

# マニュアル作成に向けて の検討結果

1

## 第1編 総則

### 基準点測量の区分と点検測量率

(精度管理)

第13条 3 作業機関は、作業の終了後速やかに点検測量を行わなければならない。

点検測量率は、次表を標準とする。

ただし、本マニュアルの方法による測量を近代化手法といい、測量種別には（近代化手法による）と付記する。

| 測量種別                 | 率   |
|----------------------|-----|
| 1級～3級基準点測量（近代化手法による） | 10% |
| 4級基準点測量（近代化手法による）    | 5%  |

注1：マニュアルでは従来の公共基準点の級別名称を残し、（近代化手法による）と付記して従来の測量方法と差別化をする。

注2：近代化手法による測量の場合、基準点名の別称として、「1級～3級基準点（近代化手法による）」を「1次基準点」、「4級基準点（近代化手法による）」を「2次基準点」とし、第21条以降を読み替える。

### 検定基準と測量機器の現場試験の基準の見直し

(機器の検定等)

第14条 作業機関は、計画機関が指定する機器については、付録1の2に基づく測定値の正当性を保証する検定を行った機器を使用しなければならない。ただし、1年以内に検定を行った機器（標尺については3年以内）を使用する場合は、この限りでない。

2（前略）作業機関は、付録2による国内規格の方式に基づき自ら検査を実施し、その結果を第三者機関による検定に代えることができる。この場合、付録2の5.①のσについては、セオドライト（水平角・鉛直角）の項は水平角2.5秒・鉛直角5.5秒と読み替え、光波測距儀の項は1.3mmと読み替える。

2

## 付録1の2 測量機器検定基準

### ・特2級トータルステーション（外観および構造は変更なし）

〈コリメータ観測による〉

- 1) 水平角の**不確かさ**基準（3方向を3対回2セット（0°、60°、120°及び30°、90°、150°）観測による）

| 倍角差 | 観測差 | セット間較差 |
|-----|-----|--------|
| 15" | 15" | 6"     |

- 2) 鉛直角の**不確かさ**基準（3方向（+30°、0°、-30°）を1対回観測による）

| 高度定数の較差 | 自動補償範囲限度の較差              |
|---------|--------------------------|
| 15"     | 視準方向に対して保証範囲限度迄傾けて、左記較差内 |

- 3) 合焦による視準線の偏位（2級トータルステーションから変更なし）

〈比較基線場の観測による〉

測距部の**不確かさ**基準

| 判定項目    | 許容範囲 | 備考               |
|---------|------|------------------|
| 基線長との比較 | 5mm  | 5測定（1セット）を2セット観測 |
| 位相差     | 4mm  |                  |

3

## 付録1の2（続き）

### ・特1級GNSS測量機（外観および構造は変更なし）

#### ・性能

- GNSS測量機は、GNSS受信機及びGNSSアンテナで構成され、GNSS受信機は観測データを保存できるものとする。
- 受信帯域数：2周波（L1, L2）
- 基線ベクトルの**不確かさ**基準

| 判定項目                              | 性能基準   |
|-----------------------------------|--------|
| 水平成分 $\Delta N \cdot \Delta E$ の差 | 15mm以内 |
| 高さ成分 $\Delta U$ の差                | 50mm以内 |

観測方法は、スタティック法、RTK法、ネットワーク型RTK法に限る。

スタティック法にあっては10km以上遠方の電子基準点を既知点として用いる。

測定結果との比較に用いる基準は、国土地理院の比較基線場、国土地理院に登録した比較基線場又は国土地理院が国家計量標準との関連が明確であると認めた基線長とする。

4

## 付録1の2 特1級GNSS測量機（続き）

比較基線場での観測時間等は次表を標準とする。

| 観測方法        | 距離     | 観測時間  | 使用衛星数     |                      | データ取得間隔 |
|-------------|--------|-------|-----------|----------------------|---------|
|             |        |       | GPS・準天頂衛星 | GPS・準天頂衛星及びGLONASS衛星 |         |
| 2周波スタティック法  | 10km   | 2時間   | 5衛星以上     | 6衛星以上                | 30秒     |
| RTK法        | 200m以内 | 10秒以上 | 5衛星以上     | 6衛星以上                | 1秒      |
| ネットワーク型RTK法 | 200m以内 | 10秒以上 | 5衛星以上     | 6衛星以上                | 1秒      |

（観測方法は限定しているが、諸元には変更なし）

- ①衛星の最低高度角は15度とする。
- ②GPS衛星と準天頂衛星は、同等として扱うことできるものとする（以下「GPS・準天頂衛星」という。）。GPS・準天頂衛星及びGLONASS衛星を利用できるGNSS測量機の場合は、GPS・準天頂衛星及びGLONASS衛星の観測及び解析処理を行うものとする。
- ③GPS・準天頂衛星及びGLONASS衛星を用いた観測では、それぞれの衛星を2衛星以上用いるものとする。
- ④~~キネマティック法~~、RTK法、ネットワーク型RTK法の観測時間は、FIX解を得てから10エポック以上のデータが取得できる時間とする。

5

### 第1節 要旨

#### 基準点測量の区分と名称

（要旨）

第21条 基準点測量は、既知点の種類及び新点間距離に応じて**1級～3級基準点測量（近代化手法による）**（以下、**1次基準点測量**という）及び**4級基準点測量（近代化手法による）**（以下、**2次基準点測量**という）に区分するものとする。

- 2 **1次基準点測量**とは、既知点の全てを電子基準点とする測量をいい、この測量により設置される基準点を**1次基準点**という。
- 3 **2次基準点測量**とは、**1次基準点を既知点とする測量**をいい、この測量により設置される基準点を**2次基準点**という。

