

GNSS測量による標高の測量マニュアル

# 解 説

平成30年 2月

国土交通省国土地理院

## 修正履歴

①平成26年4月（初版） [平成26年4月1日掲載]

②平成26年7月（第1回修正） [平成26年7月3日更新]

・ P19

**解説** <地殻変動補正パラメータ・ファイル使用時の注意>

ホームページのイメージの表について、ダウンロードファイル（2010, 2009分）を削除

・ P20

**解説** <電子基準点以外（水準点）を既知点とする場合の今期座標の計算>を追加

③平成26年10月（第2回修正） [平成26年10月8日更新]

・ P23

**解説** 「仮定三次元網平均計算について」を追加

④平成27年5月（第3回修正） [平成27年5月1日更新]

・ マニュアルの改正に伴い条文を修正

・ P3

**解説** 『高精度なジオイド・モデル「日本のジオイド2011」の整備』を修正

・ P7

**解説** を修正

・ P8

**解説** 「既知点数は3点以上としています。」を追記

・ P9

**解説** を修正

・ P20

**解説** <標準的なセミ・ダイナミック補正方法の流れ>を修正

・ P23

**解説** を修正

・ P24

**解説** を追加

⑤平成30年2月（第4回修正）

・ マニュアルの改正に伴い条文を修正

・ P20

**解説** <標準的なセミ・ダイナミック補正方法の流れ>を削除

・ P20

**解説** <セミ・ダイナミック補正について>を追加

・ P23

**解説** <新点の楕円体高の標準偏差>の削除について>を追加

⑥平成31年1月（第5回修正）

・第4回修正の追加

・作業規程の準則の一部改正（平成28年3月31日）に伴う**準則**の引用部分の改正

・ P21

**解説** ②の<（セミ・ダイナミック補正による今期座標）>を削除

⑦平成31年4月（第6回修正）

・ P22

表中の「軽度」を「経度」に修正

## 目 次

はじめに	1
〔序〕概説	2
第1章 総 則	
第1条（目的）	5
第2条（精度管理）	5
第2章 GNSS水準測量	
第1節 要旨	
第3条（準則の準用）	6
第4条（要旨）	6
第5条（既知点の種類等）	6
第6条（GNSS水準測量の方式）	7
第2節 選点	
第7条（要旨）	10
第3節 測量標の設置	
第8条（永久標識の設置）	10
第9条（点の記の作成）	12
第4節 観測	
第10条（要旨）	12
第11条（機器）	12
第12条（機器の点検及び調整）	12
第13条（GNSS観測の実施）	13
第14条（観測値の点検及び再測）	17
第15条（偏心要素の測定）	17
第5節 計算	
第16条（要旨）	17
第17条（計算の方法等）	17
第18条（点検計算及び再測）	19
第19条（三次元網平均計算）	21
第6節 成果等の整理	
第20条（成果等）	23

## はじめに

「GNSS測量による標高の測量マニュアル」（以下、「マニュアル」という。）は、作業規程の準則第17条「機器等及び作業方法に関する特例」第3項に規定するマニュアルとして策定し、平成25年4月26日施行しました。

この解説は、GNSS測量による標高の測量を実施するにあたり円滑な測量作業に資するため、マニュアルを使用する場合の手続きや測量の技術的な解説及びマニュアルの条文に作業規程の準則を補完したもので、測量計画機関及び測量作業機関が測量業務を実施する際に利用していただくことを目的として作成しました。

### 作成要領

- (1) 一部の条文について、解説を  で囲って記述しました。
- (2) マニュアルと作業規程の準則を区別できるよう、準則の条文を  で囲みました。
- (3) 条文の番号は、マニュアル、作業規程の準則とも原文どおりとしました。

### [GNSS測量による標高の測量マニュアル（案）]

平成25年4月24日 国地企指第5号 国土地理院技術資料 [A1-No.368]  
平成25年4月26日 施行  
平成26年3月27日 一部改正  
国地企指第35号 国土地理院技術資料 [A1-No.368]  
平成26年4月1日 施行  
平成27年5月1日 一部改正  
国地企指第5号 国土地理院技術資料 [A1-No.368]  
平成27年7月22日 一部改正  
国地企指第9号 国土地理院技術資料 [A1-No.368]  
平成29年2月27日 一部改正  
国地企指第26号 国土地理院技術資料 [A1-No.368]

[作業規程の準則] 平成20年3月31日 国土交通省告示第413号

(最終改正 平成28年3月31日 国土交通省告示 第565号)

## [序] 概説

### 1. はじめに

水準点は、作業規程の準則（平成 20 年 3 月 31 日国土交通省告示第 413 号。以下「準則」という。）第 2 編第 3 章「水準測量」において規定される作業方法により標高を定めている。しかし、水準点は主要国道沿いに設置されていることが多いため、測量実施地域の近傍に既設の水準点がない場合は、遠方の水準点から、多大な時間と経費をかけて水準測量を行っているのが実状である。

近年、GPS、GLONASS 等の衛星測位システムの充実及び、国土地理院が提供する高精度化されたジオイド・モデル「日本のジオイド 2011」(Ver.2) の整備により、GNSS 測量機を用いるスタティック法で高精度に標高の測量が行えるようになった。これらにより標高の測量は効率化を図ることが可能となったが、電波の大气による遅延（大气遅延）は標高に大きく影響を及ぼす場合があることから、作業地域の気象条件に十分注意することが必要である。

このマニュアルは、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。）を用いた GNSS 測量による標高の測量（以下「GNSS 水準測量」という。）により、準則第 4 7 条第 3 項に規定されている、3 級水準点の標高を定める作業方法を示したものである。

### 2. マニュアルの利用について

#### 2.1 マニュアルの目的及び適用範囲

このマニュアルは、準則第 1 7 条（機器等及び作業方法に関する特例）第 3 項に規定されるもので、GNSS 水準測量の標準的な作業方法を定め、その規格を統一するとともに、必要な精度を確保することを目的とする。

#### 準則

（機器等及び作業方法に関する特例）

第 1 7 条 計画機関は、必要な精度の確保及び作業能率の維持に支障がないと認められる場合には、この準則に定めのない機器及び作業方法を用いることができる。ただし、第 5 条第 3 項に基づき、各編にその詳細を定める製品仕様書に係る事項については、この限りでない。

2 計画機関は、この準則に定めのない新しい測量技術を使用する場合には、使用する資料、機器、測量方法等により精度が確保できることを作業機関等からの検証結果等に基づき確認するとともに、確認に当たっては、あらかじめ国土地理院の長の意見を求めるものとする。

