平成 22 年度

－公共測量－　作業規程の準則の一部改正

付録6　計 算 式 集

改　　正　　案

改　　正　　（案）	現　　　行	コメント
基準点測量	基準点測量	
2.　セオドライト及び測距儀又はトータルステーションを使用した場合の計算式	2.　セオドライト及び測距儀又はトータルステーションを使用した場合の計算式	
2.9.5　基準子午線と垂線（新点より）との交点の緯度	2.9.5　基準子午線と垂線（新点より）との交点の緯度	

改　正　（案）

$$\phi_1 = \theta + A_2 \sin 2\theta + A_4 \sin 4\theta + A_6 \sin 6\theta + A_8 \sin 8\theta + A_{10} \sin 10\theta + \cdots$$

ただし、

$$\theta = \frac{\pi m}{2m_p} \ ,\ A_2 = \frac{3}{2}n - \frac{27}{32}n^3 + \frac{269}{512}n^5 \ ,\ A_4 = \frac{21}{16}n^2 - \frac{55}{32}n^4 \ ,$$

$$A_6 = \frac{151}{96}n^3 - \frac{417}{128}n^5 \ ,\ A_8 = \frac{1097}{512}n^4 \ ,\ A_{10} = \frac{8011}{2560}n^5 \ ,\ n = \frac{1}{2F-1}$$

m_p ：赤道から極までの子午線長

m ：与えられた子午線長

$$m = m(\phi) = m(\phi_0) + \frac{新点のx座標}{m_0}$$

$m(\phi_0)$ ：赤道から座標系原点 ϕ_0 までの子午線弧長

m_0 ：中央子午線における縮尺係数　$m_0 = 0.9999$

$$m(\phi) = B_0\phi + B_2 \sin 2\phi + B_4 \sin 4\phi + B_6 \sin 6\phi + B_8 \sin 8\phi + B_{10} \sin 10\phi + \cdots$$

$$B_0 = \frac{a}{1+n}\left(1 + \frac{n^2}{4} + \frac{n^4}{64}\right) \ ,\ B_2 = -\frac{a}{1+n}\frac{3}{2}\left(n - \frac{n^3}{8} - \frac{n^5}{64}\right) \ ,$$

$$B_4 = \frac{a}{1+n}\frac{15}{16}\left(n^2 - \frac{n^4}{4}\right) \ ,\ B_6 = -\frac{a}{1+n}\frac{35}{48}\left(n^3 - \frac{5}{16}n^5\right) \ ,$$

$$B_8 = \frac{a}{1+n}\frac{315}{512}n^4 \ ,\ B_{10} = -\frac{a}{1+n}\frac{693}{1280}n^5$$

$$m(\phi) = B_0\phi + B_2 \sin 2\phi + B_4 \sin 4\phi + B_6 \sin 6\phi + B_8 \sin 8\phi + B_{10} \sin 10\phi + \cdots$$

$$m_p = m\left(\frac{\pi}{2}\right) = \frac{\pi}{2}\frac{a}{1+n}\left(1 + \frac{n^2}{4} + \frac{n^4}{64}\right)$$

注）ϕ_1 は、他の計算式を用いて求めることができる。

現　行

$$\phi_1 = (A_1\theta + A_2 \sin 2\theta + A_3 \sin 4\theta + A_4 \theta \cos 2\theta + A_5 \sin 6\theta$$
$$+ A_6 \theta \cos 4\theta + A_7 \theta^2 \sin 2\theta + A_8 \sin 8\theta + A_9 \theta \cos 6\theta$$
$$+ A_{10} \theta^2 \sin 4\theta + A_{11} \theta^3 \cos 2\theta)\rho''$$

ただし

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

$$M = S_0 + \frac{新点の\ x\ 座標}{m_0}$$

a ＝6, 378, 137m	
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 ϕ_0 までの子午線弧長

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

e＝第１離心率

A＝1. 005052501813087	D＝0. 000000020820379
B＝0. 005063108622224	E＝0. 000000000039324
C＝0. 000010627590263	F＝0. 000000000000071

（注）ϕ_1 は、他の計算式を用いて求めることができる。

改　　正　　（案）	現　　　行	コメント
基準点測量	基準点測量	
３．ＧＮＳＳ測量機を使用した場合の計算式	３．ＧＮＳＳ測量機を使用した場合の計算式	
3.4.2 観測方程式 ⑴ 地心直交座標（Ｘ，Ｙ，Ｚ）による観測方程式	3.4.2 観測方程式 ⑴ 地心直交座標（Ｘ，Ｙ，Ｚ）による観測方程式	

