

G N S S 標高測量マニュアル
(案)

令和6年3月

国土交通省国土地理院

[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「レベル等による水準測量」及び第4章「GNSS測量機による水準測量」において規定される作業方法により標高を定めている。「GNSS測量機による水準測量」は、測量実施地域の近傍に既設の水準点がない場合等、「レベル等による水準測量」では多大な時間と経費を要する際に、衛星測位により効率的に標高を決定する作業方法として規定されたものだが、既知点として利用できる電子基準点の制限や地殻変動の影響による許容範囲の超過等、利用可能な場面が限られているのが現状である。

令和5年度末に試行版が公開されたジオイド・モデル「ジオイド2024日本とその周辺」は、航空重力を加えた重力データのみから構築されるジオイド・モデルであり、従来のジオイド・モデル「日本のジオイド2011」に含まれていた、全国の水準測量の実施に要した歳月に起因する地殻変動や、水準測量の距離に応じて累積していた誤差の影響を受けないジオイド・モデルである。このジオイド・モデルと電子基準点を基盤として、全国の標高成果が令和6年度末を目途に改定されることで新たな測量方法として導入する「GNSS標高測量」では、「GNSS測量機による水準測量」にあった制限の一部緩和や地殻変動の影響を受けない標高の決定等が可能となる。

このマニュアル（案）は、「ジオイド2024日本とその周辺」を用いた「GNSS標高測量」により、3級水準点、4級水準点及び簡易水準点の標高を定める作業方法（案）を示したものである。このマニュアル（案）を基に「GNSS標高測量」の作業方法が検討され、必要に応じて見直しを行い、令和6年度末を目途に「GNSS標高測量」が公共測量に導入される予定である。

2. マニュアル（案）の利用について

このマニュアル（案）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はなく、公共測量の作業方法として適用することはできない。

第1章 総則

(目的)

第1条 本マニュアル(案)は、GNSS標高測量の標準的な作業方法を規定し、その規格の統一と精度を確保することを目的とする。

(精度管理)

第2条 測量作業機関(以下「作業機関」という。)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、これを測量計画機関(以下「計画機関」という。)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本マニュアル(案)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標高測量

第1節 要旨

(準則の準用)

第3条 本マニュアル(案)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標高測量の作業方法等を定めるものである。

(既知点の種類等)

第5条 既知点の種類及び新点間の距離は、次表を標準とする。

区分 項目	3級水準測量	4級水準測量	簡易水準測量
既知点の種類	電子基準点	電子基準点	電子基準点
新点間距離 (m)	6,000	1,000	——

2 既知点とする電子基準点は、作業地域近傍のものを使用するものとする。

3 新点間距離は、原則として既設点から新点までの距離に対しても適用するものとする。

(GNSS標高測量の方式)

第6条 GNSS標高測量は、次の方式を標準とする。

一 3級水準測量及び4級水準測量は、準則第37条に規定するスタティック法を用いた結合多角方式により行うものとする。ただし、地形の状況等によりやむを得ない場合に限り単路線方式により行うことができる。

二 簡易水準測量は、準則第37条に規定するネットワーク型RTK法を用いて単独で観測点の座標を求める「単点観測法」により行うものとする。

2 結合多角方式の作業方法は、次表を標準とする。

区分 項目	3級水準測量	4級水準測量
既知点数	3点以上	
	単路線方式の場合は、2点とすることができる。	
路線の辺数	5辺以下	
観測距離	6 km 以上	1 km 以上

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。	
観測楕円体比高	700m以下を標準とし、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。	
偏心距離の制限	新点	250m未満
備考	1. 「路線の辺数」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対象とする。 2. 観測楕円体比高が700mを超える等の誤差要因となる可能性が高い観測点においては、点検観測を行い、良否を判定するものとする。この点検観測は、点検測量を兼ねることができるものとする。	

(工程別作業区分及び順序)

第7条 工程別作業区分及び順序は、次のとおりとする。

- 一 作業計画
- 二 選点
- 三 測量標の設置
- 四 観測
- 五 計算
- 六 品質評価
- 七 成果等の整理

第2節 作業計画

(要旨)

第8条 作業計画は、準則第11条の規定によるほか、地形図上で新点の概略位置を決定し、平均計画図を作成するものとする。

第3節 選点

(要旨)

第9条 「選点」とは、平均計画図に基づき、新点の位置を選定し、選点図及び平均図（単点観測法の場合は観測図）を作成する作業をいう。

(新点の選定)

第10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11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。

(選点図等の作成)

第12条 新点の位置を選定したときは、その位置、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 平均図等は、選点図に基づいて作成する。ただし、平均図等は計画機関の承認を得るものとする。

第4節 測量標の設置

(要旨)

第13条 「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14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、準則付録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。
- 5 永久標識を設置した水準点については、第25条に規定する三次元網平均計算又は単点観測法で求めた座標を成果数値データファイルに記載するものとする。
 - 一 記載は、0.1メートル位まで記入するものとする。
 - 二 偏心点を設けた場合の本点の座標は、準則第59条に規定する測定方法により求めるものとする。