（既知点の種類等）

#### 既知点の種類、点間距離及び既知点間距離

第22条 前条第1項に規定する基準点測量の各区分における既知点の種類及び新点間の距離は、次表を標準とする。

| 項目     | 区分 | 1次基準点測量        | 2次基準点測量      |
|--------|----|----------------|--------------|
| 既知点の種類 |    | 電子基準点          | <b>1次基準点</b> |
| 新点間距離  |    | <b>200m</b> 以上 | <b>50m</b>   |

- 2 第1項の区分によらない公共測量により設置した既設点を既知点として用いる場合は、**当該既設点を設置した測量が電子基準点のみを基礎とする基準点であって、本マニュアルに定める許容範囲等を満たしている場合に限り、第1項の規定に従い使用することができるものとする。**

6

**取付け観測、辺数、路線長、偏心及び路線図形の要否**

(基準点測量の方式)

第23条 基準点測量は、次の方式を標準とする。

- 一 1次基準点測量は、結合多角方式により行うものとする。
  - 二 2次基準点測量は、単路線方式又は結合多角方式により行うものとする。
- 2 路線とは、既知点から他既知点まで、既知点から交点まで又は交点から他の交点までをいう。
- 3 基準点測量の作業方法は、次表を標準とする。ただし、既知点の方向角の取付け観測は省略できるものとする。偏心観測はすべての既知点および新点において行わないものとする。

| 項目                 | 区分 | 1次基準点測量                 |  | 2次基準点測量 |           |
|--------------------|----|-------------------------|--|---------|-----------|
|                    |    | 結合多角方式                  |  | 単路線方式   | 結合多角方式    |
| 既知点の種類及び点数         |    | 原則として新点を囲む<br>電子基準点3点以上 |  | 1次基準点2点 | 1次基準点3点以上 |
| 路線の辺数              |    | 6辺以下                    |  | 15辺以下   |           |
| 節点間の距離             |    | —                       |  | 20m     |           |
| 路線長                |    | —                       |  | 700m以下  |           |
| <del>偏心距離の制限</del> |    |                         |  |         |           |
| <del>路線図形</del>    |    |                         |  |         |           |

(工程別作業区分及び順序)

第24条

第2節 作業計画、第3節 選点、第4節 測量標の設置

(掲載省略)

(掲載省略)

7

第5節 観測

**GNSS測量の方法の整理、面補正パラメータの削除**

(要旨)

第34条 本章において「観測」とは、平均図等に基づき、GNSS測量機を用いて、GNSS衛星の電波を受信し、位相データ等を記録する作業（以下「GNSS観測」という。）及びトータルステーション（データコレクタを含む。以下「TS」という。）を用いて、関係点間の水平角、鉛直角、距離を観測する作業（以下「TS観測」という。）をいう。

2 GNSS測量では、**スタティック法、RTK法及びネットワーク型RTK法（以下「NW型RTK法」という。）**†を適用するものとする。

(観測の実施)の条文を整理

- 一 スタティック法とは、複数の観測点にGNSS測量機を整置して、同時にGNSS衛星からの信号を受信し、それに基づく基線解析により点間の基線ベクトルを求める方法をいう。
- 二 RTK法とは、GNSS衛星からの信号を固定局及び移動局において同時に受信し、固定局で受信した信号を即時に移動局へ転送し、移動局において基線解析して固定局と移動局間の基線ベクトルを求める方法をいう。
- 三 NW型RTK法とは、電子基準点の観測データ等により算出された移動局近傍の任意の地点の補正データ等**又は面補正パラメータ**と移動局において観測したデータを用いて即時に基線解析**又は補間処理**を行い点間の基線ベクトルを求める方法をいう。

3 観測に当たっては、必要に応じ、測標水準測量を行うものとする。

† RTK法及びNW型RTK法による測量方法については今後の検討課題であり、これ以降の条文では規定していない。

8

**観測に使用する測量機器の整理**

(機器)

第35条 観測に使用する機器は、次表に掲げるもの又はこれらと同等以上のものを標準とする。

| 機 器                           | 性 能          | 適 用              |
|-------------------------------|--------------|------------------|
| 1級GNSS測量機のうち、性能基準を満たすもの*1。    | 別表1の<br>2による | 1次基準点測量及び2次基準点測量 |
| 2級トータルステーションのうち、性能基準を満たすもの*2。 |              | 2次基準点測量          |
| 3級レベル                         |              | 測標水準測量           |
| 2級標尺                          |              |                  |

第2項(4級基準点の特例) 全部削除

\*1: (仮称) 特1級GNSS測量機 \*2: (仮称) 特2級トータルステーション

(機器の点検及び調整)

第36条

掲載省略

**GNSS観測の路線構成**

(観測図の作成)

第37条 観測図は、計画機関の承認を得た平均図に基づき作成するものとする。

2 GNSS測量の観測図の作成は、観測点間の基線ベクトルを求めるため、同時に複数のGNSS測量機を用いて行う観測(以下「セッション」という。)計画を記入するものとする。

3 TS観測の観測図の作成は、観測する方向及び距離測定計画を記入するものとする。

9

**別表1の2 測量機器級別性能分類表**

・特2級トータルステーションの級別性能分類

- トータルステーションの構成は、測角部、測距部の本体及びデータ記憶装置をいう。
- 測角部の性能

| 望遠鏡<br>最短視準<br>距離(m) | 目盛盤            |       | 読取方法    | 水平気泡管<br>公称感度<br>(秒/目盛) | 高度気泡管<br>公称感度<br>(秒/目盛) |
|----------------------|----------------|-------|---------|-------------------------|-------------------------|
|                      | 最小目盛値<br>水平(秒) | 鉛直(秒) |         |                         |                         |
| 2.0以下                | 5以下            | 5以下   | 電子的読取装置 | 30以下                    | 30以下                    |

