

ネットワーク型RTK-GPSを利用する 公共測量作業マニュアル(案)

平成17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. ネットワーク型 RTK-GPSを利用する公共測量作業マニュアル（案）	2
3. 付 記	3
第1編 総 則	4
第2編 基準点測量	7
第1章 概 説	7
第2章 ネットワーク型RTK-GPS基準点測量	7
第1節 要 旨	7
第2節 作業計画	8
第3節 選 点	8
第4節 測量標の設置	9
第5節 観 測	9
第6節 計 算	11
第7節 成果等の整理	15
第3編 地形測量	16
第1章 概 説	16
第2章 ネットワーク型 RTK-GPS 測量による地形測量	17
第1節 要 旨	17
第2節 作業計画	17
第3節 細部測量	17
第3章 ネットワーク型 RTK-GPS 測量を併用する地形測量	20
第1節 要 旨	20
第2節 作業計画	20
第3節 基準点の設置	20
第4節 併用法による細部測量	21
第4章 一部の工程でネットワーク型 RTK-GPS 測量を用いる地形測量	22
第1節 要 旨	22
第2節 平板測量で適用される工程別作業区分	22
第3節 空中写真測量で適用される工程別作業区分	22
第4節 修正測量で適用される工程別作業区分	22
第5節 TS 地形測量で適用される工程別作業区分	23
第6節 デジタルマッピングで適用される工程別作業区分	23
第7節 数値地形図修正で適用される工程別作業区分	23

第4編 応用測量	24
第1章 概説	24
第2章 ネットワーク型 RTK-GPS 測量による路線測量	25
第1節 要旨	25
第2節 作業計画	25
第3節 線形決定	25
第4節 中心線測量	27
第5節 横断測量	28
第6節 詳細測量	30
第7節 用地幅杭設置測量	30
第3章 ネットワーク型 RTK-GPS 測量による河川測量	32
第1節 要旨	32
第2節 作業計画	32
第3節 距離標設置測量	32
第4節 定期横断測量	33
第5節 深浅測量	34
第6節 法線測量	35
第7節 海浜測量及び汀線測量	35
第4章 ネットワーク型 RTK-GPS 測量による用地測量	36
第1節 要旨	36
第2節 作業計画	36
第3節 境界測量	36
第4節 境界点間測量	38
解説	39
様式	52
参考資料	62

[序]概 説

1. はじめに

国土地理院では、平成14年5月27日に電子基準点のリアルタイムデータ（1秒値）の公開を開始した。このデータを用いてRTK-GPS測量を行うことによりリアルタイムで、かつ高精度の測位が可能となる。しかし、これまでの「RTK-GPSを利用する公共測量作業マニュアル」では、電子基準点と観測点（以下「移動局」という。）との距離が長くなるにしたがって精度が低下し、10km以上になると測位が困難となる状況があった。

ネットワーク型RTK-GPS測量は、3点以上の電子基準点（以下「基準局」という。）の観測データ等を利用するもので、基準局と移動局間の距離に関係なく、短距離基線のRTK-GPS測量と同等の測位精度を実現するものである。

ネットワーク型RTK-GPS測量の方式は、VRS（Virtual Reference Station、仮想基準点）方式、FKP（Flächen Korrektur Parameter、面補正パラメータ）方式があり、この2方式についてはすでに実用化されている。

この背景を踏まえて、実証検証等により精度が確認された、VRS方式及びFKP方式の2方式について、作業指針、観測方法、計算方法等を「ネットワーク型RTK-GPSを利用する公共測量作業マニュアル（案）」（以下「本マニュアル」という。）として定めた。

VRS方式は、移動局から概略位置情報を通信装置により、位置情報サービス事業者（以下「配信事業者」という。）に送信し、配信事業者では、移動局周辺の基準局の観測量から補正情報（電離層・対流圏の遅延、衛星の軌道誤差等）を求め、概略位置（以下VRS方式においては、「仮想点」という。）で観測されるはずの位相データ等（以下「補正データ等」という。）を計算する。移動局側では、通信装置により配信事業者から補正データ等を受信し、RTK-GPS測量を行って位置を求める方式である。又、サーバ型のVRS方式は、移動局の概略位置情報を通信装置により、解析処理サービス事業者（以下「解析処理事業者」という。）経由で配信事業者に送信し、配信事業者では、補正データ等を算出し、解析処理事業者へ送信する。解析処理事業者では、移動局の位置を求め移動局へ返信する方式である。

一方、FKP方式は、基準局の観測量から電離層等の状態空間モデルを生成し、このモデルから補正情報を計算する。この補正情報から各基準局に対応した移動局周辺の誤差量を面補正パラメータとして算出する。移動局では、通信装置により配信事業者からこのパラメータを取得し、最寄りの基準局における面補正パラメータと、移動局の概略位置における補正量を計算し、移動局の位置を求める方式である。

2. ネットワーク型RTK-GPSを利用する公共測量作業マニュアル(案)

(1) 目的と適用範囲

本マニュアルは、国土交通省公共測量作業規程（平成14年3月20日国土交通大臣承認）第16条「機器等及び作業方法に関する特例」を適用して、ネットワーク型RTK-GPS測量を利用する公共測量の標準的な作業方法を規定し、その規格の統一、測量成果の標準化及び必要な精度の確保に資することを目的としている。

また、本マニュアルは、国土交通省公共測量作業規程に対応して作成されている。現在、同作業規程が他の作業規程のモデルとなっていることが多いことから、国土交通省が実施する測量以外においても、その実施基準の参考として、本マニュアルの活用が期待される。

国の機関又は、公共団体（公団、事業団、地方公共団体等）が公共測量を実施する場合

国又は公共団体において、国土交通省公共測量作業規程を準用した作業規程を使用している場合は、同規程第16条「機器等及び作業方法に関する特例」を適用し、測量法第36条「計画書についての助言」に基づく手続きにより、ネットワーク型RTK-GPS測量を利用する公共測量を行う際に、本マニュアルが活用できる。

土地区画整理事業に伴う公共測量を実施する場合

国土交通省土地区画整理事業測量作業規程には、第15条に「機器等及び作業方法に関する特例」の条項があり、さらに、同規程の基準点測量は、国土交通省公共測量作業規程とほぼ同一内容となっている。したがって、国土交通省土地区画整理事業測量作業規程を準用した作業規程に本マニュアルが活用できる。

(2) 本マニュアルの構成

本マニュアルは、ネットワーク型RTK-GPS測量を利用して、国土交通省公共測量作業規程に定めた各種測量を実施する場合の作業方法、使用する機器等の必要な事項について規定している。

また、ネットワーク型RTK-GPS測量の理解を深め、その使用の普及・促進を図るため、条文、運用基準のほかに、解説を加えている。

本マニュアルの構成は、以下のとおりである。

第1編 総則

本マニュアルの目的、作業計画等について規定している。

第2編 基準点測量

3～4級基準点測量について、その区分とネットワーク型RTK-GPS測量の観測方法、平均計算の方法等を規定している。

第3編 地形測量

地形測量について、次の3種類の目的により、その区分とネットワーク型RTK-GPS測量の観測方法等を規定している。

ア. ネットワーク型RTK-GPS測量による地形測量

イ. ネットワーク型RTK-GPS測量を併用する地形測量

ウ. 一部の工程でネットワーク型RTK-GPS測量を用いる地形測量

第4編 応用測量

路線測量、河川測量、用地測量について、その区分とネットワーク型RTK-GPS

測定の観測方法等を規定している。

(3) 国土交通省公共測量作業規程との関係

本マニュアルは、ネットワーク型RTK-GPS測量を公共測量に用いる場合の必要な事項について規定しているため、測量法に関する規定、各測量における概説、使用する成果、作業計画、成果の整理及び計算式等の一部は、国土交通省公共測量作業規程と同様のものとして、マニュアルに規定していない。必要な事項は、国土交通省公共測量作業規程を準用して実施するものとする。

3. 付 記

ネットワーク型RTK-GPS測量は、現場における測量作業の効率化等の面で画期的な技術であり、各種測量でも活用が期待されるものであるが、一方、従来からの基準点体系との整合性等で、その全面的な適用には、なお慎重に検討を要する点もある。

本マニュアルは、具体的な実証検証を経て、精度の確認が得られたVRS方式及びFKP方式の2方式について、先行してとりまとめたものである。今後、各種検証作業等に伴い、本マニュアルの内容の拡充や規定の修正があり得ることを付記しておく。

第1編 総 則

(目 的)

第1条 本マニュアルは、ネットワーク型RTK-GPS測量を「国土交通省公共測量作業規程（平成14年3月20日）」第16条に規定する「機器等及び作業方法に関する特例」に基づいて利用する場合の作業方法を規定することにより、その規格の統一を図るとともに、測量成果の標準化及び必要な精度を確保することを目的とする。

(国土交通省公共測量作業規程の準用)

第2条 本マニュアルに規定するもの以外は、国土交通省公共測量作業規程の関係規定を準用する。

(ネットワーク型RTK-GPS測量を利用する公共測量)

第3条 ネットワーク型RTK-GPS測量を利用する公共測量とは、公共測量のうち、その一部又は全部をネットワーク型RTK-GPS測量により実施する測量をいう。

ネットワーク型RTK-GPS測量とは、基準局の観測データ等により算出された補正データ等又は面補正パラメータと、移動局に設置したGPS測量機で観測したデータを用い、即時に基線解析又は補間処理を行うことで、位置を定める作業をいう。

計算処理においては、単独の網平均プログラム処理、データ処理システムに基線解析又は誤差バイアス量の補正処理結果を転送して、計算帳票、図面作成等の工程を連続処理することができる。

<第3条 運用基準>

1. VRS方式のネットワーク型RTK-GPS測量は、おおむね次の手順で行う。
 - (1) 移動局に設置したGPS測量機で、GPS衛星からの信号を受信する。
 - (2) 移動局からその概略位置データを、通信装置により配信事業者に送信する。
 - (3) 配信事業者で補正データ等を算出して、通信装置により移動局に送信する。
 - (4) 移動局の観測データと補正データ等を用いて、即時に基線解析を行って移動局の位置を決定する。
2. サーバ型VRS方式のネットワーク型RTK-GPS測量は、おおむね次の手順で行う。
 - (1) 移動局に設置したGPS測量機で、GPS衛星からの信号を受信する。
 - (2) 移動局からその概略位置データ及び観測データを、通信装置により解析処理事業者経由で配信事業者に送信する。
 - (3) 配信事業者で補正データ等を算出して、解析処理事業者に転送する。
 - (4) 解析処理事業者で移動局の観測データと補正データ等を用いて、即時に基線解析を行って移動局の位置を決定し、移動局に送信する。
3. FKP方式のネットワーク型RTK-GPS測量は、おおむね次の手順で行う。
 - (1) 移動局に設置したGPS測量機で、GPS衛星からの信号を受信する。
 - (2) 移動局において、配信事業者で算出された面補正パラメータを通信装置で受信する。
 - (3) 移動局の観測データと移動局の概略位置での観測データ及び面補正パラメータを