改　　正　　（案）

基準点測量

３．ＧＮＳＳ測量機を使用した場合の計算式

3.4.2 観測方程式

⑴ 地心直交座標（Ｘ，Ｙ，Ｚ）による観測方程式

$$\begin{pmatrix}V_x\\V_y\\V_z\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\delta X_2\\\delta Y_2\\\delta Z_2\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\delta X_1\\\delta Y_1\\\delta Z_1\end{pmatrix}+M_\xi\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}\xi+M_\eta\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}\eta+M_\alpha\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}\alpha-\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\Delta X_{0b}\\\Delta Y_{0b}\\\Delta Z_{0b}\end{pmatrix}$$

(補正量)(未知量) (未知量)　　　　(概算値) (観測値)

（注）測量地域の微小回転を推定しない場合は、ξ、η、αの項は除く。

$$M_\xi=\begin{pmatrix}0 & 0 & -\cos\lambda_0\\ 0 & 0 & -\sin\lambda_0\\ \cos\lambda_0 & \sin\lambda_0 & 0\end{pmatrix}$$

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

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

ただし

ϕ_0，λ_0：既知点（任意）の緯度，経度

ξ　：測量地域の南北成分の微小回転

η　：測量地域の東西成分の微小回転

α　：網の鉛直軸の微小回転

⑵ 測地座標（緯度φ、経度λ、楕円体高ｈ）による観測方程式

$$\begin{pmatrix}V_x\\V_y\\V_z\end{pmatrix}=m_2\begin{pmatrix}\delta\phi_2\\\delta\lambda_2\\\delta h_2\end{pmatrix}-m_1\begin{pmatrix}\delta\phi_1\\\delta\lambda_1\\\delta h_1\end{pmatrix}+M_\xi\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}\xi+M_\eta\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}\eta+M_\alpha\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}\alpha+\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\Delta X_{0b}\\\Delta Y_{0b}\\\Delta Z_{0b}\end{pmatrix}$$

(補正量) (未知量)　(未知量)　　　　(概算値) (観測値)

現　　　行

基準点測量

３．ＧＮＳＳ測量機を使用した場合の計算式

3.4.2 観測方程式

⑴ 地心直交座標（Ｘ，Ｙ，Ｚ）による観測方程式

$$\begin{pmatrix}V_x\\V_y\\V_z\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\delta X_2\\\delta Y_2\\\delta Z_2\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\delta X_1\\\delta Y_1\\\delta Z_1\end{pmatrix}+M_\xi\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}\xi+M_\eta\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}\eta+M_\alpha\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}\alpha+\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\Delta X_{0b}\\\Delta Y_{0b}\\\Delta Z_{0b}\end{pmatrix}$$

(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少回転を推定しない場合は、ξ、η、αの項は除く。

$$M_\xi=\begin{pmatrix}0 & 0 & -\cos\lambda_0\\ 0 & 0 & -\sin\lambda_0\\ \cos\lambda_0 & \sin\lambda_0 & 0\end{pmatrix}$$

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

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

$\xi=\phi_a-\phi_g$

$\eta=(\lambda_a-\lambda_g)\cos\phi_a$

ただし

ϕ_0，λ_0：既知点（任意）の緯度，経度

ξ　：鉛直線偏差の子午線方向の成分

η　：鉛直線偏差の卯酉線方向の成分

ϕ_a，λ_a：天文緯度、天文経度

ϕ_g，λ_g：測地緯度、測地経度

α　：網の鉛直軸の微少回転

⑵ 測地座標（緯度φ、経度λ、楕円体高ｈ）による観測方程式

$$\begin{pmatrix}V_x\\V_y\\V_z\end{pmatrix}=m_2\begin{pmatrix}\delta\phi_2\\\delta\lambda_2\\\delta h_2\end{pmatrix}-m_1\begin{pmatrix}\delta\phi_1\\\delta\lambda_1\\\delta h_1\end{pmatrix}+M_\xi\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}\xi+M_\eta\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}\eta+M_\alpha\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}\alpha+\begin{pmatrix}\Delta X_0\\\Delta Y_0\\\Delta Z_0\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}\Delta X_{0b}\\\Delta Y_{0b}\\\Delta Z_{0b}\end{pmatrix}$$

(補正量) (未知量)　(未知量)　　　　(概算値) (観測値)

改　　　正　　　（案）	現　　　　　行	コメント
水準測量	水準測量	
1. 観測比高に対する補正計算	**1. 観測比高に対する補正計算**	
1.2 正規正標高補正計算（楕円補正）	**1.2 正規正標高補正計算（楕円補正）**	
$K=\underline{5.28}\cdot\sin(B_1+B_2)\dfrac{B_1-B_2}{\rho'}\cdot H$	$K=\underline{5.29}\cdot\sin(B_1+B_2)\dfrac{B_1-B_2}{\rho'}\cdot H$	