・測距部の性能

| 公称測定可能距離(km) | 公称測定精度                         | 最小読定値(mm) |
|--------------|--------------------------------|-----------|
| 2以上          | ±(2mm+2×10 <sup>-6</sup> ・D)以下 | 1         |

- データ記憶装置：データコレクタ、メモリカード又はこれに準ずるもの

10

## 別表1の2 (続き)

### ・特1級GNSS測量機の級別性能分類

| 受信帯域数           | 観測方法  |
|-----------------|---|
| 2周波<br>(L1, L2) | スタティック法<br>短縮スタティック法<br>キネマティック法<br>RTK法<br>ネットワーク型RTK法 |

上記観測方法の公称測定精度、公称測定距離及び最小解析値は、下表のとおりとする。

| 観測方法                | 公称測定精度   | 公称測定可能距離 | 最小解析値 |
|---------------------|--|----------|-------|
| 2周波スタティック法          | 水平 (各成分) $\pm(3\text{mm}+0.5 \times 10^{-6} \cdot D)$ 以下<br>高さ (各成分) $\pm(6\text{mm}+0.5 \times 10^{-6} \cdot D)$ 以下 | 10km 以上  | 1 mm  |
| RTK法<br>ネットワーク型RTK法 | 水平 (各成分) $\pm(10\text{mm}+1 \times 10^{-6} \cdot D)$ 以下<br>高さ (各成分) $\pm(20\text{mm}+1 \times 10^{-6} \cdot D)$ 以下   | ----     | 1 mm  |

11

## 2級TS 仕様比較

参考

(2018、2019年度検定において台数の多かった機種)

| メーカー名                    | ソキア                                 | トプコン                                | ニコン・トリンブル                           | ライカ・ジオシステムズ                           | TIアサヒ                               |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 機種名                      | FX-105                              | GT-505                              | S6 5" DR Plus                       | TS15(5秒)                              | R-450N                              |
| 望遠鏡倍率                    | 30                                  | 30                                  | 30                                  | 30                                    | 30                                  |
| 分解能 (")                  | 2.5                                 | 2.5                                 | 記載なし                                | 記載なし                                  | 3                                   |
| 対物口径 (mm)                | 45                                  | 38                                  | 40                                  | 40                                    | 45                                  |
| 測角最小表示 (")               | 5/10                                | 1/5                                 | 1/5/10                              | 0.1*                                  | 5/10                                |
| 測角公称精度 (")               | 5                                   | 5                                   | 5                                   | 1/3/5*                                | 5                                   |
| 測距可能距離 (m)<br>prism 1素子  | 4000                                | 5000                                | 5500                                | 3500                                  | 7000                                |
| 測距公称精度 (mm)<br>Prism     | $2\text{mm}+2\text{ppm} \times D$ * | $1\text{mm}+2\text{ppm} \times D$ * | $2\text{mm}+2\text{ppm} \times D$ * | $1\text{mm}+1.5\text{ppm} \times D$ * | $2\text{mm}+2\text{ppm} \times D$ * |
| 測距公称精度 (mm)<br>non-prism | $3\text{mm}+2\text{ppm} \times D$ * | $2\text{mm}+2\text{ppm} \times D$ * | $2\text{mm}+2\text{ppm} \times D$ * | $2\text{mm}+2\text{ppm} \times D$ *   | $5\text{mm}+2\text{ppm} \times D$ * |
| 求心装置 (光学)                | (3倍)                                | (3倍)                                | (2.3倍)                              | 記載なし                                  | 記載なし                                |
| 求心装置 (レーザー)              | 1.0mm @1.3m                         | 1.0mm @1.3m                         | 記載なし                                | 1.5mm @1.5m                           | 記載なし                                |
| 円形気泡                     | 10' / 2mm                           | 10' / 2mm                           | 8' / 2mm                            | 6' / 2mm                              | 8" / 2mm*                           |
| 電子気泡管分解能                 | 6' / 内円上                            | 6' / 内円上                            | 0.3"*                               | 記載なし                                  | 40" / 目盛                            |

\* はカタログ記載通り 12

# 1級GNSS 仕様比較

参考

(2018~2020年度検定において台数の多かった機種)

| メーカー名      |      | GSJ性能基準     | Topcon         | Nikon-Trimble  | Leica        | 日立造船         | Sokkia         |
|------------|------|-------------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------------|
| 機種名        |      |             | Hiper SR       | R10            | GS08plus     | NetSurvRE    | GRX2 GGD       |
| スタティック法    | 水平成分 | 5mm+1ppmxD  | 3mm+0.5ppmxD   | 3mm+0.1ppmxD   | 3mm+0.5ppmxD | 3mm+0.5ppmxD | 3mm+0.5ppmxD   |
|            | 高さ成分 |             | 5mm+0.5ppmxD   | 3.5mm+0.4ppmxD | 6mm+0.5ppmxD | 5mm+0.5ppmxD | 5mm+0.5ppmxD   |
| ネットワークRTK法 | 水平成分 | 20mm+2ppmxD | 10mm+1.0ppmxD※ | 8mm+0.5ppmxD   | 10mm+1ppmxD※ | 8mm+1ppmxD※  | 10mm+1.0ppmxD※ |
|            | 高さ成分 |             | 15mm+1.0ppmxD※ | 15mm+0.5ppmxD  | 20mm+1ppmxD※ | 15mm+1ppmxD※ | 15mm+1.0ppmxD※ |

