

関東学院大学 正会員 ○中村 久人
防衛大学校 正会員 加藤 清志
関東学院大学 正会員 古谷 寅雄

1. まえがき 近年、光波測距儀は電子工学の発展に伴って距離測量、トラバース測量、三角測量として三辺測量に重要な役割を果たしている。本報告では、1368 mの基線（横須賀市馬堀海岸）を設置し、光波測距儀（EOK 2000、レフレクタープリズム3個）の測長に対応する特性値を検討した。

さらに、三角測量と光波測距儀によって三角辺を測定し三辺測量の三角網に関する調整計算との比較研究を行なった。

2. 実験 (1)基線は、アスファルト舗装上に測点番号NO.0～NO.1まで18 m、NO.1～NO.28までの1350 mを50 m間隔で頭部直径4 mm、長さ27 mmのコンクリート釘を打ち込みヤスリで直線と距離の十字を刻み基線測点とした。基線測量は、S社製のインバー巻尺50 mで0.1 mmまで読定した。各測点間の距離測定は、標準張力で温度0.1℃まで読みとり1区間につき30回測定し、たるみ補正については基線場所を平坦地を選び地面にそわし測定したので補正量は0であった。基線長は、表-1に示すとおりである。

(2) 光波測距儀による距離測定は写真-1に示すようにEOK 2000、レフレクタープリズム3個を使用した。

表-1

基線番号NO.0にEOK 2000をすえつけNO.1～NO.28までレフレクターを移動させ各測点で変調周波数F₁を20回読定し各測点往復2回行なった。大気測定はEOK 2000本体気圧（アネロイド気圧計）・温度（棒状温度計）とレフレクターの気圧・温度を20回の始めと終りに読定しその平均を大気測定値として採用した。器高はレフレクターをすえつけたときそのつど測定し補正した。測定番号NO.0～NO.28までの光波測距儀の距離は表-1に示すとおりである。また基線長(D_i)と光波測距儀の距離(S_i)との差を表-1に示す。このΔD_iを図-1に示す。光波距離(S_i)と器差(ΔD_i)との関係は式①で与えられる。

測点	1区間 距離(m)	累計基線 長 D _i (m)	確率 誤差 r ₀ (mm)	精度	光波距離 S _i (m)	器差(ΔD _i) S _i -D _i
1	18.090	18.090	±0.0106	1/700000	18.104	+0.014
2	50.006	68.096	±0.0260	1/190000	68.106	+0.010
3	50.045	118.141	±0.0235	1/210000	118.141	±0.000
4	50.023	168.164	±0.0256	1/190000	168.157	-0.007
5	50.019	218.183	±0.0217	1/220000	218.180	-0.003
6	50.021	268.204	±0.0209	1/230000	268.202	-0.002
7	50.017	318.221	±0.0119	1/420000	318.205	-0.016
8	50.019	368.240	±0.0114	1/430000	368.229	-0.011
9	50.018	418.258	±0.0169	1/290000	418.245	-0.013
10	50.018	468.276	±0.0252	1/190000	468.261	-0.015
11	50.009	518.285	±0.0155	1/320000	518.259	-0.026
12	50.018	568.303	±0.0109	1/450000	568.271	-0.032
13	50.014	618.317	±0.0330	1/150000	618.292	-0.025
14	50.018	668.334	±0.0214	1/230000	668.300	-0.034
15	50.016	718.350	±0.0190	1/260000	718.309	-0.041
16	50.014	768.363	±0.0199	1/250000	768.322	-0.041
17	50.007	818.371	±0.0126	1/390000	818.321	-0.050
18	50.030	868.401	±0.0131	1/380000	868.339	-0.062
19	50.030	918.431	±0.0131	1/380000	918.349	-0.082
20	50.004	968.435	±0.0124	1/400000	968.354	-0.081
21	50.020	1018.455	±0.0158	1/310000	1018.356	-0.099
22	50.019	1068.474	±0.0310	1/160000	1068.356	-0.118
23	50.026	1118.500	±0.0470	1/100000	1118.391	-0.109
24	50.016	1168.516	±0.0300	1/160000	1168.804	-0.109
25	50.016	1218.532	±0.0250	1/200000	1218.413	-0.120
26	50.023	1268.555	±0.0480	1/100000	1268.409	-0.147
27	50.022	1318.578	±0.0210	1/230000	1318.475	-0.103
28	50.028	1368.606	±0.0249	1/200000	1368.425	-0.181
精度=√(r ₀ r ₀)/(D)=1/10,900,000						

