$

$$P_i = 1 / S_i$$

閉合差 (  $H$  ) とその路線の節点標高への補正值 (  $dH$  )

$$H = H - H_i = \sum_{k=1}^{n+1} dH_k \quad ; i \text{ 路線の交点の標高の閉合差}$$

$$dH_L = ( H / S_i ) \sum_{k=1}^L s_k \quad ; i \text{ 路線の } L \text{ 番目の節点標高への補正值}$$

### 2.7.2 条件方程式による方法

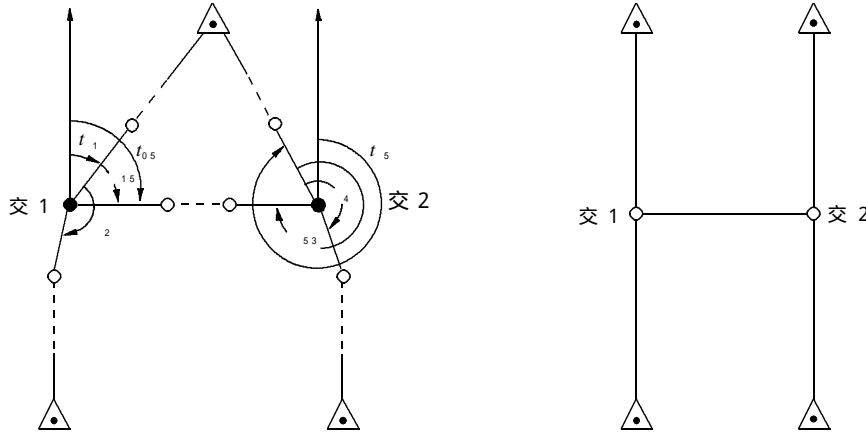


図 2 . 12

#### 2.7.2.1 条件方程式の組成

交点の平均方向角、平均座標及び平均標高の計算は次例により条件方程式 ( 共通 ) を設ける。

$$1 - 2 \quad + W_1 = 0$$

$$3 - 4 \quad + W_2 = 0$$

$$1 - 3 + 5 + W_3 = 0$$

$1 \quad 2 \cdots 5$  : 各路線の方向角、座標、標高の補正量

$W_1, W_2, W_3$  : 各路線の方向角、座標、標高の閉合差

#### 2.7.2.2 観測方向角 ( $t$ ) 及び閉合差 ( $W_i$ ) の計算

交点 1 において

$$t_1 = t_{01} + \sum_{k=1}^{n_1} 1_k - (n_1 \pm 1)180^\circ - 0^\circ$$

$$t_2 = t_{02} + \sum_{k=1}^{n_2} 2_k - (n_2 \pm 1)180^\circ - 2$$

交点 2 において

$$t_3 = t_{03} + \sum_{k=1}^{n_3} 3_k - (n_3 \pm 1)180^\circ - 0^\circ$$

$$t_4 = t_{04} + \sum_{k=1}^{n_4} 4_k - (n_4 \pm 1)180^\circ - 4$$

$$t_5 = t_{05} + \sum_{k=1}^{n_5} 5_k - (n_5 \pm 1)180^\circ - 5_3$$

$$t_{05} = t_1 + 1_5$$

$1_5$  : 交点 1 における 1 路線の最終節点 ( 零方向 ) と 5 路線の隣接接点との夾角

$5_3$  : 交点 2 における 5 路線の最終節点 ( 零方向 ) と 3 路線の隣接接点との夾角

$$W_{t1} = t_1 - t_2$$

$$W_{t2} = t_3 - t_4$$

$$W_{t3} = t_5 - t_3$$

### 2.7.2.3 座標 ( $x$ , $y$ ) 及び閉合差 ( $W_x$ , $W_y$ ) の計算

交点 1 において

$$x_1 = x_{01} + \sum_{k=1}^{n1+1} dx_{1k} \quad y_1 = y_{01} + \sum_{k=1}^{n1+1} dy_{1k}$$

$$x_2 = x_{02} + \sum_{k=1}^{n2+1} dx_{2k} \quad y_2 = y_{02} + \sum_{k=1}^{n2+1} dy_{2k}$$

交点 2 において

$$x_3 = x_{03} + \sum_{k=1}^{n3+1} dx_{3k} \quad y_3 = y_{03} + \sum_{k=1}^{n3+1} dy_{3k}$$

$$x_4 = x_{04} + \sum_{k=1}^{n4+1} dx_{4k} \quad y_4 = y_{04} + \sum_{k=1}^{n4+1} dy_{4k}$$

$$x_5 = x_{05} + \sum_{k=1}^{n5+1} dx_{5k} \quad y_5 = y_{05} + \sum_{k=1}^{n5+1} dy_{5k}$$

$$dx_{ik} = s_{ik} \cdot \cos t_{ik} \quad dy_{ik} = s_{ik} \cdot \sin t_{ik}$$

$$W_{x1} = x_1 - x_2 \quad W_{y1} = y_1 - y_2$$

$$W_{x2} = x_3 - x_4 \quad W_{y2} = y_3 - y_4$$

$$W_{x3} = x_5 - x_3 \quad W_{y3} = y_5 - y_3$$

### 2.7.2.4 標高 ( $H$ ) 及び閉合差 ( $W_H$ ) の計算

交点 1 において

$$H_1 = H_{01} + \sum_{k=1}^{n1+1} dH_{1k}$$

$$H_2 = H_{02} + \sum_{k=1}^{n2+1} dH_{2k}$$

交点 2 において

$$H_3 = H_{03} + \sum_{k=1}^{n3+1} dH_{3k}$$

$$H_4 = H_{04} + \sum_{k=1}^{n4+1} dH_{4k}$$

$$H_5 = H_{05} + \sum_{k=1}^{n5+1} dH_{5k}$$

$$dH_{ik} = s_{ik} \cdot \tan t_{ik}$$

$t_{ik}$  :  $i$  路線の (  $k - 1$  ) 番目の節点における高低角

$$W_{H1} = H_1 - H_2$$

$$W_{H2} = H_3 - H_4$$

$$W_{H3} = H_5 - H_3$$

### 2.7.2.5 平均計算

条件方程式

$$C V + W = 0$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad V = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{bmatrix}, \quad W = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \end{bmatrix}$$

相關方程式

$$V = (CP^{-1})^T K$$

$$P^{-1} = \begin{pmatrix} 1/P_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/P_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/P_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/P_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/P_5 \end{pmatrix}, \quad K = \begin{pmatrix} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \end{pmatrix}$$

正規方程式と解

$$(CP^{-1}C^T)K + W = 0$$

$$K = -(CP^{-1}C^T)^{-1}W$$

$$V = (CP^{-1})^T(CP^{-1}C^T)^{-1}W$$

### 2.7.3 観測方程式による方法

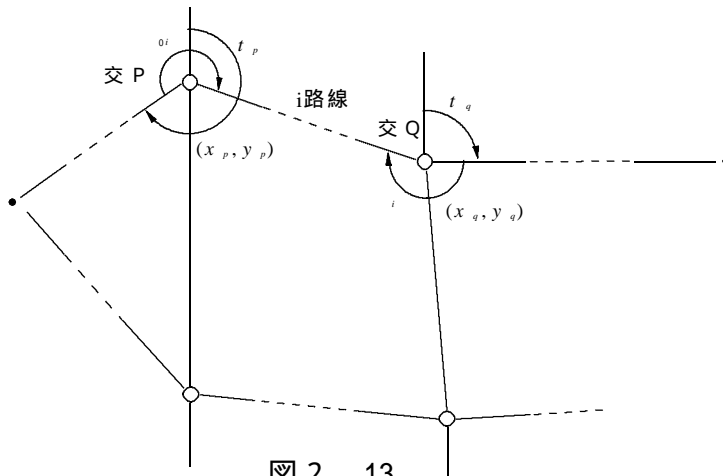


図 2 . 13

#### 2.7.3.1 方向角の観測方程式

交点 P から交点 Q まで ( i 路線 ) の方向角の観測方程式は次式による。

$$i = -t_p + t_q - \{(t_p - t_q) + dt_i\} \quad \text{重量 } P_i$$

i : 残差

$t_p, t_q$  : 交点 P 及び交点 Q における零方向の仮定方向角

$t_p, t_q$  :  $t_p, t_q$  に対する補正值

$$dt_i = o_i + \sum_{k=1}^{n_i} ik - (n_i \pm 1)180^\circ - i$$

$ik$  : k 番目の節点における観測夾角

$o_i$  : 出発点における観測夾角

i : 結合点における観測夾角

$P_i = 1 / (\text{観測夾角の数})$  : 図の場合、観測夾角の数 ( $n_i + 2$ )

$n_i$  : 節点数

#### 2.7.3.2 座標の観測方程式

交点 P から交点 Q まで ( i 路線 ) の座標の観測方程式は次式による。

$$i = -x_p + x_q - \{(x_p - x_q) + dx_i\} \quad \text{重量 } P_i$$

$$i = -y_p + y_q - \{(y_p - y_q) + dy_i\} \quad \text{重量 } P_i$$

i : 残差

$(x_p, y_p), (x_q, y_q)$  : 交点 P 及び交点 Q の仮定座標

$(x_p, y_p), (x_q, y_q)$  : 仮定座標に対する補正值

$dx_i, dy_i$ : 交点 P Q 間 (  $i$  路線 ) 観測座標差

$P_i = 1 / S_i$  (  $S_i$ : P Q 間の観測路線長 )

既知点 (  $x, y$  ) から交点 (  $x_q, y_q$  ) までの観測方程式は次式による。

$$i = x_q - \{ (x - x_q) + dx_i \} \quad \text{重量 } P_i$$

$$i = y_q - \{ (y - y_q) + dy_i \} \quad \text{重量 } P_i$$

交点 (  $x_p, y_p$  ) から既知点 (  $x, y$  ) までの観測方程式は次式による。

$$i = -x_p - \{ (x_p - x) + dx_i \} \quad \text{重量 } P_i$$

$$i = -y_p - \{ (y_p - y) + dy_i \} \quad \text{重量 } P_i$$

### 2.7.3.3 標高の観測方程式

交点 P から交点 Q まで (  $i$  路線 ) の標高の観測方程式は次式による。

$$i = -H_p + H_q - \{ (H_p - H_q) + dH_i \} \quad \text{重量 } P_i$$

$i$ : 残差

$H_p, H_q$ : 交点 P 及び交点 Q の仮定標高

$H_p, H_q$ : 仮定標高に対する補正值

$dH_i$ : 交点 P Q 間の観測高低差

$P_i = 1 / S_i$  (  $S_i$ : P Q 間の観測路線長 )

既知点 (  $H$  ) から交点 (  $H_q$  ) までの観測方程式は次式による。

$$i = H_q - \{ (H - H_q) + dH_i \} \quad \text{重量 } P_i$$

交点 (  $H_p$  ) から既知点 (  $H$  ) までの観測方程式は次式による。

$$i = -H_p - \{ (H_p - H) + dH_i \} \quad \text{重量 } P_i$$

### 2.7.3.4 正規方程式の組成及びその答解

方向角の観測方程式から正規方程式を組成し答解を行い、方向角の平均値を求める。  
この方向角の平均結果から仮定座標を計算し、座標の正規方程式を組成し答解を行い、  
平均座標値を求める。

標高の観測方程式から正規方程式を組成し答解を行い、標高の平均値を求める。

### 2.7.3.5 補正值の配布

交点 P Q 間 (  $i$  路線 ) の角夾角 (  $i_k$  ) への補正 (  $i_k$  )

$$i_k = i / (\text{夾角の観測値の数}) : \text{夾角 } i_k \text{ への補正值}$$

$$i = \sum_{k=1}^L i_k = \sum_{k=1}^L (t_i - dt_i) : \text{P Q 路線の方向角の閉合差}$$

$$i = (t_q + t_p) - (t_p + t_q)$$

交点 P Q 間の平均座標 (  $x_p, y_p$  ) (  $x_q, y_q$  ) 及び平均標高 (  $H_p, H_q$  )

$$x_p = x_p + \sum_{k=1}^L x_k \quad x_q = x_q + \sum_{k=1}^L x_k$$

$$y_p = y_p + \sum_{k=1}^L y_k \quad y_q = y_q + \sum_{k=1}^L y_k$$

$$H_p = H_p + \sum_{k=1}^L H_k \quad H_q = H_q + \sum_{k=1}^L H_k$$

交点 P Q 間 (  $i$  路線 ) の各座標 (  $x_{ik}, y_{ik}$  ) 及び各標高 (  $H_{ik}$  ) への補正 (  $x_k, y_k, H_k$  )

$i$  路線における  $L$  番目の節点への補正值

$$x_{iL} = (x_i / S_i) \sum_{k=1}^L s_k + x_p$$

$$y_{iL} = (y_i / S_i) \sum_{k=1}^L s_k + y_p$$

$$H_{iL} = (H_i / S_i) \sum_{k=1}^L s_k + H_p$$

$$x_i = x_q - x_p : \text{交点 P Q 間 ( } i \text{ 路線 ) の } x \text{ 座標の閉合差}$$

$$y_i = y_q - y_p : \text{交点 P Q 間 ( } i \text{ 路線 ) の } y \text{ 座標の閉合差}$$

$$H_i = H_q - H_p : \text{交点 P Q 間 ( } i \text{ 路線 ) の標高の閉合差}$$

## 2.8 平面直角座標による平面直角座標上方向角及び基準面上の距離の計算

### 2.8.1 平面直角座標上の方向角

$$T_{12} = \tan^{-1} \left[ \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right] - (t - T)_{12}$$