3 国土地理院が新しい測量技術による測量方法に関するマニュアルを定めた場合は、当該マニュアルを前項の確認のための資料として使用することができる。

#### 解説

このマニュアルは、準則第17条第3項に規定されている「国土地理院が定めた新しい測量技術による測量方法に関するマニュアル」になります。

準則では、準則に記載のない新技術（測量機器、測量方法等）についても公共測量で用いることができるようになっていきます。

新技術を公共測量で用いる際は、あらかじめ従来の測量と同等以上の精度が確認できる資料及び測量の手順を示した資料を、国土地理院に提出いただきますが、このマニュアルを使用する場合は、資料として提出する必要はありません。

このマニュアルの適用範囲は、3級水準測量とする。なお、適用地域は、ジオイド・モデルを整備した地域とする。

#### 解説

##### 高精度なジオイド・モデル「日本のジオイド2011」の整備

「日本のジオイド2011」(ver.2)は、これまで国土地理院が提供していた「日本のジオイド2011」(ver.1)に76の離島分のデータを追加したものです。

「日本のジオイド2011」(ver.2)は、国土地理院のホームページ <http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/geoid/> からダウンロードすることができます。

これまでの公表履歴

- ・平成25年4月26日 「日本のジオイド2011+2000」
- ・平成26年4月1日 「日本のジオイド2011」(ver.1)
- ・平成27年5月1日 「日本のジオイド2011」(ver.2)

## 2.2 マニュアルの構成

このマニュアルの構成は、次のとおりである。

[序] 概説

第1章 総則

第2章 GNSS 水準測量

## 3. GNSS 水準測量を実施するにあたっての手続き

国、都道府県及び市町村等の測量計画機関（以下「計画機関」という。）がGNSS水準測量を実施する場合は、測量法（昭和24年法律第188号。以下「法」という。）第36条に基づき、あらかじめ国土地理院に公共測量実施計画書を提出し、技術的助言を求めなければならない。その際に、準則第17条第3項に規定するものであること

を明示するものとする。

**解説**

**このマニュアルを使用する場合の公共測量の手続きについて**

このマニュアルを利用して公共測量を実施する際は、事前に国土地理院の各地方測量部公共測量担当窓口にご相談ください。

また、公共測量実施計画書（法第36条）の測量精度欄にこのマニュアルの名称を記入してください。特別な手続きは必要ありません。

これにより、精度が確保された公共測量成果を得ることが可能となります。

詳しくは、国土地理院のホームページ <http://www.gsi.go.jp/KOUKYOU/>をご参照ください。



## 第1章 総則

### (目的)

**第1条** このマニュアルは、GNSS 水準測量により3級水準点を設置するための作業方法を規定し、その規格の統一と精度を確保することを目的とする。

#### 準則

(目的及び適用範囲)

第1条 この準則は、測量法（昭和24年法律第188号。以下「法」という。）

第34条の規定に基づき、公共測量における標準的な作業方法等を定め、その規格を統一するとともに、必要な精度を確保すること等を目的とする。

2 この準則は、公共測量に適用する。

### (精度管理)

**第2条** 作業機関は、測量の正確さを確保するため、適切な精度管理を行い、この結果に基づいて品質評価表及び精度管理表を作成し、これを計画機関に提出しなければならない。

2 作業機関は、各工程別作業の終了時その他適宜このマニュアルの規定に定める点検を行わなければならない。

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10%を標準とする。

#### 解説

GNSS 測量による測量作業のため、点検測量率は、1・2級基準点測量と同等の点検測量率は10%としています。これは、平均図の基線数に対する割合になります。

例えば、平均図の基線数が4基線の場合は、 $4 \times 0.1 = 0.4$  ですので小数点以下を切り上げて、点検測量を1基線（5時間以上）行うことになります。

(凡例)

◇ 既知点：電子基準点（標高区分：水準測量による）

□ 新点：3級水準点

例えば、前半2.5時間以上と後半2.5時間以上の基線ベクトルの較差が大きい基線を選びます。

## 第 2 章 GNSS 水準測量

### 第 1 節 要 旨

#### (準則の準用)

**第 3 条** このマニュアルに規定するもの以外は、準則を準用する。

#### (要 旨)

**第 4 条** 本章は、GNSS 水準測量の作業方法等を定めるものである。

- 2 「GNSS」とは、人工衛星からの信号を用いて位置を決定する衛星測位システムの総称で、GPS、GLONASS、Galileo 及び準天頂衛星システム等の衛星測位システムがある。GNSS 水準測量においては、GPS、GLONASS 及び準天頂衛星システムを適用する。なお、準天頂衛星システムは、GPS と同等のものとして扱うことができる。

#### (既知点の種類等)

**第 5 条** 既知点の種類及び既知点の数は、次表を標準とする。

区 分 項 目	GNSS 水準測量
既知点の種類	一～二等水準点 電子基準点（「標高区分：水準測量による」に限る） 1～2 級水準点
既知点の数	3 点以上  ただし、地形の状況によりやむを得ないときは、2 点とすることができる。