※ネットワークRTK法の記載のないものはRTK法で記載された数値

13

## 第一号イ、ロ、ハ及びホの要否

### (観測の実施)

~~第38条 観測にあたり、計画機関の承認を得た平均図に基づき、観測図を作成するものとする。~~

~~ニ 観測は、観測図等に基づき、次に定めるところにより行うものとする。~~

一 GNSS観測は、次により行うものとする。

**イ 観測に使用する衛星は、GPS・準天頂衛星及びGLONASS衛星とし、観測は2周波で行うものとする。**

**ロ 受信機の求心は、調整した光学求心器を用いる。**

ハ アンテナ高は、標識上面からGNSSアンテナ底面までを垂直にミリメートル位で測定するものとする。

~~ニ 標高の取付観測において、距離が500メートル以下の場合、楕円体高の差を高低差として使用できる。~~

ホ GNSS衛星の最低高度角は15度を標準とし、GNSS衛星の稼働状態、飛来情報等を用い、片寄った配置での観測は避けるものとする。

~~ニ GNSS衛星の組合せ観測の方法は、次表を標準とするものとし、GLONASS衛星を用いる観測の場合は、GPS・準天頂衛星及びGLONASS衛星をそれぞれ2衛星以上用いるものとする。~~

| 観測方法GNSS衛星の組合せ                       | <del>スタティック法</del>          | <del>RTK法<br/>NW型RTK法</del> |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <del>GPS・準天頂衛星</del>                 | <del>4衛星以上、10km以上は5衛星</del> | <del>5衛星以上</del>            |
| <del>GPS・準天頂衛星及び<br/>GLONASS衛星</del> | <del>5衛星以上、10km以上は6衛星</del> | <del>6衛星以上</del>            |

14

### 観測時間等

へ G N S S観測の方法は、次の定めによるものとする

| 観測方法    | 観測時間          | データ取得間隔 | 適用             |
|---------|---------------|---------|----------------|
| スタティック法 | 120分以上        | 30秒以下   | 1次基準点測量        |
|         | 60分以上         |         | 1次基準点測量(1km未満) |
| RTK法    | FIX解を10エポック以上 | 1秒      | 2次基準点測量        |
| NW型RTK法 |               |         |                |

(1) RTK法における基線固定局と移動局の距離は、~~直接観測法又は間接観測法によるものとし、間接観測法において電子基準点を固定局として用いることができる。~~ RTK法は検討(TSとの差異の分析)が不十分なので現時点では観測から除外し、改めて検討

| 項目          | 観測方法 | 直接観測法  | 間接観測法  |
|-------------|------|--------|--------|
| 固定局と移動局間の距離 |      | 500m以内 | 10km以内 |

(2) NW型RTK法における基線ベクトルを求める観測は、直接観測法又は間接観測法によるものとする。間接観測法は、2台同時観測又は1台準同時観測によることができるものとする。

15

### 第二号 機器の設置及び許容範囲

二 TS観測は、次により行うものとする。

- イ 測量機器及び反射鏡の求心は、調整した光学求心器を用いる。
- ロ 器械高、反射鏡高及び目標高は、標識上面から機器の所定の位置まで垂直にミリメートル位まで測定する。
- ハ 水平角観測に合わせて取得された鉛直角観測値及び距離測定値は、全て採用し、その平均値を用いることができる。

ニ TS観測の方法は、次の定めによるものとする。

| 項目    | 2次基準点測量 |      |
|-------|---------|------|
| 水平角観測 | 読定単位    | 5秒以下 |
|       | 対回数     | 2    |
|       | 水平目盛位置  | 任意   |
| 鉛直角観測 | 読定単位    | 5秒以下 |
|       | 対回数     | 1    |
| 距離測定  | 読定単位    | 1mm  |
|       | セット数    | 2    |

- (1) 水平角観測、鉛直角観測及び距離測定は、1視準で同時に行うことを原則とする。
- (2) 水平角観測及び鉛直角観測は、1視準1読定、望遠鏡正及び反の観測を1対回とする。
- (3) 水平角観測の観測方向数は、5方向以下とする。
- (4) 点間の距離測定は、1視準1読定を1セットとする。
- (5) 観測の記録は、データコレクタを用いるものとする。

16



### 気圧の測定、間接水準測量の削除

- へ 距離測定的气象補正に使用する気温及び気圧の測定は、TSを整置した測点（以下「観測点」という。）において、距離測定の開始前又は終了後に行うものとする。**ただし、気圧の測定は1日の作業開始前の測定値を用いて気象補正を行うことができる。**
- 三 測標水準測量は、**直接水準測量によるものとし**4級水準測量に準じて行うものとする。

### 第3項 許容の項目及び許容範囲

#### （観測値の点検及び再測）

**第39条** 観測値について点検を行い、許容範囲を超えた場合は再測するものとする。

- 2 GNS S観測による基線解析の結果はFIX解とする。
- 3 TSの許容範囲は、次表を標準とする。

| 項目    | 区分            | 2次基準点測量               | 備考                  |
|-------|---------------|-----------------------|---------------------|
| 水平角観測 | <b>倍角差</b>    | <b>20秒</b>            | 観測差を点検したい場合には同じ値を適用 |
| 鉛直角観測 | 高度定数の較差       | <b>30秒</b>            |                     |
| 距離測定  | <b>セット間較差</b> | <b>2mm</b>            |                     |
| 測標水準  | 往復観測値の較差      | $20\text{mm}\sqrt{S}$ | S：片道の観測距離（km単位）     |