用い、即時に移動局での誤差補正量を求め、移動局の誤差量を補正し、移動局の位置を決定する。

4. **VRS**方式の配信事業者とは、利用者の要求に応じて、基準局の観測データ等を用いて、補正データ等を算出する者をいう。解析処理事業者とは、移動局の観測データと補正データ等を用いて、即時に基線解析を行い、移動局の座標を決定する設備を有する者をいう。
5. **FKP**方式の配信事業者とは、基準局の観測データ等を用いて、面補正パラメータを算出する設備を有する者をいう。

(作業計画)

第4条 作業機関は、作業着手前に作業の方法、使用する主要機器、人員編成、作業工程等について適切な作業計画を立案し、これを計画機関に提出して、その承認を得なければならない。作業計画を変更しようとするときも同様とする。

<第4条 運用基準>

ネットワーク型**RTK-GPS**測量では、作業方法、主要機器の構成、観測時間帯の選定、測量地域近辺の基準局の稼働状況、観測データ、計算処理の流れ等について十分考慮し、適切な作業計画を立案しなければならない。

2. 測量地域近辺の基準局の稼働状況は、観測の前後に稼働基準局配置図として、配信事業者から提供を受ける。

(工程管理)

第5条 作業機関は、前条の作業計画に基づき、適切な工程管理を行わなければならない。

- 2 作業機関は、作業の進捗状況を随時計画機関に報告しなければならない。

(精度管理)

第6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及びその他適切な時期に精度管理のため、所要の点検を行わなければならない。計画機関が指示した事項については、各工程別作業の終了後、速やかに点検測量を行わなければならない。

<第6条 運用基準>

点検測量率は、国土交通省公共測量作業規程第**1**編第**12**条の規定を準用する。

(測量成果等の提出)

第7条 作業機関は、作業が終了したときは、遅滞なく、測量成果、測量記録、その他必要な資料を整理し、これらを計画機関に提出しなければならない。

- 2 計画機関は、前項の規定により測量成果等の提出を受けたときは、速やかにこれを検査しなければならない。

<第7条 運用基準>

1. 測量成果等は、原則として、電子データで提出するものとし、測量成果電子納品要領（案）に基づき作成する。
2. 前項により難しい場合は、計画機関と協議の上、電子データに代え、手簿用紙、出力用紙、図紙等で提出することができる。ただし、成果等の使用及び保存等に支障がないと認めて計画機関が指示し、又は承認した場合に限り、異なる様式により作成することができる。

(運用基準)

第8条 規定に定めるほか、マニュアルの運用に関し必要な事項については、運用基準で定める。

第2編 基準点測量

第1章 概説

(要旨)

第9条 基準点測量とは、既知点に基づき、新点である基準点（以下「新点」という。）の位置を定める作業をいう。

本編では、GPS測量機を用いる基準点測量のうち、ネットワーク型RTK-GPS測量を利用する基準点測量（以下「ネットワーク型RTK-GPS基準点測量」という。）について、その作業実施の指針を示すことを目的とする。

第2章 ネットワーク型RTK-GPS基準点測量

第1節 要旨

(要旨)

第10条 ネットワーク型RTK-GPS基準点測量とは、ネットワーク型RTK-GPS測量により、移動局間の相対的位置関係を求め、既知点に基づき、新点の水平位置及び標高等を定める作業をいう。本マニュアルでは、3～4級基準点測量に関するネットワーク型RTK-GPS基準点測量の作業の方法等について定める。

<第10条 運用基準>

1. 既知点の種類、既知点間の距離及び新点間の距離は、次表を標準とする。

測量の区分	既知点の種類	既知点間の標準距離(m)	新点間の標準距離(m)
3級基準点測量	電子基準点附属標 一～四等三角点 1～2級基準点	1,500	200
4級基準点測量	電子基準点附属標 一～四等三角点 1～3級基準点	500	50

2. 3～4級基準点測量における既知点は、厳密水平網平均計算及び厳密高低網平均計算もしくは、三次元網平均計算により設置された、同級の基準点を既知点とすることができる。ただし、使用する既知点数の1/2以下とする。

(測量の方式)

第11条 ネットワーク型RTK-GPS基準点測量は、既知点及び新点を基線ベクトルによって結合する結合多角方式又は単路線方式により行う。

＜第11条 運用基準＞

作業方法等は、国土交通省公共測量作業規程第22条運用基準を準用する。
なお、VRS方式の場合の仮想点と移動局間の距離は、3km以内を標準とする。

(工程別作業区分及び順序)

第12条 工程別作業区分及び順序は、次のとおりとする。ただし、計画機関が指示し、又は承認した場合は、一部を省略することができる。

- (1) 作業計画
- (2) 選点
- (3) 測量標の設置
- (4) 観測
- (5) 計算
- (6) 成果等の整理

第2節 作業計画

(要旨)

第13条 作業計画は、ネットワーク型RTK-GPS測量的特徴を考慮し、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。

＜第13条 運用基準＞

1. 作業機関は、作業の方法、使用する主要機器、人員編成及び作業工程等を考慮して、作業計画書を作成する。
2. 作業計画書は、GPS衛星の配置、地形、既知点の配置、測量地域近傍の基準局の稼働状況等を十分に考慮し作成する。なお、基準局の配置等により網外で観測を実施する場合は、外周辺から10km以内を標準とする。

第3節 選点

(要旨)

第14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、地形、植生、地物、GPS衛星からの信号の受信条件及びその他の現地状況に応じて、作業の実施方法を検討する作業をいう。

(新点位置の選定)

第15条 新点は、後続作業における利用、保全、配点密度等を考慮し、最も適切な位置に選定する。なお、原則として新点の偏心は行わないものとする。

(選点図及び平均図の作成)

第16条 選点図は、新点の位置を選定し、その位置、路線等を地形図に記入して作成する。
2 平均図は、選点図に基づいて作成し、計画機関の承認を得る。

第4節 測量標の設置

(要旨)

第17条 測量標の設置とは、新点の位置に、永久標識等を設ける作業をいう。

(永久標識の設置)

第18条 新点に永久標識を設置する場合は、測量標設置位置通知書を作成する。

<第18条 運用基準>

1. 永久標識の規格及び設置方法は、国土交通省公共測量作業規程付録2（永久標識の規格及び埋設方法）による。
2. 永久標識については、写真撮影する。
3. 3～4級基準点は、標杭を用いることができる。

(点の記の作成)

第19条 点の記は、設置した永久標識等について作成する。

第5節 観測

(要旨)

第20条 ネットワーク型RTK-GPS基準点測量における観測とは、平均図等に基づき、移動局にGPS測量機を整置し、GPS衛星から搬送波位相等の信号を受信するとともに、配信事業者から受信した補正データ等又は面補正パラメータを用いて基線解析又は誤差バイアス量の補正処理を行い、移動局の座標の算出及び基線解析結果、誤差バイアス量の補正処理結果等を記録する作業をいう。

(機器)

第21条 VRS観測に使用するGPS測量機は、次表に掲げるもの又は同等以上のものとする。

機 器	性 能
1級GPS測量機	測量機器級別性能分類表による。 RTK-GPS測量の機能を有する。

2 FKP観測に使用するGPS測量機は、次表に掲げるもの又は同等以上のものとする。

機 器	性 能
1級GPS測量機	測量機器級別性能分類表による。

(機器の検定)

第22条 観測に使用する機器は所定の検定を行うとともに、適宜、点検及び調整する。

<第22条 運用基準>

1. 機器の点検は、作業着手前及び観測期間中に適宜行い、必要に応じて調整する。
2. 使用するアンテナポールの気泡管感度は、 $45'/2\text{mm}$ 以上とする。
3. アンテナポールの気泡管の点検は、観測期間中、原則として毎日1回以上実施する。

(観測)

第23条 ネットワーク型RTK-GPS基準点測量の観測は、干渉測位方式で所定の観測を行う。

<第23条 運用基準>

ネットワーク型RTK-GPS基準点測量には、VRS方式とFKP方式とがある。作業機関は、作業方法、使用する主要機器、GPS衛星の配置、地形、既知点の配置等を考慮し、選択できる。

(1) ネットワーク型RTK-GPS基準点測量の観測は、配信事業者で算出された補正データ等又は面補正パラメータを通信装置により移動局で受信すると同時に、移動局において、GPS衛星から信号を受信し、必要な解析処理を行った後、他の移動局に移動して同様の観測を行い、これを順次繰り返す動的干渉測位方式により行う。

GPSアンテナの整置には、三脚又はアンテナポールを用いることを標準とする。
ネットワーク型RTK-GPS基準点測量の観測は、直接観測法又は間接観測法により行う。

(2) 直接観測法

直接観測法は、配信事業者で算出された補正データ等を通信装置により受信し、補正データ等と移動局の観測データによる基線解析で得られた基線ベクトルを用いて、仮想点～既知点、仮想点～新点を結合する多角網を構成する方法である。

(3) 間接観測法

間接観測法は、次のいずれかの方式により行う。

2台同時観測方式

2台同時観測方式による間接観測法は、配信事業者で算出された補正データ等又は面補正パラメータを通信装置により受信し、2点の移動局で同時観測を行い、補正データ等又は面補正パラメータと移動局の観測データによる基線解析又は誤差バイアス量の補正処理で得られた2つの三次元直交座標差から移動局間の基線ベクトルを求める。この基線ベクトルを用いて、既知点～新点又は新点～新点を結合する多角網を構成する測量方式とする。

1台準同時観測方式

1台準同時観測方式による間接観測法は、配信事業者で算出された補正データ等又は面補正パラメータを通信装置により受信し、補正データ等又は面補正パラメータと移動局の観測データによる基線解析又は誤差バイアス量の補正処理を行う。その後、速やかに他方の移動局に移動して同様な観測を行い、基線解析又は誤差バイアス量の補正処理により得られた2つの三次元直交座標差から移動

局間の基線ベクトルを求める。この基線ベクトルを用いて、既知点～新点又は新点～新点を結合する多角網を構成する測量方式とする。

なお、1台準同時観測方式を行う場合は、速やかに行うとともに、必ず復観測（同方向も可）を行い、重複による点検を実施する。

- (4) 観測は、各辺において1セット行う。セット内の観測回数等は、次表を標準とする。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔
5衛星以上	FIX解を得てから10エポック（連続）以上	1秒

2台同時観測方式の場合は、各GPS衛星から2ヵ所の移動局で同時に受信する1回の信号を1エポックとする。1台準同時観測方式の場合は、受信する1回の信号を1エポックとする。

- (5) 観測値の点検は、次のいずれかにより行う。

基線ベクトルの環閉合差を点検する。基線ベクトルで環閉合差の点検が行えない場合は、既知点間、既知点と交点間、交点間のいずれかで点検観測を行って環を構成する。なお、既知点間の観測は、ネットワーク型RTK-GPS測量による観測のほかに国土交通省公共測量作業規程第36条運用基準による方法で行うことができる。