※既知点間距離を削除

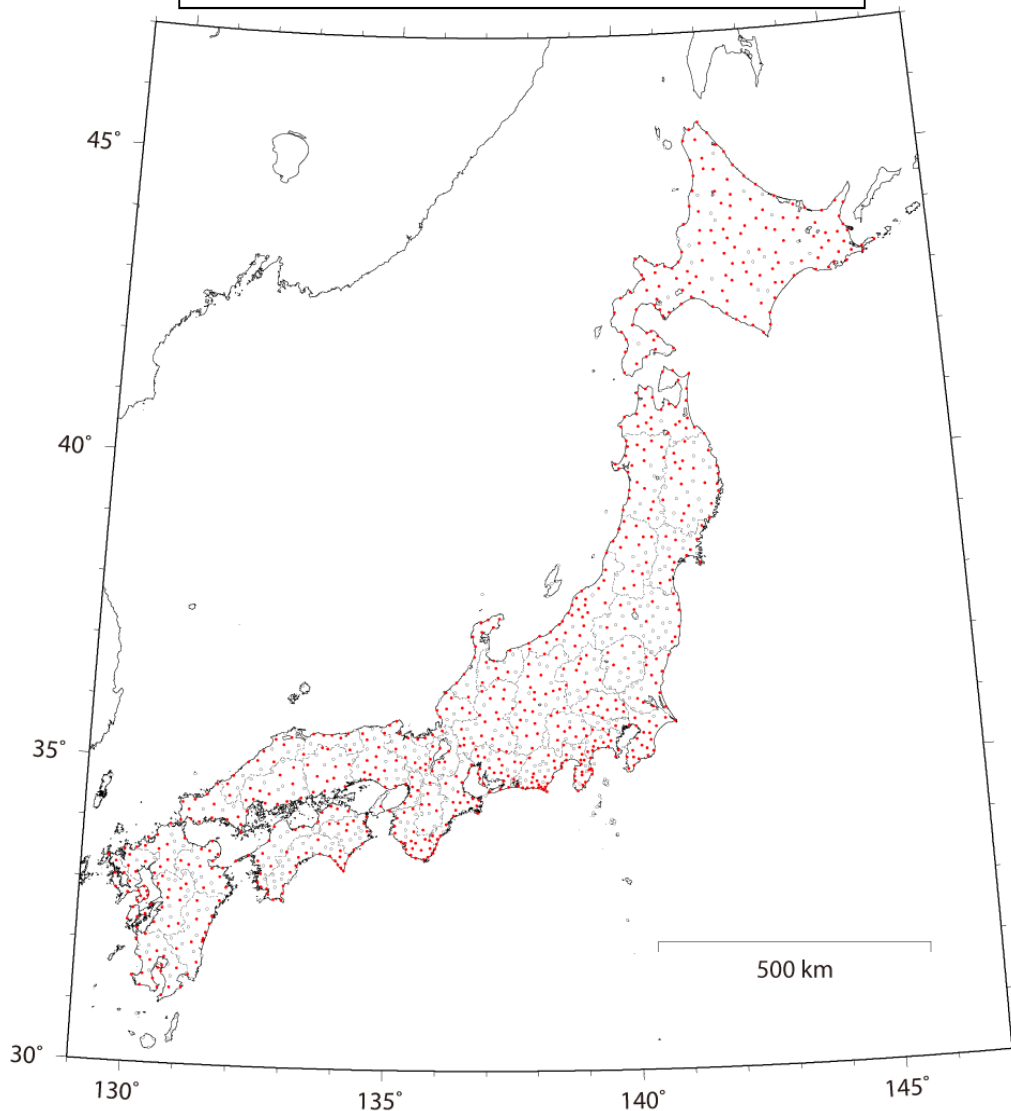
<b>準則</b>					
(既知点の種類等)					
<b>第 4 8 条</b> 既知点の種類及び既知点間の路線長は、次表を標準とする。					
区 分 項 目	1 級水準測量	2 級水準測量	3 級水準測量	4 級水準測量	簡易水準測量
既 知 点 の 種 類	一等水準点 1 級水準点	一～二等水準点 1～2 級水準点	一～三等水準点 1～3 級水準点	一～三等水準点 1～4 級水準点	一～三等水準点 1～4 級水準点
既知点間の路線長	150km以下	150km以下	50km以下	50km以下	50km以下

### 解説

既知点として利用できる電子基準点（本点）の基準点成果表の備考欄には「標高区分：水準測量による」と記載されています。これらの電子基準点は全国に約 800 点あり、既知点として使用することが可能です。電子基準点（本点）の標高成果改定について詳細は、国土地理院のホームページ

[http://terras.gsi.go.jp/geo\\_info/information/information\\_20130701.html](http://terras.gsi.go.jp/geo_info/information/information_20130701.html) をご参照ください。

電子基準点（標高区分：水準測量による）の配置状況



### (GNSS水準測量の方式)

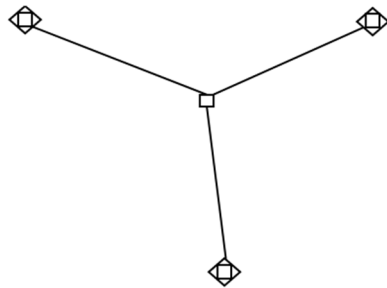
**第6条** GNSS 水準測量は、原則として、結合多角方式により行うものとする。ただし、地形の状況によりやむを得ないときは、単路線方式により行うことができるものとする。

**解説**

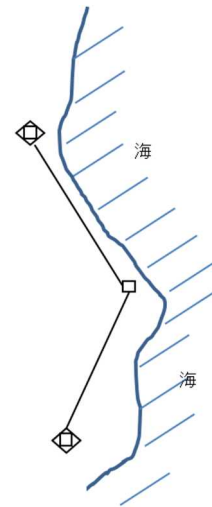
既知点数は3点以上としています。

ただし、作業地域によっては、地形の状況により既知点を3点以上確保できない場合には、やむを得ない措置として単路線方式により行うことが認められています。

**結合多角方式**



**単路線方式**



(凡例)

