

マルチ GNSS 測量マニュアル（案）

近代化 GPS、Galileo 等の活用

令和 2 年 6 月

国土交通省国土地理院

目 次

[序] 概 説	1
1 . はじめに	1
2 . マニュアルの利用について	1
3 . 作業実施に当たっての手續	2
第1章 総 則	3
第2章 マルチ GNSS 測量	4
第1節 要 旨	4
第2節 観 測	4
第3節 計 算	9

[序] 概説

1. はじめに

近年、米国の GPS だけでなく、日本の準天頂衛星システム、ロシアの GLONASS、欧州連合の Galileo といった各国の衛星測位システムの利用が可能になり、複数の種類の測位衛星や新たな周波数帯の信号が利用できる「マルチ GNSS」の環境が整いつつある。

測量分野でも、こうしたマルチ GNSS の信号を活用することで、ビル街や山間部等といった上空視界に制約があり GPS だけでは測量が難しい地域でも、測量できる場所や時間の拡大が期待されている。また、従来使用している周波数帯 (L1、L2) に加えて L5 を利用して 3 周波測位を行うことで、従来と同じ精度をより短い観測時間で達成することも期待されている。

本マニュアルは、このような期待に応えるべく、国土地理院が行った技術開発や実証実験に基づき、現在配備中の GNSS や L5 の今後の利用の進展を想定し、GPS、準天頂衛星システム、GLONASS 及び Galileo といったマルチ GNSS の信号を単独若しくは複数組み合わせる用いる測量 (以下「マルチ GNSS 測量」という。) により、新点である基準点の位置を定める作業方法を示したものである。

なお、作業規程の準則 (平成 20 年国土交通省告示第 413 号。以下単に「準則」という。) 第 37 条 (観測の実施) 第 2 項第二号二に規定する GNSS 衛星の組合せは、本マニュアルに規定する GNSS 衛星の組合せの一部であり、本マニュアルは準則の規定を拡大するものである。

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、マルチ GNSS 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。本マニュアルでは L5 や Galileo 等の利用の他、上空視界に制約があるビル街等の観測条件の厳しい場所での利用を想定した、異なる衛星測位システム間で位相差をとる解析 (以下「統合処理」という。) についても規定している。

本マニュアルの適用範囲は、1 ~ 4 級基準点測量とする。

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 マルチ GNSS 測量

3 . 作業実施に当たっての手續

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、マルチ GNSS 測量を行う場合は、測量法（昭和 24 年法律第 188 号）第 36 条の規定に基づき、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。その際は、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

(目的及び適用範囲)

第1条 本マニュアルは、マルチ GNSS 測定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等を目的とする。

第2章 マルチ GNSS 測量

第1節 要 旨

(準則の準用)

第2条 本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3条 本章は、マルチ GNSS 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をいい、GPS、準天頂衛星システム、GLONASS、Galileo等の衛星測位システムがある。本マニュアルにおけるマルチ GNSS 測量は、GPS、準天頂衛星システム、GLONASS及びGalileoを適用する。なお、準天頂衛星は、GPS衛星と同等の衛星として扱うことができるものとし、これらの衛星をGPS・準天頂衛星と表記する。

第2節 観 測

(要 旨)

第4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をいう。

(機 器)

第5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。

なお、L5の観測を行う場合は、1級GNSS測量機の性能に加え、L5の受信機能を有するものを使用すること。

機器	性能(受信帯域数)	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。

(機器の点検及び調整)

第6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。

2 基線解析で統合処理を行う場合は、観測に使用するGNSS測量機(受信機本体)の機種が同じ場合を除き、観測着手前及び全観測完了後の計2回、GNSS測量機(受信機本体)間のISB(Inter System Bias)の推定を行い、ISBの差を点検するものとする。GNSS測量機(受信機本体)の機種が同じ場合とは、機種名、内部ボードの型番、ファームウェアのバージョンがそれぞれ同じものをいう。

3 ISBの差の許容範囲は次表を標準とし、許容範囲を超えたGNSS測量機(受信機本体)

間の基線解析では統合処理を行わないものとする。

項目	許容範囲
ISB の差	10mm

(観測の実施)

第7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、次の各号により行うものとする。

- 一 観測距離が 10 キロメートル以上の観測は、1 級 GNSS 測量機により 2 周波又は 3 周波で行う。ただし、2 級 GNSS 測量機を使用する場合には、観測距離を 10 キロメートル未満になるよう節点を設け行うことができる。
- 二 観測距離が 10 キロメートル未満の観測は、2 級以上の性能を有する GNSS 測量機により 1 周波で行う。ただし、1 級 GNSS 測量機による場合は、2 周波又は 3 周波で行うことができる。
- 三 観測方法は、次表を標準とする。