ただし、

$x_i, y_i$ : 測点1および測点2の座標

象限: 第1象限:  $(y_2 - y_1) > 0, (x_2 - x_1) > 0$

第2象限:  $(y_2 - y_1) > 0, (x_2 - x_1) < 0$

第3象限:  $(y_2 - y_1) < 0, (x_2 - x_1) < 0$

第4象限:  $(y_2 - y_1) < 0, (x_2 - x_1) > 0$

$$(t - T)_{12} = \frac{1}{4m_0^2 R_0^2} (y_2 + y_1)(x_2 - x_1) + \frac{1}{12m_0^2 R_0^2} (x_2 - x_1)(y_2 - y_1)$$

### 2.8.2 基準面上の距離

$$S_{12} = \frac{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}}{\frac{s}{S}}$$

$$\frac{s}{S} = m_0 \left\{ 1 + \frac{1}{6R_0^2 m_0^2} (y_1^2 + y_1 y_2 + y_2^2) \right\}$$

ただし、

$R_0$ : 平面直角座標系原点の平均曲率半径

$m_0$ : 平面直角座標系原点の縮尺係数 0.9999

### 2.8.3 成果表に記載する縮尺係数

$$m = m_0 \left[ 1 + \frac{3y^2}{6R_0^2 m_0^2} \right]$$

ただし、

$y$ : 当該点の  $y$  座標

## 2.9 平面直角座標による経緯度計算

座標を換算して緯度、経度及び子午線収差角を求める。

### 2.9.1 緯度

$$\begin{aligned} &= \phi_1 - \left[ \frac{\tan \phi_1}{2M_1 N_1} \right] \left[ \frac{y}{m_0} \right]^2 \\ &+ \left[ \frac{\tan \phi_1}{24M_1 N_1^3} \right] (5 + 3\tan^2 \phi_1 + \phi_1^2 - 9 \phi_1^2 \tan^2 \phi_1 - 4 \phi_1^4) \left[ \frac{y}{m_0} \right]^4 \\ &- \left[ \frac{\tan \phi_1}{720M_1 N_1^5} \right] (61 + 90\tan^2 \phi_1 + 45\tan^4 \phi_1) \left[ \frac{y}{m_0} \right]^6 \end{aligned}$$

### 2.9.2 経度

$$\begin{aligned} &= \lambda_0 + \\ &= \left[ \frac{1}{N_1 \cos \phi_1} \right] \left[ \frac{y}{m_0} \right] - \left[ \frac{1 + 2\tan^2 \phi_1 + \phi_1^2}{6N_1^3 \cos \phi_1} \right] \left[ \frac{y}{m_0} \right]^3 \\ &+ \left[ \frac{5 + 28\tan^2 \phi_1 + 24\tan^4 \phi_1}{120N_1^5 \cos \phi_1} \right] \left[ \frac{y}{m_0} \right]^5 \end{aligned}$$

### 2.9.3 子午線収差角

$$= \left( \frac{\tan \varphi_1}{N_1} \right) \left( \frac{y}{m_0} \right) - \left( \frac{\tan \varphi_1}{3N_1^3} \right) (1 + \tan^2 \varphi_1 - \varphi_1^2) \left( \frac{y}{m_0} \right)^3 + \left( \frac{\tan \varphi_1}{15N_1^5} \right) (1 + \tan^2 \varphi_1)(2 + 3\tan^2 \varphi_1) \left( \frac{y}{m_0} \right)^5$$

### 2.9.4 縮尺係数

$$m = m_0 \left[ \frac{y^2}{2M_1 N_1 m_0^2} + \frac{y^4}{24M_1^2 N_1^2 m_0^4} \right]$$

ただし、

$\varphi_1$  : 新点の緯度

$\varphi_0$  : 原点の経度

$\lambda_1$  : 新点の経度

$\alpha_1$  : 新点の子午線収差角

$\alpha_1$  の符号は、新点の位置が当該座標系原点より東にあるときは負、西は正とする。

$m$  : 新点の縮尺係数

$$m_0 = 0.9999$$

$$N_1^2 = e^2 \cdot \cos^2 \varphi_1$$

$y$  : 新点の座標

$a$  : 長半径

$e$  : 第二離心率

$f$  : 扁平率

$$M_1 = \frac{c}{\sqrt{(1 + \varphi_1^2)^3}}$$

$$N_1 = \frac{c}{\sqrt{1 + \varphi_1^2}}$$

$$c = a\sqrt{1 + e^2}$$

### 2.9.5 基準子午線と垂線（新点より）との交点の緯度

$$\varphi_1 = (A_1 + A_2 \sin 2\varphi_1 + A_3 \sin 4\varphi_1 + A_4 \cos 2\varphi_1 + A_5 \sin 6\varphi_1 + A_6 \cos 4\varphi_1 + A_7 \sin^2 2\varphi_1 + A_8 \sin 8\varphi_1 + A_9 \cos 6\varphi_1 + A_{10} \sin^2 4\varphi_1 + A_{11} \cos^3 2\varphi_1)$$

ただし

$$= \frac{M}{a}$$

$$M = S_0 + \frac{\text{新点の } x \text{ 座標}}{m_0}$$

$$a = 6,378,137\text{m}$$

$$A_1 = 1.00167851427$$

$$A_7 = -0.00000001419$$

$$A_2 = 0.00251882660$$

$$A_8 = 0.00000000002$$

$$A_3 = 0.00000370095$$

$$A_9 = 0.00000000007$$

$$A_4 = 0.00000845577$$

$$A_{10} = -0.00000000008$$

$$A_5 = 0.00000000745$$

$$A_{11} = -0.00000000002$$

$$A_6 = 0.00000002485$$



$S_0$  : 赤道から座標系原点  $\phi_0$  までの子午線弧長

$$S_0 = a(1 - e^2) \left[ A \phi_0 - \frac{B}{2} \sin 2\phi_0 + \frac{C}{4} \sin 4\phi_0 - \frac{D}{6} \sin 6\phi_0 + \frac{E}{8} \sin 8\phi_0 - \frac{F}{10} \sin 10\phi_0 \right]$$

ただし、

$e$  = 第1離心率

$$A = 1.005052501813087 \quad D = 0.000000020820379$$

$$B = 0.005063108622224 \quad E = 0.000000000039324$$

$$C = 0.000010627590263 \quad F = 0.000000000000071$$

(注)  $\phi_0$  は、他の計算式を用いて求めることができる。

## 2.10 経緯度を換算して座標及び子午線収差角を求める計算

### 2.10.1 $x$ 座標

$$\begin{aligned} \frac{x}{m_0} &= (S - S_0) + \frac{N}{2} \sin \phi \cos \phi \left( \frac{S - S_0}{N} \right)^2 \\ &+ \frac{N}{24} \sin \phi \cos^3 \phi (5 - \tan^2 \phi + 9 \phi^2 + 4 \phi^4) \left( \frac{S - S_0}{N} \right)^4 \\ &+ \frac{N}{720} \sin \phi \cos^5 \phi (61 - 58 \tan^2 \phi + \tan^4 \phi) \left( \frac{S - S_0}{N} \right)^6 \end{aligned}$$

### 2.10.2 $y$ 座標

$$\begin{aligned} \frac{y}{m_0} &= N \cos \phi \left( \frac{S - S_0}{N} \right) + \frac{N}{6} \cos^3 \phi (1 - \tan^2 \phi + \phi^2) \left( \frac{S - S_0}{N} \right)^3 \\ &+ \frac{N}{120} \cos^5 \phi (5 - 18 \tan^2 \phi + \tan^4 \phi) \left( \frac{S - S_0}{N} \right)^5 \end{aligned}$$

### 2.10.3 子午線収差角

$$\begin{aligned} &= \sin \phi \left( \frac{S - S_0}{N} \right) + \frac{1}{3} \sin \phi \cos^2 \phi (1 + 3 \phi^2 + 2 \phi^4) \frac{1}{2} \left( \frac{S - S_0}{N} \right)^3 \\ &+ \frac{1}{15} \sin \phi \cos^4 \phi (2 - \tan^2 \phi) \frac{1}{4} \left( \frac{S - S_0}{N} \right)^5 \end{aligned}$$

ただし、

$x, y$  : 新点の座標

$\alpha$  : 新点の子午線収差角

$\phi$  : 新点の緯度

$\phi_0$  : 座標系原点の経度  $\lambda_0$  : 新点の経度

$S_0$  : 2.9.5による。

$S$  : 2.9.5の  $\phi_0$  を新点の緯度  $\phi$  で求める。

$$\phi^2 = e^2 \cdot \cos^2 \phi \quad N = \frac{c}{\sqrt{1 - e^2}}$$

## 3. GPS 測量機を使用した場合の計算式

### 3.1 座標系の変換

#### 3.1.1 経緯度及び高さから地心直交座標系への変換

$$X = (N + h) \cos \phi \cos \lambda$$

$$Y = (N + h) \cos \phi \sin \lambda$$

$$Z = \{ N(1 - e^2) + h \} \sin \phi$$

$$h = H + N_g$$

ただし、  
 : 緯度                      : 経度  
 $H$  : 標高                     $N_g$  : ジオイド高  
 $N$  : 卯酉線曲率半径       $e$  : 第一離心率  
 $h$  : 楕円体高

3.1.2 地心直交座標系から経緯度及び高さへの変換

$$= \tan^{-1} \left[ \frac{Z}{(P - e^2 \cdot N_{i-1} \cdot \cos \lambda_{i-1})} \right] \quad (\text{は繰り返し計算})$$

$$\lambda = \tan^{-1} \left[ \frac{Y}{X} \right]$$

$$h = \frac{P}{\cos \lambda} - N$$

$$P = \sqrt{(X^2 + Y^2)}$$

ただし、

の収束条件:  $|\lambda_i - \lambda_{i-1}| < 10^{-12} \text{ (rad)}$

$\lambda_i$ :  $i$  回目の計算結果

$$\lambda_0 = \tan^{-1} \left[ \frac{Z}{P} \right]$$

3.2 偏心率補正計算

3.2.1 偏心率補正計算に必要な距離計算

$$D = \sqrt{(D_m \cdot \cos \alpha_m)^2 + (D_m \cdot \sin \alpha_m + i_1 - f_2)^2}$$

$$\alpha_m = \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)}{2}$$

ただし、

$D$  : 既知点と偏心率点の斜距離

$D_m$  : 測定した斜距離

$\alpha_1, \alpha_2$  : 観測高低角

$i_1, i_2$  : TS等の器械高

$f_1, f_2$  : 目標高

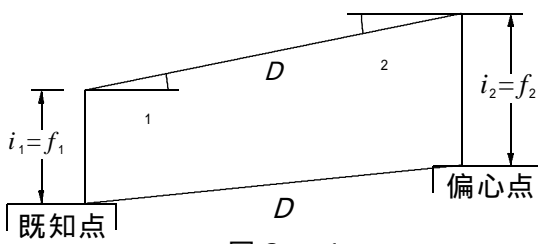


図 3 . 1

3.2.2 偏心率補正計算に必要な高低角に対する補正計算

$$\alpha_1 = \alpha_1 + d_1$$

$$\alpha_2 = \alpha_2 + d_2$$

$$d_1 = \sin^{-1} \left[ \frac{(i_1 - f_2) \cos \alpha_1}{D} \right]$$

$$d_2 = \sin^{-1} \left[ \frac{(i_2 - f_1) \cos \alpha_2}{D} \right]$$

ただし、

$\alpha_1, \alpha_2$  : 既知点と偏心率点の高低角

$\alpha_1, \alpha_2$  : 観測高低角

$d_1, d_2$  : 高低角の補正量

$D$  : 既知点と偏心率点の斜距離

$i_1, i_2$  : TS等の器械高

$f_1, f_2$  : 目標高

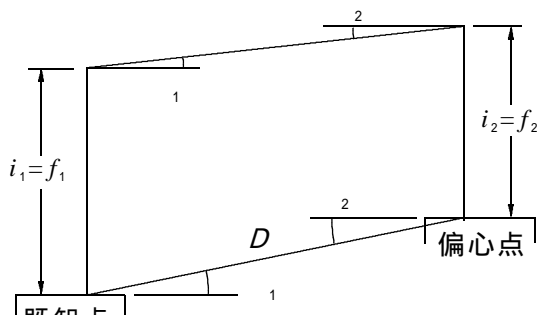


図 3 . 2

### 3.2.3 偏心補正計算に必要な方位角の計算

偏心点から既知点の方位角

$$T = T_0 + \tan^{-1} \left( \frac{D_y}{D_x} \right)$$

$$\begin{pmatrix} D_x \\ D_y \\ D_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\sin \phi_m \cdot \cos \lambda_m & -\sin \phi_m \cdot \sin \lambda_m & \cos \phi_m \\ -\sin \lambda_m & \cos \lambda_m & 0 \\ \cos \phi_m \cdot \cos \lambda_m & \cos \phi_m \cdot \sin \lambda_m & \sin \phi_m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

ただし、

- $T$  : 偏心点から既知点の方位角
- $T_0$  : 方位標の方位角
- $\phi_m$  : 偏心率
- $D_x, D_y, D_z$  : 基線ベクトルの地平座標系における成分
- $\phi_m$  : 偏心点の緯度
- $\lambda_m$  : 偏心点の経度
- $x, y, z$  : 基線ベクトルの地心直交座標系における成分  
(偏心点と方位標の座標差)