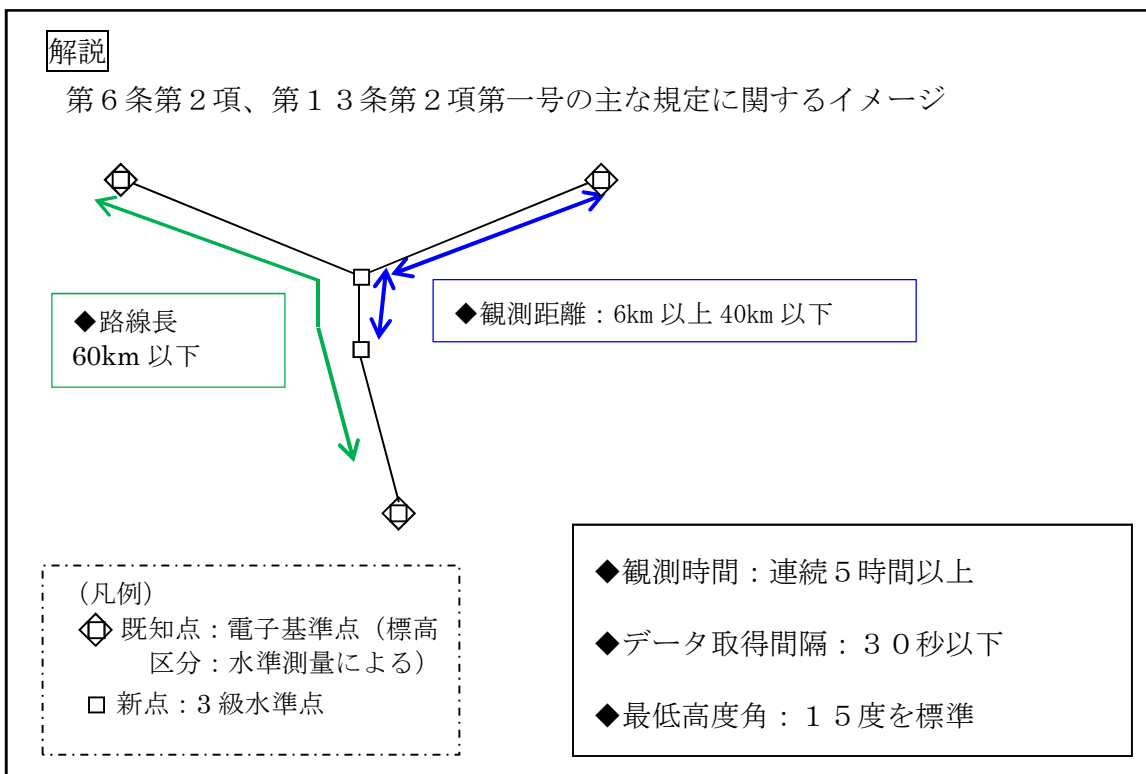
- ◇ 既知点：電子基準点（標高区分：水準測量による）
- 新点：3級水準点

2 作業方法は、次表を標準とする。

項目	区分	GNSS 水準測量
路線の辺数		6 辺以下
路線長		6 0 km 以下
路線図形		新点は外周路線に属する隣接既知点を結ぶ直線の内側に選点するものとする。ただし、地形の状況によりやむを得ないときは、この限りでない。
観測距離		6 km 以上 4 0 km 以下 なお、観測距離は新点間距離も対象とする。
観測楕円体比高		700m 以下を標準とする。 なお、700m を超える場合は日を変えて点検観測を行うものとする。

偏 心 距 離	既知点	500m未満
	新点	250m未満
備 考	<p>1. 「路線」とは、既知点から他の既知点まで、既知点から交点まで又は交点から他の交点までを結ぶ辺のことをいう。</p> <p>2. 本マニュアルにおいて、「路線長」とは、既知点から他の既知点までを構成する基線長の合計をいう。</p> <p>3. 観測楕円体比高が700mを超える場合の点検観測は、誤差要因となる可能性の高い大きな楕円体比高の観測点において、観測の良否を判定するために行うものである。</p> <p>なお、点検観測は、点検測量を兼ねることができるものとする。</p>	

3 既知点から新点又は新点から新点間の距離が6キロメートル未満の場合は、準則第50条に規定する直接水準測量方式による3級水準測量（以下「3級水準測量」という。）で行うものとする。ただし、地形等の条件により3級水準測量の実施が困難な場合は、あらかじめ計画機関の承認を得てGNSS水準測量を実施することができるものとする。



## 第2節 選点

### (要旨)

**第7条** 「選点」とは、平均計画図に基づき、現地において既知点（電子基準点を除く。）の現況を調査するとともに、新点の位置を選定し、選点図及び平均図を作成する作業をいう。

#### 準則

##### 第3節 選点

###### (要旨)

**第53条** 本章において「選点」とは、平均計画図に基づき、現地において既知点の現況及び水準路線を調査するとともに、新点の位置を選定し、選点図及び平均図を作成する作業をいう。

###### (既知点の現況調査)

**第54条** 既知点の現況調査は、異常の有無等を確認し、基準点現況調査報告書を作成するものとする。

###### (新点の選定)

**第55条** 新点は、後続作業における利用等を考慮し、適切な位置に選定するものとする。

###### (建標承諾書等)

**第56条** 計画機関が所有権又は管理権を有する土地以外の土地に永久標識を設置しようとするときは、当該土地の所有者又は管理者から建標承諾書等により承諾を得なければならない。

###### (選点図及び平均図等の作成)

**第57条** 新点の位置を選定したときは、その位置及び路線等を地形図に記入し、選点図を作成するものとする。

2 平均図及び水準路線図は、選点図に基づいて作成する。ただし、平均図は計画機関の承認を得るものとする。

## 第3節 測量標の設置

### (永久標識の設置)

**第8条** 新点の位置には、原則として永久標識を設置し、測量標設置位置通知書（法第39条で読み替える法第21条第1項に基づき通知する文書をいう。以下同じ。）を作成するものとする。

2 永久標識の規格及び設置方法は、準則付録5によるものとする。

3 永久標識を設置した水準点については、第19条により求められた緯度と経度から平面直角座標に換算し、成果数値データファイルに0.1メートル位まで記載する。ただし、偏心点を設けた場合の本点の座標は、準則第39条に規定する観測方法により求めるものとする。

## 準則

### 第4節 測量標の設置

(要旨)

第58条 本章において「測量標の設置」とは、新設点の位置に永久標識を設ける作業をいう。

(永久標識の設置)

第59条 新設点の位置には、原則として、永久標識を設置し、測量標設置位置通知書を作成するものとする。

2 永久標識の規格及び設置方法は、付録5によるものとする。

3 設置した永久標識については、写真等により記録するものとする。

4 永久標識には、必要に応じ固有番号等を記録したICタグを取り付けることができる。

(偏心要素の測定)

第39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 GNSS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。

三 偏心角の測定は、次表を標準とする。

偏心距離	機器及び測定方法	測定単位	点検項目・許容範囲
30cm未満	偏心測定紙に方向線を引き、分度器によって偏心角を測定する。	1°	——
30cm以上 2m未満	偏心測定紙に方向線を引き、計算により偏心角を算出する。	10′	——
2m以上 10m未満	トータルステーション又はセオドライトを用いて、第37条を準用する。	1′	倍角差 120″ 観測差 90″
10m以上 50m未満		10″	倍角差 60″ 観測差 40″
50m以上 100m未満			倍角差 30″ 観測差 20″
100m以上 250m未満		1″	倍角差 20″ 観測差 10″

四 偏心距離の測定は、次表を標準とする。

偏心距離	機器及び測定方法	測定単位	点検項目・許容範囲
30cm未満	物差により測定する。	mm	——
30cm以上 2m未満	鋼巻尺により2読定、1往復を測定する。	mm	往復の較差5mm
2m以上 50m未満	トータルステーション又は測距儀を用いて、第37条を準用する。	mm	第38条を準用する
50m以上			
備考	1. 偏心距離が5mm未満、かつ、辺長が1kmを超える場合は偏心補正計算を省略できる。 2. 偏心距離が10m以下の場合は、傾斜補正以外の補正は省略できる。		