17

### 偏心要素の測定の削除

~~（偏心要素の測定）~~

~~第40条 基準点で直接に観測ができない場合は、偏心点を設け、偏心要素を測定し、許容範囲を超えた場合は再測するものとする。~~

~~一 GNS S観測において、偏心要素のための零方向の視通が確保できない場合は、方位点を設置することができる。~~

~~二 GNS S観測における方位点の設置距離は200メートル以上とし、偏心距離の4倍以上を標準とする。なお、観測は第38条第1項第一号の規定を準用する。~~

~~三 偏心要素の測定は、次表を標準とする。~~

以下掲載省略

18

## 第6節 計算

### 第二号口及び三号の要否

#### (要旨)

第40条 「計算」とは、新点の水平位置及び標高を求めるため、次の各号により行うものとする。

- 一 TSによる基準面上の距離の計算は、楕円体高を用いる。なお、楕円体高は、標高とジオイド高から求めるものとする。
- 二 ジオイド高は、次の方法により求めた値とする。
  - 一 国土地理院が提供する最新のジオイド・モデル（以下「ジオイド・モデル」という。）から求める。
  - 二 ジオイド・モデルが構築されていない地域においては、GNSS観測及び水準測量等で求めた局所ジオイド・モデルから求める。
  - 三 二次基準点測量は、基準面上の距離の計算は楕円体高に代えて標高を用いることができる。この場合において経緯度計算を省略することができる。

#### (計算の方法等)

第41条 計算は、付録6の計算式、又はこれと同精度の計算式を使用することができる。経緯度は $10^{-5}$ までの意見があるが、測量法施行令での経緯度原点数値の有効桁数にあわせて $10^{-4}$ のままとすることが確認

2 計算結果の表示単位等は、次表のとおりとする。

| 項目<br>表示 | 直角<br>座標 | 経緯度    | 標高    | 傾斜<br>角度 | 辺長 | 線<br>ベクトル |
|----------|----------|--------|-------|----------|----|-----------|
| 単位       | m        | 秒      | m     | 秒        | m  | m         |
| 位        | 0.001    | 0.0001 | 0.001 | 0.001    | 1  | 0.001     |

19

### 第3項、第4項第三号、第四号の要否

~~3 TS等で観測を行った標高の計算は、0.01メートル位までとすることができる。~~

- 3 GNSS観測における基線解析は次の各号により実施することを標準とする
  - 一 基線解析は次表によることを標準とする。

#### 条文を表に整理

| 項目          | 基線解析の設定情報及び解の種類    |
|-------------|--------------------|
| GNSS衛星の軌道情報 | 放送暦                |
| 基線解析の周波数    | 2周波                |
| 気象要素の補正     | 基線解析ソフトウェアで用いる標準大気 |
| 受信高度角       | 観測時に設定した受信高度角      |
| 基線解析結果      | FIX解               |

- 二 スタティック法による基線解析では、原則としてPCV補正を行うものとする。
- 三 基線解析の固定点の緯度及び経度は、成果表の値（元期座標）又は国土地理院が提供するもので測量の実施時期に対応した地殻変動補正パラメータを使用してセミ・ダイナミック補正を行った値（今期座標）とする。以後の基線解析は、固定点の緯度及び経度を用いて求められた緯度及び経度を順次入力するものとする。
- 四 基線解析の固定点の楕円体高は、成果表の標高とジオイド高から求めた値とする。ただし、固定点電子基準点の場合は、成果表の楕円体高又は今期座標とする。以後の基線解析は、固定点の楕円体高を用いて求められた楕円体高を順次入力するものとする。

20

## 点検計算及び許容範囲

### (点検計算及び再測)

**第42条** 点検計算は、観測終了後、次の各号により行うものとする。点検計算の結果、許容範囲を超えた場合は、再測を行う等適切な措置を講ずるものとする。

#### 一 GNSS観測

イ 観測値の点検は、全てのセッションについて行うものとする。

(1) 既知点の全てを電子基準点とする場合の観測

(i) 点検計算に使用する既知点の緯度、経度及び楕円体高は今期座標とする。

(ii) 点検方法は、電子基準点間の閉合差によるものとし、閉合路線は最少辺数で構成するものとする。

(iii) 全ての電子基準点は、1つ以上の路線で点検するものとする。

(iv) 結合の計算に含まれないセッションの点検は、(2)の規定を準用する。

(v) 観測値の点検の許容範囲は、次表を標準とする。

| 許容範囲                           |                                      | 備 考  |
|--------------------------------|--------------------------------------|--|
| 水平 ( $\Delta N$ 、 $\Delta E$ ) | $50\text{mm} + 6\text{mm}\sqrt{N}$   | N : 辺数<br>$\Delta N$ : 水平面の南北成分の閉合差又は較差                    |
| 高さ ( $\Delta U$ )              | $150\text{mm} + 15\text{mm}\sqrt{N}$ | $\Delta E$ : 水平面の東西成分の閉合差又は較差<br>$\Delta U$ : 高さ成分の閉合差又は較差 |

{電子基準点間の相対誤差(RMSE)+各辺長に応じたMSEの総和の平方根} の3倍

21

## 不確かさの見積もり

参考

- 不確かさを標準偏差で積算

水平位置の標準偏差の1σなのか、要確認

- 電子基準点の(測量成果としての)座標：20mm(国土地理院の情報) — 水平座標NS, EW各成分では $20/\sqrt{2} \approx 14\text{mm}$

➤ 2点の電子基準点間の相対不確かさ： $14\sqrt{2} \approx 20\text{mm}$  — 水平各成分

➤ 高さ成分は水平成分の1.5倍を想定 : 30mm

➤ スタティックGNSS法の1基線の不確かさ：

$\Delta E, \Delta N \sim 2(\text{mm}) + 0.3\text{ppm} \times D[\text{km}]$ ,  $D \sim 0.5\text{km}$ では $\Delta E, \Delta N \sim 2(\text{mm})$