既知点から偏心点の方位角計算

$$T = T \pm 180^\circ - \frac{S \cdot \sin T \cdot \tan c}{N_c}$$

$$S = \frac{D \cdot \cos \phi_m \cdot R}{(R + h_m)}$$

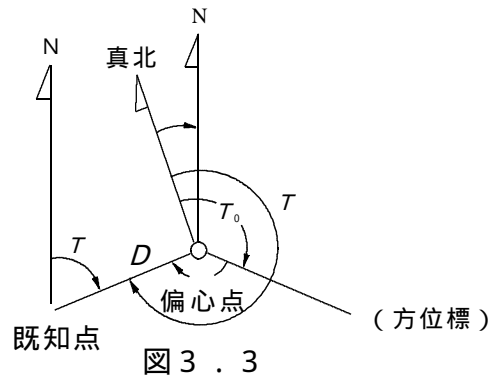
$$c = 1 + \frac{X}{M}$$

$$X = S \cdot \cos T$$

$$m = \frac{(\phi_1 - \phi_2)}{2}$$

$$h_m = \frac{(h_1 + h_2)}{2}$$

$$R = \sqrt{M \cdot N_c}$$



ただし、

- $T$  : 偏心点から既知点の方位角3.2.3. で計算した値を使用する
  - $c$  : 偏心点における子午線収差角
  - $S$  : 基準面上の距離
  - $D$  : 既知点と偏心点の斜距離
  - $\phi_1$  : 既知点の緯度
  - $N_c$  : 卯酉線曲率半径 (引数は  $c$  とする)
  - $M$  : 子午線曲率半径 (引数は  $\phi_1$  とする)
  - $R$  : 平均曲率半径 (引数は  $\phi_1$  とする)
  - $\phi_1, \phi_2$  : 既知点と偏心点の高低角
  - $h_1, h_2$  : 既知と偏心点の楕円体高
- (注) の計算は最初、 $T_0 = T + 180^\circ$  の値で計算し、 $|T - T_0| < 0.1$  を満たすまで繰り返す。

### 3.2.4 偏心補正計算

基線ベクトルの地平座標系における成分を地心直交座標系における成分に変換する

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\sin \cdot \cos & -\sin & \cos \cdot \cos \\ -\sin \cdot \sin & \cos & \cos \cdot \sin \\ \cos & 0 & \sin \end{pmatrix} \begin{pmatrix} D \cdot \cos_m \cdot \cos \\ D \cdot \cos_m \cdot \sin \\ D \cdot \sin_m \end{pmatrix}$$

$$m = \frac{(\theta_1 - \theta_2)}{2}$$

ただし、

- $x, y, z$  : 偏心補正量
- $\theta_1, \theta_2$  : 既知点の緯度
- $\theta_1, \theta_2$  : 既知点の経度
- $D$  : 既知点と偏心点の斜距離
- $\theta_1, \theta_2$  : 既知点と偏心点の高低角
- $\theta_1, \theta_2$  : 既知点から偏心点又は偏心点から既知点の方位角

### 3.2.5 偏心補正の方法

偏心点及び既知点で偏心角を観測した場合

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{ob} \\ Y_{ob} \\ Z_{ob} \end{pmatrix} \pm \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

ただし、

- $X, Y, Z$  : 偏心補正後の2点間の座標差 (地心直交座標系における成分)
- $X_{ob}, Y_{ob}, Z_{ob}$  : 偏心点で観測した2点間の座標差 (地心直交座標系における成分)
- $x, y, z$  : 偏心補正量 (3.2.4で計算した値を使用する)

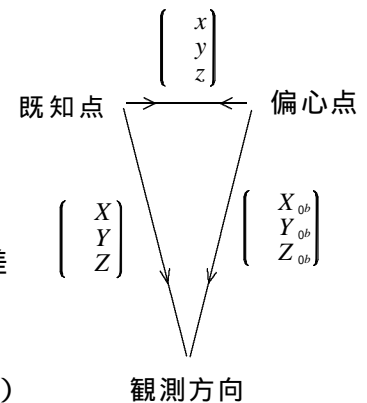


図 3 . 4

偏心点の座標が未知の場合

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{pmatrix} \pm \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

ただし、

- $X, Y, Z$  : 偏心点の座標 (地心直交座標系における成分)
- $X_1, Y_1, Z_1$  : 既知点の座標 (地心直交座標系における成分)
- $x, y, z$  : 偏心補正量 (3.2.4で計算した値を使用する)

## 3.3 点検計算の許容範囲に使用する閉合差、較差及び環閉合差 $X, Y, Z$ から

$N, E, U$ への変換計算

### 3.3.1 既知点間の閉合差

$$\begin{pmatrix} N \\ E \\ U \end{pmatrix} = R \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}$$

ただし、

- $N$  : 水平面の南北方向の閉合差
- $E$  : 水平面の東西方向の閉合差
- $U$  : 高さ方向の閉合差
- $X$  : 地心直交座標  $X$  軸成分の閉合差
- $Y$  : 地心直交座標  $Y$  軸成分の閉合差
- $Z$  : 地心直交座標  $Z$  軸成分の閉合差

$$R = \begin{pmatrix} -\sin \phi \cdot \cos \lambda & -\sin \phi \cdot \sin \lambda & \cos \phi \\ -\sin \lambda & \cos \lambda & 0 \\ \cos \phi \cdot \cos \lambda & \cos \phi \cdot \sin \lambda & \sin \phi \end{pmatrix}$$

$\phi, \lambda$  は、測量地域内の任意の既知点の緯度、経度値とする

### 3.3.2 重複辺の較差

3.3.1の内  $X, Y, Z$  を

- $X$  : 基線ベクトル  $X$  軸成分の較差
- $Y$  : 基線ベクトル  $Y$  軸成分の較差
- $Z$  : 基線ベクトル  $Z$  軸成分の較差

### 3.3.3 基線ベクトルの環閉合差

3.3.1の内  $X, Y, Z$  を

- $X$  : 基線ベクトル  $X$  軸成分の環閉合差
- $Y$  : 基線ベクトル  $Y$  軸成分の環閉合差
- $Z$  : 基線ベクトル  $Z$  軸成分の環閉合差

## 3.4 三次元網平均計算

### 3.4.1 GPS 基線ベクトル

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (N_i + h_i) \cdot \cos \phi_i \cdot \cos \lambda_i \\ (N_i + h_i) \cdot \cos \phi_i \cdot \sin \lambda_i \\ \{ N_i(1 - e^2) + h_i \} \cdot \sin \phi_i \end{pmatrix}_{i=1,2}$$

### 3.4.2 観測方程式

地心直交座標 ( $X, Y, Z$ ) による観測方程式

$$\begin{pmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{pmatrix} + M \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + M \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + M \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} X_{0b} \\ Y_{0b} \\ Z_{0b} \end{pmatrix}$$

(補正量)(未知量) (未知量)

(概算値) (観測値)

(注) 鉛直線偏差及び鉛直軸の微小回転を推定しない場合は、 $M$ 、 $M$ 、 $M$  の項は除く。

$$M = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -\cos \phi_0 \\ 0 & 0 & -\sin \phi_0 \\ \cos \phi_0 & \sin \phi_0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$M = \begin{pmatrix} 0 & -\cos \phi_0 & -\sin \phi_0 \cdot \sin \lambda_0 \\ \cos \phi_0 & 0 & \sin \phi_0 \cdot \cos \lambda_0 \\ \sin \phi_0 \cdot \sin \lambda_0 & -\sin \phi_0 \cdot \cos \lambda_0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$M = \begin{pmatrix} 0 & \sin \theta_0 & -\cos \theta_0 \cdot \sin \lambda_0 \\ -\sin \theta_0 & 0 & \cos \theta_0 \cdot \cos \lambda_0 \\ \cos \theta_0 \cdot \sin \lambda_0 & -\cos \theta_0 \cdot \cos \lambda_0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} a & -g \\ a & -g \end{pmatrix} \cos a$$

ただし、

- $\theta_0, \lambda_0$  : 既知点 (任意) の緯度, 経度
- $\theta_0$  : 鉛直線偏差の子午線方向の成分
- $\lambda_0$  : 鉛直線偏差の卯酉線方向の成分
- $a, \lambda_0$  : 天文緯度、天文経度
- $g, \lambda_0$  : 測地緯度、測地経度
- $a$  : 網の鉛直軸の微小回転

測地座標 (緯度  $\lambda$ 、経度  $\lambda$ 、楕円体高  $h$ ) による観測方程式)

$$\begin{pmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{pmatrix} = m_2 \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ h_2 \end{pmatrix} - m_1 \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ h_1 \end{pmatrix} + M \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + M \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + M \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} X_{0b} \\ Y_{0b} \\ Z_{0b} \end{pmatrix}$$

(補正量) (未知量) (未知量) (概算値) (観測値)

(注) 鉛直線偏差及び鉛直軸の微小回転を推定しない場合は、 $m_1, m_2$  の項は除く。

$$m_i = \begin{pmatrix} -(M_i + h_i) \cdot \sin \lambda_i \cdot \cos \lambda_i & -(M_i + h_i) \cdot \cos \lambda_i \cdot \sin \lambda_i & \cos \lambda_i \cdot \cos \lambda_i \\ -(M_i + h_i) \cdot \sin \lambda_i \cdot \sin \lambda_i & (M_i + h_i) \cdot \cos \lambda_i \cdot \cos \lambda_i & \cos \lambda_i \cdot \sin \lambda_i \\ (M_i + h_i) \cdot \cos \lambda_i & 0 & \sin \lambda_i \end{pmatrix} \quad (i=1, 2)$$

### 3.4.3 観測の重み

基線解析で求めた値による計算式

$$P = \begin{pmatrix} x, y, z \end{pmatrix}^{-1}$$

水平及び高さの分散を固定値とした値による計算式

$$x, y, z = R^T \cdot \begin{matrix} N, E, U \end{matrix} \cdot R$$

ただし、

$P$  : 重量行列

$x, y, z$  :  $X, Y, Z$  の分散・共分散行列

$$\begin{matrix} N, E, U \end{matrix} = \begin{pmatrix} d_N & 0 & 0 \\ 0 & d_E & 0 \\ 0 & 0 & d_U \end{pmatrix}$$

$d_N$  : 水平面の南北方向の分散

$d_E$  : 水平面の東西方向の分散

$d_U$  : 高さ方向の分散

$$R = \begin{pmatrix} -\sin \theta_0 \cdot \cos \lambda_0 & -\sin \theta_0 \cdot \sin \lambda_0 & \cos \theta_0 \\ -\sin \theta_0 & \cos \theta_0 & 0 \\ \cos \theta_0 \cdot \cos \lambda_0 & \cos \theta_0 \cdot \sin \lambda_0 & \sin \theta_0 \end{pmatrix}$$

$\theta_0, \lambda_0$  は測量地域内の任意の既知点の緯度、経度値とする

### 3.4.4 平均計算

$$V = AX - L, P$$

$$(A^T P A) X = (A^T P L)$$

$$X = (A^T P A)^{-1} A^T P L$$

$$P = \begin{pmatrix} x & x & x & y & x & z \\ y & x & y & y & y & z \\ z & x & z & y & z & z \end{pmatrix}^{-1}$$

ただし、

$V$  : 残差のベクトル

$A$  : 未知数の係数行列

$X$  : 未知数のベクトル

$L$  : 定数項のベクトル

$P$  : 重量行列

### 3.4.5 平均計算後の観測値の単位重量当たりの標準偏差

$$m_0 = \sqrt{\frac{V^T P V}{3(m - n)}} \quad \begin{array}{l} m : \text{基線数} \\ n : \text{未知点数} \end{array}$$

### 3.4.6 未知点座標の平均値の標準偏差

地心直交座標

$$X \text{ の標準偏差} : x = m_0 \sqrt{\left( \begin{array}{c} x \\ x \end{array} \right)}$$

$$Y \text{ の標準偏差} : y = m_0 \sqrt{\left( \begin{array}{c} y \\ y \end{array} \right)}$$

$$Z \text{ の標準偏差} : z = m_0 \sqrt{\left( \begin{array}{c} z \\ z \end{array} \right)}$$

測地座標

$$\text{の標準偏差} : n = m_0 \sqrt{\left( \begin{array}{c} \\ \end{array} \right)} \cdot (M + h)$$

$$\text{の標準偏差} : e = m_0 \sqrt{\left( \begin{array}{c} \\ \end{array} \right)} \cdot (N + h) \cos$$

$$h \text{ の標準偏差} : h = m_0 \sqrt{\left( \begin{array}{c} h \\ h \end{array} \right)}$$

ただし、

$$\begin{array}{l} , \quad , \quad h h : \text{重み係数行列の対角要素} \\ M : \text{子午線曲率半径} \\ N : \text{卯酉線曲率半径} \end{array}$$

### 3.5 ジオイド高算出のための補間計算

$$N_g = (1 - t)(1 - u) N_{g(i,j)} + (1 - t)u \cdot N_{g(i,j+1)} + t(1 - u) N_{g(i+1,j)} + t \cdot u \cdot N_{g(i+1,j+1)}$$