### (点の記の作成)

**第9条** 設置した永久標識については、点の記を作成するものとする。なお、点の記の備考欄には「GNSS水準測量」と記入するものとする。

### 第4節 観測

#### (要旨)

**第10条** 「観測」とは、平均図等に基づき、GNSS測量機を用いて、GNSS衛星からの電波を受信し、位相データ等を記録する作業（以下「GNSS観測」という。）をいう。

#### 準則

##### (要旨)

**第34条** 本章において「観測」とは、平均図等に基づき、（中略）GNSS測量機を用いて、GNSS衛星からの電波を受信し、位相データ等を記録する作業（以下「GNSS観測」という。）をいう。

**第61条** 本章において「観測」とは、平均図等に基づき、レベル及び標尺等を用いて、関係点間の高低差を観測する作業をいう。

#### (機器)

**第11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	摘 要
1級GNSS測量機	準則別表1による	観測距離が10km未満の場合に使用できる。
2級GNSS測量機		
3級レベル		偏心要素の測定
2級標尺		

#### (機器の点検及び調整)

**第12条** 観測に使用する機器の点検は、観測着手前及び観測期間中に適宜行い、必要に応じて機器の調整を行うものとする。



**準則**

(機器の点検及び調整)

第36条 観測に使用する機器の点検は、観測着手前及び観測期間中に適宜行い、必要に応じて機器の調整を行うものとする。

第63条 観測に使用する機器は、適宜、点検及び調整を行うものとする。なお、観測による視準線誤差の点検調整における読定単位及び許容範囲は、次表を標準とする。

区分 項目	1級レベル	2級レベル	3級レベル
読定単位	0.01mm	0.1mm	1mm
許容範囲	0.3mm	0.3mm	3mm

2 点検調整は、観測着手前に次の項目について行い、水準測量作業用電卓又は観測手簿に記録する。ただし、1級水準測量及び2級水準測量では、観測期間中おおむね10日ごとに行うものとする。

- 一 気泡管レベルは、円形水準器及び主水準器軸と視準線との平行性の点検調整を行うものとする。
- 二 自動レベル、電子レベルは、円形水準器及び視準線の点検調整並びにコンペンセータの点検を行うものとする。
- 三 標尺付属水準器の点検を行うものとする。

**(GNSS 観測の実施)**

**第13条** GNSS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。

2 GNSS観測は、平均図等に基づき、準則第37条第2項第二号 リ (1) に規定するスタティック法により行う。

**準則**

(観測の実施)

第37条 観測に当たり、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。

2 観測は、平均図等に基づき、次に定めるところにより行うものとする。

ニ GNSS観測は、次により行うものとする。

リ スタティック法及び短縮スタティック法については、次のとおり行うものとする。

(1) スタティック法は、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、観測点間の基線ベクトルを求める観測方法である。

一 GNSS 観測は、次表を標準とする。

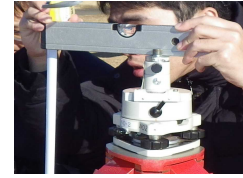
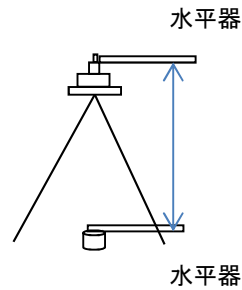
区 分		GNSS 水準測量
観 測 時 間		5 時間以上
デ ー タ 取 得 間 隔		3 0 秒以下
最 低 高 度 角		1 5 度を標準
アンテナ高測定単位		mm
使用 衛星 数	GPS 衛星・ <u>準天頂衛星</u>	5 衛星以上
	GPS 衛星・ <u>準天頂衛星</u> 及 び GLONASS 衛星	6 衛星以上
摘 要		1. GNSS 衛星の作動状態、飛来情報等を考慮し、片寄った配置の使用は避けるものとする。 2. GLONASS 衛星を用いて観測する場合は、GPS 衛星及び GLONASS 衛星を、それぞれ 2 衛星以上を用いること。 3. 電子基準点を使用する場合は、事前に稼働状況を確認するものとする。 4. 観測距離が、1 0 km 以上の場合は 2 周波による観測を行い、1 0 km 未満の場合は 1 周波又は 2 周波による観測を行うものとする。

二 電子基準点以外の水準点（既知点、新点及び偏心点）のアンテナ高は、鋼卷尺（JIS B 7512:JIS 1級）を使用し、標識上面からアンテナ底面までの垂直距離を観測前と観測後にそれぞれ 2 回測定する。2 回測定の較差の許容範囲は 3 ミリメートル以内とし、観測前の平均値と観測後の平均値の較差の許容範囲は 3 ミリメートル以内とする。なお、観測前後 4 回の測定値の平均値をアンテナ底面高として採用するものとする。

**解説**

**アンテナ高の測定方法**

アンテナ高は、標識上面からGNSSアンテナ底面までの距離を、水平器を使用して垂直に右図のように測定するとともに、観測前後の測定結果は下表のとおり、GNSS観測記録簿に記載する。



①アンテナ底面高 (測定値)	観測前測定		観測後測定	
	1	<b>1.601</b> m	1	<b>1.601</b> m
2	<b>1.601</b> m	2	<b>1.602</b> m	
①平均値	<b>1.601</b> m		<b>1.602</b> m	
全測定の平均値		<b>1.601</b> m		

※水平器の気泡が正常であることを確認する

三 作業地域の気象条件等が次のようなときは、原則としてGNSS観測を行わないものとする。

- イ 台風又は熱帯低気圧が接近又は通過しているとき。
- ロ 寒冷前線・温暖前線等が接近又は通過しているとき。
- ハ 積乱雲の急速な発達や集中豪雨が予測される時。
- ニ その他、大気遅延の影響を大きく受けると予測される時。

## 解説

大気遅延量のなかでも水蒸気による遅延量は湿潤遅延量と呼ばれ、水蒸気の分布が時空間的に不均質で変化が激しい場合には、解析の際に適切に推定することが難しいため、GNSS測定の誤差要因として扱いが難しいことが知られています。

また、多くの基線解析ソフトウェアでは、基線解析の際に、地表の気象標準値（1013hPa、20℃、50%）を用いた理論式から各点の標高に応じた補正を行っているため、台風や前線等に伴い、気象条件が標準値から大きくずれた場合には、補正が充分でなく、基線解析に誤差をもたらす可能性があります。

したがって、測量作業地域において以下のような気象現象が通過・発生する場合は、原則GNSS観測を見合わせ、大気の安定した日に観測を行うことで誤差を軽減することができます。特に夏場は大気が不安定になるため、観測の際に注意が必要です。

