

平成25年3月8日

【意見募集版】

GNSS測量による標高の測量マニュアル案

平成25年3月

国土交通省国土地理院

目 次

[序] 概 説

1. はじめに 1
2. マニュアルの利用について 1
3. GNSS測量による標高の測量を実施するにあたっての手続き 1

第1章 総 則 2

第2章 GNSS測量による標高の測量 3

- 第1節 要 旨 3
- 第2節 選 点 4
- 第3節 測量標の設置 4
- 第4節 観 測 4
- 第5節 計 算 6
- 第6節 成果等の整理 8

[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」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。

本マニュアルは、日本のジオイド2011を用いたGNSS測量による標高の測量により、準則第47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

本マニュアルは、準則第17条（機器等及び作業方法に関する特例）第3項に規定されるもので、GNSS測量による標高の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。

本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、平成25年度においては、ジオイド・モデルを高精度に整備した中国地方、四国地方及び九州地方とする。それ以外の地方（離島を除く）は、平成25年度末においてジオイド・モデルを整備したのち適用する。

2.2 マニュアルの構成

本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測量による標高の測量

3. GNSS測量による標高の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測量による標高の測量を実施する場合は、測量法第36条に基づき、国土地理院に公共測量実施計画書を提出し、技術的助言を受けるものとする。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。

第1章 総則

(目的)

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

(GNSS 測量による標高の測量)

第2条 GNSS 測量による標高の測量とは、準則に規定する水準測量に加え、GNSS 測量により実施する測量をいう。

(精度管理)

第3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。

第2章 GNSS 測量による標高の測量

第1節 要 旨

(準則の準用)

第4条 本マニュアルに規定するもの以外は、準則第2編第1章「通則」及び第3章「水準測量」を準用する。

(要 旨)

第5条 GNSS測量による標高の測量（以下「GNSS水準測量」という。）とは、既知点に基づき、新点である水準点の標高をGNSS測量と日本のジオイド2011により定める作業をいう。

2 新点は、3級水準点とする。

3 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 及び準天頂衛星等の衛星測位システムがある。なお、準天頂衛星は、GPS 衛星と同等のものとして取り扱うことができる。GNSS 水準測量においては、GPS、GLONASS 及び準天頂衛星を適用する。

(既知点の種類等)

第6条 既知点の種類及び既知点間距離は、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 1～2級水準点
既知点間距離	60km 以下

二等水準点には、電子基準点付属標に水準測量により標高が取り付けられ、水準点成果が得られている電子基準点付属標（二等水準点）を含む。

(GNSS水準測量の方式)

第7条 GNSS水準測量は、原則として、結合多角方式又は単路線方式により行うものとする。

2 作業方法は、次表を標準とする。

区 分 項 目	GNSS 水準測量	
既知点の数	2点以上	
路線の辺数	6辺以下 ただし、単路線の場合は8辺以下とする。	
路線長	60km 以下	
観測距離	6 km 以上 40km 以下 なお、観測距離は新点間距離も対象とする。	
偏心距離	既知点	500m以下
	新点	250m以下
備考	「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。	

3 既知点から新点又は新点から新点間の距離が6 km未満の場合は、準則第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行うものとする。ただし、地形等の条件により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8条 「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。

第3節 測量標の設置

(永久標識の設置)

第9条 永久標識を設置した水準点については、第20条により求められた緯度・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。また、既知点の座標を求めた場合、当該点の管理者にその取り扱いを確認することができる。

(点の記の作成)

第10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11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。

(機 器)

第12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	10 km未満の観測
2級GNSS測量機		
3級レベル		偏心要素の測定
2級標尺		
鋼巻尺	JIS 1級	

(機器の点検及び調整)

第13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。

(GNSS観測の実施)

第14条 GNSS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 GNSS観測は、平均図等に基づき、スタティック法により行う。

一 GNSS観測は、次表を標準とする。

項目		観測距離	
		10km 未満	10km 以上～40km 以下
観測セッション数		2セッション	2セッション
観測時間		2時間以上	3時間以上
データ取得間隔		30秒以下	30秒以下
最低高度角		15度を標準	15度を標準
アンテナ高		mm位	mm位
使用衛星数	GPS衛星	4衛星以上	5衛星以上
	GPS衛星及び GLONASS衛星	5衛星以上	6衛星以上
摘 要		<ol style="list-style-type: none"> 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。 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。 衛星配置を変えるため、セッション間の間隔（第1セッションの終了時刻と第2セッションの開始時刻）は1時間以上あけるものとする。 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。 	

二 既知点に電子基準点付属標（二等水準点）を使用する場合は、当該電子基準点において受信された位相データ等を使用するため、電子基準点付属標（二等水準点）におけるGNSS観測は行わないものとする。