ただし、

- $i$  :  $i$  格子の緯度
- $j$  :  $j$  格子の経度
- $N_{g(i,j)}$  :  $(i, j)$  格子のジオイド高
- : 求点の緯度
- : 求点の経度
- $N_g$  : 求点のジオイド高

$$t = \frac{i - i}{i+1 - i}$$

$$u = \frac{j - j}{j+1 - j}$$

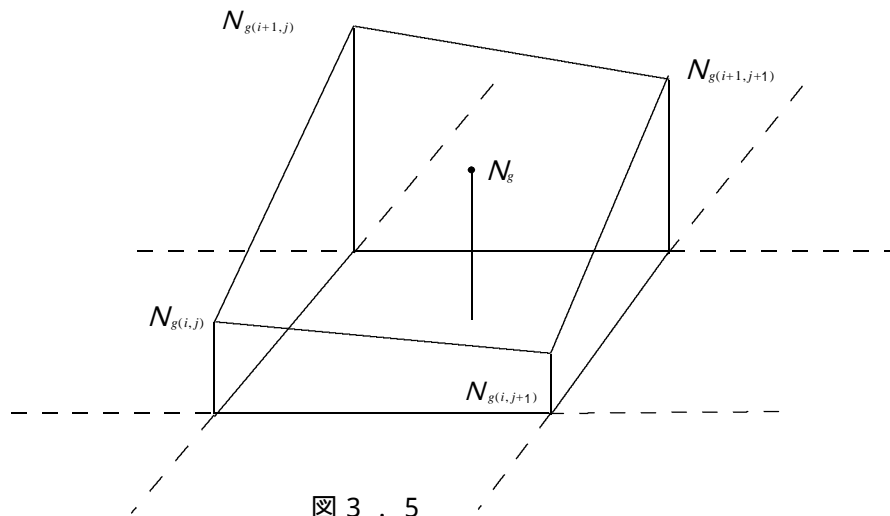


図 3 . 5

(注) 求点のジオイド高は、求点を最も近く取り囲む 4 格子のジオイド高から求める。

4. 本計算式のほか、これと同精度もしくはこれをうわまわる精度を有することが確認できる場合には、当該計算式を使用することができる。



## 水準測量

### 1. 観測比高に対する補正計算

$$h = H + C + G$$

ただし、

- $h$  : 高低差 (m単位)
- $H$  : 観測高低差 (m単位)
- $C$  : 標尺補正量 (m単位)
- $G$  : 正標高補正量 (m単位)

#### 1.1 標尺定数補正

$$C = \{ C_0 + (T - T_0) \cdot \alpha \} \cdot H$$

ただし、

- $C$  : 標尺補正量 (m単位)
- $C_0$  : 基準温度における標尺定数 (単位長さあたりの補正量) (m単位)
- $T$  : 観測時の測定温度 (単位)
- $T_0$  : 基準温度 (単位)
- $\alpha$  : 膨張係数
- $H$  : 観測高低差 (m単位)

#### 1.2 正規正標高補正計算 (楕円補正)

$$K = 5.29 \cdot \sin(B_1 + B_2) \frac{B_1 - B_2}{180} \cdot H$$

ただし、

- $K$  : 正規正標高補正量 (mm単位)
  - $B_1, B_2$  : 水準路線の出発点及び終末点 (又は変曲点) の緯度 (分単位)
  - $H$  : 水準路線の平均標高 (m単位)
- $$= \frac{180^\circ}{\sin 1''} \cdot 60$$

#### 1.3 正標高補正計算 (実測の重力値による補正)

$$G = \left\{ \left[ \frac{g_i + g_j}{2} \right] - g_0 \right\} \cdot H + H_i \cdot (G_i - G_0) + H_j \cdot (G_j - G_0)$$

ただし、

- $G$  : 正標高補正量 (mm単位)
- $g_i, g_j$  : 水準点  $i, j$  における重力値 (地表重力値 (mGal単位))
- $H$  : 水準点  $i$  から  $j$  の観測比高 (m単位)
- $g_0$  : 980619.92mGal (緯度45°における正規重力値 (mGal単位))
- $H_i, H_j$  : 水準点  $i, j$  における標高 (正標高 (m単位))
- $G_i, G_j$  : 水準点  $i, j$  における鉛直平均重力値 (mGal単位)  
(地表からジオイド面までの平均重力値)
- $G_i = g_i + 0.0424 \cdot H_i$
- $G_j = g_j + 0.0424 \cdot H_j$

2. 水準測量観測の標準偏差

$$m_0 = \sqrt{\frac{1}{4} \cdot \left[ \frac{U_i^2}{S_i} \right] \cdot \frac{1}{n}}$$

ただし、

$m_0$  : 1 km当たりの観測の標準偏差 (mm単位)

$U_i$  : 各鎖部の往復差 (mm単位)

$S_i$  : 各鎖部の距離 (km単位)

$n$  : 鎖部数

3. 水準網平均計算

3.1 観測方程式による場合

3.1.1 観測方程式

$$v_{12} = -x_1 + x_2 - (H_1 - H_2 + H_{12}), P_{12}$$

$$v_{23} = -x_2 + x_3 - (H_2 - H_3 + H_{23}), P_{23}$$

.....

$$v_{ij} = -x_i + x_j - (H_i - H_j + H_{ij}), P_{ij}$$

ただし、

$H_i, H_j$  : 水準点  $i, j$  の仮定標高

$x_i, x_j$  : 水準点  $i, j$  の仮定標高に対する補正值

$H_{ij}$  : 水準点  $i, j$  間の観測高低差

$v_{ij}$  : 水準点  $i, j$  間の観測高低差の残差

$P_{ij}$  : 水準点  $i, j$  間の観測高低差の重量

行列表示にすると、

$$V = AX - L, P$$

ただし、

$V$  : 残差のベクトル

$X$  : 未知数 (仮定標高に対する補正值) のベクトル

$A$  : 未知数の係数の行列

$L$  : 定数項のベクトル

$P$  : 重量の行列

ただし、各マトリックス、ベクトルの内容は次のとおり

$$V = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_m \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}, \quad L = \begin{pmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \vdots \\ l_m \end{pmatrix}, \quad P = \begin{pmatrix} p_1 & & & 0 \\ & p_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & p_m \end{pmatrix}$$

ただし、

- $l_k$  :  $k$  番目に関する  $l_{ij}$
- $l_k$  :  $k$  番目に関する  $(H_i - H_j + H_{ij})$
- $p_k$  :  $k$  番目に関する  $P_{ij}$

$$P_{ij} = \frac{1}{S_{ij}}$$

$S_{ij}$  : 水準点  $i$   $j$  間の路線長

### 3.1.2 正規方程式

$$(A^T P A) X = A^T P L$$

$$X = (A^T P A)^{-1} A^T P L$$

### 3.1.3 平均の結果

単位重量当たりの観測の標準偏差 ( $m_0$ )

$$m_0 = \sqrt{\frac{V^T P V}{(m - n)}}$$

ただし、

- $m$  : 観測方程式の数
- $n$  : 未知数の数

未知点の平均標高の標準偏差

$$M_1 = m_0 \sqrt{q_{11}}, M_2 = m_0 \sqrt{q_{22}}, \dots, M_n = m_0 \sqrt{q_{nn}}$$

ただし、

$$Q = (A^T P A)^{-1} = \begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1n} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{n1} & q_{n2} & \dots & q_{nn} \end{pmatrix}$$

## 3.2 条件方程式による場合

### 3.2.1 条件方程式

$$b_{11} x_1 + b_{12} x_2 + \dots + b_{1m} x_m + w_1 = 0$$

$$b_{21} x_1 + b_{22} x_2 + \dots + b_{2m} x_m + w_2 = 0$$

.....

$$b_{r1} x_1 + b_{r2} x_2 + \dots + b_{rm} x_m + w_r = 0$$

- ただし、  $w$  : 環閉合差
- $w$  : 路線の高低差の補正量

行列表示にすると、

$$B V + W = 0$$

ただし、

- $B$  : 未知数の係数の行列
- $V$  : 残差のベクトル
- $W$  : 閉合差のベクトル

ただし、各マトリックス、ベクトルの内容は次のとおり

$$B = \begin{matrix} & \begin{matrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1m} \end{matrix} \\ \begin{matrix} b_{21} \\ \dots \\ b_{r1} \end{matrix} & \begin{matrix} b_{22} & \dots & b_{2m} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{r2} & \dots & b_{rm} \end{matrix} \end{matrix}, \quad V = \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ m \end{matrix}, \quad W = \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ r \end{matrix}$$

### 3.2.2 相関方程式

$$V = (B P^{-1})^T \cdot K$$

ただし、

$$P^{-1} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1/P_1 & & 0 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1/P_2 \\ \vdots \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} & & & \\ & & \dots & \\ & & & 1/P_m \end{matrix} \end{matrix}, \quad K = \begin{matrix} k_1 \\ k_2 \\ \vdots \\ k_r \end{matrix}$$

$K$ ：相関係数（未定係数）のベクトル

### 3.2.3 正規方程式

$$(B P^{-1} B^T) \cdot K + W = 0$$

$$K = -(B P^{-1} B^T)^{-1} \cdot W$$

### 3.2.4 平均の結果

単位重量当たりの観測の標準偏差

$$m_0 = \sqrt{\frac{-K^T W}{r}}$$

ただし、 $r$ ：条件方程式の数

## 4. 変動補正計算

$$h = \frac{H_2 - H_1}{T_2 - T_1} (T - T_2)$$

ただし、

$h$ ： $H_2$ に対する変動補正量

$T_1$ ：旧観測月日

$T_2$ ：新観測月日

$T$ ：統一する月日

$H_1$ ： $T_1$ における観測高低差

$H_2$ ： $T_2$ における観測高低差

## 5. 渡海水準測量の計算

### 5.1 交互法の計算

#### 5.1.1 自動レベル及び気泡管レベルの場合

$$H = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m a_i - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n b_j$$

ただし、

$H$ ：高低差

$a_i$ ：自岸の読定値

$b_j$ ：対岸の読定値

$m, n$ ：読定回数

### 5.1.2 電子レベルの場合

5.1.1の計算式を用いる

## 5.2 経緯儀法の計算

### 5.2.1 反射鏡高の計算

$$f_A = l_A + h_A$$

$$h_A = m_r - m_m$$

ただし、

$f_A$  : A点の反射鏡高

$l_A$  : A点の標尺のcm位までの読み値

$h_A$  : マイクロメータの読み之差

$m_r$  : 標尺のマイクロメータの読み値

$m_m$  : 反射鏡のマイクロメータの読み値

B点の反射鏡高 $f_B$ も同様に求める

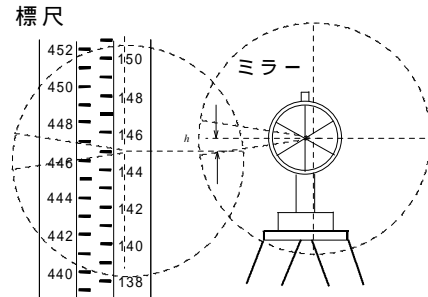


図5.1

### 5.2.2 高低差の計算

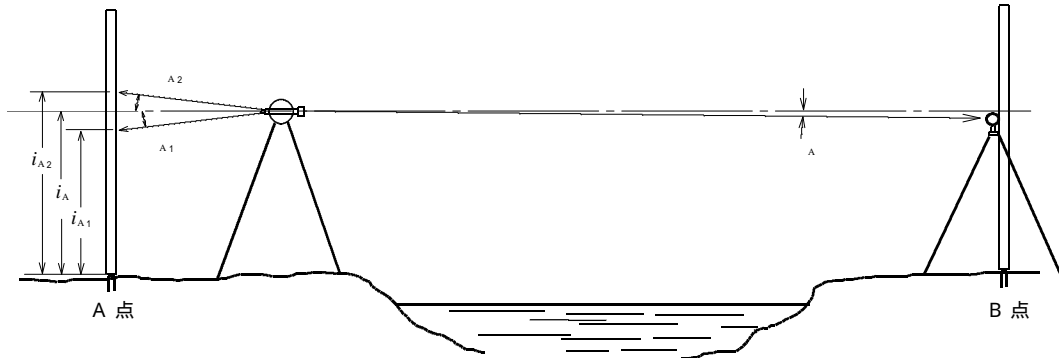


図5.2

$$i_A = \frac{(i_{A1} - i_{A2}) \cdot \tan \theta_{A1}}{\tan \theta_{A2} - \tan \theta_{A1}} + i_{A1}$$

$$H_A = D_A \cdot \sin \theta_A + i_A - f_B$$

$$H_B = D_B \cdot \sin \theta_B + i_B - f_A$$

$$H = (H_A - H_B) / 2$$

ただし

$H$  : A点とB点の高低差

$H_A$  : A点から求めた高低差

$H_B$  : B点から求めた高低差

$i_A, i_B$  : A点及びB点の器械高

$i_{A1}, i_{A2}$  : A点の標尺目盛

$i_{B1}, i_{B2}$  : B点の標尺目盛

$f_A, f_B$  : A点及びB点の反射鏡高

$\theta_{A1}, \theta_{A2}$  : A点の標尺目盛の測定値(高低角)

$\theta_{B1}, \theta_{B2}$  : B点の標尺目盛の測定値(高低角)

