

多角測量及びネットワーク型RTK法の 点検計算の許容範囲

測量近代化研究会基準点WG

多角測量の点検計算の許容範囲

$$\text{多角路線の端末点の位置の誤差} = \sqrt{M_0^2 + (nS)^2 \bar{m}_0^2 + nm_s^2 + \frac{1}{3}n(n+1)(2n+1)S^2 \bar{m}^2}$$

M_0 : 既知点の水平位置の誤差、 \bar{m}_0 : 既知点の平均方向角の誤差、 n : 狭角数、 S : 路線長
 m_s : 距離の誤差、 \bar{m} : 一方向の測角の誤差

1. 既知点誤差

$$\text{既知点誤差} = \sqrt{2M_0^2 + (\Sigma S)^2 \bar{m}_0^2}$$

$\sqrt{2}M_0$: 出発点と結合点の2点分の誤差
 $\Sigma S \bar{m}_0$: 出発点の方向角取付方向の誤差

- ▶ 作業規程の準則の既知点誤差：水平10cm、高さ20cm
- ▶ 電子基準点を使用した基準点測量の基準点の誤差は
 - 電子基準点による2級及び3級基準点測量の標準偏差
 - 方向角取付けの誤差は省略

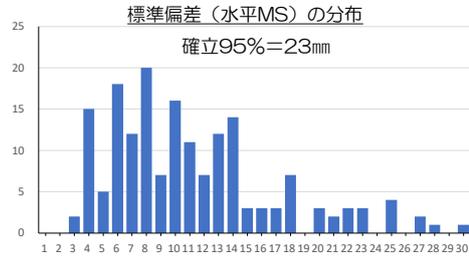
$$\text{水平: } \sqrt{2} \times 20\text{mm} \doteq 25\text{mm} \quad \text{高さ: } \sqrt{2} \times 25\text{mm} \doteq 35\text{mm}$$

電子基準点を既知点とした基準点の位置誤差の検討

電子基準点を既知点とする基準点の標準偏差の分布

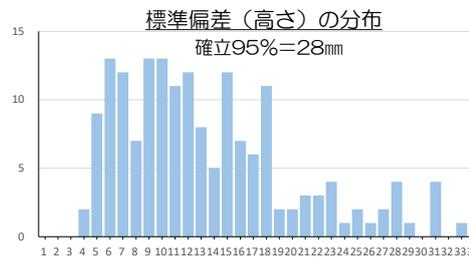
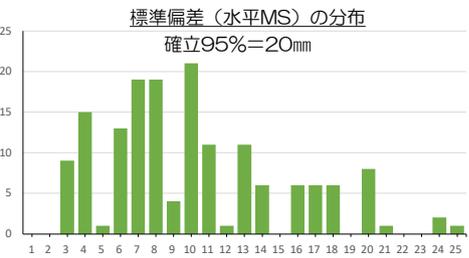
2級基準点

78地区174点



3級基準点

81地区167点



閉合差の許容範囲の検討

2. 測定誤差

【計算の要素】 測角精度 $m=3.5''$ 、路線長 $s=700\text{m}$ 、測距精度 $m_s=1.5\text{mm}$

水平

1) 結合及び単路線

$$\text{測定誤差} = \sqrt{nm_s^2 + 1/3 n(n+1)(2n+1)s^2 m^2}$$

$$\doteq 14\text{mm}\sqrt{n}\Sigma S \quad \blacktriangleright \text{許容範囲：既知点誤差}25\text{mm} + 35\text{mm}\sqrt{n}\Sigma S$$

2) 単位多角形

$$\text{測定誤差} = s\sqrt{nm_s^2/s + n/10(1+4/n)m^2}$$

$$\doteq 5.8\text{mm}\sqrt{n}\Sigma S \quad \blacktriangleright \text{許容範囲：}15\text{mm}\sqrt{n}\Sigma S$$