観測方法	観測時間	データ取得間隔	摘 要
スタティック法	120 分以上	30 秒以下	1 ~ 2 級基準点測量 (2 周波、10km 以上)
	90 分以上	30 秒以下	1 ~ 2 級基準点測量 (3 周波 1、10km 以上)
	60 分以上	30 秒以下	1 ~ 2 級基準点測量 (10km 未満) 3 ~ 4 級基準点測量
短縮スタティック法	20 分以上	15 秒以下	3 ~ 4 級基準点測量
キネマティック法	10 秒以上 2	5 秒以下	3 ~ 4 級基準点測量
RTK 法 4	10 秒以上 3	1 秒	3 ~ 4 級基準点測量
ネットワーク型 RTK 法 4	10 秒以上 3	1 秒	3 ~ 4 級基準点測量

備 考	1 3周波の場合は、第四号で規定する使用衛星数を、3周波を発信する衛星で確保すること。 2 10エポック以上のデータが取得できる時間とする。 3 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。 4 後処理で解析を行う場合も含めるものとする。
-----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

四 GNSS 衛星の組合せによる使用衛星数は次表イを標準とするが、これにより難しい場合は次表ロを使用できるものとする。

イ 基線解析で統合処理を行わない場合

観測方法 GNSS 衛星の組合せ	スタティック法	スタティック法 (10km 以上) 短縮スタティック法 キネマティック法 RTK 法 ネットワーク型 RTK 法
GPS・準天頂衛星	4 衛星以上	5 衛星以上
GPS・準天頂衛星及び GLONASS 衛星	5 衛星以上	6 衛星以上
GPS・準天頂衛星及び Galileo 衛星	5 衛星以上	6 衛星以上
GPS・準天頂衛星、GLONASS 衛星 及び Galileo 衛星	6 衛星以上	7 衛星以上
GLONASS 衛星	4 衛星以上	5 衛星以上
摘 要	複数の衛星測位システムの衛星を用いて観測する場合は、各システムについて2衛星以上を用いること。	

ロ 基線解析で GPS・準天頂衛星と Galileo 衛星間で統合処理を行う場合

観測方法 GNSS 衛星の組合せ	スタティック法	スタティック法 (10km 以上) 短縮スタティック法 キネマティック法 RTK 法
GPS・準天頂衛星及び Galileo 衛星	4 衛星以上	5 衛星以上
GPS・準天頂衛星、GLONASS 衛星 及び Galileo 衛星	5 衛星以上	6 衛星以上
摘 要	GLONASS 衛星を用いて観測する場合は、GLONASS 衛星を2衛星以上用いること。	

五 GNSS 衛星の組合せによる使用可能周波数帯は次表を標準とする。

観測に使用する周波数 GNSS 衛星の組合せ	1 周波	2 周波	3 周波
GPS・準天頂衛星	L1	L1+L2 又は L1+L5	L1+L2+L5
GPS・準天頂衛星及び GLONASS 衛星			
GPS・準天頂衛星及び Galileo 衛星			
GPS・準天頂衛星、GLONASS 衛星 及び Galileo 衛星			
GLONASS 衛星		L1+L2	

六 アンテナ高は、ミリメートル位まで測定するものとする。

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

八 GNSS 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。

九 GNSS 衛星の最低高度角は 15 度を標準とする。

十 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。

イ 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。

ロ 短縮スタティック法は、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、観測時間を短縮するため、基線解析において衛星の組合せを多数作るなどの処理を行い、観測点間の基線ベクトルを求める観測方法である。

ハ 観測図の作成は、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。

ニ 電子基準点のみを既知点とする場合以外の観測は、既知点及び新点を結合する多角路線が閉じた多角形となるように形成させ、次のいずれかにより行うものとする。

(1) 異なるセッションの組合せによる点検のための多角形を形成し、観測を行う。

(2) 異なるセッションによる点検のため、1 辺以上の重複観測を行う。

ホ 電子基準点のみを既知点とする場合の観測は、使用する全ての電子基準点で他の 1 つ以上の電子基準点と結合する路線を形成させ、行うものとする。電子基準点間の

結合の点検路線に含まれないセッションについてはこの(1)又は(2)によるものとする。

ハ スタティック法及び短縮スタティック法におけるアンテナ高の測定は、GNSS アンテナ底面までとする。なお、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垂直に測定することを標準とする。

十一 キネマティック法は、基準となる GNSS 測量機を整置する観測点（以下「固定局」という。）及び移動する観測点（以下「移動局」という。）で、同時に GNSS 衛星からの信号を受信して初期化（整数値バイアスの決定）などに必要な観測を行う。その後、移動局を複数の観測点に次々と移動して観測を行い、それに基づき固定局と移動局の間の基線ベクトルを求める観測方法である。なお、初期化及び基線解析は、観測終了後に行う。