三 アンテナ高の測定

イ 電子基準点付属標（二等水準点）におけるアンテナ底面高は、同付属標の上面から電子基準点アンテナ底面までの垂直距離（以下「オフセット量」という。）とする。

ロ 電子基準点付属標（二等水準点）以外の水準点（既知点、新点及び偏心点）のアンテナ高の測定は、鋼巻尺を使用し、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測定して、平均値を採用する。なお、観測前後の較差の許容範囲は、3ミリメートルとする。

また、第2セッションにおけるアンテナ高は、10センチメートル以上変えるものとする。

（観測値の点検及び再測）

第15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16条 偏心が必要な場合は、所定の方法により、偏心要素の測定を行うものとする。

2 本点と偏心点間の高低差の測定は、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 3mm
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 5mm
250m以上 500m以下	3級水準測量に準じて観測する。	mm	往復の較差 $10\text{mm}\sqrt{S}$ S:測定距離 (km 単位)

第5節 計 算

(要 旨)

第17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を出力し、成果表等を作成するものとする。

(計算の方法等)

第18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。

区分 項目	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 GNSS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 GNSS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PCV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、基線長が10キロメートル未満は1周波で行うことを標準とし、10キロメートル以上は2周波で行うものとする。

六 基線解析に使用する出発点の緯度・経度及び楕円体高等は、次の方法により求めた値とする。

イ 既知点に電子基準点付属標（二等水準点）を使用する場合

(1) 緯度・経度は、当該電子基準点の測量成果を使用する。

(2) 楕円体高は、電子基準点付属標（二等水準点）の標高に、日本のジオイド2011から求めたジオイド高を加えた値を使用する。

(3) 基線解析に使用する出発点のデータは、当該電子基準点において受信された位相データ等とし、アンテナ底面高は、当該電子基準点のオフセット量とする。

ロ イ以外の既知点を使用する場合

- (1) 緯度・経度は、既知点から最も近い電子基準点の測量成果を用いて、当該電子基準点との基線解析により求められた2セッションの平均値を使用する。
- (2) 楕円体高は、既知点の成果に、(1)より得られた緯度・経度を用いて日本のジオイド2011から求めたジオイド高を加えた値を使用する。

- 七 基線解析に使用する高度角は、観測時にGNSS測量機に設定した受信高度角とする。
- 八 基線解析時間は基線長が10キロメートル未満の場合は2時間、10キロメートル以上40キロメートル以下の場合は3時間とし、使用するデータ間隔は30秒とする。

(点検計算及び再測)

第19条 点検計算は、観測終了後に行うものとする。ただし、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 観測値の点検項目及び許容範囲は、次のとおりとする。
 - イ 重複する基線ベクトルの較差を比較する方法で点検する。
 - ロ 次の条件により既知点間を結合する路線で、楕円体高の閉合差を点検する。
 - (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、2セッションの平均値を使用する。
 - (3) 既知点の楕円体高は、第20条第2項第三号に規定するものを使用する。
 - (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。
 なお、上記の条件によらず、既知点1点を固定する仮定三次元網平均計算により求めた楕円体高で閉合差を点検することができるものとする。
 - ハ 重複する基線ベクトルの較差及び既知点間の楕円体高の閉合差の許容範囲は、次表のとおりとする。

区 分		許容範囲	備 考
重複する基線ベクトルの較差	水平(ΔN 、 ΔE)	20mm	ΔN :水平面の南北方向の較差 ΔE :水平面の東西方向の較差 ΔU :高さ方向の較差
	高さ(ΔU)	30mm	
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)

(平均計算)

第20条 平均計算は、次のとおり行うものとする。

2 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行うものとする。

- 一 基線ベクトルは、2セッションの平均値を採用する。
- 二 重量 (P) は、水平及び高さの分散の固定値の逆行列を用いるものとする。
ただし、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。
- 三 三次元網平均計算に使用する既知点の座標値は次のとおりとする。
 - イ 電子基準点付属標 (二等水準点) を既知点に使用する場合
 - (1) 緯度・経度は、当該電子基準点の測量成果を使用する。
 - (2) 楕円体高は、電子基準点付属標 (二等水準点) の標高に、日本のジオイド2011から求めたジオイド高を加えた値を使用する。
 - ロ イ以外の既知点を使用する場合
 - (1) 緯度・経度は、当該既知点から最も近い電子基準点との基線解析から求めた2セッションの平均値を使用する。
 - (2) 楕円体高は、既知点の標高に、日本のジオイド2011から求めたジオイド高を加えた値を使用す

る。

四 新点の標高は、三次元網平均計算より求めた楕円体高から日本のジオイド2011により求めたジオイド高を減じることにより算出する。

五 三次元網平均計算による標高の標準偏差の許容範囲は、50ミリメートルを標準とする。

3 平均計算に使用するプログラムは、計算結果が正しいものと確認されたものを使用するものとする。

4 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21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 水準路線図
- 十 品質評価表及び精度管理表
- 十一 測量標の地上写真
- 十二 基準点現況調査報告書
- 十三 成果数値データ
- 十四 点検測量簿
- 十五 メタデータ
- 十六 その他の資料