各辺において観測された2セットの基線ベクトルの較差を点検する。

- (6) アンテナ高は、mm位まで測定する。
(7) アンテナポールを用いる場合は、支持杖等の補助装置を用いて、鉛直に整置する。
(8) GPSアンテナの向きは、常に、一定の方向を向けて整置する。
(9) 観測時における精度低下率（DOP）、標準偏差（RMS）等は、メーカー推奨値を考慮して観測を行う。
(10) GPS衛星の飛来情報を考慮して観測する。
(11) 測量地域の周辺にある基準局の稼働状況等を調べ、正常なネットワーク型RTK-GPS測量による観測が可能であることを確認する。
(12) GPS衛星の最低高度角は、15°を標準とする。ただし、上空視界の確保が困難な場合は、最低高度角を30°まで緩和することができる。

第6節 計算

(要旨)

第24条 計算とは、新点の位置、標高及びこれらに関連する諸要素の計算を行い、成果表等を作成する作業をいう。

<第24条 運用基準>

計算は、国土交通省公共測量作業規程付録3（計算式集）による。ただし、本計算式のほか、これと同精度、あるいは、これ以上の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。

(点検計算及び再測)

第25条 点検計算は、観測終了後、速やかに行い、所定の許容範囲にあることを確認し、許容範囲を超えた場合は、必要な再測を行うか、又は、計画機関の指示により適切な措置を講ずるものとする。

<第25条 運用基準>

1. 点検計算は、基線ベクトルの環閉合差又は重複する基線ベクトルの較差を比較する方法で行う。
2. 環閉合の点検計算は、各路線について行う。また、環閉合における再測は、環のすべてを行う。
3. 点検計算の許容範囲は、次表を標準とする。

区 分	許 容 範 囲		備 考
基線ベクトルの環閉合差	水平 (ΔN , ΔE)	$20\text{mm}\sqrt{N}$	N : 辺数 ΔN : 水平面の南北方向の閉合差 ΔE : 水平面の東西方向の閉合差 ΔU : 高さ方向の閉合差
	高さ (ΔU)	$30\text{mm}\sqrt{N}$	
重複する基線ベクトルの較差	水平 (ΔN , ΔE)	20mm	
	高さ (ΔU)	30mm	

基線ベクトルの環閉合差を求めるための ΔN 、 ΔE 、 ΔU は、次式により求める。

$$\begin{pmatrix} \Delta N \\ \Delta E \\ \Delta U \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} \Sigma \Delta X \\ \Sigma \Delta Y \\ \Sigma \Delta Z \end{pmatrix}$$

$$\Delta X = \Delta X_1 + \dots + \Delta X_N$$

$$\Delta Y = \Delta Y_1 + \dots + \Delta Y_N$$

$$\Delta Z = \Delta Z_1 + \dots + \Delta Z_N$$

ΔN : 水平面の南北方向の環閉合差

ΔE : 水平面の東西方向の環閉合差

ΔU : 高さ方向の環閉合差

$\Sigma \Delta X$: 基線ベクトル X 軸成分の環閉合差

$\Sigma \Delta Y$: 基線ベクトル Y 軸成分の環閉合差

$\Sigma \Delta Z$: 基線ベクトル Z 軸成分の環閉合差

重複する基線ベクトルのセット間較差の点検は、多角網を構成する各基線ベクトルで比較する。 ΔN 、 ΔE 、 ΔU は、次式より求める。

$$\begin{pmatrix} \Delta N \\ \Delta E \\ \Delta U \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix}$$

ただし、

$$R = \begin{pmatrix} -\sin \phi \cdot \cos \lambda & -\sin \phi \cdot \sin \lambda & \cos \phi \\ -\sin \lambda & \cos \lambda & 0 \\ \cos \phi \cdot \cos \lambda & \cos \phi \cdot \sin \lambda & \sin \phi \end{pmatrix}$$

：緯度

：経度

、 ϕ は、測量地域内にある任意の既知点値とする。

(平均計算)

第26条 平均計算は、三次元網平均計算により行う。

<第26条 運用基準>

1. 三次元網平均計算（以下「仮定三次元網平均計算」という。）は、既知点1点を固定し、次により行う。

なお、直接観測法で使用した仮想点は、新点として扱う。

(1) 仮定三次元網平均計算の重量(P)は、次のいずれかの分散・共分散行列の逆行列を用いる。

水平及び高さの分散を固定値として、次式により求めた値とする。

$$x y z = R^T \cdot \Sigma_{NEU} \cdot R$$

ただし、

Σ_{xyz} は、基線ベクトル ΔX 、 ΔY 、 ΔZ の分散・共分散行列

$$\Sigma_{NEU} = \begin{pmatrix} d_N & 0 & 0 \\ 0 & d_E & 0 \\ 0 & 0 & d_U \end{pmatrix}$$

$$d_N = (0.004\text{m})^2 \quad d_E = (0.004\text{m})^2 \quad d_U = (0.007\text{m})^2$$

d_N : 水平面の南北方向の分散

d_E : 水平面の東西方向の分散

d_U : 高さ方向の分散

$$R = \begin{pmatrix} -\sin \cdot \cos & -\sin \cdot \sin & \cos \\ -\sin & \cos & 0 \\ \cos \cdot \cos & \cos \cdot \sin & \sin \end{pmatrix}$$

: 緯度

: 経度

、 は、測量地域内にある任意の既知点の値とする。

基線解析による分散・共分散が、セット内の全ての観測値から得られる場合は、基線解析から得た値とする。

(2) 標高は、国土地理院の提供するジオイドモデルによりジオイド高を補正して決定する。

(3) 仮定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	
		3級基準点測量	4級基準点測量
結合多角 単路線	水平位置の閉合差	$\Delta s = 10\text{cm} + 4\text{cm}\sqrt{N}$ Δs : 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 N : 既知点間の最短辺数	
	標高の閉合差	$25\text{cm} + 4.5\text{cm}\sqrt{N}$ を標準とする。 N : 辺数	

2. 既知点2ヵ所以上を固定する三次元網平均計算は次のとおり行う。

(1) 三次元網平均計算の重量(P)は、第26条運用基準1(1)を準用する。

(2) 標高は、第26条運用基準1(2)を準用する。

(3) 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	
		3級基準点測量	4級基準点測量
新点の水平位置の標準偏差		10cm	
新点の標高の標準偏差		20cm	

第7節 成果等の整理

(成果等)

第27条 成果等は、次のとおりとする。ただし、計画機関が指示し、又は承認した場合は、一部を省略又は変更することができる。

- (1) 成果表
- (2) 成果数値データ
- (3) 基準点網図
- (4) 観測手簿
- (5) 観測記簿
- (6) 計算簿
- (7) 点の記
- (8) 平均図
- (9) その他の資料

<第27条 運用基準>

1. 成果表、成果数値データは、国土交通省公共測量作業規程付録1（標準様式）に基づいて整理する。
2. その他の資料は、観測図、建標承諾書、精度管理表、点検測量簿、測量標の地上写真、測量標設置位置通知書、基準点現況調査報告書等を含む。

第3編 地形測量

第1章 概説

(要旨)

第28条 地形測量とは、地形図、平面図及び数値地形図（以下「地形図等」という。）を作成する作業をいう。

本編では、GPS 測量機を用いる地形測量のうち、ネットワーク型 RTK-GPS 測量を利用する地形測量（以下「ネットワーク型 RTK-GPS 地形測量」という。）について、その作業実施の指針を示すことを目的とする。

<第28条 運用基準>

1. ネットワーク型 RTK-GPS 地形測量では、ネットワーク型 RTK-GPS 測量で測定する地形データと、作業地域周辺の既知点を整合させる。
2. 作業地域等により既知点と整合を図ることが困難な場合には、計画機関に当該既知点の状況を報告し、指示を受ける。

(地形測量の方法)

第29条 ネットワーク型 RTK-GPS 地形測量は、次の各号に掲げる方法により行う。

- (1) ネットワーク型 RTK-GPS 測量による地形測量
- (2) ネットワーク型 RTK-GPS 測量を併用する地形測量
- (3) 一部の工程でネットワーク型 RTK-GPS 測量を用いる地形測量

(機器)

第30条 ネットワーク型 RTK-GPS 地形測量に使用する GPS 測量機は、第21条を準用する。

第2章 ネットワーク型 RTK-GPS 測量による地形測量

第1節 要 旨

(要 旨)

第31条 ネットワーク型 RTK-GPS 測量による地形測量とは、ネットワーク型 RTK-GPS 測量により、既知点に基づき地形・地物等を測定し、地形測量（数値地形測量を含む）を行う作業をいう。

<第31条 運用基準>

1. ネットワーク型 RTK-GPS 地形測量に使用する既知点は、4級基準点以上の精度を有するものとする。
2. 標高は、国土地理院が提供するジオイドモデルによりジオイド高を補正して決定する。

(工程別作業区分及び順序)

第32条 工程別作業区分及び順序は、次のとおりとする。ただし、計画機関が指示し、又は承認した場合は、一部を省略することができる。

- (1) 作業計画
- (2) 細部測量
- (3) 数値編集
- (4) DM データファイルの作成
- (5) 地形図原図作成
- (6) 成果等の整理

2 (3)、(4)、(5)及び(6)については、国土交通省公共測量作業規程第4編第2章の規定を準用する。

第2節 作業計画

(要 旨)

第33条 作業計画は、第1編第4条の規定を準用する。

第3節 細部測量

(要 旨)

第34条 細部測量とは、ネットワーク型 RTK-GPS 測量により地形・地物を測定して、地形図等作成に必要な数値データを取得する作業をいう。

2 細部測量（数値データの取得）における座標値の単位は、原則として mm とする。

(地形・地物等の測定)

第35条 地形・地物等の水平位置及び標高の測定は、単点観測法により行う。ただし、標高については、必要に応じて水準測量により行うことができる。

<第 35 条 運用基準>

1. ネットワーク型 RTK-GPS 測量の観測は、単点観測法により 1 セット行う。セット内の観測回数等は、次表を標準とする。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔
5 衛星以上	FIX 解を得てから 10 エポック（連続）以上	1 秒

2. 観測開始時及び通信が途切れた場合は再初期化を行う。
 3. 再初期化を行う場合は、次の方法で観測値の点検を行う。
 (1) 点検のための観測は、観測位置が明確な標杭等で 1 セット行う。
 (2) 1 セット目の観測終了後に再初期化を行い、2 セット目の観測を行う。
 (3) セット間較差の比較を行う。セット間較差の許容範囲は、次表を標準とする。