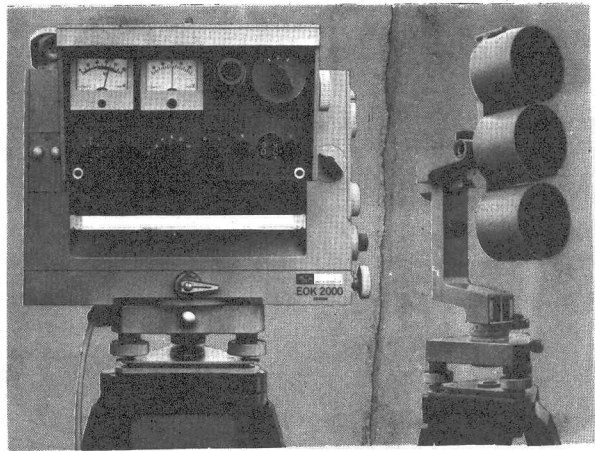


写真-1 光波測距儀EOK 2000とレフレクター

$$\Delta D_i = +3.88690 + 3.58964 \times 10^{-4} S_i - 0.92819 \times 10^{-4} S_i^2 \dots \dots \dots (1)$$

(3) 光波測距儀による

三角辺測定は、各測点に光波測距儀としフレクターをすえ(2)のとおり変調周波数 F_1 を20回読定し、各測点2回測定し大気・傾斜補正を行なった。内角の測定は、T社製TL-10セオドライトで正位3回反位3回を1対回として計3対回測定してその平均値を内角値とした。

3. 測角と測長を行なった三角網の調整

(1) 測角および光波測距儀測定辺長

$$A = 51^\circ 20' 39''.91 \quad a = 300''.0854$$

$$B = 46^\circ 53' 13''.05 \quad b = 280''.5403$$

$$C = 81^\circ 46' 08''.43 \quad c = 380''.3414$$

(2) 角方程式

$$\omega_1 = A + B + C - 180^\circ = 1''.39 \text{ (閉合差)}$$

$$I \quad v_A + v_B + v_C + \omega_1 = 0 \quad v_A + v_B + v_C + 1''.39 = 0$$

(3) 辺長方程式 $\rho'' = 206265'' \quad \frac{1}{M} = 2.302585093$

$$\kappa_1 \rho'' = \frac{\rho''}{M} \log \left(\frac{a}{\sin A} \cdot \frac{\sin B}{b} \right) = -12.97780967 = \omega_2$$

$$\kappa_2 \rho'' = \frac{\rho''}{M} \log \left(\frac{a}{\sin A} \cdot \frac{\sin C}{c} \right) = -13.96236591 = \omega_3$$

$$II \quad \Delta a - \cot A v_A'' - \Delta b + \cot B v_B'' + \frac{\rho''}{M} \log \left(\frac{a}{\sin A} \cdot \frac{\sin B}{b} \right) = 0$$

$$\Delta a - 0.799879001 v_A'' - \Delta b + 0.936210493 v_B'' - 12.97780967 = 0$$

$$III \quad \Delta a - \cot A v_A'' - \Delta c + \cot C v_C'' + \frac{\rho''}{M} \log \left(\frac{a}{\sin A} \cdot \frac{\sin C}{c} \right) = 0$$

$$\Delta a - 0.799879001 v_A'' - \Delta c + 0.1440654384 v_C'' - 13.96236591 = 0$$

(4) 規約観測の間接解法、標準方程式は重量 $P = 1$ として解くと

$$\begin{cases} 3\kappa_1 + 0.136331\kappa_2 - 0.655225\kappa_3 + 1''.39 = 0 \\ +0.136331\kappa_1 + 3.516295\kappa_2 + 1.639806\kappa_3 - 12.977810 = 0 \\ -0.655225\kappa_1 + 1.639806\kappa_2 + 2.660731\kappa_3 - 13.962366 = 0 \end{cases}$$