高さ

$$\text{観測比高の誤差} = m_\alpha \cdot \Sigma S / \sqrt{n}$$

$$\doteq 15\text{mm}\Sigma S / \sqrt{n} \quad \blacktriangleright \text{許容範囲：}35\text{mm} + 40\text{mm} \Sigma S / \sqrt{n}$$

$$s:\text{路線長、}m_\alpha:\text{正反の平均高度角の誤差} \rightarrow \underline{3.5''} \text{ (仮定)}$$

4級基準点測量の許容範囲の比較

作業地区の中から閉合差が大きい路線を抽出

方式	路線長 (km)	辺数	閉合差 (cm)		許容範囲 (cm)		水平 (cm) $25\text{mm}+35\text{mm}\sqrt{n}$ ΣS	高さ (cm) $35\text{mm}+40\text{mm}\Sigma S/\sqrt{n}$
			水平	標高	水平	標高		
単路線	0.337	7	1.4	2.1	23.9	23.8	5.6	4.0
	0.611	9	3.9	0.7	33.3	26.1	8.9	4.3
	0.659	12	5.2	2.2	37.8	25.7	10.4	4.2
	0.667	13	0.3	10.0	39.0	25.5	10.9	4.2

方式	路線長 (km)	辺数	閉合差 (cm)		許容範囲 (cm)		水平 (cm) $15\text{mm}\sqrt{n}$ ΣS	高さ (cm) $40\text{mm}\Sigma S/\sqrt{n}$
			水平	標高	水平	標高		
単位多角形	0.320	8	1.3	0.6	4.5	3.3	1.3	0.4
	0.294	11	1.7	0.5	4.8	2.6	1.4	0.3
	0.514	12	1.9	0.1	8.9	4.4	2.6	0.5
	0.327	13	2.1	0.5	5.8	2.7	1.7	0.3

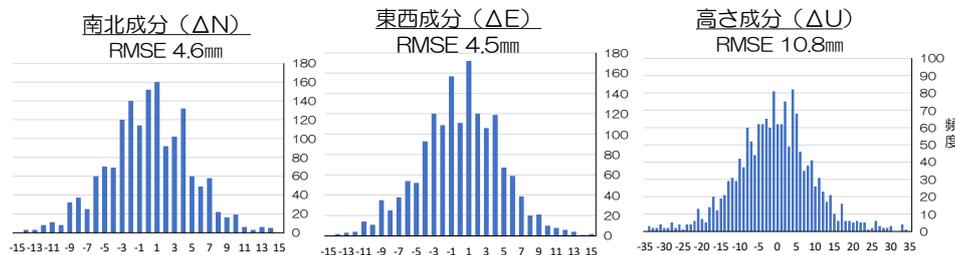
ネットワーク型RTK法の許容範囲（単路線）

電子基準点を既知点とする基準点の位置精度と観測誤差から許容範囲を設定

ネットワーク型RTKの検定データ

基線場基線長： 180m

データ数： 1,580件



観測誤差 : 各成分の2倍 → $\Delta N \cdot \Delta E \doteq 10\text{mm}$ 、 $\Delta U \doteq 20\text{mm}$

許容範囲

- 水平成分 (ΔN 、 ΔE) : $25\text{mm}+10\text{mm}\sqrt{N}$
- 高さ成分 (ΔU) : $35\text{mm}+20\text{mm}\sqrt{N}$

ネットワーク型RTK法による4級基準点測量 許容範囲による観測結果の評価

《A地区の既知点》
電子基準点のみによる3級基準点
の路線

《B地区の既知点》
電子基準点のみによる3級基準点と
既設の2・3級基準点の路線

辺数	路線長	結合差 mm	許容範囲	辺数	路線長	結合差 mm	許容範囲
4	155.9 ^m	ΔN= 28	45mm	5	279.3 ^m	ΔN= 19	47mm
		ΔE= 29				ΔE= - 68	
		ΔU= -7	75mm			ΔU= 41	79mm
3	176.9 ^m	ΔN= 1	42mm	2	298.8 ^m	ΔN= - 63	39mm
		ΔE= 27				ΔE= 48	
		ΔU= 1	69mm			ΔU= 9	63mm

A地区及びB地区は仮定網平均計算による評価では許容範囲内