$\theta_A, \theta_B$  : 高低角

$D_A, D_B$  : 器械から反射鏡までの斜距離

### 5.2.3 高低角観測のみによる同時観測（標尺使用）

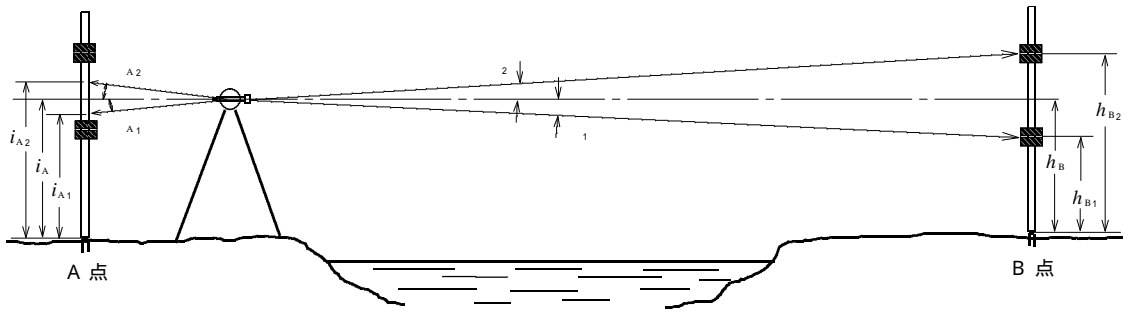


図 5 . 3

$$i_A = \frac{(i_{A1} - i_{A2}) \cdot \tan_{A1}}{\tan_{A2} - \tan_{A1}} + i_{A1} \quad h_B = \frac{(h_{B1} - h_{B2}) \cdot \tan_{A1}}{\tan_{A2} - \tan_{A1}} + h_{B1}$$

$$H_A = i_A - h_B$$

$$H_B = i_B - h_A$$

$$H = (H_A - H_B) / 2$$

$H$  : A点とB点の高低差

$H_A$  : A点から求めた高低差

$H_B$  : B点から求めた高低差

$i_A, i_B$  : A点及びB点の器械高

$h_A, h_B$  : A点及びB点の計算目標高

$h_{B1}, h_{B2}$  : B点の目標板の測定値（高低角）

$A_1, A_2$  : A点の標尺目盛の測定値（高低角）

$A, B$  : B点の目標板の測定値（高低角）

### 5.3 俯仰ねじ法の計算

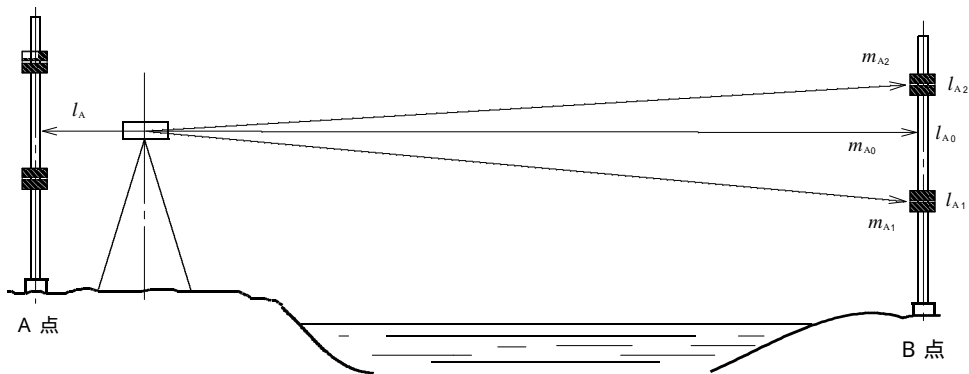


図 5 . 4

$$l_{A0} = l_{A1} + (l_{A2} - l_{A1}) \frac{m_{B0} - m_{B1}}{m_{B2} - m_{B1}}$$

$$l_{B0} = l_{B1} + (l_{B2} - l_{B1}) \frac{m_{A0} - m_{A1}}{m_{A2} - m_{A1}}$$

$$H_A = l_A - l_{A0}$$

$$H_B = l_B - l_{B0}$$

$$H = (H_A - H_B) / 2$$

ただし、

- $H_A$  : A点での高低差
- $H_B$  : B点での高低差
- $l_{A1}, l_{A2}$  : A点からB点を観た際の下段、上段目標板位置の標尺目盛
- $m_{A1}, m_{A2}$  : A点からB点を観た際の下段、上段目標板測定値（俯仰ねじ目盛）
- $m_{A0}$  : A点からB点を観た際の気泡合致の時の測定値（俯仰ねじ目盛）
- $l_A$  : A点における後視標尺（自岸標尺）の読定値
- $l_{A0}$  : A点における前視標尺（対岸標尺）の $m_{A0}$ に対する標尺目盛
- $l_{B1}, l_{B2}$  : B点からA点を観た際の下段、上段目標板位置の標尺目盛
- $m_{B1}, m_{B2}$  : B点からA点を観た際の下段、上段目標板測定値（俯仰ねじ目盛）
- $m_{B0}$  : B点からA点を観た際の気泡合致の時の測定値（俯仰ねじ目盛）
- $l_B$  : B点における後視標尺（自岸標尺）の読定値
- $l_{B0}$  : B点における前視標尺（対岸標尺）の $m_{B0}$ に対する標尺目盛

#### 5.4 標準偏差の計算

##### 5.4.1 1セット観測の標準偏差

$$m_i = \sqrt{\frac{i^2}{n-1}}$$

##### 5.4.2 平均値の標準偏差

$$M_i = \sqrt{\frac{i^2}{n(n-1)}}$$

##### 5.4.3 器械の配置別標準偏差の平均値

$$m_{i2} = (m_1 + \dots + m_p) / n_p$$

ただし、

- $m_i$  : 1セット観測の標準偏差
- $M_i$  : 平均値の標準偏差
- $m_{i2}$  : 器械の配置別標準偏差の平均値
- $i$  :  $H_0 - H_i$
- $H_i$  : 各セットの高低差
- $H_0$  : 各セットの高低差の平均値
- $n$  : セット数
- $n_p$  : 器械の配置別の数

#### 5.5 直接水準，渡海水準測量の路線の混合する環の平均

$$P_1 : P_2 = \frac{1}{m_1^2} : \frac{1}{m_2^2}$$

$$m_1 = m_0 \sqrt{S}$$

$$V_1 = -\frac{P_2 \cdot W}{P_1 + P_2} \quad V_2 = -\frac{P_1 \cdot W}{P_1 + P_2}$$

ただし、

- $P_1$  : 直接水準測量の重量
- $P_2$  : 渡海水準測量の重量
- $m_1$  : 直接水準測量の標準偏差
- $m_0$  : 0.6mmとする
- $S$  : 直接水準測量の路線長 (km単位)
- $m_2$  : 渡海水準測量の平均値の標準偏差
- $W$  : 環閉合差
- $V_1, V_2$  : 直接水準、渡海水準測量路線への補正量

6. 本計算式のほか、これと同精度もしくはこれをうわまわる精度を有することが確認できる場合には、当該計算式を使用することができる。



# 公共測量標準図式

# 目 次

## 公共測量標準図式

第1章 総 則	1
第1節 総 則	1
第2節 表示の原則	1
第2章 地図記号	2
第1節 通 則	2
第2節 境界等	2
第3節 交通施設	2
第4節 建物等	2
第5節 小物体	3
第6節 水部等	3
第7節 土地利用等	4
第8節 地形等	4
第9節 地図記号の様式	5
第3章 取得分類基準	5
第1節 通 則	5
第2節 取得分類基準	6
第4章 注 記	11
第1節 通 則	11
第2節 細 則	17
第5章 整 飾	20
第1節 通 則	20

## 数値地形図データファイル仕様

第1章 総 則	22
第1節 総 則	22
第2章 数値地形図データファイル仕様	26
第1節 通 則	26
第3章 写真地図データファイル仕様	27
第1節 通 則	27
第2節 写真地図データファイル	27
第3節 位置情報ファイル	27
第4章 数値地形図データファイル説明書	28

# 公共測量標準図式

## 第1章 総則

### 第1節 総則

#### (目的)

第1条 この図式は、作業規程の準則第82条に基づき、地図情報レベル5000以下の数値地形図の調製について、その取得する事項及び地形、地物等の取得方法、その他記号の適用等の基準を定め規格の統一を図ることを目的とする。

#### (数値地形図の性格)

第2条 数値地形図とは、都市、河川、道路、ダム等の計画、管理及び土木工事のために使用できる位置精度を有した地理空間情報及び数値地形図をいう。

### 第2節 表示の原則

#### (表示の対象)

第3条 数値地形図に表示する対象は、測量作業時に現存し、永続性のあるものとする。ただし、次に掲げる事項は、表示することができる。

- 一 建設中のもので、おおむね1年以内に完成する見込のもの。
- 二 永続性のないもので、特に必要と認められるもの。

#### (表示の方法)

第4条 数値地形図への表現は、地表面の状況を地図情報レベルに応じて正確詳細に表示する。

- 2 表示する対象は、それぞれの上方からの正射影(以下「正射影」という。)で、その形状を表示する。ただし、正射影で表示することが困難なものについては、正射影の位置に定められた記号で表示する。
- 3 特定の記号のないもので、特に表示する必要がある対象は、その位置を指示する点(以下「指示点」という。)を表示し、名称、種類等を文字により表示する。

#### (表示事項の転位)

第5条 数値地形図に表示する地物の水平位置の転位は、原則として行わない。

- 2 地図情報レベル2500以上に表示する地物の水平位置は、やむを得ない場合には地図情報レベルに対応する相当縮尺の出力図に限り、図上0.7mmまで転位させることができる。

#### (地図記号及び文字の大きさの許容誤差)

第6条 数値地形図に表示する記号及び文字の大きさの許容誤差は、表現上やむを得ないものに限り定められた大きさに対して図上 $\pm 0.2\text{mm}$ 以内とする。

#### (線の区分)

第7条 数値地形図に表示する線の区分は、次の表に定めるとおりとする。

線号	線の太さ	備考
1号	0.05mm	線の太さの許容誤差は、各線号を通じて $\pm 0.025\text{mm}$ とする。
2号	0.10mm	
3号	0.15mm	
4号	0.20mm	
5号	0.25mm	
6号	0.30mm	
7号	0.35mm	
8号	0.40mm	
10号	0.50mm	

## 第2章 地図記号

### 第1節 通則

#### (地図記号)

第8条 地図記号とは、対象物を数値地形図上に表現するために規定した記号をいい、境界等、交通施設、建物等、小物体、水部等、土地利用等及び地形等に区分する。

### 第2節 境界等

#### (境界等)

第9条 境界等は、境界及び所属界に区分する。

#### (境界)

第10条 境界とは、行政区画の境をいい、都府県界、北海道の支庁界、郡市・東京都の区界、町村・指定都市の区界、大字・町界・丁目界及び小字界に区分して表示する。

#### (所属界)

第11条 所属界とは、島等の所属を示す線をいい、用図上必要がある場合に表示する。

#### (未定境界)

第12条 未定境界とは、第10条に規定するもののうち、都府県界、北海道の支庁界、郡市・東京都の区界及び町村・指定都市の区界で未定であることが明らかな境界をいい、関係市町村間で意見の相違がある境界を含む。

2 未定境界は、間断区分を設定する。

3 未定境界は、数値地形図データでは表示しない。

### 第3節 交通施設

#### (交通施設)

第13条 交通施設は、道路、道路施設、鉄道及び鉄道施設に区分する。

#### (道路)

第14条 道路とは、一般交通の用に供する道路及び私有道路をいい、真幅道路、徒歩道、庭園路等、トンネル内の道路及び建設中の道路に区分して表示する。

2 真幅道路、庭園路等、トンネル内の道路及び建設中の道路は、その正射影を表示し、徒歩道は、正射影の中心線と記号の中心線を一致させて表示する。

#### (道路施設)

第15条 道路施設とは、道路と一体となってその効用を全うする施設をいう。

#### (鉄道)

第16条 鉄道とは、鉄道事業法及び軌道法に基づいて敷設された軌道等をいう。

2 鉄道は、軌道、又は軌道間の正射影の中心線と記号の中心線を一致させて表示する。

#### (鉄道施設)

第17条 鉄道施設とは、鉄道と一体となってその効用を全うする施設をいう。

### 第4節 建物等

#### (建物等)

第18条 建物等は、建物、建物に付属する構造物及び建物記号に区分する。

#### (建物)

第19条 建物とは、居住その他の目的をもって構築された建築物をいい、普通建物、堅ろう建物、普通無壁舎及び堅ろう無壁舎に区分して表示する。

2 建物は、射影の短辺が実長1m以上のものについて、その外周の正射影を表示することを原則とする。

(建物の付属物)

第20条 建物の付属物とは、門、屋門、たたき及びプールをいう。

(建物記号)

第21条 建物記号とは、建物の機能を明らかにするために定めた記号をいう。

- 2 特定の用途あるいは、機能を明らかにする必要のある建物には、注記することを原則とする。
- 3 建物規模が小さいもの及び市街地等の建物の錯雑する地域において、注記により重要な地物と重複するおそれのある場合には、定められた記号によって表示する。
- 4 大きな建物の一部にある郵便局、銀行等のうち、好目標となるもので必要と認められるものは、指示点を付して表示する。
- 5 建物記号の表示位置等は、次による。
  - 一 建物の内部に表示できる場合は、中央に表示する。
  - 二 建物の内部に表示できない場合は、指示点を付しその上方に表示することを原則とし、表示位置の記号を間断することが適当でない場合は、その景況に従い適宜の位置に表示することができる。

## 第5節 小物体

(小物体)

第22条 小物体は、公共施設及びその他の小物体に区分する。

(公共施設)

第23条 公共施設とは、電柱及びマンホールをいう。

- 2 電柱は、その支柱中心を記号中心と一致させて表示し、有線方向を1.0mm表示する。このとき、有線方向は、架設されているものすべてについて表示する。
- 3 支線及び枝線は、原則として表示しない。
- 4 マンホールは、共同溝、ガス、電話、電力、下水及び上水は、それぞれの記号で表示し、それ以外のものについては、公共性、規模等を考慮して、未分類を用いて表示する。

(その他の小物体)

第24条 その他の小物体とは、形状が一般に小さく、定められた記号によらなければ表示できない工作物をいう。

- 2 その他の小物体は、原則として好目標となるもので、地点の識別と指示のために必要なもの及び歴史的・学術的に著名なものを表示する。
- 3 その他の小物体の記号は、特に指定するものを除き、その記号の中心点又は中心線が当該小物体の真位置にあるように表示する。
- 4 定められた記号のない小物体は、その位置に指示点を付し、これにその名称又は種類を示す注記を添えて表示する。

## 第6節 水部等

(水部等)

第25条 水部等は、水部及び水部に関する構造物等に区分する。

(水部)

第26条 水部は、河川、細流、かれ川、用水路、湖池、海岸線、地下水路及び低位水涯線に区分する。

(水部に関する構造物等)