項目	許容範囲		摘要
セット間較差	ΔN 、 ΔE	20mm	X、Y 座標、H（標高）の比較でも可
	ΔU	30mm	

- (4) 再初期化した 2 セット目の観測を採用値として観測を継続する。
 (5) 2 セットの観測による点検に代えて、既知点で 1 セットの観測により点検することができる。座標との較差の許容範囲は (3) を準用する。
 4. 観測の途中で補正データ等又は面補正パラメータの再要求をする場合は、第 35 条運用基準 3 の観測を行う。
 5. 他の観測条件、機器の点検は、第 2 編第 2 章第 5 節の規定を準用する。
 6. 地形・地物の測定終了後に、データ解析システムにデータを転送し、画面上でデータの編集及びデータ取得状況等の点検を行う。
 7. 地形は、地性線を測定し、データ処理システムにより等高線等の描画を行う。
 8. 標高点の密度は、図上 4 cm 平方に 1 点を標準とし、標高点数値は、1 cm 単位で表示する。
 9. 細部測量では、地形・地物等の測定を行うほか、編集及び編集した図形の点検に必要な資料（以下「測定位置確認資料」という。）を作成する。
 10. 測定位置確認資料は、編集時に必要となる地名及び建物の名称のほか、取得したデータの結線のための情報等を含むものからなり、次に示すいずれかの方法で作成する。
 (1) 現地において図形編集装置に地名、建物の名称、結線情報等を入力する。
 (2) 野帳等に略図を記載する。
 (3) 平板を併置して、略図を作成する。
 (4) 拡大複写した地形図等の既成図に必要事項を記入する。
 (5) 簡易な画像表示システムにより、測定結果を表示する。
 11. 作業地域の既知点との整合を図る場合は、次の方法により行う。
 (1) 整合を図る既知点数は、3 点以上を標準とする。
 (2) 整合を図る既知点は、該当地区の周辺を囲むように配置する。ただし、地形の形状によりやむを得ない場合にはこの限りでない。
 (3) 既知点での観測は、第 35 条運用基準 1 を準用する。

(4) 既知点成果との較差の許容範囲は、水平は図上 **0.3mm**、標高は主曲線の **1/4** 以内とする。

(5) 水平の整合処理は、座標変換として次により行う。

座標変換は、平面直角座標系上で行うことを標準とする。

座標変換に用いる既知点数は、3 点以上を標準とする。

座標変換の変換手法は適切な方法（解説参照）を採用する。

座標変換を行った地形データについては、当該地形データと隣接する 1 点以上の地形データで、座標変換前と座標変換後の距離の点検を行う。点検は平面直角座標系上で行う。

座標変換前・後の距離の点検の許容範囲は、次表を標準とする。

点検距離	許容範囲
500m 以上	1/10,000
500m 以内	50mm

(6) 高さの整合処理は、標高変換として次により行う。

標高変換は、標高上で行うことを標準とする。

標高変換に用いる既知点数は、3 点以上を標準とする。

標高変換の変換手法は適切な方法（解説参照）を採用する。

第3章 ネットワーク型 RTK-GPS 測量を併用する地形測量

第1節 要 旨

(要 旨)

第 36 条 ネットワーク型 RTK-GPS 測量を併用する地形測量（以下この編では「併用法」という。）とは、ネットワーク型 RTK-GPS 測量と TS を用いる測量、又は平板測量により、既知点に基づき地形・地物等を測定図示し、地形図等を作成する作業をいう。

<第 36 条 運用基準>

使用する既知点は、第 31 条の運用基準を準用する。

(工程別作業区分及び順序)

第 37 条 工程別作業区分及び順序は、次のとおりとする。ただし、計画機関が指示し、又は承認した場合は、一部を省略することができる。

- (1) 作業計画
- (2) 基準点の設置
- (3) 併用法による細部測量
- (4) 併用法による数値編集
- (5) DM データファイルの作成
- (6) 地形図原図作成
- (7) 成果等の整理

2 (4)、(5)、(6)及び(7)については、国土交通省公共測量作業規程第 3 編第 2 章第 5 節第 2 款及び第 4 編第 2 章の規定を準用する。

第2節 作業計画

(要 旨)

第 38 条 作業計画は、第 4 条の規定を準用する。

第3節 基準点の設置

(要 旨)

第 39 条 基準点の設置とは、細部測量に必要な基準点を設置する作業をいう。

2 基準点の設置は、4 級以上の基準点に基づく測量により行うものとする。ただし、標高については、必要に応じて 1～4 級水準測量又は簡易水準測量により行うことができる。

<第 39 条 運用基準>

1. 1～4 級基準点測量、1～4 級水準測量及び簡易水準測量は、国土交通省公共測量作業規程第 2 編の規定を準用する。また、3～4 級基準点測量をネットワーク型 RTK-GPS 測量で行う場合は、第 2 編の規定を準用する。

2. 基準点の配点密度は、細部測量の作業効率を勘案し適宜決定する。

第4節 併用法による細部測量

(要旨)

第40条 併用法による細部測量とは、ネットワーク型 RTK-GPS 測量、TS による測量、又は平板測量により地形・地物等を測定して、地形図等作成に必要な数値データを取得する作業をいう。

(TS 点及び平板点の設置)

第41条 地形・地物等の状況により基準点に GPS 測量機、TS 又は平板を整置して、細部測量を行うことが困難な場合は、TS 点及び平板点を設置する。

- 2 TS 点及び平板点は、単点観測法により設置することができる。また、標高については、必要に応じて水準測量により行うことができる。

<第41条 運用基準>

1. TS 点及び平板点を設置する場合の観測は、次表を標準とする。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔
5衛星以上	FIX解を得てから10エポック(連続)以上	1秒

2. 観測は衛星配置が異なるよう時間を置いて2セットを行うか、又は異なる仮想点を基に行い、較差は、水平位置図上 0.3mm、標高は主曲線の 1/4 以内とする。2セット目は点検値とする。

(地形・地物等の測定)

第42条 地形・地物等の水平位置及び標高の測定は、単点観測法により行う。また、標高については、必要に応じて水準測量により行うことができる。

<第42条 運用基準>

地形・地物等の測定は、第3編第2章第3節の規定を準用する。

第4章 一部の工程でネットワーク型 RTK-GPS 測量を用いる地形測量

第1節 要 旨

(要 旨)

第 43 条 一部の工程でネットワーク型 RTK-GPS 測量を用いる地形測量とは、国土交通省公共測量作業規程第 3 編及び第 4 編の各章のうち、平板測量、空中写真測量、修正測量、TS 地形測量、デジタルマッピング及び数値地形図修正について、一部の工程でネットワーク型 RTK-GPS 測量を適用する地形測量をいう。

第2節 平板測量で適用される工程別作業区分

(要 旨)

第 44 条 国土交通省公共測量作業規程第 3 編第 2 章の工程別作業区分における細部測量について、ネットワーク型 RTK-GPS 測量により行うことができる。

<第 44 条 運用基準>

細部測量は、第 3 編第 2 章第 3 節の規定を準用する。

第3節 空中写真測量で適用される工程別作業区分

(要 旨)

第 45 条 国土交通省公共測量作業規程第 3 編第 3 章の工程別作業区分における、次の作業区分について、ネットワーク型 RTK-GPS 測量により行うことができる。

- (1) 標定点の設置
- (2) 地形補備測量
- (3) 現地補測

<第 45 条 運用基準>

1. 標定点の設置は、第 39 条の規定を準用する。
2. 地形補備測量は、第 35 条及び第 39 条の規定を準用する。
3. 現地補測は、第 35 条の規定を準用する。

第4節 修正測量で適用される工程別作業区分

(要 旨)

第 46 条 国土交通省公共測量作業規程第 3 編第 4 章の工程別作業区分における、細部測量について、ネットワーク型 RTK-GPS 測量により行うことができる。

<第 46 条 運用基準>

細部測量は、第 3 編第 2 章第 3 節の規定を準用する。

第5節 TS 地形測量で適用される工程別作業区分

(要 旨)

第 47 条 国土交通省公共測量作業規程第 4 編第 2 章の工程別作業区分における、細部測量について、ネットワーク型 RTK-GPS 測量により行うことができる。

<第 47 条 運用基準>

細部測量は、第 3 編第 2 章第 3 節の規定を準用する。

第6節 デジタルマッピングで適用される工程別作業区分

(要 旨)

第 48 条 国土交通省公共測量作業規程第 4 編第 3 章の工程別作業区分における、次の作業区分について、ネットワーク型 RTK-GPS 測量により行うことができる。

- (1) 標定点の設置
- (2) 地形補備測量
- (3) 現地補測

<第 48 条 運用基準>

1. 標定点の設置は、第 39 条の規定を準用する。
2. 地形補備測量は、第 35 条及び第 39 条の規定を準用する。
3. 現地補測は、第 35 条の規定を準用する。

第7節 数値地形図修正で適用される工程別作業区分

(要 旨)

第 49 条 国土交通省公共測量作業規程第 4 編第 5 章の工程別作業区分における、修正細部測量について、ネットワーク型 RTK-GPS 測量により行うことができる。

<第 49 条 運用基準>

修正細部測量は、第 35 条の規定を準用する。

第4編 応用測量

第1章 概説

(要旨)

第50条 応用測量とは、道路、河川、公園等の計画、調査、実施設計、用地取得、管理等に用いられる測量をいう。

本編では、GPS測量機を用いる応用測量のうち、ネットワーク型RTK-GPS測量を利用する応用測量（以下「ネットワーク型RTK-GPS応用測量」という。）について、その作業実施の指針を示すことを目的とする。

<第50条 運用基準>

1. ネットワーク型RTK-GPS応用測量では、計画機関の指示により必要に応じて作業地域周辺の既知点との整合を図る。
2. 既知点との整合は、第35条運用基準の規定を準用するか、又は計画機関の指示を受ける。

(応用測量の区分)

第51条 ネットワーク型RTK-GPS応用測量は、目的により次のとおり区分する測量の一部又は全部で行う。

- (1) ネットワーク型RTK-GPS測量による路線測量
- (2) ネットワーク型RTK-GPS測量による河川測量
- (3) ネットワーク型RTK-GPS測量による用地測量

<第51条 運用基準>

応用測量は、必要に応じて路線測量、河川測量及び用地測量を組み合わせで行う。

(機器)

第52条 ネットワーク型RTK-GPS応用測量に使用するGPS測量機は、第21条を準用する。

第2章 ネットワーク型 RTK-GPS 測量による路線測量

第1節 要 旨

(要 旨)

第53条 ネットワーク型RTK-GPS測量による路線測量とは、ネットワーク型RTK-GPS測量により線状建築物建設のための調査、計画、実施設計等に用いられる測量をいう。

<第53条 運用基準>

線状建築物とは、道路、水路等幅に比べて延長の長い構造物をいう。本章では、ネットワーク型RTK-GPS測量による路線測量について、その作業の実施の方法等について定める。

(路線測量の細分)

第54条 ネットワーク型RTK-GPS測量による路線測量は、次に掲げる測量に細分し、一部又は全部で行う。

- (1) 作業計画
- (2) 線形決定
- (3) 中心線測量
- (4) 仮BM設置測量
- (5) 縦断測量
- (6) 横断測量
- (7) 詳細測量
- (8) 用地幅杭設置測量
- (9) 成果等の整理