$\Delta U \sim 5(\text{mm}) + 1.3\text{ppm} \times D[\text{km}]$ ,  $D \sim 0.5\text{km}$ では $\Delta U \sim 5(\text{mm})$

- 99.7%信頼区間(3σ)：

$3 \times \left( \sqrt{(14\text{mm})^2 + (0.3\text{ppm} \times \sum D_i)^2} + 2(\text{mm})\sqrt{N} \right)$  水平成分

$3 \times \left( \sqrt{(30\text{mm})^2 + (1.3\text{ppm} \times \sum D_i)^2} + 5(\text{mm})\sqrt{N} \right)$  高さ成分

※ $D_i[\text{km}]$ は電子基準点~1次基準点の点間距離,  $\sum D_i \sim 30\text{km}$ を想定,  $N$ は辺数。

➤  $50(\text{mm}) + 6(\text{mm})\sqrt{N}$  — 水平NS, EW各成分 (準則： $60(\text{mm}) + 20(\text{mm})\sqrt{N}$ )

➤  $150(\text{mm}) + 15(\text{mm})\sqrt{N}$  — 高さ成分 (準則： $150(\text{mm}) + 30(\text{mm})\sqrt{N}$ )

22

- (2) (1) 以外の観測の場合は、次のいずれかの方法により行うものとする。
- (i) 異なるセッションの組合せによる最少辺数の多角形を選定し、基線ベクトルの環閉合差を計算する方法。
  - (ii) 異なるセッションで重複する基線ベクトルの較差を比較点検する方法。
  - (iii) 観測値の点検の許容範囲は、次表を標準とする。

| 項 目           |                                | 許容範囲                     | 備 考   |
|---------------|--------------------------------|--------------------------|---|
| 基線ベクトルの環閉合差   | 水平 ( $\Delta N$ , $\Delta E$ ) | $6 \text{ mm}\sqrt{N}$   | N : 辺数<br>$\Delta N$ : 水平面の南北成分の閉合差又は較差<br>$\Delta E$ : 水平面の東西成分の閉合差又は較差<br>$\Delta U$ : 高さ成分の閉合差又は較差<br><b>1 辺の基線ベクトルの基線長は1km未満とする</b> |
|               | 高さ ( $\Delta U$ )              | $1.5 \text{ mm}\sqrt{N}$ |   |
| 重複する基線ベクトルの較差 | 水平 ( $\Delta N$ , $\Delta E$ ) | 20 mm                    |   |
|               | 高さ ( $\Delta U$ )              | 30 mm                    |   |

各辺長に応じたMSEの総和の平方根の3倍

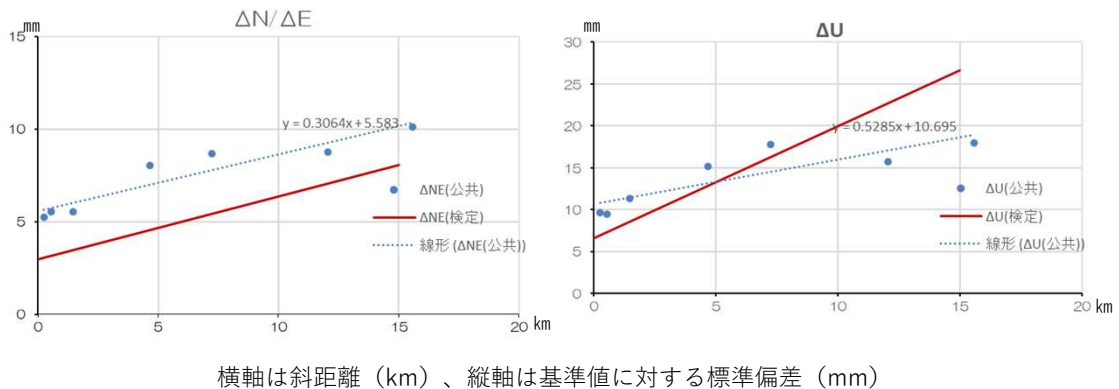
23

参考

点検測量の結果の解釈とそれにより得られる重複辺の許容範囲

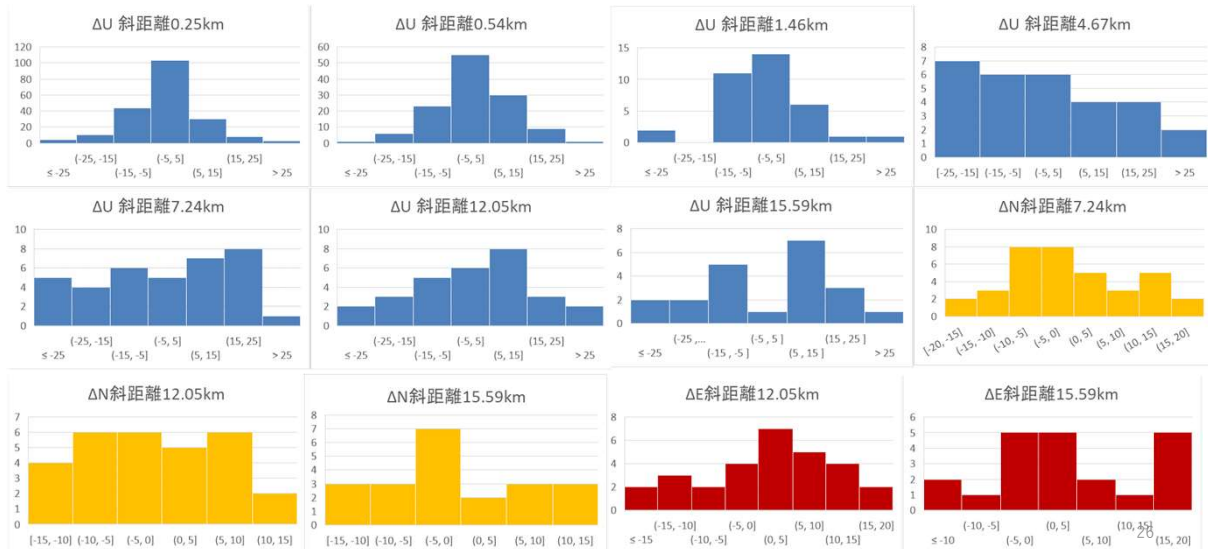
## 公共測量における点検測量と斜距離との関係 測量機器検定と斜距離との関係の比較