(点の記の作成)

第15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。

- 2 点の記の備考欄には「GNSS標高測量」と記入するものとする。

第5節 観測

(要旨)

第16条 「観測」とは、平均図等に基づき、GNSS観測により、関係点間の高低差を観測する作業をいう。

(機器)

第17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	—
2級GNSS測量機		観測距離が10km未満の場合に使用できる。
3級レベル		偏心要素の測定
2級標尺		
鋼巻尺	JIS1級	—

(機器の点検及び調整)

第18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。

(スタティック法によるGNSS観測の実施)

第19条 スタティック法による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、次により行うものとする。
 - 一 GNSS観測の方法は、次表を標準とする。

項 目	区 分	3級水準測量	4級水準測量
	観 測 時 間		5時間以上
データ取得間隔		30秒以下	
最低高度角		15度を標準	
アンテナ高測定単位		mm	
使用衛星数	GPS・準天頂衛星	5衛星以上	

	G P S ・ 準天頂衛星 及びG L O N A S S 衛星	6 衛星以上
摘 要	1. G N S S 衛星の稼働状態、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. G L O N A S S 衛星を用いて観測する場合は、G P S ・ 準天頂衛星及びG L O N A S S 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 10km 以上の観測は、1 級G N S S 測量機により2 周波で行う。10km 未満の観測は2 級以上の性能を有するG N S S 測量機により行う。ただし、1 級G N S S 測量機による場合は2 周波で行うことができるものとする。	

二 アンテナ高（電子基準点を除く。）の測定は、次のとおりとする。

イ 鋼巻尺で標識上面からG N S S アンテナ底面までの距離を垂直に測定することを標準とする。

ロ 測定は、観測前と観測後に各2 回行うものとする。

ハ 測定の許容範囲は、次のとおりとする。

（1）観測前と観測後の2 回測定の較差は3 ミリメートル以内とする。

（2）観測前の平均値と観測後の平均値の較差は3 ミリメートル以内とする。

ニ アンテナ高は、観測前後4 回の測定値の平均値とする。

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G N S S 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。

3 観測値について点検を行い、G N S S 観測の基線解析結果でF I X 解を得られない場合は、再測するものとする。

（ネットワーク型R T K 法による簡易水準測量の実施）

第2 0 条 ネットワーク型R T K 法による簡易水準測量の実施は、単点観測法により行うものとする。

2 観測は、2 セット行うものとする。セット内の観測回数及びデータ取得間隔等は、次項を標準とする。

1 セット目の観測値を採用値とし、観測終了後に再初期化をして、2 セット目の観測を行い、2 セット目を点検値とする。

3 観測の使用衛星数及び較差の許容範囲等は、次表を標準とする。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔	許容範囲		備考
5 衛星以上	F I X 解を得てから1 0 エポック以上	1 秒	ΔN ΔE	20mm	ΔN : 水平面の南北成分のセット間較差 ΔE : 水平面の東西成分のセット間較差

			ΔU	30mm	ΔU : 水平面からの高さ成分のセット間較差 ただし、平面直角座標値で比較することができる。
摘要	GLONASS衛星を用いて観測する場合は、使用衛星数は6衛星以上とする。ただし、GPS・準天頂衛星及びGLONASS衛星を、それぞれ2衛星以上を用いること。				

- 4 作業地域の気象条件等が次の各号のようなときは、原則として観測を行わないものとする。
 - 一 台風又は熱帯低気圧が接近又は通過しているとき。
 - 二 寒冷前線、温暖前線等が接近又は通過しているとき。
 - 三 積乱雲の急速な発達や集中豪雨が予測される時。
 - 四 その他、大気遅延の影響を大きく受けると予測される時。
- 5 作業地域周辺において点検に用いる観測点を設置し、その観測点において点検を行い、第3項の許容範囲を超えた場合は、時間を空けて再測を行う等適切な措置を講ずるものとする。点検は、次の各号により行うものとする。
 - 一 観測点の座標値は、本章における4級水準測量の規定により計算する。
 - 二 観測点での観測は、第2項及び第3項の規定を準用する。
 - 三 第一号の計算により得られた座標値と観測値を比較点検する。
- 6 標高は、国土地理院が試行版を公開した「ジオイド2024日本とその周辺」(以下「ジオイド・モデル」という。)により求めたジオイド高を用いて、楕円体高を補正して求めるものとする。

(偏心要素の測定)

第21条 新点で直接にGNSS観測ができない場合は、簡易水準測量を除き、偏心点を設け、偏心要素である本点と偏心点間の高低差を測定するものとする。

- 2 偏心要素の測定は、次表を標準とし、許容範囲を超えた場合は再測するものとする。

偏心距離	3級水準測量		
	機器及び測定方法	測定単位	点検項目及び許容範囲
100m未満	レベル等による水準測量のうち3級水準測量に準じて測定する。ただし、後視及び前視に同一標尺を用いて観測する場合は、往路及び復路の測点数を1点とすることができる。	mm	往復の較差 3mm
100m以上 250m未満	レベル等による水準測量のうち3級水準測量に準じて測定する。	mm	往復の較差 5mm