2 (4)、(5)及び(9)については、国土交通省公共測量作業規程第5編第2章の規定を準用する。

第2節 作業計画

(要 旨)

第55条 作業計画は、第4条の規定によるほか、路線測量に必要な状況を把握し、路線測量の細分ごとに作成する。

第3節 線形決定

(要 旨)

第56条 線形決定とは、路線選定の結果に基づき、地形図等上のIPの位置を座標として定め、線形図を作成する作業をいう。

(方法)

第57条 線形決定は、縮尺 1/1,000 以上の地形図上において、設計条件及び現地の状況を勘案して実施する。

- 2 設計条件となる点（以下「条件点」という。）の座標値は、4級以上の基準点に基づく測量、又は単点観測法により決定することができる。
- 3 線形図の作成は、計算等により求めた主要点及び中心点の座標値を展開する。

<第57条 運用基準>

1. 単点観測法による観測は、2セット行う。セット内の観測回数等は、次表を標準とする。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔
5衛星以上	FIX 解を得てから 10 エポック（連続）以上	1秒

2. 観測開始時及び通信が途切れた場合は再初期化を行う。
3. 1セット目の一連の観測終了後に再初期化を行い、2セット目の観測を行う。2セット目の観測は点検値とする。
4. セット間較差の許容範囲は次表を標準とする。

項目	許容範囲		摘要
セット間較差	ΔN	20mm	X、Y座標の比較でも可
	ΔE	20mm	

5. 他の観測条件、機器の点検は、第2編第2章第5節の規定を準用する。
6. 条件点上で単点観測法が難しい場合、TS等による併用測量で行う。
7. 線形図は、原則として、プロッタ等を用いて描画するものとし、描画の位置誤差は図上**0.7mm**以内とする。
8. 点検測量は、条件点間の距離の計算値と単点観測法により求めた距離を比較する。観測は1セットとし、較差の許容範囲は、次表を標準とする。

距離 区分	30m未満	30m以上	摘要
	平地	10mm	
山地	15mm	S/2,000	

Sは点間距離の計算値

(IPの設置)

第58条 現地に直接IPを設置する必要がある場合は、次により行う。

(1) 線形決定により定められた座標値をもつIPは、4級以上の基準点に基づく測量、又は単点観測法により設置することができる。

(2) (1)によらないIPは、周囲の状況を勘案して、現地に直接設置する。

この場合において、IPの座標値は、4級以上の基準点に基づく測量、又は単点観測法により決定することができる。

＜第 58 条 運用基準＞

1. 単点観測法による観測は、2セット行う。セット内の観測回数等は、次表を標準とする。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔
5衛星以上	FIX解を得てから10エポック（連続）以上	1秒

2. 観測開始時及び通信が途切れた場合は再初期化を行う。
3. 1セット目の一連の観測終了後に再初期化を行い、2セット目の観測を行う。2セット目の観測は点検値とする。
4. セット間較差の許容範囲は次表を標準とする。

項目	許容範囲		摘要
セット間較差	ΔN	20mm	X、Y座標の比較でも可
	ΔE	20mm	

5. 他の観測条件、機器の点検は、第2編第2章第5節の規定を準用する。
6. 点検測量は、IP点間の距離の計算値と単点観測法により求めた距離を比較する。観測は1セットとし、較差の許容範囲は次表を標準とする。

区分	距離		摘要
	30m未満	30m以上	
平地	10mm	S/3,000	Sは点間距離の計算値
山地	15mm	S/2,000	

第4節 中心線測量

(要旨)

第59条 中心線測量とは、主要点及び中心点を現地に設置し、線形地形図を作成する作業をいう。

(方法)

第60条 主要点及び中心点の設置は、4級以上の基準点に基づく測量、又は単点観測法により行うことができる。

2 線形地形図は、地形図に主要点及び中心点の座標値を展開して作成する。

＜第 60 条 運用基準＞

1. 単点観測法による観測は、2セット行う。セット内の観測回数等は、次表を標準とする。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔
5衛星以上	FIX解を得てから10エポック（連続）以上	1秒

2. 観測開始時及び通信が途切れた場合は再初期化を行う。
3. 1セット目の一連の観測終了後に再初期化を行い、2セット目の観測を行う。
2セット目の観測は点検値とする。
4. セット間較差の許容範囲は、次表を標準とする。

項 目	許 容 範 囲		摘 要
セット間較差	ΔN	20mm	X、Y座標の比較でも可
	ΔE	20mm	

5. 他の観測条件、機器の点検は、第2編第2章第5節の規定を準用する。
6. 中心点間隔は、次表を標準とする。

種 別		間 隔
道 路	計画調査	100m 又は 50m
	実施設計	20m
河 川	計画調査	100m 又は 50m
	実施設計	20m 又は 50m
海 岸	実施設計	20m 又は 50m

7. 計画機関が指示する縦断変化点の設置は、中心点の設置に準ずる。
8. 点検測量は、隣接する中心点等の点間距離の計算値と単点観測法等により求めた距離を比較する。観測は1セットとし、較差の許容範囲は次表を標準とする。

距離 区分	20m 未満	20m 以上	摘 要
	平 地	10mm	
山 地	20mm	S/1,000	S は点間距離の計算値

(標杭の設置)

第 61 条 主要点には役杭を、中心点には中心杭を設置する。

第5節 横断測量

(要 旨)

第 62 条 横断測量とは、中心杭等を基準にして地形の変化点等の距離及び地盤高を定め、横断面図を作成する作業をいう。

(方法)

第 63 条 横断測量は、中心杭等を基準にして、中心点における中心線の接線に対して直角方向の線上にある地形の変化点及び地物について、中心点からの距離及び地盤高を定め、その結果により横断面図を作成して行うものとする。

2 横断測量における地盤高の測定は、直接水準測量により行うが、地形その他の状況により直接水準測量に代えて間接水準測量、単点観測法により行うことができる。

3 水部における横断測量は、前項の規定にかかわらず、第 4 編第 3 章第 5 節の規定を準用する。

<第 63 条 運用基準>

1. 単点観測法による場合、横断方向の見通し杭の設置を省略し、法線方向を直接決定することができる。

2. 単点観測法の観測は、1 セット行う。セット内の観測回数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
5 衛星以上	FIX 解を得てから 10 エポック (連続) 以上	1 秒

3. 観測開始時及び通信が途切れた場合は再初期化を行う。

4. 再初期化を行う場合は、第 35 条運用基準 3 を準用する。

5. 他の観測条件、機器の点検は、第 2 編第 2 章第 5 節の規定を準用する。

6. 測量の基準とする点は、中心杭及び計画機関が指定する縦断変化点杭とする。

7. 間接水準測量は、単観測昇降式により行う。

8. 横断測量における点検測量は、点検測量率により選択された横断面について、再度横断測量を実施し、その結果に基づいて描画した横断面図を、先に描画した横断面図の中心点及び末端見通し杭を固定して重ね合わせ、横断形状を比較することにより行う。

また、中心杭と末端見通し杭の距離及び標高の測定値と点検測量値の較差の許容範囲は、次表を標準とする。

区 分	距 離	標 高	摘 要
平 地	L/500	$2\text{cm}+5\text{cm}\sqrt{L/100}$	L は中心杭等と末端見通し杭又は末端杭の測定距離 (m 単位)
山 地	L/300	$5\text{cm}+15\text{cm}\sqrt{L/100}$	

9. 横断面図の縮尺は、縦断面図の縦と同一のものを標準とする。

10. 標高は、国土地理院が提供するジオイドモデルによりジオイド高を補正して決定する。

第6節 詳細測量

(要旨)

第64条 詳細測量とは、主要な構造物の設計に必要な詳細平面図及び横断面図を作成する作業をいう。

(方法)

第65条 詳細平面図の作成は、地形測量又は数値地形測量により行う。

2 横断面図の作成は、横断測量により行う。

3 横断測量の方法は、前節の規定を準用し、観測は平地においては4級水準測量、山地においては簡易水準測量又は単点観測法により行うことができる。

<第65条 運用基準>

1. 詳細平面図の縮尺は、1/250以上とする。
2. 横断面図の縮尺は、縦断面図の縦の縮尺に合わせることを標準とする。

第7節 用地幅杭設置測量

(要旨)

第66条 用地幅杭設置測量とは、取得等に係わる用地の範囲を示すため所定の位置に用地幅杭を設置し、杭打図を作成する作業をいう。

(方法)

第67条 用地幅杭設置測量は、中心点等から中心線に対して直角方向の用地幅杭点座標値を計算し、それに基づいて、4級以上の基準点に基づく測量、又は単点観測法により用地幅杭を設置して行うことができる。

2 計画機関の指示により、前項以外の位置に用地幅杭点を設置する場合は、その点の座標値を計算し、それに基づいて、4級以上の基準点に基づく測量、又は単点観測法により行うことができる。

<第67条 運用基準>

1. 単点観測法による観測は2セット行う。セット内の観測回数等は、次表を標準とする。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔
5衛星以上	FIX 解を得てから 10 エポック（連続）以上	1秒

2. 観測開始時及び通信が途切れた場合は再初期化を行う。
3. 1セット目の一連の観測終了後に再初期化を行い、2セット目の観測を行う。
2セット目の観測は点検値とする。
4. セット間較差の許容範囲は次表を標準とする。

項 目	許 容 範 囲		摘 要
セット間較差	ΔN	20mm	X、Y座標の比較でも可
	ΔE	20mm	

5. 他の観測条件、機器の点検は、第2編第2章第5節の規定を準用する。

(用地幅杭点間測量)

第68条 用地幅杭点間測量は、隣接する用地幅杭点間全辺について距離を現地で測定し、計算された用地幅杭点間距離と比較することにより行う。

<第68条 運用基準>

用地幅杭点間測量は、TS等を用いて行うものとし、国土交通省公共測量作業規程第5編第2章第9節の規定を準用する。

第3章 ネットワーク型 RTK-GPS 測量による河川測量

第1節 要 旨

(要 旨)

第 69 条 ネットワーク型 RTK-GPS 測量による河川測量とは、ネットワーク型 RTK-GPS 測量により河川、海岸等の調査及び河川の維持管理等に用いられる測量をいう。

(河川測量の細分)

第 70 条 ネットワーク型 RTK-GPS 測量による河川測量は、次に掲げる測量に細分し、一部又は全部で行う。

- (1) 作業計画
- (2) 距離標設置測量
- (3) 定期横断測量
- (4) 深淺測量
- (5) 法線測量
- (6) 海浜測量及び汀線測量
- (7) 成果等の整理

2 (7)については、国土交通省公共測量作業規程第 5 編第 3 章第 10 節の規定を準用する。

第2節 作業計画

(要 旨)

第 71 条 作業計画は、第 4 条の規定によるほか、河川、海岸等における測量に必要な状況を把握し、河川測量の細分ごとに作成する。

第3節 距離標設置測量

(要 旨)