第27条 水部に関する構造物等とは、水涯線に付属するダム、せき、水門、防波堤等の構造物をいし、渡船発着所、滝、流水方向を含む。

## 第7節 土地利用等

### (土地利用等)

第28条 土地利用等は、法面、構囲、諸地、場地及び植生に区分する。

### (法面)

第29条 法面とは、切土あるいは盛土によって人工的に作られた斜面の部分をいう。

### (構囲)

第30条 構囲とは、建物及び敷地等の周辺を区画する囲壁の類をいう。

### (諸地)

第31条 諸地とは、集落に属する区域の中で、建物以外の土地をいい、空地、駐車場、花壇、園庭、墓地及び材料置場に区分して表示し、区域界を含む。

2 区域界とは、諸地及び場地等のうち特に他の区域と区分する必要がある場合で、その区域が地物縁で表示できない場合に適用する。

3 建設中の区域は、区域界で表示する。

### (場地)

第32条 場地とは、図上他の区域と区別する必要がある城跡、史跡、名勝、天然記念物、温泉、鉱泉、公園、牧場、運動場、飛行場等の区域をいう。

2 場地は、その状況に応じて区域界及び場地記号又は注記により表示する。

3 場地記号は、区域のおおむね中央に表示するのを原則とする。ただし、特に指定する主要な箇所がある場合には、その位置に表示する。

### (植生)

第33条 植生とは、地表面の植物の種類及びその覆われている状態をいい、植生界、耕地界及び植生記号により表示する。

2 植生の表示は、その地域の周縁を植生界等で囲み、その内部にそれぞれの植生記号を入力する。

3 既耕地の植生記号は、植生界、耕地界及び地物で囲まれる区域の中央部に一個表示する。ただし、一個では植生の現況が明示できない場合にはその景況に応じて意匠的に表示することができる。

4 未耕地の植生記号は、図上4.0cm×4.0cmにおおむね2～4個をその景況に応じて意匠的に表示する。

## 第8節 地形等

### (地形等)

第34条 地形等とは、地表の起伏の状態をいい、等高線、変形地、基準点及び数値地形モデルに区分する。

2 地形の起伏は等高線によって表示することを原則とし、等高線による表現が困難又は不適当な地形は変形地の記号を用いて表示する。

### (等高線)

第35条 等高線は、計曲線、主曲線、補助曲線、特殊補助曲線及びそれらの凹地曲線に区分して表示する。

2 等高線には、属性数値に等高線数値を格納する。

### (変形地)

第36条 変形地とは、自然によって作られた地表の起伏の状態をいい、土がけ、雨裂、急斜面、洞口、岩がけ、露岩、散岩及びさんご礁に区分して表示する。

### (基準点)

第37条 基準点は、電子基準点、三角点、水準点、多角点等、公共電子基準点、公共基準点(三角点)、公共基準点(水準点)、公共基準点(多角点等)、その他の基準点、標石を有しない標高点及び図化機測定による標高点に区分して表示する。

2 標高数値の表示は、水準点及び公共基準点(水準点)は、小数点以下第3位までとし、電子基準点、三角点、多角点等、公共基準点(三角点)、公共電子基準点、公共基準点(多角点等)、その他の基準点及び標石を有し

ない標高点は、小数点以下第2位までとし、図化機測定による標高点は、小数点以下第1位までとする。

3 標高数値は、属性数値に小数点以下3位まで格納するものとし、有効桁数以下の位には0を与えるものとする。

4 基準点の表示密度は、等高線数値を含めて図上10cm×10cmに10点を標準とする。

(数値地形モデル)

第38条 数値を用いた地形表現をいう。

### 第9節 地図記号の様式

(地図記号の様式)

第39条 地図情報レベル500、1000、2500、5000の地図記号の様式及び適用は、「公共測量標準図式 数値地形図データ取得分類基準表」による。

2 応用測量の地図記号の様式及び適用は、「公共測量標準図式 数値地形図データ取得分類基準表 応用測量」による。

3 測量記録の地図記号の様式及び適用は、「公共測量標準図式 数値地形図データ取得分類基準表 測量記録」による。

## 第3章 取得分類基準

### 第1節 通則

(取得分類コード)

第40条 取得分類コードは、原則として数値地形図データ取得分類基準表の分類コードを標準の分類コードとして使用する。

2 標準の分類コード以外にデータ項目の追加が生じた場合は、同様の性質を持つ地形・地物等のデータ項目と整合させ、「使用分類コード」として追加することができる。

3 データ項目の追加の有無に関わらずデータファイル内で使用されている分類コードと標準の分類コードの関係は、インデックスレコードに記載しなければならない。

使用分類コード	標準の分類コード	使用データタイプフラグ	方向規定	座標次元	内容記述
3001	3001	110000000	0	0	公共以外の普通建物
3006	3001	110000000	0	0	公共の普通建物

(データタイプ)

第41条 数値地形図のデータタイプは、その特性等により面、線、円、円弧、点、方向、注記、属性、グリッドデータ及び不整三角網の各タイプにより表現する。

一 面データとは、建物等の閉じた図形として表現するもので、始点から終点までの連続した座標列で表し、始点と終点は同一座標とする。

二 線データは、始点から終点までの連続した座標列で表す。

三 円データとは、タンク等のうち円筒状や球状の地物について表現するもので、円周上の3点の座標値で表す。

四 円弧データは、主に円データが図郭等で分断される場合に用い、円弧上の始点、中間点、終点の3点の座標

値で表す。

五 点データは、建物記号や植生記号等 1 点で地物等を表現する場合に用いる。

六 方向データは、信号灯、抗口（極小）、洞口等点データによって表現される地図記号のうち、記号の向きを現況に合わせて表示する必要があるものは、2 点一組の座標列で記号の位置と方向を表すこととし、最初の点は記号を表示する位置を、2 番目の点は、1 番目の点と合わせてその記号の向きを表す方向にデータを取得する。なお、2 番目の点は、最初の点から大きく離れることがないように取得する。

七 注記データとは、数値地形図表示のための文字のデータであり、入力する位置、文字の大きさ、文字等の間隔、線の太さ等のデータを含む。

八 属性データは、ユーザがデータ利用を目的として、特定の事項について記録するためのもので、様式は Fortran 形式で設定する。

九 グリッドデータは、標高値だけのデータとし、その並び順により位置が決定される。

十 不整三角網は、3 点の座標で構成されるデータの集合である。

（グループ化）

第 4 2 条 グル - プ化は、複数のデータをひとまとめにして取り扱うときに用いる。

2 グル - プ化は、地物と注記あるいは属性、建物と建物記号、建物本体に付属するポーチやひさし等（図形区分）の建物の小突起程度の範囲とする。

3 要素グループヘッダレコードの分類コードは、グループの基準となる要素と同一のコードとする。

4 グループの基準となる要素は、グループ内の最初のレコードに記述するものとする。

5 グループ内の要素識別番号は、新たに 1 から付与する。但し、外部のデータベースとリンクしている場合は、追加で付番してもよいこととする。

レコードタイプ	分類コード	要素識別番号	階層レベル	備考
：	：	：	：	：
H <sub>1</sub>	2200	0	1	レイヤヘッダレコード
E*	2255	1	2	要素レコード
E*	2255	2	2	要素レコード
：	：	：	：	：
：	：	：	：	：
E*	2255	n	2	要素レコード
H <sub>2</sub>	2255	n+1	2	グループヘッダレコード
E*	2255	1	3	要素レコード
E8	2255	2	3	要素レコード
(属性レコード)		....	....	属性レコード
H <sub>3</sub>	2255	n+2	2	グループヘッダレコード
E*	2255	1	3	要素レコード
E8	2255	2	3	要素レコード
(属性レコード)		....	....	属性レコード
E*	2255	n+3	2	要素レコード
E*	2255	n+4	2	要素レコード
E*	2256	1	2	要素レコード
E*	2256	2	2	要素レコード
H <sub>4</sub>	2300	0	1	レイヤヘッダレコード
：	：	：	：	：
：	：	：	：	：

（取得基準）

第 4 3 条 データの取得基準及びデータタイプは、数値地形図データ取得分類基準表のとおりとする。

（地形の座標次元）

第 4 4 条 等高線、基準点、数値地形モデルの座標次元は 3 次元とする。

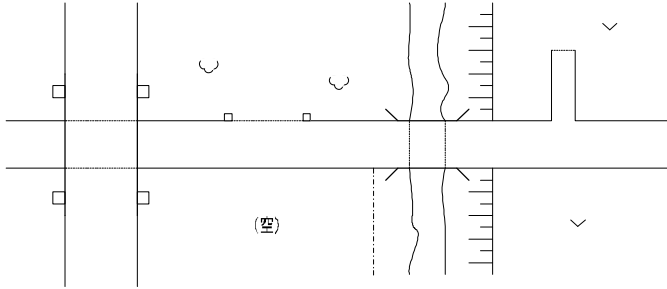
2 座標次元が 3 次元であっても、標高値が同一の場合は、属性数値を使用して標高値を格納し、XY 座標は 2 次元座標レコードを使用して格納するものとする。



(連続性の確保)

第45条 連続するデータは、座標一致で連続しなければならない。

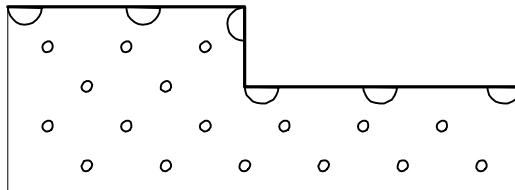
- 2 真幅道路等は街区面が構成できるように、袋小路や施設入り口等の表現上、開放部においても当該取得分類に間断区分を設定して取得するものとする。
- 3 河川等において道路橋等の下を通過する箇所は、間断区分を設定して取得するものとする。但し、出入り口の調査が困難な用水路等はこの限りではない。
- 4 線の間中に別の線データが接する場合には、別の線データの端点座標は、接する線の線上になければならない。



(射影のある非対称記号)

第46条 崩土、壁岩、人工斜面、被覆等の射影をもつデータは、射影部の上端と射影部の下端の始終点座標が座標一致で接続されていなければならない。

- 2 図形区分は、次の図例による。

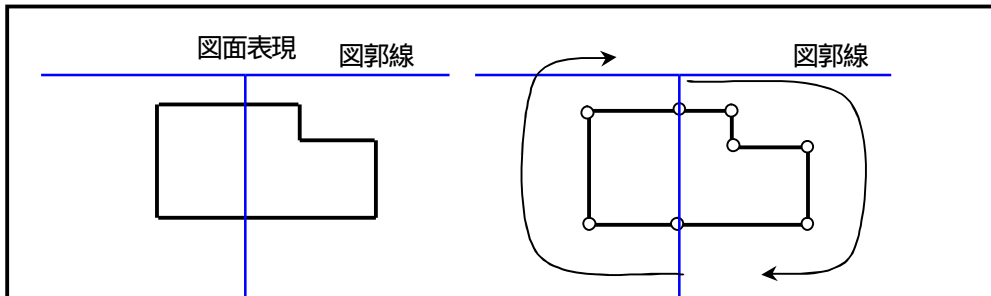


上端(太線):11、下端(細線):12、上端に付属する半円記号及び射影内部の輪形記号は自動発生  
被覆(大)

(面データの特例)

第47条 データタイプが面として規定されているデータにおいて、図郭や作業範囲等で分断される場合は、線形式で取得するものとする。

- 2 図郭で分断される場合は、データの始終点座標は図郭線に一致するものとし、分断された隣接図郭のデータの始終点座標とも一致しなければならない。

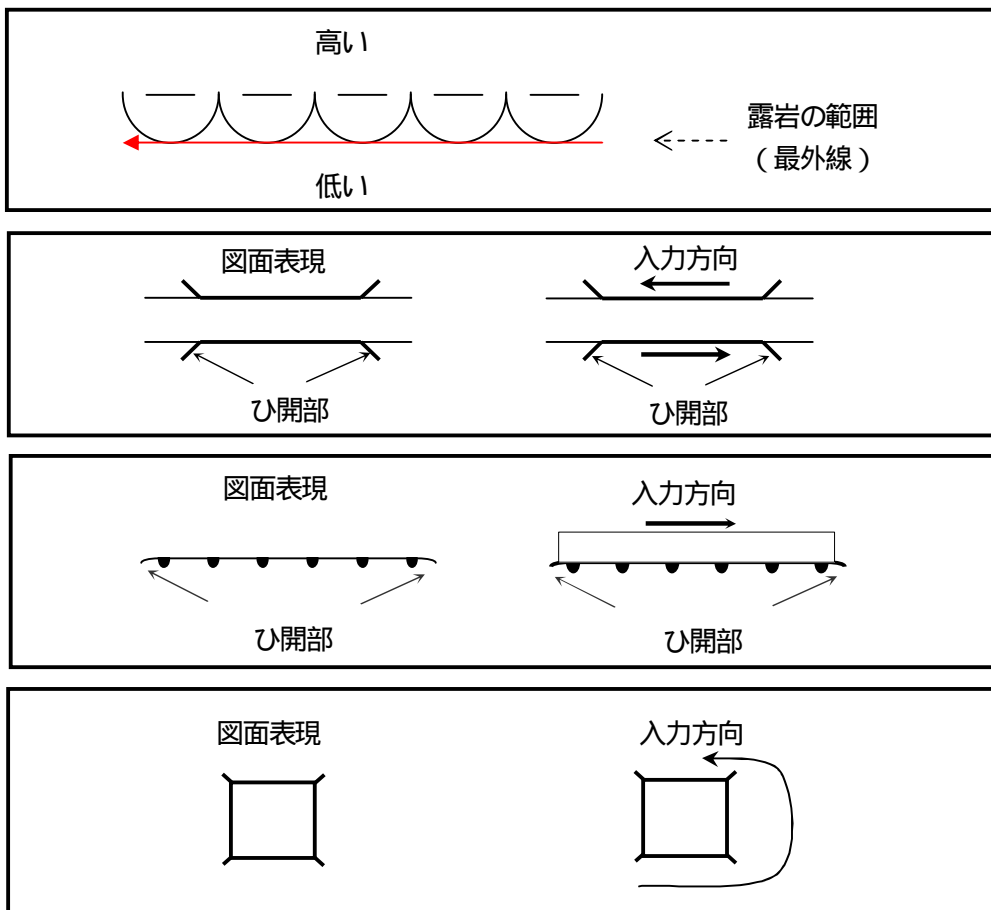


使用分類コード	標準の分類コード	使用データタイプフラグ	方向規定	座標次元	内容記述
3001	3001	110000000	0	0	普通建物
3002	3002	110000000	0	0	堅ろう建物
3003	3003	110000000	0	0	普通無壁舎
3004	3004	110000000	0	0	堅ろう無壁舎