偏心距離	4級水準測量		
	機器及び測定方法	測定単位	点検項目及び許容範囲

100m未満	レベル等による水準測量のうち4級水準測量に準じて測定する。ただし、後視及び前視に同一標尺を用いて観測する場合は、往路及び復路の測点数を1点とすることができる。	mm	往復の較差 6mm
100m以上 250m未満	レベル等による水準測量のうち4級水準測量に準じて測定する。	mm	往復の較差 10mm

3 本点の標高は、第25条の三次元網平均計算で求めた偏心点の標高に偏心要素を加えるものとする。

第6節 計算

(要旨)

第22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23条 計算は、準則付録6の計算式のほか、これと同精度又はこれを上回る精度を有することが確認できる場合には、当該計算式を使用することができるものとする。

2 計算結果の表示単位等は、次表のとおりとする。

項目 表示	標高	ジオイド高	楕円体高	経緯度
単位	m	m	m	秒
位	0.001	0.001	0.001	0.0001

3 スタティック法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 計算結果の表示単位等は、次表のとおりとする。

項目	基線ベクトル成分
単位	m
位	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 基線解析は、基線長が10キロメートル以上の場合は2周波で行うものとし、基線長が10キロメートル未満の場合は1周波又は2周波で行うものとする。

六 基線解析の固定点の緯度及び経度は、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てセミ・ダイナミック補正を行った値（以下「今期座標」という。）とする。ただし、セミ・ダイナミック補正に使用する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。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使用するものとする。

七 基線解析の固定点の楕円体高は、成果表の標高及びジオイド高から求めた値とし、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使用するものとする。

八 基線解析に使用するG N S S衛星の最低高度角は、観測時に設定した最低高度角とする。

(点検計算及び再測)

第24条 スタティック法における点検計算は、観測終了後、次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。

2 観測値の点検は、次の各号により行うものとする。

一 観測データの点検は、観測データを前半と後半に分けて基線解析を行い、それぞれでFIX解が得られるものとする。ただし、観測楕円体比高が700メートルを超える基線については、次項の点検観測を行い観測値の点検を行うものとする。

二 楕円体高の閉合差の点検は、既知点間を結合する路線で、次の条件により点検するものとする。

イ 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。

ロ 結合計算に用いる楕円体比高は、基線解析による値を使用する。

ハ 既知点の楕円体高は、前条第3項第七号に規定するものを使用する。

ニ 楕円体高の閉合差は、ロの楕円体比高とハにより得られた楕円体比高の差とする。

3 観測楕円体比高が700メートルを超えたときの点検観測については、次の各号により行うものとする。

一 基線解析は前条第3項に基づき行うものとする。

二 前号による基線ベクトルと採用する基線ベクトルの較差を比較するものとする。

4 点検計算における許容範囲は、次表のとおりとする。

項目		区分		備考
		許容範囲		
		3級水準測量	4級水準測量	
既知点間の楕円体高の閉合差		$15\text{mm}\sqrt{\Sigma S}$	$25\text{mm}\sqrt{\Sigma S}$	ΣS : 路線長 (km 単位)
基線ベクトルの較差	水平 (ΔN , ΔE)	20mm		ΔN : 水平面の南北成分の較差 ΔE : 水平面の東西成分の較差 ΔU : 高さ成分の較差 (前項第二号に適用)
	高さ (ΔU)	40mm		

5 点検計算の結果は、精度管理表に取りまとめるものとする。

(三次元網平均計算)

第25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、次のとおりとする。

一 既知点の緯度、経度及び楕円体高は今期座標とする。

二 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、全ての基線の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。この場合の分散の固定値は、 $d_N = (0.004\text{m})^2$ $d_E = (0.004\text{m})^2$ $d_U = (0.007\text{m})^2$ とする。

三 新点の標高は、三次元網平均計算より求めた楕円体高にセミ・ダイナミック補正を行い、元期座標を求め、その元期座標にジオイド高を用いて補正したものとする。

四 三次元網平均計算による許容範囲は、次表を標準とする。

項目		区分	
		許容範囲	
		3級水準測量	4級水準測量
斜距離の残差		50mm	80mm

2 三次元網平均計算に使用するプログラムは、計算結果が正しいものと確認されたものを使用するものとする。

3 三次元網平均計算の結果は、精度管理表に取りまとめるものとする。

第7節 品質評価

(品質評価)

第26条 水準点成果の品質評価は、準則第44条の規定を準用する。

第8節 成果等の整理

(メタデータの作成)

第27条 水準点成果のメタデータの作成は、準則第45条の規定を準用する。

(成果等)

第28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 水準点成果表
- 六 点の記
- 七 建標承諾書
- 八 測量標設置位置通知書
- 九 網図等（基準点網図、水準路線図）
- 十 精度管理表
- 十一 品質評価表
- 十二 測量標の地上写真
- 十三 基準点現況調査報告書
- 十四 成果数値データ
- 十五 点検測量簿
- 十六 メタデータ
- 十七 その他の資料