（GNSS測量に誤差をもたらす可能性の高い気象現象）

- ①台風、熱帯低気圧、②寒冷前線・温暖前線、温帯低気圧、③停滞前線、④集中豪雨や雷雨 等の気象現象。

### 【大気擾乱によりGNSS測量に誤差をもたらした事例】

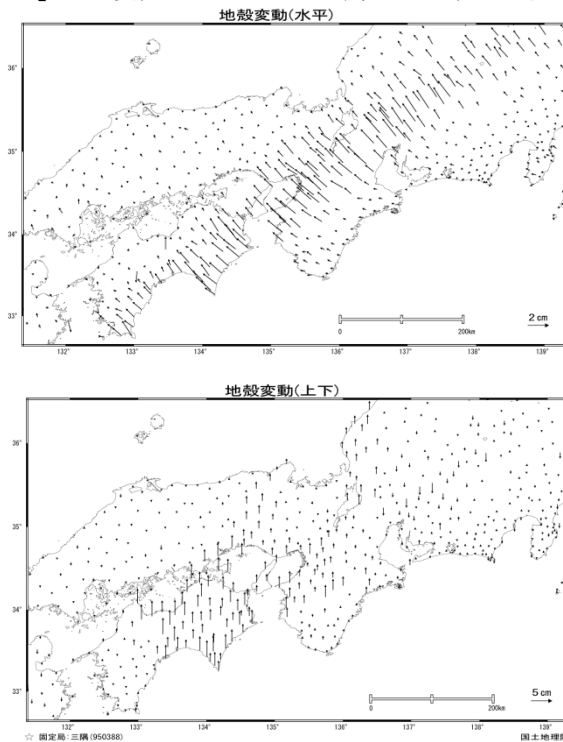


図1. GEONETによる全国ベクトル図  
基準期間：2005/10/01-2005/10/15  
比較期間：2005/10/17-2005/10/17

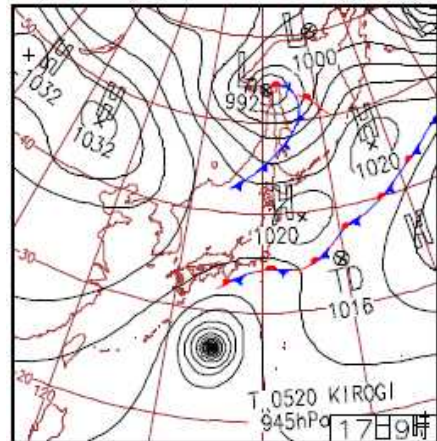


図2. 2005/10/17 9:00 (JST) 天気図  
【気象庁ホームページより引用】

図1. 2005年10月17日、台風に伴う前線の影響により、水平方向は四国から北陸地方にかけて帯状に2cmを超える見かけ上の変位（誤差）が、上下方向は四国東部から近畿地方にかけて3cmを超える見かけ上の変位（誤差）が確認された。

### (観測値の点検及び再測)

**第14条** 観測値について点検を行い、GNSS観測による基線解析の結果において、FIX解が得られない場合は、再測するものとする。

### (偏心要素の測定)

**第15条** 偏心が必要な場合は、本点に対する偏心点の高低差（以下「偏心要素」という。）の測定を行うものとする。

2 偏心要素の測定は、次表を標準とする。

偏心距離	機器及び測定方法	測定単位	点検項目・許容範囲
100m未満	3級水準測量に準じて観測する。 ただし、後視及び前視に同一標尺を用いて片道観測の測点数を1点とすることができる。	mm	往復の較差 3 mm
100m以上 250m未満	3級水準測量に準じて観測する。	mm	往復の較差 5 mm
250m以上 500m未満	3級水準測量に準じて観測する。	mm	往復の較差 10mm $\sqrt{S}$ S:測定距離（片道、km単位）

3 既知点及び新点に偏心点を設けた場合の計算は、次のとおり行うものとする。

一 「既知点（偏心点）の標高」とは、既知点（本点）の標高に偏心要素を加えた値をいう。

二 既知点（偏心点）の緯度と経度は、既知点（偏心点）から最も近い電子基準点の成果表の値を用いて、当該電子基準点との基線解析により求められた値を使用する。

三 既知点（偏心点）の楕円体高は、既知点（偏心点）の標高に、前号により得られた緯度と経度を用いて、ジオイド・モデルから求めたジオイド高を加えた値とする。

四 新点（本点）の標高は、第19条による三次元網平均計算より求めた新点（偏心点）の標高から偏心要素を減じた値とする。

## 第5節 計算

### (要旨)

**第16条** 「計算」とは、新点の標高を求めるため、関連する諸要素の計算及び成果表等の作成を行うことをいう。

### (計算の方法等)

**第17条** 計算は、準則付録6の計算式、又はこれと同精度若しくはこれを上回る精度

を有することが確認できる場合は、当該計算式を使用することができる。

2 計算結果の表示単位等は、次表のとおりとする。

項目	区 分	経緯度	標 高	ジオイド高	楕円体高
	単 位	秒	m	m	m
	位	0.0001	0.001	0.001	0.001

3 G N S S 観測における基線解析では、以下により実施することを標準とする。

一 計算結果の表示単位等は、次表のとおりとする。

項 目	区 分	単 位	位
	基線ベクトル成分	m	0.001

二 G N S S 衛星の軌道情報は、放送暦を標準とする。

三 基線解析では、原則として P C V 補正を行うものとする。

四 気象要素の補正は、基線解析ソフトウェアで採用している標準大気によるものとする。

五 基線解析の条件は、観測距離が 1 0 キロメートル以上の場合には 2 周波で行うものとし、観測距離が 1 0 キロメートル未満は 1 周波又は 2 周波で行うものとする。

六 基線解析に使用する固定点の緯度と経度及び楕円体高は、次の方法により求めた値とする。

イ 固定点に電子基準点を使用する場合

(1) 緯度と経度は、当該電子基準点の 成果表の値 を使用する。

(2) 楕円体高は、電子基準点の 成果表の 標高に、ジオイド・モデル から求めたジオイド高を加えた値を使用する。

ロ 固定点に電子基準点 以外の既知点を使用する場合

(1) 緯度と経度は、既知点から最も近い電子基準点の 成果表の値 を用いて、当該電子基準点との基線解析により求められた値を使用する。

(2) 楕円体高は、既知点の 成果表の標高 に、(1) より得られた緯度と経度を用いて、ジオイド・モデル から求めたジオイド高を加えた値を使用する。

~~ハ 国土地理院が提供する地殻変動補正パラメータを使用したセミ・ダイナミック補正による今期座標を使用することができるものとする。~~

七 基線解析に使用する高度角は、観測時に G N S S 測量機に設定した受信高度角とする。

~~4 国土地理院が提供する地殻変動補正パラメータを使用し、セミ・ダイナミック補正を行うものとする。なお、地殻変動補正パラメータは、測量の実施時期に対応したも~~