- 定数項、斜距離の比例係数とも公共測量の点検測量のデータと機器検定データで異なる。



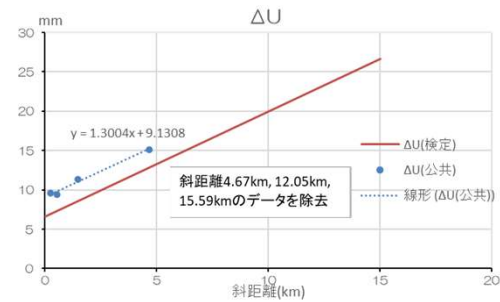
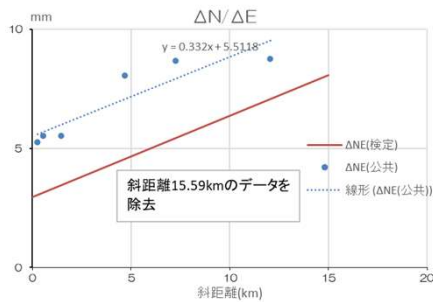
## 点検測量では較差の分布が長距離で不自然なふるまい

- 許容範囲（水平20mm、高さ30mm）を超えたデータを除いている。



## 較差の分布の不自然なデータを排除

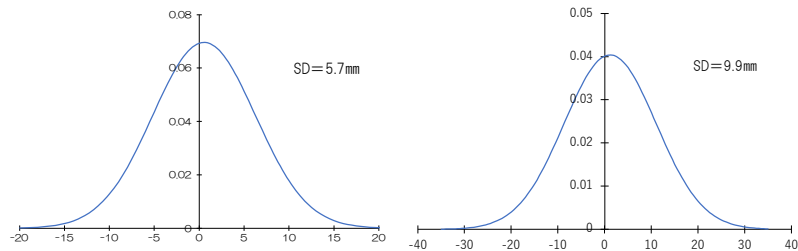
- 高さで顕著だが、水平でも長い斜距離で不自然な分布
- 不自然なものを除去すると点検測量のデータと機器検定のデータで一定値の相違



27

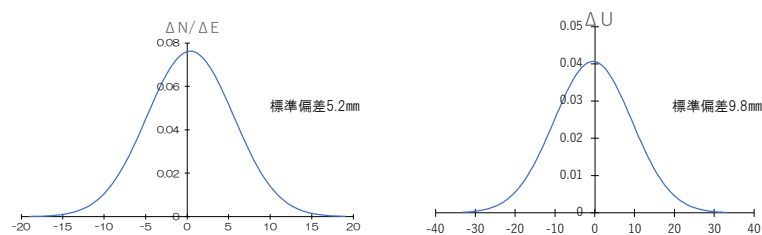
### 電子基準点を既知点とする2級基準点測量における点検測量の結果

データ数：126基線、平均斜距離：543.1m



### 電子基準点を既知点とする3級基準点測量における点検測量の結果

データ数：208基線、平均斜距離：249.6m



1km未満での標準偏差の加重平均  
 $\Delta N/\Delta E$  : 5.4mm       $\Delta U$  : 9.8mm

28

## 点検計算の許容範囲の考え方

- 点検測量の較差の標準偏差も機器検定データと同じく基線長に依存する。
- 不明な原因により、点検測量の較差の標準偏差は機器検定データよりも一定値が大きい。
- 準則では一定値の許容範囲（水平20mm、高さ30mm）を規定しているが、長距離には適用できない（が無理に実行している）。
- 点検計算を行う基線長に制限（例えば1km未満）を設け、実態に適した許容範囲を設ける。
- $\sigma N / \sigma E = 5.4\text{mm}$ 、 $\sigma U = 9.8\text{mm}$ にシューハート管理図係数を適用すると、 $UCL = 3.686\sigma$ より、 $U_{CL}(N/E) \doteq 20\text{mm}$ 、 $U_{CL}(U) \doteq 36\text{mm}$  を得る。

▶ 提 案：現行の許容範囲（水平20mm、高さ30mm）を維持し、適用距離を1km未満とする。

29

### 二 TS観測

イ 全ての単位多角形及び次の条件により選定された全ての点検路線について、水平位置及び標高の閉合差を計算し、観測値の良否を判定するものとする。

- (1) 点検路線は、既知点と既知点を結合させるものとする。
- (2) 点検路線は、なるべく短いものとする。
- (3) 全ての既知点は、1つ以上の点検路線で結合させるものとする。
- (4) 全ての単位多角形は、路線の1つ以上を点検路線と重複させるものとする。