(座標列方向)

第48条 面、線、円、円弧データにおいて、座標列方向が規定されたものは、次の各号による。

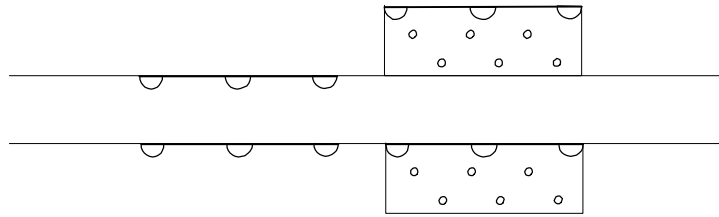
- 一 人工斜面や被覆(大)等1つの記号を得るために上端線と下端線のデータを取得する必要があるものについては、データ取得方向に規則性を持ち、上端線は標高の低い方を右に見た形で、下端線は標高の高い方を右に見た形でデータを取得する。
- 二 滝、せき、被覆(小)、さんご礁、露岩等、データの取得方向に対して記号の形が対称でない記号については、データ取得方向に規則性を持ち、標高の高い方向又は上流方向、陸方向を左に見た形でデータを取得する。
- 三 橋、防護さく等は、修飾する部品記号を右に見た形でデータを取得する。但し、中庭のような内包面となるデータは、対象物を左に見た形でデータを取得する。



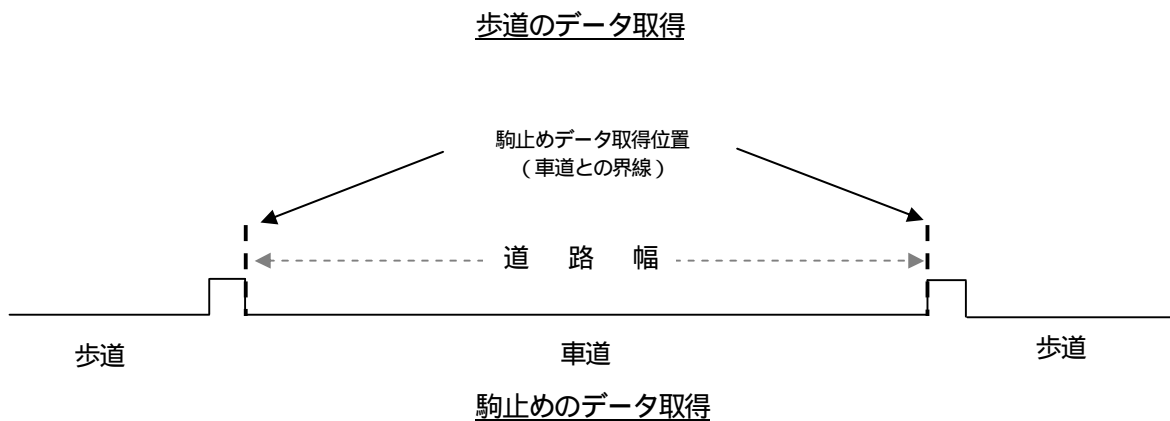
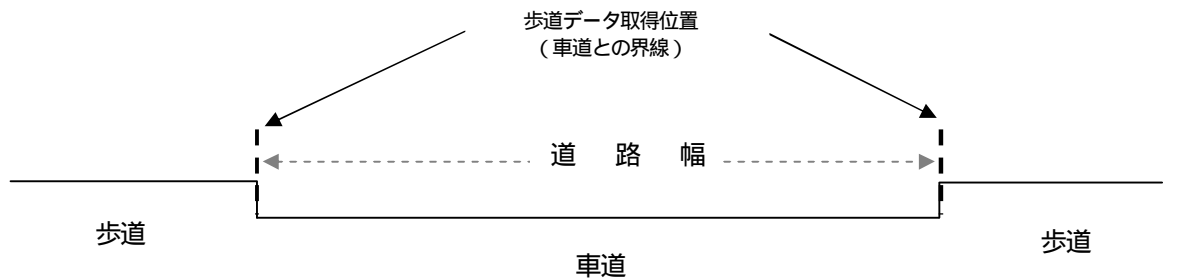
(表示の原則)

第49条 面、線、円、円弧データにおいては、原則として座標位置を中心として表示する。

2 道路に面する被覆(小)においては、座標位置を線の表示中心とする。



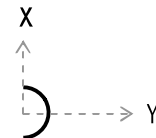
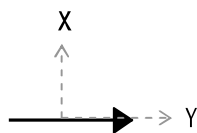
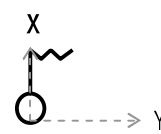
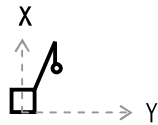
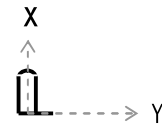
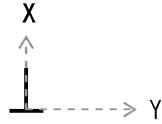
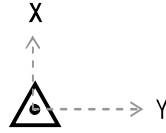
3 歩道、駒止において、座標位置を車道側の縁とする。



4 記号の表示原則は、次の各号による。

- 一 平面記号は、座標位置を中心とする。
- 二 側面記号のうち、影のあるものは、影を除く射影の中心とする。
- 三 側面記号のうち、旗が立っているものは、旗を除いた図形の中心とする。
- 四 方向記号は、記号の中心を原点座標とし、Y座標軸上を方向基点とする。

種別	原点	備考
平面記号	記号の中心が原点位置	三角点、水準点、多角点、標高点、高塔、油井、ガス井、とうろう、水位観測所、タンク、灯台など
側面記号	影を除く射影の中心が原点位置	墓碑、記念碑、立像、独立樹、煙突、路傍祠など
	図形の下辺中心が原点位置	電波塔や起重機など
方向記号	Y座標軸を方向基点	門、屋門、鳥居、高塔、とうろう、坑口、洞口など



5 記号の寸法は、表示した際の記号外周縁を原則とする。

(図式化の原則)

第50条 数値地形図データファイルより相当縮尺の出力図を作成する場合の図式化は、原則として自動処理により行うものとする。

2 自動処理が困難な場合は、表現補助データを用いてもよいものとする。ただし、その場合でも石段等の階段部を除いて、表現補助データは数値地形図データファイルには格納しないものとする。

## 第2節 取得分類基準

(取得分類の基準)

第51条 地図情報レベル 500、1000、2500、5000 の取得分類の基準及びデータタイプは、「公共測量標準図式 数値地形図データ取得分類基準表」による。

2 応用測量の取得分類の基準及びデータタイプは、「公共測量標準図式 数値地形図データ取得分類基準表 応用測量」による。

3 測量記録の取得分類の基準及びデータタイプは、「公共測量標準図式 数値地形図データ取得分類基準表 測量記録」による。

## 第4章 注記

### 第1節 通則

#### (注記)

第52条 注記とは、文字または数値による表示をいし、地域、人工物、自然物等の固有の名称（以下「固有名」という。）、特定の記号のないものの名称及び種類又は状態を示す説明並びに標高、等高線数値等に用いる。

#### (注記の原則)

第53条 注記の原則は、次による。

- 一 注記は、対象物の種類、図上の面積及び形状により、小対象物、地域及び線状対象物に区分して表示する。
  - イ 小対象物とは、独立した建物等、単独に存在するものをいう。
  - ロ 地域とは、居住地のように集団的に存在するもの及び広がりのある区域等をいう。
  - ハ 線状対象物とは、河川のように幅に比べて長さが非常に長いものをいう。
- 二 固有名注記は、現在用いられている公称とし、公称を持たないもの又は公称がほとんど使用されていない場合は、最もよく知られている通称とする。
- 三 公称のほかに著名な通称を有し、両者を併記することが必要と認められる場合は、通称に括弧を付して公称と併記する。ただし、居住地地名（以下「居住地名」という。）には適用しない。
- 四 略称は、原則として表示しない。ただし、一般に通用する略称がある場合（ローマ字の頭文字をもって略称するものを含む。）、又はそのままの名称では字数が多く表示が不適当と認められる場合は、疑問を生じない範囲で略称を表示することができる。
- 五 数値地形図上では、注記の字数が多く、かつ、略称により表示することが不適当な場合には、二列に表示することができる。
- 六 注記は、対象物との関係位置を的確に示し、かつ、その注記によって重要な地形及び地物等を抹消しないように表示する。
- 七 注記は、字列の交差等により、読解に疑義が生じないように表示する。

#### (注記の取捨選択)

第54条 注記の取捨選択は、次による。

- 一 行政区画の名称（以下「行政名」という。）は、東京都の区、市町村及び指定都市の区について、すべて表示する。
- 二 居住地、鉄道及び駅の名前は、原則としてすべて表示する。
- 三 河川、湖池、海湾、山地、島、道路、その他の地物等の名称については、著名なもの又は用図上重要なものについて表示する。

#### (使用する文字)

第55条 使用する文字の種類及び適用範囲は、次のとおりとする。

文字の種類	適用範囲
漢字	漢字を固有名とする名称
ひら仮名	ひら仮名を固有名とする名称及びふり仮名
かた仮名	かた仮名を固有名とする名称
アラビア数字	基準点等の標高、等高線数値及び国道番号等
ローマ字	ローマ字を固有名とする名称及び略称

#### (書体及び字形)

第56条 書体は、原則としてゴシック体（等線書体）とし、字形は、すべて直立体とする。

#### (字大)

第57条 字大とは、文字を囲んだ四角形の高さをいい、一個の注記の字大は全て同一とする。

2 助字がある場合の数値地形図上での表示は、第60条（助字）の規定による。

（字 隔）

第58条 字隔とは、一個の注記において、隣接する文字と文字との間隔をいい、一個の注記の字隔はすべて等間隔とする。

2 助字がある場合の数値地形図上での表示は、第60条（助字）の規定による。

（字 列）

第59条 字列とは、一個の注記の配列をいい、水平字列、垂直字列及び斜向字列に区分する。

一 水平字列は、文字を横書きにする配列をいい、字列を図郭下辺に対して平行にし、左から右に向かって読むようにする。

二 垂直字列は、文字を縦書きにする配列をいい、字列を図郭下辺に対し垂直にする。

三 斜向字列は、線状等の対象物に沿わせて各文字を表示する配列をいい、直線字列、曲線字列及び折線字列に区分し、数値地形図上での表示に使用する。この場合、対象物の傾きが図郭下辺に対して45°未満の場合は横読みに、45°以上の場合は縦読みになるようにする。

イ 直線字列とは、線状の対象物に直線で沿わせた配列をいう。

ロ 曲線字列とは、線状の対象物に曲線で沿わせた配列をいう。

ハ 折線字列とは、前各号及びイ、ロにより表示することが不適当な場合、対象物の形状に沿わせて、その内部に表示する配列をいい、各文字の下辺は図郭下辺に対して平行になるようにする。

（助 字）

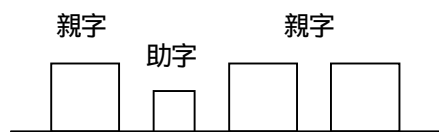
第60条 助字とは、親字の間にはさまれた小文字で親字と一体となって、その正しい名称を表す文字をいい、拗音、促音を含む。

一 助字の表現は、数値地形図上のみで行う。

二 助字の字大は、親字の字大の60%を標準とする。

三 横書きの場合の助字は、文字の下辺を字列の下辺と一致させ、縦書きの場合の助字は、文字の右辺を字列の右辺と一致させて表示する。

[ 字隔が 1/2 の例 ]



2 助字が続く場合の字隔は、次のようにする。



[ 字隔が 1/2 の例 ]



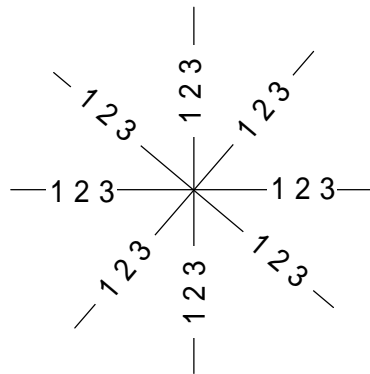
（ふり仮名）

第61条 ふり仮名は、難読な漢字に対して、横書きの場合は漢字の上側に、縦書きの場合は漢字の右側に表示し、字大は1.5mm、漢字との間隔は0.5mmとする。

2 ふり仮名は、個別の注記要素として入力する。

(アラビア数字)

第62条 アラビア数字による注記の向きは、次の図例による。




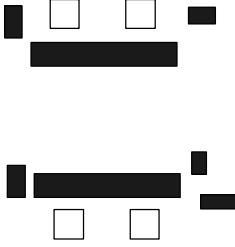

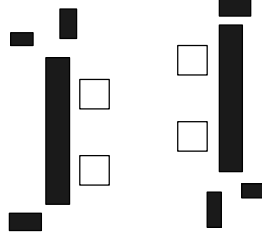
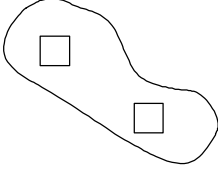
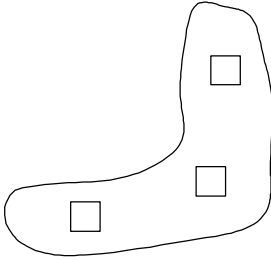
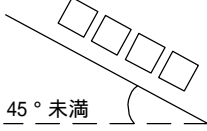
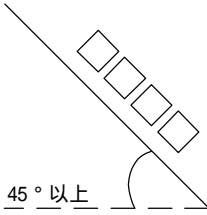
(外字)