~~のを使用するものとする。~~

**解説**

**セミ・ダイナミック補正について**

従前のマニュアルでは、三次元網平均計算において既知点の座標（緯度、経度、楕円体高）はセミ・ダイナミック補正による今期座標とするよう規定していた。しかし、既知点の高さ方向の成果には水準測量により得られた標高成果を使用しており、元期の基準日\*以降に地震等による地殻変動を踏まえて標高成果の改定を行った地域でセミ・ダイナミック補正を行うと、元期からの地殻変動量が二重に補正されることから不整合が発生する。このため、セミ・ダイナミック補正を行わないようマニュアルを改正した。

※ 元期の基準日：西日本 1997年1月1日、東日本 2011年5月24日

**（点検計算及び再測）**

**第 18 条** 点検計算は、観測終了後に行うものとする。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。

2 観測値の点検項目は、次のとおりとする。

一 5時間以上のデータを前半の2.5時間以上及び後半の2.5時間以上に分け基線解析を行い、その2個の基線ベクトルの較差を比較点検する方法。

ただし、観測楕円体比高が700mを超えて点検観測を行った基線については省略する。

二 楕円体高の閉合差の点検は、次のいずれかの方法により行うものとする。

イ 既知点間を結合する路線で、次の条件により点検する方法

(1) すべての既知点は、1つ以上の点検路線で結合させるものとする。

(2) 結合計算に用いる楕円体比高は、5時間以上のデータを使用した基線解析による値を使用する。

(3) 既知点の楕円体高は、第17条第3項第六号に規定するものを使用する。~~なお、楕円体高は、セミ・ダイナミック補正を行った今期座標とする。~~

(4) 楕円体高の閉合差は、(2)の楕円体比高と(3)により得られた楕円体比高の差とする。

ロ 既知点1点を固定する仮定三次元網平均計算結果から求めた楕円体高により点検する方法

(1) 既知点の緯度と経度及び楕円体高は、第17条第3項第六号に規定するものを使用する。

(2) 基線ベクトルは、5時間以上のデータを使用した基線解析による値を使用する。

(3) 重量 (P) は、基線解析により求められた分散・共分散行列の逆行列を用いるものとする。

ただし、すべての基線の解析手法、解析時間が同じでない場合は、水平及び高さの分散の固定値を用いるものとする。なお、分散の固定値は、 $d_N = (0.004\text{m})^2$   $d_E = (0.004\text{m})^2$   $d_U = (0.007\text{m})^2$  とする。

3 観測楕円体比高が 700m を超えたときの点検観測については、次の方法により点検を行うものとする。

- 一 点検観測 5 時間以上のデータを使用して基線解析を行う。
- 二 前号による基線ベクトルと採用する基線ベクトルを比較する。

4 点検計算における許容範囲は、次表のとおりとする。

区 分		許容範囲	備 考
基線ベクトルの 較 差	水平 ( $\Delta N$ , $\Delta E$ )	20mm	$\Delta N$ : 水平面の南北方向の較差 $\Delta E$ : 水平面の東西方向の較差 $\Delta U$ : 高さ方向の較差 (第 3 項第二号にも適用)
	高さ ( $\Delta U$ )	40mm	
既知点間の楕円体高の閉合差		$15\text{mm}\sqrt{S}$	S: 路線長 (km 単位)
仮定三次元網平均計算における楕円体高の閉合差		$15\text{mm}\sqrt{S}$	S: 路線長 (km 単位)
仮定三次元網平均計算における基線ベクトルの各成分の残差		20mm	