十二 RTK 法は、固定局及び移動局で同時に GNSS 衛星からの信号を受信し、固定局で取得した信号を、無線装置等を用いて移動局に転送し、移動局側において即時に基線解析を行うことで、固定局と移動局の間の基線ベクトルを求める。その後、移動局を複数の観測点に次々と移動して、固定局と移動局の間の基線ベクトルを即時に求める観測方法である。なお、基線ベクトルを求める方法は、直接観測法又は間接観測法による。

イ 直接観測法は、固定局及び移動局で同時に GNSS 衛星からの信号を受信し、基線解析により固定局と移動局の間の基線ベクトルを求める観測方法である。直接観測法による観測距離は、500 メートル以内を標準とする。

ロ 間接観測法は、固定局及び 2 か所以上の移動局で同時に GNSS 衛星からの信号を受信し、基線解析により得られた 2 つの基線ベクトルの差を用いて移動局間の基線ベクトルを求める観測方法である。間接観測法による固定局と移動局の間の距離は 10 キロメートル以内とし、間接的に求める移動局間の距離は 500 メートル以内を標準とする。

十三 ネットワーク型 RTK 法は、位置情報サービス事業者（国土地理院の電子基準点網の観測データ配信を受けている者、又は 3 点以上の電子基準点を基に、測量に利用できる形式でデータを配信している者をいう。以下同じ。）で算出された補正データ等又は面補正パラメータを、携帯電話等の通信回線を介して移動局で受信すると同時に、移動局で GNSS 衛星からの信号を受信し、移動局側において即時に解析処理を行って位置を求める。その後、複数の観測点に次々と移動して移動局の位置を即時に求める観測方法である。観測終了後に位置情報サービス事業者から補正データ等又は面補正パラメータを取得することで、後処理により解析処理を行うことができるものとする。なお、基線ベクトルを求める方法は、直接観測法又は間接観測法による。

イ 直接観測法は、位置情報サービス事業者で算出された移動局近傍の任意地点の補正データ等と移動局の観測データを用いて、基線解析により基線ベクトルを求める観測方法である。

ロ 間接観測法は、次の方式により基線ベクトルを求める観測方法である。

- (1) 2台同時観測方式による間接観測法は、2か所の移動局で同時観測を行い、得られたそれぞれの三次元直交座標の差から移動局間の基線ベクトルを求める。
- (2) 1台準同時観測方式による間接観測法は、移動局で得られた三次元直交座標とその後、速やかに移動局を他の観測点に移動して観測を行い、得られたそれぞれの三次元直交座標の差から移動局間の基線ベクトルを求める。なお、観測は、速やかに行うとともに、必ず往復観測（同方向の観測も可）を行い、重複による基線ベクトルの点検を実施する。

第3節 計算

（要旨）

第8条 「計算」とは、新点の水平位置及び標高を求めるため、関連する諸要素の計算を行うことをいう。

（計算の方法等）

第9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	直角座標	経緯度	標高	ジオイド高	角度	辺長
単位	m	秒	m	m	秒	m
位	0.001	0.0001	0.001	0.001	1	0.001
備考	平面直角座標系に規定する世界測地系に従う直角座標					

3 GNSS観測における基線解析では、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 表示	基線ベクトル成分
単位	m
位	0.001

二 GNSS衛星の軌道情報は、放送暦を標準とする。

三 スタティック法及び短縮スタティック法による基線解析では、GNSSアンテナの機種が同じ場合を除き、原則としてPCV補正を行うものとする。なお、L5のPCV補正データが公表されるまでは、L2のPCV補正データを使用することができる。

- 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 統合処理を行う基線解析では、GNSS 測量機（受信機本体）の機種が同じ場合を除き ISB の補正を行うものとする。GNSS 測量機（受信機本体）の機種が同じ場合とは、機種名、内部ボードの型番、ファームウェアのバージョンがそれぞれ同じものをいう。
- 六 基線解析は、基線長が 10 キロメートル以上の場合には 2 周波又は 3 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には 1 周波、2 周波又は 3 周波で行うものとする。
- 七 基線解析の固定点の緯度及び経度は、成果表の値（以下「元期座標」という。）又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。なお、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順次入力するものとする。
- 八 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し、元期座標又は今期座標とする。ただし、固定点が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。
- 九 基線解析に使用する GNSS 測量機の高度角は、観測時に設定した受信高度角とする。

附 則

本マニュアルは、平成 27 年 5 月 29 日から施行する。

附 則

本マニュアルは、平成 27 年 7 月 22 日から施行する。

附 則

本マニュアルは、令和 2 年 6 月 4 日から施行する。