第 72 条 距離標設置測量とは、河心線の接線に対して直角方向の兩岸の堤防法肩又は法面等に距離標を設置する作業をいう。

(方 法)

第 73 条 距離標設置測量の方法とは、図上で設定した距離標の座標値をディジタイザ等で読み取り、その座標に基づいて、近傍の 3 級基準点等に基づく測量、又は単点観測法により設置することができる。

<第 73 条 運用基準>

1. 距離標設置間隔は、河川の河口又は幹川への合流点に設けた起点から、河心にそって 200m を標準とする。
2. 単点観測法による観測は、1 セット行う。セット内の観測回数等は、次表を標準とする。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔
5衛星以上	FIX 解を得てから 10 エポック（連続）以上	1秒

3. 観測開始時及び通信が途切れた場合は再初期化を行う。
4. 再初期化を行う場合は、第 35 条運用基準 3 を準用する。
5. 観測する距離標は 15 点以内で、補正データ等又は面補正パラメータを再要求する。
6. 他の観測条件、機器の点検は、第 2 編第 2 章第 5 節の規定を準用する。
7. 距離標の位置を示すため、点の記を作成する。
8. 標高は、国土地理院が提供するジオイドモデルによりジオイド高を補正して決定する。

第4節 定期横断測量

(要旨)

第 74 条 定期横断測量とは、定期的に左右距離標の視通線上の横断測量を実施して横断面図を作成する作業をいう。

(方法)

- 第 75 条** 定期横断測量は、左右距離標における視通線上の地形の変化点等について、距離標からの距離及び標高を測定して行う。
- 2 定期横断測量は、水際杭を境にして、陸部と水部に分け、陸部については横断測量、水部については深淺測量により行う。
 - 3 横断面図の作成は、定期横断測量の結果に基づいて作成する。

<第 75 条 運用基準>

1. 陸部の測量範囲は、次表を標準とする。

測量名	測量範囲
定期横断測量	堤内 20m～50m

2. 横断面図は、横の縮尺 1/100～1/10,000、縦の縮尺 1/100～1/200 を標準とする。
3. 横断面図には、距離標及び水際杭の位置を表示する。
4. 横断測量は、第 4 編第 2 章第 5 節、深淺測量は、第 4 編第 3 章第 5 節の規定を準用する。

第5節 深浅測量

(要旨)

第76条 深浅測量とは、河川、貯水池、湖沼又は海岸において、水底部の地形を明らかにするため、水深、測深位置（船位）及び水位（潮位）を測定し、横断面図を作成する作業をいう。

(方法)

第77条 水深の測定は、音響測深機を用いて行うものとする。ただし、水深が浅い場合は、直接測定によることもできる。

2 測深位置（船位）の測定は、ワイヤーロープによる測定、TS 測量、RTK-GPS 測量又は単点観測法のいずれかによるものとする。

3 水位（潮位）の測定は、水位標、検潮所若しくは仮水位標による観測又は直接測定により行う。

4 横断面図は、深浅測量の結果に基づいて作成する。

<第77条 運用基準>

1. 測深位置（船位）の測定手法と測点間隔は、次表に掲げるもの又は相当以上とする。

測定手法	測点間隔	備考
ワイヤーロープによる測定	5m	
TS 測量	50m～100m	付加機能の活用
RTK-GPS 測量、単点観測法	25cm 以上	船速、測深機の機能により変更

2. 単点観測法では、観測船を観測線上に航走し、アナログ測深機では、一定時間毎に測位マークを記録紙に入れる。また、デジタル測深機では、時刻を同時記録させ、単点観測法の観測時刻と合わせて測深位置を決定する。

3. 単点観測法による観測等は、次表を標準とする。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔
5衛星以上	FIX解を得てから1エポック以上	1秒

4. 他の観測条件、機器の点検は、第2編第2章第5節の規定を準用する。

5. 音響測深機の使用に当たっては、毎日1回以上当日の測深水域又はその付近で、パーチェックを実施することを原則とする。

6. 水深は、指定されたピッチ位置において2回測定を行い、その平均値を採用する。ただし、広大な水域等で2回測定が困難な場合はこの限りではない。

7. 横断面図は、横の縮尺 1/100～1/10,000、縦の縮尺 1/100～1/200 を標準とする。

8. 横断面図には、水際杭の位置を表示する。

第6節 法線測量

(要旨)

第78条 法線測量とは、計画資料に基づき、河川又は海岸において築造物の新設又は改修等を行う場合に現地の法線上に杭を設置し線形図を作成する作業をいう。

(方法)

第79条 法線測量は、第4編第2章第4節の規定を準用する。

第7節 海浜測量及び汀線測量

(要旨)

第80条 海浜測量とは、前浜と後浜（以下「海浜」という。）を含む範囲の等高・等深線図を作成する作業をいう。

2 汀線測量とは、最低水面と海浜との交線（以下「汀線」という。）を定め、汀線図を作成する作業をいう。

(方法)

第81条 海浜測量は、海岸線に沿って陸部に基準線を設けて、所定の間隔に測点を設置し、測点ごとに基準線に対し直角の方向に横断測量を実施して行う。なお、後浜の地形が複雑な場合は、後浜について地形測量又は数値地形測量で行うことができる。

2 等高・等深線図は、横断測量等の結果に基づいて作成する。

3 汀線測量は、基準とする杭から距離測定及び標高測定によって汀線の位置を定めて行う。

4 汀線図は、前項の結果に基づいて作成する。ただし、汀線を等高・等深線図に表示した場合は、汀線図を省略することができる。

<第81条 運用基準>

1. 最低水面は原則として、「平均水面、最高水面及び最低水面一覧表」により求める。
2. 基準線の測量は、第4編第2章第4節の規定を準用する。
3. 横断測量は、第4編第2章第5節の規定を準用する。

第4章 ネットワーク型 RTK-GPS 測量による用地測量

第1節 要 旨

(要 旨)

第 82 条 用地測量とは、土地及び境界等について調査し、用地取得等に必要な資料及び図面を作成する作業をいう。

(用地測量の細分)

第 83 条 ネットワーク型 RTK-GPS 測量による用地測量は、次に掲げる測量等に細分し、一部又は全部で行う。

- (1) 作業計画
- (2) 境界測量
- (3) 用地境界仮杭設置
- (4) 境界点間測量
- (5) 成果等の整理

2 (5)については、国土交通省公共測量作業規程第 5 編第 4 章第 9 節の規定を準用する。

第2節 作業計画

(要 旨)

第 84 条 作業計画は、第 4 条の規定によるほか、用地測量を実施する区域の地形、土地の利用状況、植生の状況等を把握し、用地測量の細分ごとに作成する。

第3節 境界測量

(要 旨)

第 85 条 境界測量とは、現地において境界点を測定し、その座標値等を求める作業をいう。

(方 法)

第 86 条 境界測量は、4 級以上の基準点に基づく測量、又は単点観測法により行うことができる。

- 2 前項の結果に基づき、計算により境界点の座標値、境界点間の距離及び方向角を求める。
- 3 座標値等の計算における結果の表示単位等は、原則として、次表を標準とする。

区 分	方向角	距 離	座標値	面 積
単 位	秒	m	m	m ²
位	1	0.001	0.001	0.000001

<第 86 条 運用基準>

1. 単点観測法による観測は、2セット行う。セット内の観測回数等は、次表を標準とする。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔
5衛星以上	FIX解を得てから10エポック（連続）以上	1秒

2. 観測開始時及び通信が途切れた場合は再初期化を行う。
3. 1セット目の一連の観測終了後、再初期化を行ってから2セット目の観測を行う。
4. セット間較差の許容範囲は次表を標準とする。

項目	許容範囲		摘要
セット間較差	ΔN	20mm	X、Y座標の比較でも可
	ΔE	20mm	

5. 境界点の座標値は、2セットの観測から求めた平均値とする。
6. 他の観測条件、機器の点検は、第2編第2章第5節の規定を準用する。
7. 計算は、計算機が備える全桁数を用いて行い、座標値及び方向角は、規定する表示桁数の次の桁において四捨五入し、距離及び面積は、必要な表示桁数の次の桁以下を切り捨てる。

(用地境界仮杭設置)

第 87 条 用地境界仮杭設置とは、用地幅杭の位置以外の境界線上等において、用地境界杭を設置する必要がある場合に、現地に用地境界仮杭を設置する作業をいう。

(方法)

第 88 条 用地境界仮杭設置は、交点計算等で求めた用地境界仮杭の座標値に基づいて、4級以上の基準点に基づく測量、単点観測法又は用地幅杭線と境界線の交点を視通法により決定することができる。

<第 88 条 運用基準>

1. 単点観測法による観測は、2セット行う。セット内の観測回数等は、次表を標準とする。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔
5衛星以上	FIX解を得てから10エポック（連続）以上	1秒

2. 観測開始時及び通信が途切れた場合は再初期化を行う。
3. 1セット目の一連の観測終了後に再初期化を行い、2セット目の観測を行う。2セット目の観測は点検値とする。
4. セット間較差の許容範囲は次表を標準とする。

項 目	許 容 範 囲		摘 要
セット間較差	ΔN	20mm	X、Y座標の比較でも可
	ΔE	20mm	

5. 他の観測条件、機器の点検は、第2編第2章第5節の規定を準用する。

第4節 境界点間測量

(要 旨)

第 89 条 境界点間測量とは、境界測量等において隣接する境界点間の距離を測定して精度を確認する作業をいう。

(方 法)

第 90 条 境界点間測量は、以下の測量を終了した時点で行う。

- (1) 境界測量
- (2) 用地境界仮杭設置
- (3) 用地境界杭設置

2 境界点間測量は、隣接する境界点間又は境界点と用地境界点（用地境界杭を設置した点）との距離を全辺について現地で測定し、第 86 条及び第 88 条で計算された距離と比較することにより行う。

<第 90 条 運用基準>

境界点間測量は、TS 等を用いて行うものとし、国土交通省公共測量作業規程第 5 編第 4 章第 6 節の規定を準用する。

[第1条解説]

1. 国土交通省の行う公共測量の実施に必要な作業方法及び使用機器については、国土交通省公共測量作業規程に規定されているが、それらにより難しい場合、あるいは、他の方法又は他の機器を用いるほうが、経済性、作業効率等の面で有利な場合には、下記の第16条により、それらの適用への道が開かれている。

(機器等及び作業方法に関する特例)

第16条 この規程に定めるものと異なる機器等又は作業方法は、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て計画機関が指示し、又は承認した場合に限り、作業の一部に用いることができる。

- 2 計画機関は、前項の指示又は承認をしようとするときは、国土地理院の長の意見を求めなければならない。ただし、法第36条の規定に基づく国土地理院の長の技術的助言をもって、これに代えることができる。

本マニュアルは、国土交通省公共測量作業規程に規定されていないネットワーク型RTK-GPS測量について、その標準的な作業方法を示すことにより、国土交通省の行う公共測量におけるネットワーク型RTK-GPS測量の活用を図るものである。