第63条 外字は、データファイル内には使用しないものとする。

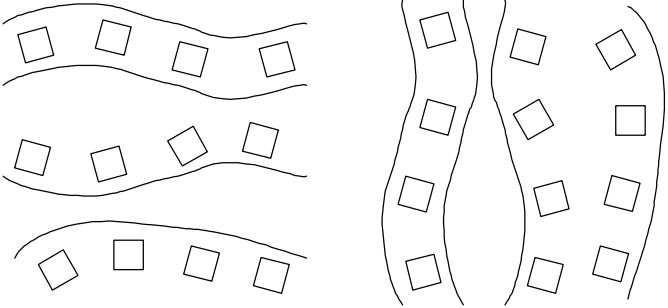
(注記の配置)

第64条 注記の配置は、次の図例により表示する。

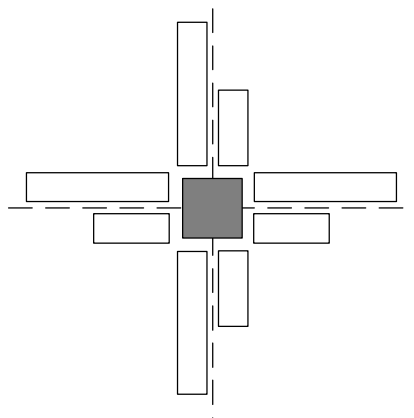
注記の区分	字列	注記の位置及び優先順位	備考
小対象物	水平字列・垂直字列・水平字列・垂直字列	<p>注記の位置及び優先順位</p> <p>対象物と注記の間隔は 1.0mm を標準とする。</p> <p>地物が錯綜し上記の方法による注記が困難な場合は、注記位置を適宜移動することができる。この場合、注記の指示が不明確になる場合は、当該地物中央に指示点を表示する。</p>	<p>・・は、表示の優先順位</p>

注記の区分	字列	注記の位置及び優先順位	備考
地域	水平字列	<p>地域 対象物の内側に表示するもの</p>  <p>地域 対象物の外側に表示するもの</p> 	地域 で注記する場合の、対象物と注記との間隔は1字大を標準とする。
	垂直字列	 	
	斜向字列・折線字列	 	水平字列、垂直字列によることが適当でない海湾及び湖池等に適用する。
線状対象物	斜向字列直線字列	<p>横読み</p>  <p>45°未満</p> <p>縦読み</p>  <p>45°以上</p>	対象物の外側に表示する場合には、対象物と注記との間隔は字大の1/2を標準とする。



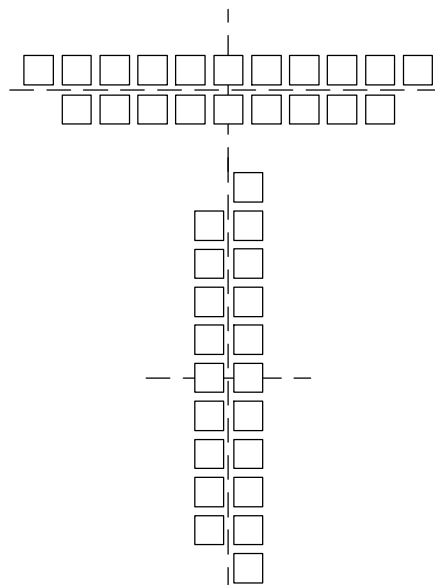
注記の区分	字列	注記の位置及び優先順位	備考
	斜向字列 曲線字列		線状対象物の幅が広い場合は、対象物の内側に表示する。

- 2 字列を二列に分けて表示するときは、字列の間隔を 1.0mm とするほか、次による。
- 一 小対象物は、対象物側の文字をそろえ 2 列の中心線を対象物の中央に一致させる。



は表示の優先順位を示す。

- 二 地域の注記にあたっては、各列の中央を対象地域の中央に一致させる。

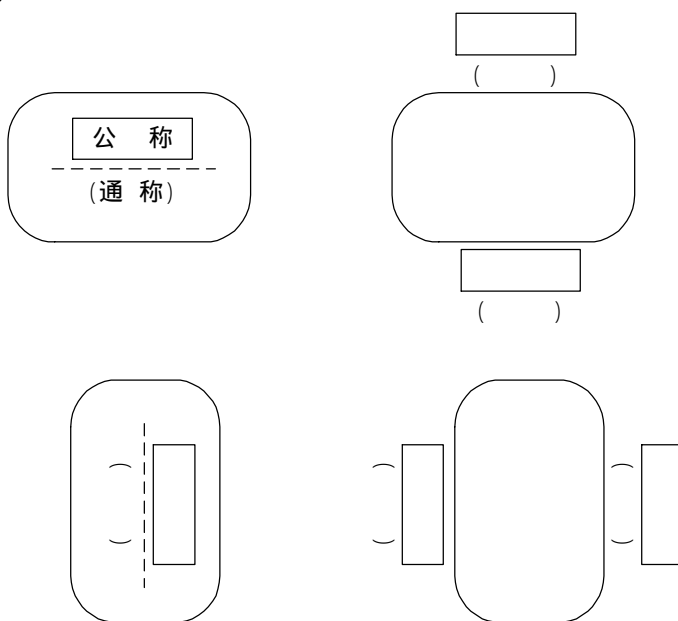


- 3 公称と通称を併記する場合は、次のとおりとする。
- 一 通称は、括弧を含めて公称とおおむね等しくなるよう字隔を調整する。
  - 二 併記する字列の間隔は、1.0mm とする。
  - 三 括弧は、1文字扱いとして表示する。

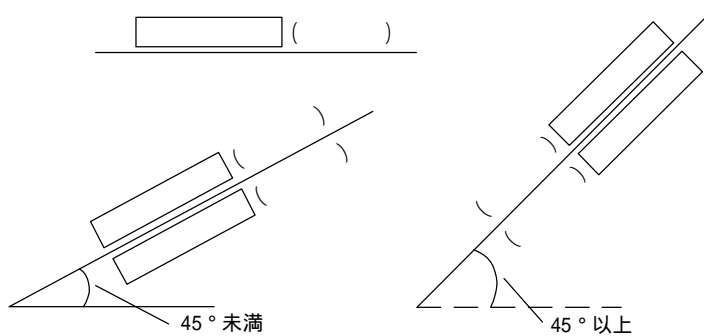
小対象物



地 域



線状対象物



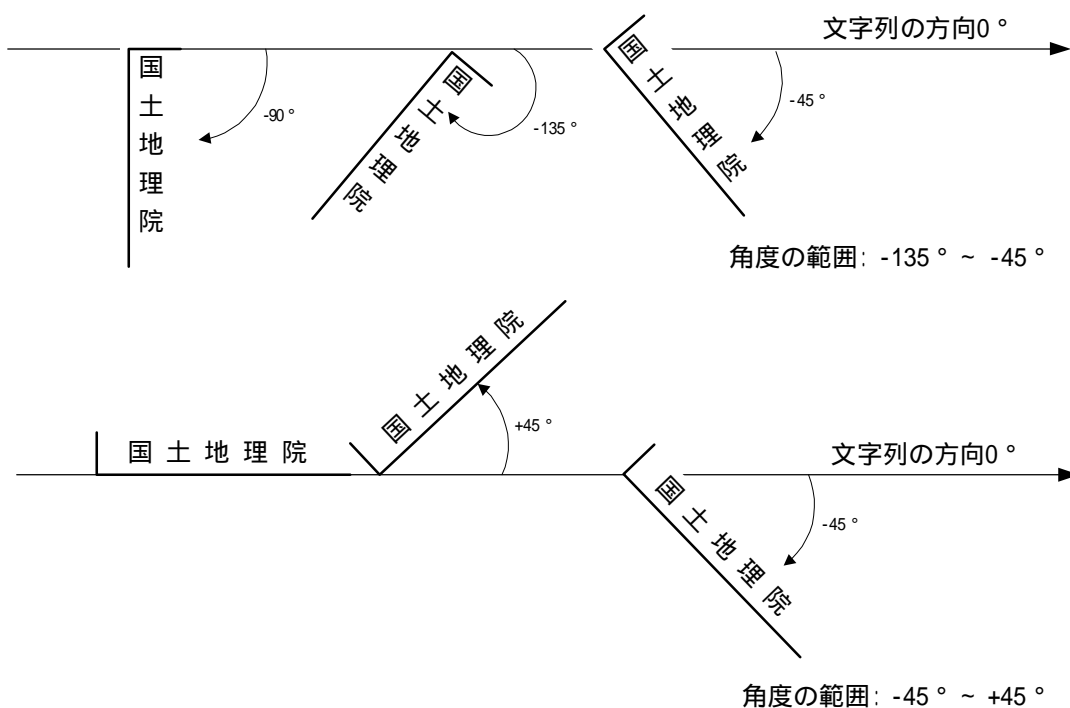
(注記の原点と文字列の方向)

第65条 注記の原点は、縦書きでは1文字目の左上、横書きでは1文字目の左下とする。

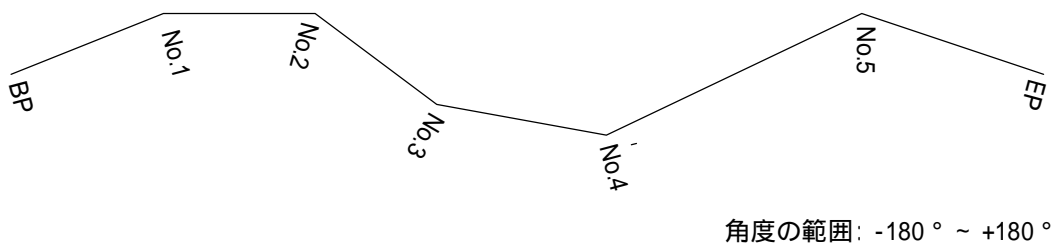


2 注記の文字列の方向は、次による。

一 文字列の方向は、原則として次の図例による。



二 路線中心等への注記は、路線の向きに添うものとする。



(注記の適用)

第66条 地図情報レベル500、1000、2500、5000の注記の適用は、「公共測量標準図式 数値地形図データ取得分類基準表」による。

2 応用測量の注記の適用は、「公共測量標準図式 数値地形図データ取得分類基準表 応用測量」による。

3 測量記録の注記の適用は、「公共測量標準図式 数値地形図データ取得分類基準表 測量記録」による。

## 第2節 細則

### (行政区画)

第67条 行政名の表示は、次による。

- 一 行政名は、都道府県（北海道の支庁を含む。）名及び郡の名称を除きすべて表示する。
- 二 図上の面積が狭小で、規定の字大を用いることが困難な場合は、適宜字大を小さくして注記することができる。
- 三 市町村の飛地の名称は、市町村の名称に続けて「飛地」を付して表示する。

### (居住地名)

第68条 居住地名の表示は、次による。

- 一 居住地名は、大区域、大字・町（住居表示による 丁目を含む。）、小字・丁目、通りに区分して表示する。
- 二 地方自治法又は住居表示に関する法律に基づき、大字、町等の名称が定められた場合は、その名称を省略することなく表示する。なお、市街地等において、狭小な区域に字数の多い名称がある場合は、字大を3.0mmとして表示することができる。
- 三 大区域は、旧行政名等が大字の上に公称として呼称されているものに適用する。
- 四 居住地名が同じ呼称の一大字、一小字で構成される場合は、大字名のみを表示する。なお、異呼称の場合には、地域の注記法により、小字名をその集落に近い方に表示する。
- 五 大字に2個以上の小字がある場合には、小字名をそれぞれの区域に表示し、さらに大字名をその中央に表示する。
- 六 市街地等の狭長な地域又は街区が、丁目、条又は通りにより縦横に区画された場合は線状対象物の注記法で表示することができる。

### (道路)

第69条 道路の名称の表示は、次による。

- 一 道路の名称は、高速道路、一般国道、有料道路及び都道府県道については、原則としてすべて表示し、街道、通り、専用道路等については、一般によく用いられている名称がある場合に表示する。
- 二 一般国道は、「国道15号」等と表示し、著名な街道名を併記する場合は、線状対象物の併記の注記法により表示する。ただし、国道の注記における文字の配列は道路に直立するようにし、路線番号を示す数字の字隔は1/4とする。
- 三 都道府県道等は、「主要地方道 線」「道 線」等と表示する、この場合の「 線」のような固有名間の間隔は、1字大とする。
- 四 坂、峠、橋等の名称は、著名なもの又は用図上重要なものについて表示する。
- 五 トンネルの名称は、小対象物の注記法によりトンネルの出入口に表示する。ただし、一見して同じトンネルの出入口と判断できる場合には、いずれか一方に注記するものとする。
- 六 高速道路のインターチェンジ等は、次の例に準じて略称を注記する。

例)	インターチェンジ	IC
	ジャンクション	JCT
	サービスエリア	SA
	パーキングエリア	PA

### (鉄道)

第70条 鉄道の名称の表示は、次による。

- 一 鉄道は、固有の名称に従って「鉄道」「鉄道 線」等と注記する。ただし、特に字数の多い場合でそのまま注記することが不適当と認められるものについては、略称を表示することができる。
- 二 駅の名称は、すべて表示する。旅客駅は小対象物の注記法により「駅」と表示する。貨物駅、操車場及び信号所の名称は、その景況に従い、小対象物又は地域の注記法により表示する。