4. テープ基線の代わりに補正光波距離を基線とした三角網の解

$$\omega_1 = 1''.39, \quad a = 300''.0854, \quad v_A = v_B = v_C = \frac{\omega_1}{3} = 0''.46$$

$$\hat{A} = A - v_A = 51^\circ 20' 39''.45, \quad \hat{B} = B - v_B = 46^\circ 53' 12''.59, \quad \hat{C} = C - v_C = 81^\circ 46' 07''.97$$

$$\frac{a}{\sin \hat{A}} = \frac{b}{\sin \hat{B}} = \frac{c}{\sin \hat{C}} \text{ から } a = 300''.0854 \text{ として求めると}$$

$$\hat{b} = 280''.5226, \quad \hat{c} = 380''.3162$$

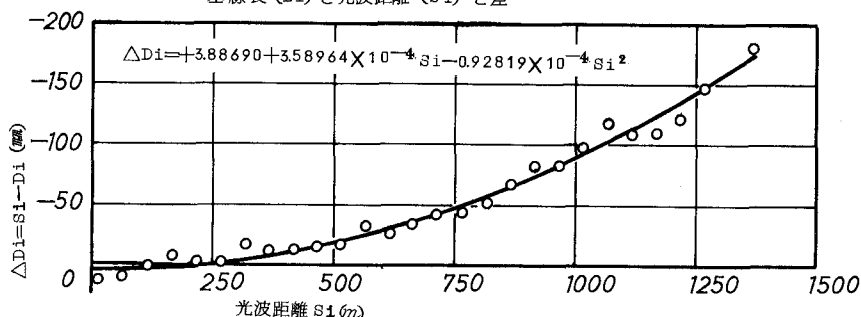
5. 考察 (1) 光波測距儀距離とテープ基線距離との差である器差は①式で与えられることがわかった。

したがって、補正距離は $D_i = S_i - \Delta D_i$ で与えられる。

(2) 三辺を光波測距儀で測定し測角をセオドライトTL-10で行なった場合と三辺のうち一辺をテープ基線の代わりに補正光波の距離を利用した場合との比較は表-3のとおりである。補正光波距離を三辺のうち一辺を基線として利用しても精度上十分である。

参考文献： 北野芳徳 測量, Vol10, No 2, 1960.2, pp 12~16

図-1 基線長 (D_i) と光波距離 (S_i) と差



$$\nearrow \kappa_1 = +0.406171, \quad \kappa_2 = 1.657604, \quad \kappa_3 = 4.326011$$

(5) 改正数

$$v_A = -4''.379996 \quad \Delta a = +5.983615$$

$$v_B = +1''.958036 \quad \Delta b = -1.657604$$

$$v_C = +1''.031945 \quad \Delta c = -4.326011$$

$$v_a = \frac{\Delta a \times a}{\rho''} = +0''.008705$$

$$v_b = \frac{\Delta b \times b}{\rho''} = -0''.002254$$

$$v_c = \frac{\Delta c \times c}{\rho''} = -0''.007976$$

(6) 調整結果

$$A_0 = A + v_A = 51^\circ 20' 39''.91 - 4''.38 = 51^\circ 20' 35''.53$$

$$B_0 = B + v_B = 46^\circ 53' 13''.05 + 1''.96 = 46^\circ 53' 15''.01$$

$$C_0 = C + v_C = 81^\circ 46' 08''.43 + 1''.03 = 81^\circ 46' 09''.46$$

$$a_0 = a + v_a = 300.0854 + 0.0087 = 300''.0941$$

$$b_0 = b + v_b = 280.5403 - 0.0023 = 280''.5381$$

$$c_0 = c + v_c = 380.3414 - 0.0080 = 380''.3334$$

(7) 点検

$$A_0 + B_0 + C_0 = 180^\circ 00' 00''.00$$

$$\log k = \log a_0 - \log \sin A_0 = 2.584611$$

$$\log k = \log b_0 - \log \sin B_0 = 2.584611$$

$$\log k = \log c_0 - \log \sin C_0 = 2.584611$$

表-3

辺長(m)	a	b	c
I	(a ₀) 300.0941	(b ₀) 280.5381	(c ₀) 380.3334
II	(â) 300.0854	(b̂) 280.5226	(ĉ) 380.3162
III	-0.0087 1/34,400	-0.0155 1/18,000	-0.0172 1/22,100