2. 国土交通省を除く国の機関又は公共団体（公団、事業団、地方公共団体及び土地区画整理組合等）においても、国土交通省公共測量作業規程を準用してネットワーク型RTK-GPS測量を行う場合には、本マニュアルの活用ができる。

[第2条解説]

本マニュアルは、ネットワーク型RTK-GPS測量を利用する特有な事項について記述しているため、これ以外の事項は、国土交通省公共測量作業規程を準用する。

[第3条解説]

ネットワーク型RTK-GPS測量により公共測量に使用される標準的なGPS測量機の構成は、次のとおりである。

(1) GPSアンテナ

GPSアンテナは、GPS衛星からの信号を受信し、アンテナケーブルを通してGPS受信機本体に観測データを供給する。GPSアンテナの整置は、三脚又は十分に調整したアンテナポールを用いることを標準とする。

(2) GPS受信機

GPS受信機は、同時に複数のチャンネルで、GPS衛星から搬送波位相及び擬似距離等の信号を受信するとともに、ネットワーク型RTK-GPS測量を利用して、基線解析又は誤差バイアス量の補正処理を行う。サーバ型VRS方式では、基線解析の処理をサーバ側で行う。

VRS方式では、RTK-GPS測量対応のファームウェアを備えたGPS受信機又はサーバ型GPS受信機、FKP方式では、GPS受信機に接続した測量端末装置にて、これらの処理を行う機能を有する。

(3) データコントローラ（データコレクタ）及び測量端末装置

VRS方式におけるデータコントローラは、GPS受信機の操作や観測データ及び補正データ等処理する装置である。

FKP方式における測量端末装置は、GPS受信機の制御や観測データ及び補正情報処理する装置、データコントローラは、FKP処理機能を内蔵したGPS受信機の

操作や観測データ及び補正情報処理する装置である。

(4) 通信装置

通信装置は、GPS受信機又は測量端末装置に接続して、位置情報を配信事業者に送信し、配信事業者で算出された補正データ等又は面補正パラメータを受信する。通信装置として、携帯電話等を利用する。

[第4条解説]

ネットワーク型RTK-GPS測量の精度は、補正データ等にも依存することから配信業者から、測量前後の基準局配点図の提供を受け資料として添付する。

[第10条解説]

既知点として電子基準点付属標を使用する場合は、付属標におけるGPS衛星の受信状況を確認してから観測を行う。

[第11条解説]

1. ネットワーク型RTK-GPS基準点測量の観測距離

RTK-GPS測量の場合、GPS衛星の配置や使用するGPS衛星の組み合わせの変化で、測位精度が低下することがある。この精度の低下は、観測距離が長いほど結果に影響する。このためVRS方式では、仮想点と移動局間の距離を3 km以内とする制限を設けた。

なお、FKP方式の場合は、近傍の基準局からの面補正パラメータにより長距離基線で発生する誤差の要因となるバイアス量を補正するため、特に、距離の制限は設けていない。

2. TS等を用いる測量との併用

観測点において、地物・地形・植生等の影響によるマルチパスやGPS衛星の信号及びデータ通信に対する電波障害等による影響のため、観測値が不良と予想される場合は、TS等を用いた測量方式等と併用することができる。この場合、観測条件の良いところにネットワーク型RTK-GPSにより基準点を設置し、その観測点を既知点としてTS等を用いる測量を実施することもできる。

[第13条解説]

1. ネットワーク型RTK-GPS基準点測量を市街地などで行う場合は、地物等の影響によりマルチパスが多く発生することが考えられるために注意が必要である。特に、建物や看板に隣接するところでの観測は避けるべきである。

また、精度及び効率から、ネットワーク型RTK-GPS基準点測量とTSを用いた測量等の特徴を熟知し、どの測量方法が最適かを選択することが重要である。

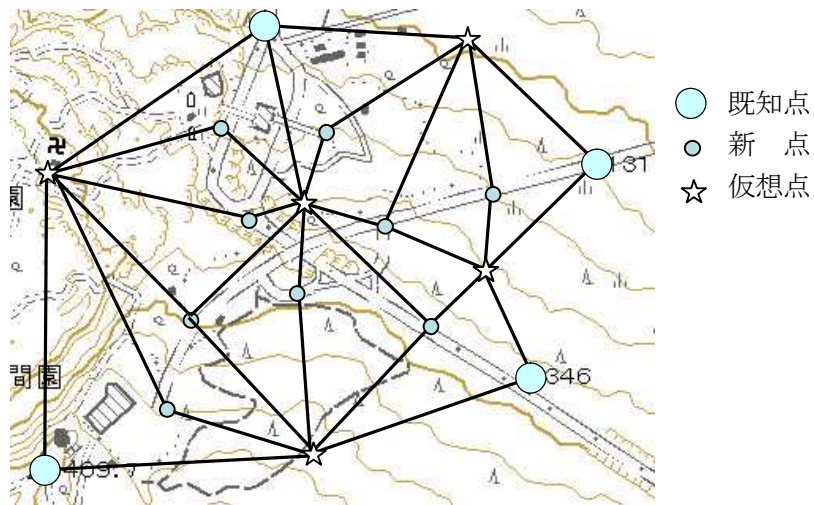
2. 平均計画図の作成に当たっては、国土交通省公共測量作業規程第22条運用基準を準用する。

(1) 直接観測法 (直接観測法による平均計画図参照)

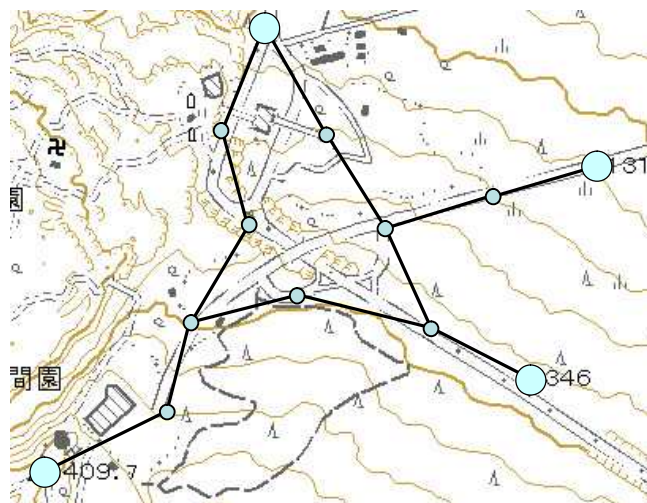
直接観測法における路線長は、仮想点～新点～仮想点となる。したがって路線の辺数は2辺である。路線図形中の外周50°以下は、新点と仮想点を対象とする。また、路線内夾角は新点を対象とする。

(2) 間接観測法 (間接観測法による平均計画図参照)

間接観測法における路線長、路線の辺数等は、国土交通省公共測量作業規程第22条運用基準を準用する。



直接観測法による平均計画図



間接観測法による平均計画図

[第15条解説]

3～4級基準点の点間標準距離は、50m～200mの短距離であるため、偏心は行わない。やむを得ない場合は、TS等を用いる測量の採用や併用も考慮する。また、今後の測点の利用を考慮し、基準点間の視通をできるだけ確保する。

[第22条解説]

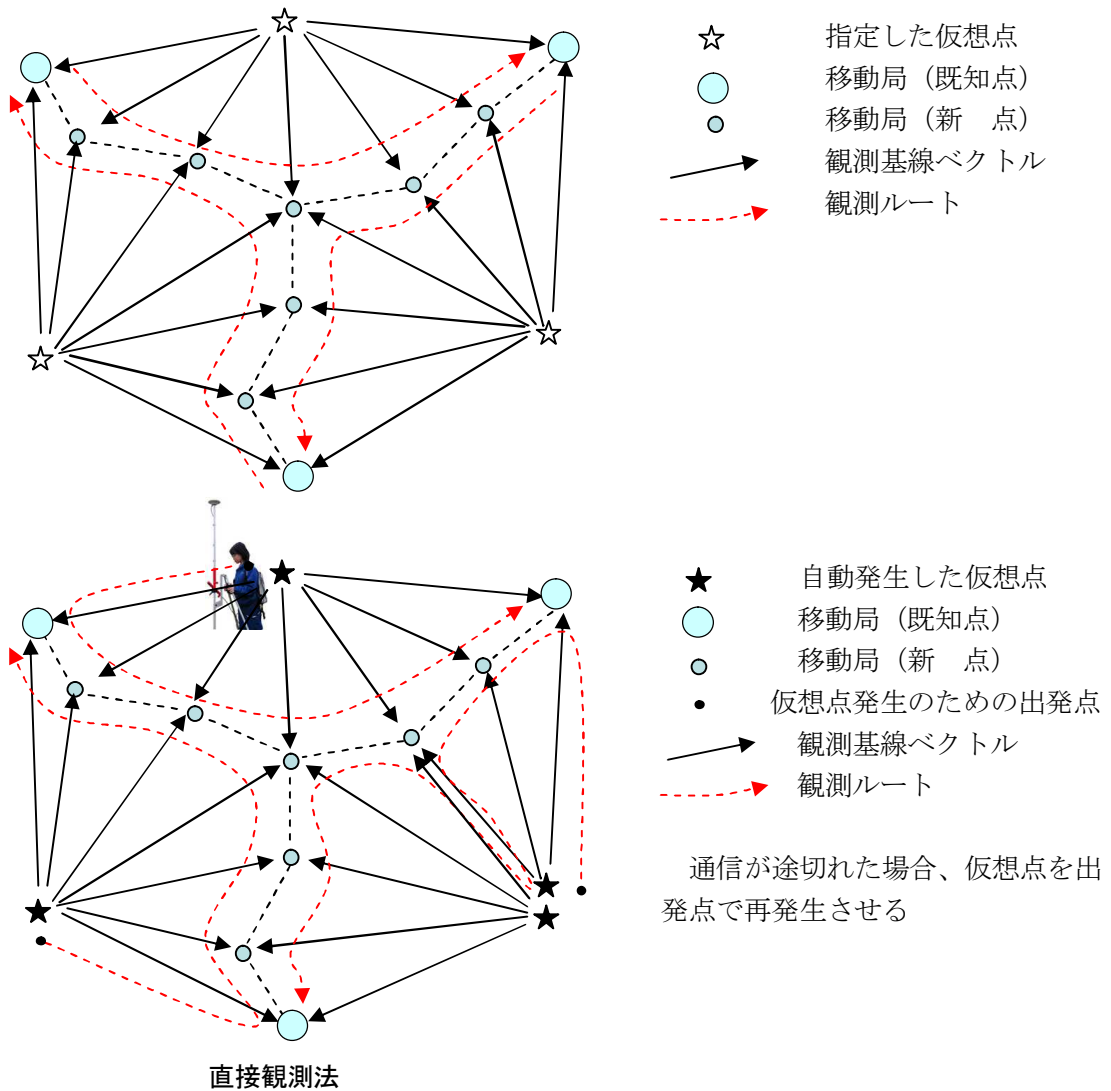
ネットワーク型RTK-GPS基準点測量では、アンテナポールの使用が多くなると考えられる。このため、アンテナポールの鉛直性や気泡管を十分に点検・調整する必要がある。また、観測において、移動局のGPSアンテナを常に同一方向に向けることで、アンテナの位相特性等による誤差を小さくすることが可能となる。