ロ TSによる点検計算の許容範囲は、次表を標準とする

| 項目          |          | 区分 | 2次基準点測量   |
|-------------|----------|----|---|
| 結合多角<br>単路線 | 水平位置の閉合差 |    | $25\text{mm} + 35\text{mm}\sqrt{N} \Sigma S$    |
|             | 標高の閉合差   |    | $35\text{mm} + 60\text{mm} \Sigma S / \sqrt{N}$ |
|             | 標高差の正反較差 |    | 20mm  |
| 備 考         |          |    | Nは辺数、 $\Sigma S$ は路線長 (km単位) とする。               |

1次基準点間の相対誤差の99.7%信頼区間とTSの測定の不確かさの99.7%信頼区間

30

二 TS観測

ロ TSによる点検計算の許容範囲は、次表を標準とする  
(続き)

| 項目    |          | 区分                                | 2次基準点測量                          |
|-------|----------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 単位多角形 | 水平位置の閉合差 |                                   | $1.5\text{mm}\sqrt{N} \Sigma S$  |
|       | 標高の閉合差   |                                   | $6.0\text{mm} \Sigma S/\sqrt{N}$ |
|       | 標高差の正反較差 |                                   | 2.0mm                            |
| 備考    |          | Nは辺数、 $\Sigma S$ は路線長 (km単位) とする。 |                                  |

TSの測定の不確かさの99.7 %信頼区間

仮定網平均計算の削除

(平均計算)

第43条 平均計算に使用するプログラムは、計算結果が正しいと確認されたものを使用し、次により行うものとする。

~~2 GNSS観測における既知点1点を固定する仮定三次元網平均計算は、閉じた多角形を形成させ、次の各号により行うものとする。ただし、電子基準点のみを既知点とする場合は除くものとする。~~

~~＝使用する既知点の緯度及び経度は元期座標とし、橢円体高は成果表の標高とジオイド高から求めた値とする。ただし、電子基準点の橢円体高は、成果表の橢円体高とする。~~

~~＝重量 (P) は、 $dN = (0.004\text{m})^2$ 、 $dE = (0.004\text{m})^2$ 、 $dU = (0.007\text{m})^2$  とする。~~

~~＝許容範囲は、次表を標準とする。~~

| 項目            |  | 区分 | 1次基準点測量   |
|---------------|--|----|---|
| 基線ベクトルの各成分の較差 |  |    | $\ominus\text{mm}$  |
| 水平位置の閉合差      |  |    | $\Delta S = \ominus\text{mm} + \ominus\text{mm}\sqrt{N}$<br>$\Delta S$ : 既知点の成果値と仮定三次元網平均計算結果から求めた距離<br>N: 既知点までの最小辺数 |
| 標高の閉合差        |  |    | $\ominus\text{mm} + \ominus\text{mm}\sqrt{N}$ N: 辺数   |

電子基準点を既知点とする測量であるため「仮定網平均計算」は削除



### 平均計算の方法、ジオイド・モデル、許容範囲

簡易網平均計算は削除

3 既知点2点以上を固定する三次元網平均計算、厳密水平網平均計算及び厳密高低網平均計算は、平均図に基づき行うものとし、平均計算は次の各号により行うものとする。

一 GNS S 観測

イ **1次基準点測量** 局所ジオイド・モデルは削除

- (1) 既知点の緯度、経度及び楕円体高は今期座標とする。
- (2) 新点の緯度、経度及び楕円体高は、セミ・ダイナミック補正を行った元期座標とする。
- (3) 新点の標高は、ジオイド・モデルにより求めたジオイド高と楕円体高から求める。
- (4) 三次元網平均計算の重量 (P) は、次式から計算する分散・共分散行列の逆行列を用いるものとする。

$$\text{(式)} \Delta E, \Delta N : 2\text{mm} + 0.3\text{ppm} \times D, \quad \Delta U : 5\text{mm} + 1.3\text{ppm} \times D, \quad D \text{ は点間距離}$$

- (5) 三次元網平均計算による各項目の許容範囲は、次表を標準とする。

| 項目 \ 区分     | 1次基準点測量 | 2次基準点測量 |
|-------------|---------|---------|
| 斜距離の残差      | —       | —       |
| 新点水平位置の標準偏差 | 2.5 mm  |         |
| 新点標高の標準偏差   | 3.5 mm  |         |

標準偏差の許容範囲は99.7%信頼区間を想定

33

~~ロ 2次基準点測量~~

RTK法、NW型RTK法は今後検討

- ~~(1) 三次元網平均計算において、使用する既知点の緯度及び経度は元期座標とし、楕円体高は成果表の標高及びジオイド高から求めた値とする。~~
- ~~(2) 新点の標高決定は、イ(3)の規定を準用する。~~
- ~~(3) 三次元網平均計算の重量 (P) は、前項第二号の規定を準用する。~~
- ~~(4) 三次元網平均計算による各項目の許容範囲は、イ(5)の規定を準用する。~~

### 重量、許容範囲

二 TS 観測

イ 厳密水平網平均計算の重量 (P) 及び各項目の許容範囲は、次表を標準とする。

| 項目 \ 区分          | 2次基準点測量  |
|------------------|--|
| 重量 (P)           | Ms: 1.5mm, $\gamma : 2 \times 10^{-6}$ , $m_i : 3.5$ 秒 |
| 水平角の単位重量当たりの標準偏差 | 1.5 秒  |
| 新点位置の標準偏差        | 2.0 mm   |
| 高低角の単位重量当たりの標準偏差 | 3.0 秒  |
| 新点標高の標準偏差        | 2.0 mm   |

~~4 平均計算に使用した概算値と平均計算結果値の座標差が1メートルを超えた観測点については、平均計算結果の値を概算値として平均計算を繰り返す反復計算を行うものとする。~~

5 平均計算の結果は、精度管理表にとりまとめるものとする。

第7節 品質評価 (掲載省略)

第8節 成果等の整理 (掲載省略)

34