5 点検計算の結果は、精度管理表にとりまとめるものとする。



解説

仮定三次元網平均計算について

第18条第2項第二号に規定する楕円体の閉合差の点検は、仮定三次元網平均計算結果（第18条第2項第二号ロ）により行うことも可能です。

この場合の計算及び点検は次の①～④のとおり行ってください。

①仮定三次元網平均計算のための平均図を作成する。

既知点同士を結ぶ（基線解析要）などにより閉じた図形にする。

②固定する既知点、固定しない既知点とも、第17条第3項第六号に定める座標~~（ミ・ダイナミック補正による今期座標）~~を入力する。

③重量は、第19条第3項第二号に規定

④仮定三次元網平均計算結果を確認する。

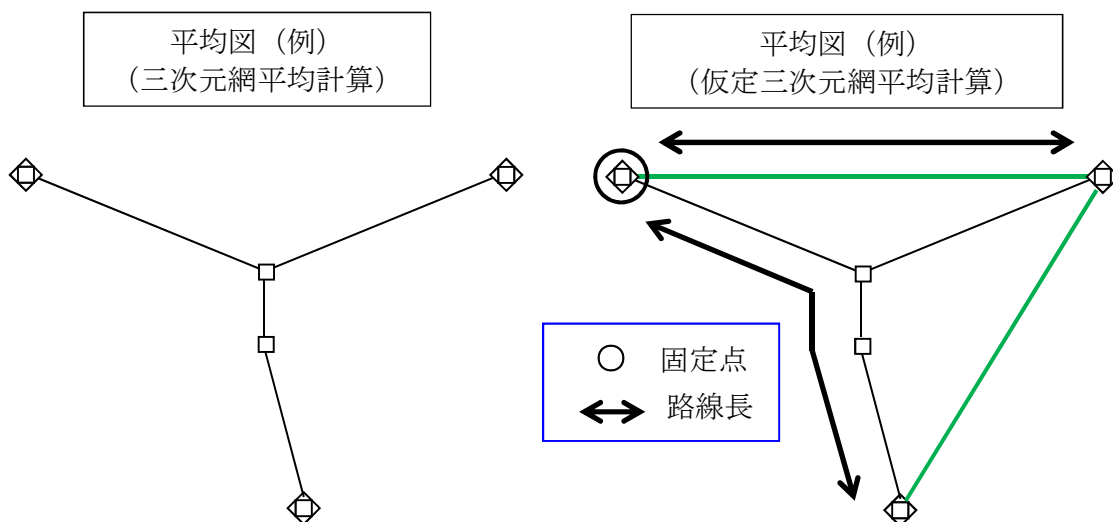
- ・固定しない既知点の楕円体高の補正量（計算値と成果値の差）

許容範囲： $15\text{mm}\sqrt{S}$ （ただし、 $S$ は固定した既知点から当該既知点までの最短路線長）

- ・基線ベクトルの各成分の残差

許容範囲：20mm（第18条第4項に規定）

※既知点間の楕円体高の閉合差の点検を第18条第2項第二号イにより行う場合は、仮定三次元網平均計算を行う必要はありません。

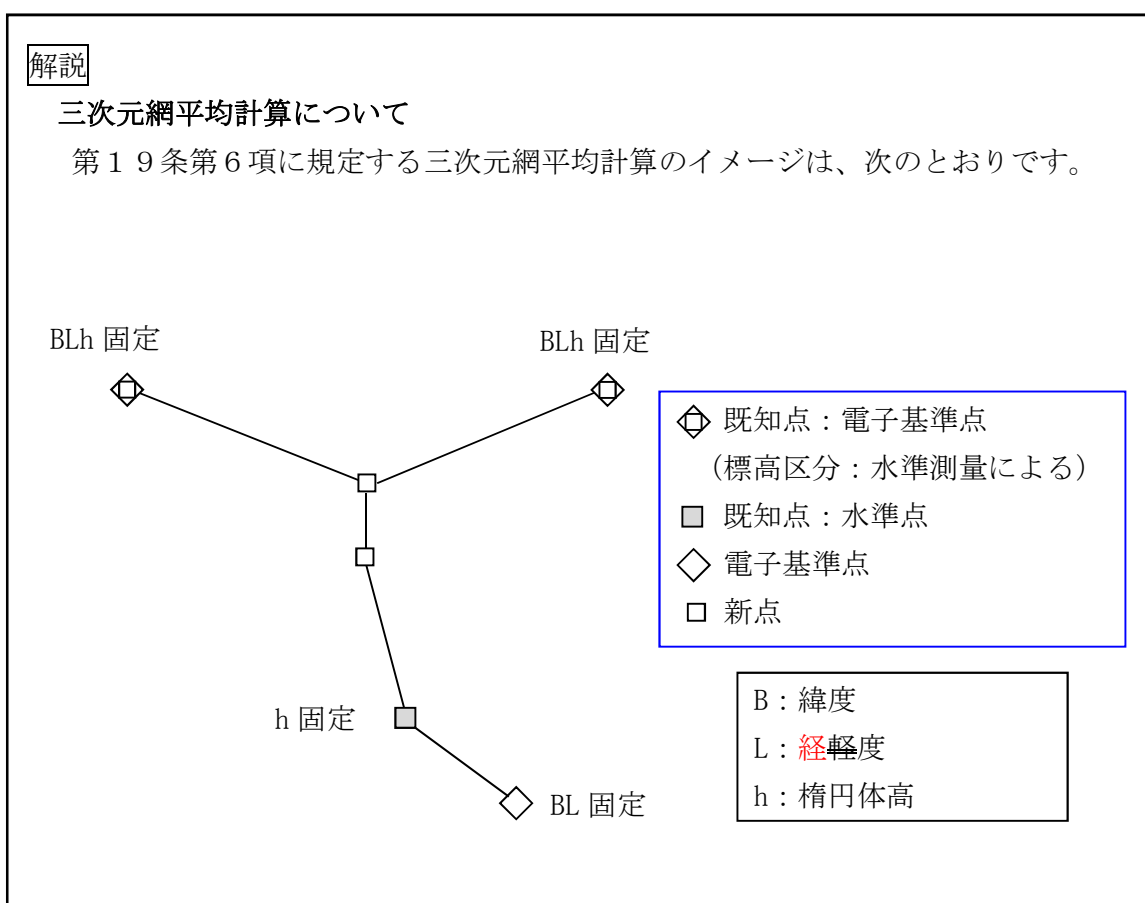


（三次元網平均計算）

**第19条** 既知点2点以上を固定する三次元網平均計算は、平均図に基づき行うものとし、平均計算は次のとおりとする。

2 既知点の座標は、第18条第2項第二号ロ(1)の規定を準用する。

- 3 基線ベクトルは、第18条第2項第二号ロ(2)の規定を準用する。
- 4 重量 (P) は、第18条第2項第二号ロ(3)の規定を準用する。
- 5 新点の標高は、三次元網平均計算より求めた橢円体高から ジオイド・モデル により求めたジオイド高を減じることにより算出する。
- 6 第17条第3項第六号ロの規定により基線解析を行った場合の三次元網平均計算は、次のとおり行うことができるものとする。
  - 一 電子基準点以外の既知点 (水準点) は、橢円体高 (今期座標) のみを固定する。
  - 二 既知点 (水準点) から最も近い電子基準点は、緯度と経度 (今期座標) のみを固定する。



- 7 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	許容範囲
斜距離の残差		80mm
<u>新点の橢円体高の標準偏差</u>		<u>50mm</u>

## 解説

### 「新点の楕円体高の標準偏差」の削除について

従前のマニュアルでは、観測の良否を判定する指標として、三次元網平均計算における新点の楕円体高の標準偏差を用いていたが、セミ・ダイナミック補正を行わないとした場合、水平位置の変動が新点の楕円体高の標準偏差に影響し、マニュアルに定める許容範囲を超過する可能性がある。

観測の良否の判定は、セミ・ダイナミック補正を行わない「既知点間の楕円体高の閉合差」（第18条第4項）で評価できるので、「新点の楕円体高の標準偏差」の指標は削除する。

- 8 三次元網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するものとする。
- 9 三次元網平均計算の結果は、精度管理表にとりまとめるものとする。

## 第6節 成果等の整理

### (成果等)

**第20条** 成果等は、次の各号のとおりとする。ただし、作業方法によっては、この限りでない。

- 一 観測手簿
- 二 観測記簿
- 三 計算簿
- 四 平均図
- 五 成果表
- 六 点の記
- 七 建標承諾書
- 八 測量標設置位置通知書
- 九 品質評価表及び精度管理表
- 十 測量標の地上写真
- 十一 基準点現況調査報告書
- 十二 成果数値データ
- 十三 点検測量簿
- 十四 メタデータ
- 十五 その他の資料

**解説**

品質評価は準則第44条の規定を準用し、品質評価表にとりまとめるものとする。

**準則**

第7節 品質評価  
(品質評価)

第44条 「品質評価」とは、基準点測量成果について、製品仕様書が規定するデータ品質を満足しているか評価する作業をいう。

2 作業機関は、品質評価手順に基づき品質評価を実施するものとする。

3 評価の結果、品質要求を満足していない項目が発見された場合は、必要な調整を行うものとする。

**附則**

このマニュアルは、平成25年4月26日から施行する。

**附則**

このマニュアルは、平成26年4月1日から施行する。

**附則**

このマニュアルは、平成27年5月1日から施行する。

**附則**

このマニュアルは、平成27年7月22日から施行する。

**附則**

このマニュアルは、平成29年2月27日から施行する。