[第23条解説]

1. ネットワーク型RTK-GPS基準点測量の観測方法の概要

ネットワーク型RTK-GPS基準点測量の観測は、基本的にはGPS測量機を移動局に整置して観測を行う。この時、配信事業者で算出された補正データ等又は面補正パラメータを通信装置で受信し、移動局で観測した観測データ及び補正データ等又は面補正パラメータを用いて、即時に基線解析又は補正処理を行い移動局の位置を決定する。位置の決定後、移動局は次の観測点に移動し、同様の観測を順次行うことで、既知点と新点間の相対的な位置関係を決定する。

ネットワーク型RTK-GPS基準点測量の観測は、直接観測法と間接観測法を用いる。ここでいう直接観測法とは、基線解析で直接的に得られる仮想点と移動局間の基線ベクトルを採用する方法である。各移動局では観測を行い、配信事業者から受信した補正データ等を用いて基線解析し、基線解析で得られた基線ベクトルを用いて、仮想点～既知点、仮想点～新点を結合する多角網を構成する測量方式である。

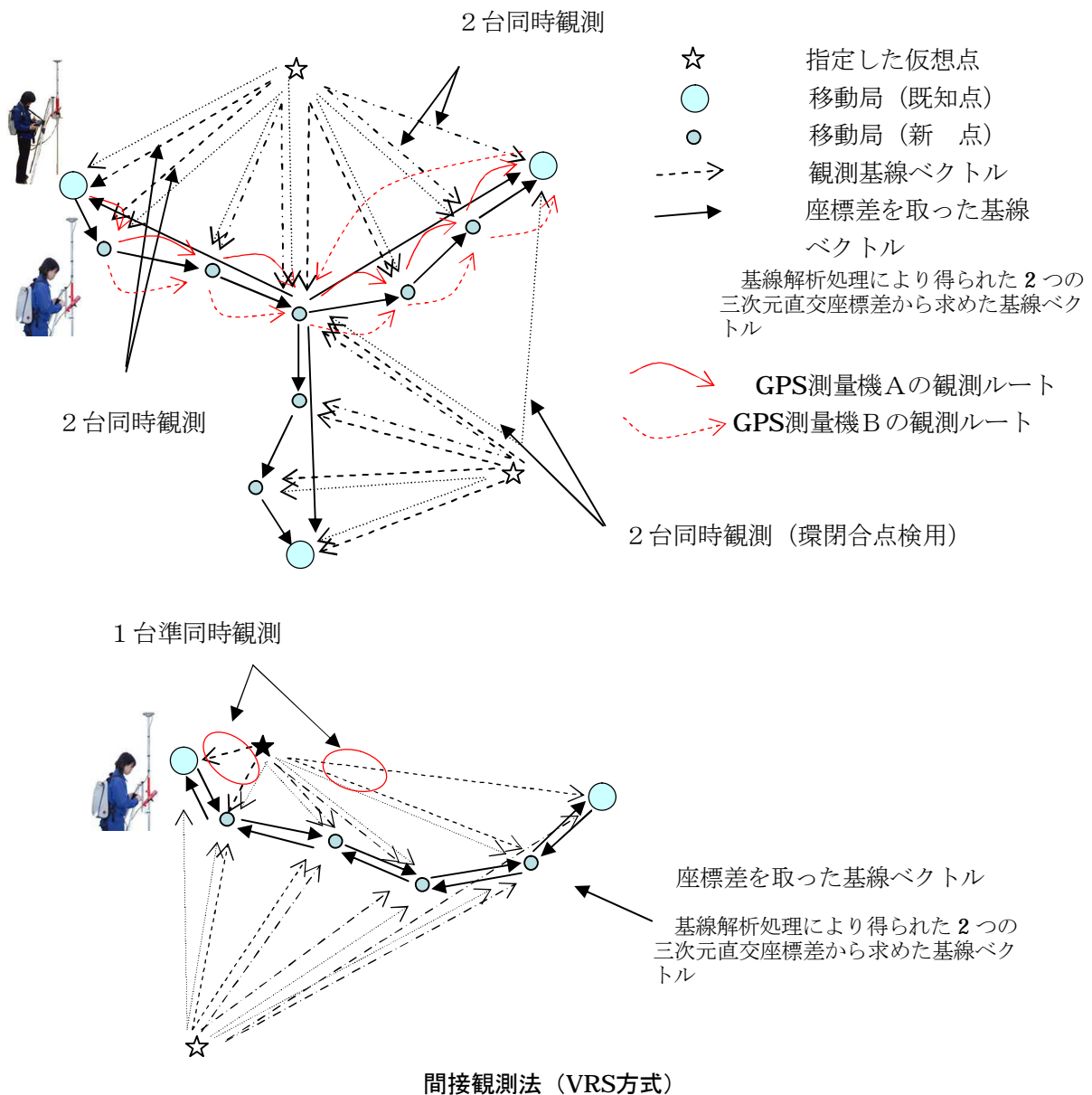


間接観測法とは、2点の移動局で2台同時観測又は1台準同時観測を行い、配信事業者から受信した補正データ等又は面補正パラメータを用いて、基線解析又は誤差バイアス量

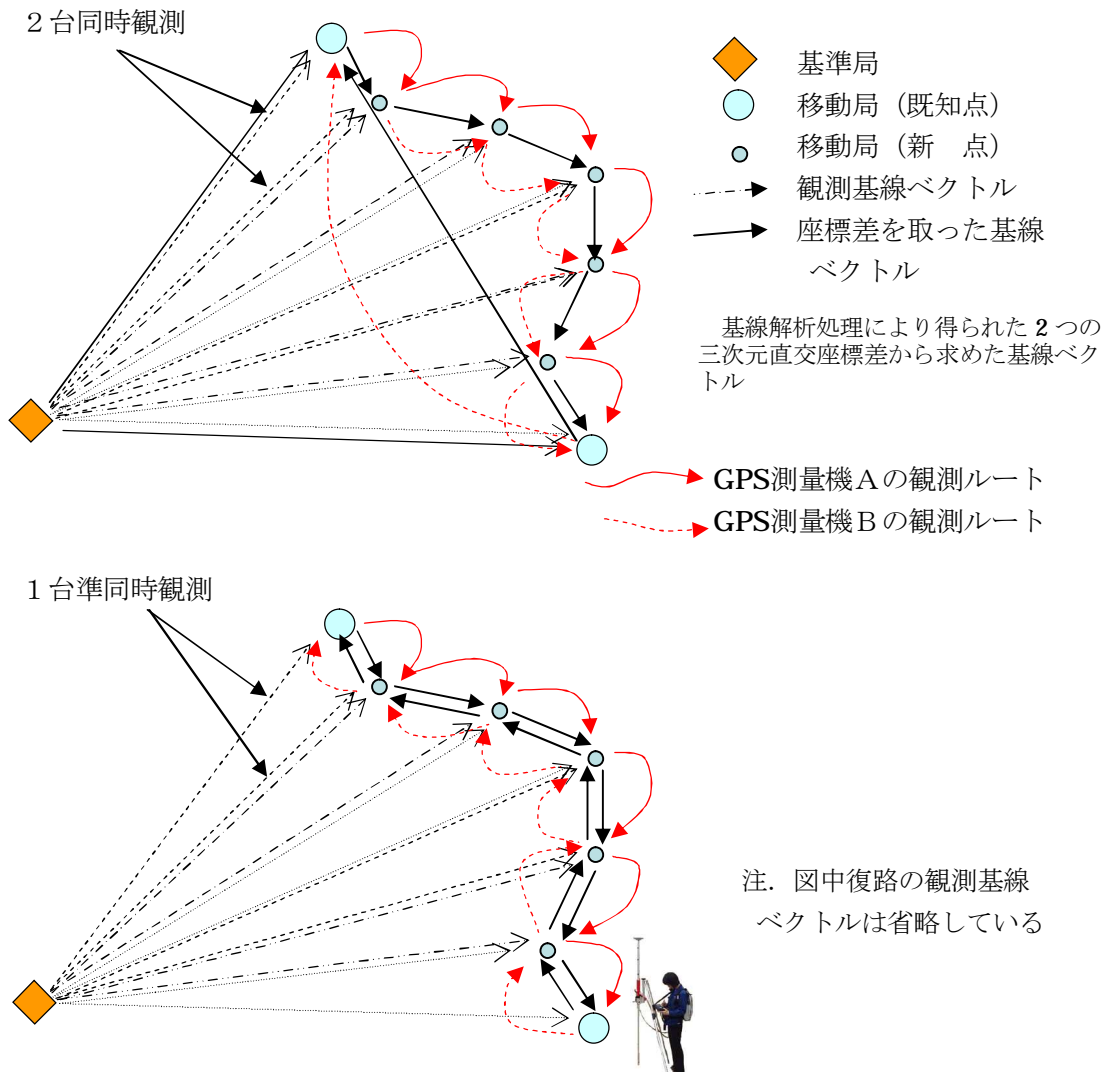
の補正処理を行って、各々の三次元直交座標を求める。これらの座標値の差から2点間の基線ベクトルを間接的に求め、この基線ベクトルを用いて、既知点～新点又は新点～新点を結合する多角網を構成する測量方式である。

ただし、2台同時観測方式とは、2点の移動局での観測の開始時刻に合わせた観測方式であり、1台準同時観測方式とは、2点の移動局での観測の時刻差をできるだけ短くした観測方式である。また、1台準同時観測方式は、基線ベクトル毎に独立した観測となるように行うものとする。

なお、1台準同時観測方式による1基線の観測は、同一位置の仮想点又は同一基準局の補正データ等又は面補正パラメータを用いて基線解析又は誤差バイアス量の補正処理を行い、各々の三次元直交座標差により算出する方法である。



1台のGPS測量機で準同時観測を行う1台準同時観測方式は、必ず、復観測（同方向も可）を行い、重複による点検を実施する。



1台のGPS測量機で準同時観測を行う1台準同時観測方式は、必ず、復観測（同方向も可）を行い、重複による点検を実施する。

間接観測法（FKP方式）

2. VRS方式における仮想点の位置

VRS方式における仮想点の位置データは、各移動局で観測した単独測位データ又は任意位置データとする。ただし、間接観測法による2台同時観測方式において、2カ所の移動局で仮想点が同一でない場合には、間接観測精度が低下する恐れがあるので、仮想点決定後、それぞれのGPS測量機で同一点を観測し、この較差を点検する必要がある。較差の許容範囲については、第25条運用基準3の重複する基線ベクトルの較差を準用する。

また、既知点上に仮想点を生成し、その仮想点との観測基線ベクトルを既知点からの観測基線ベクトルとして取り扱うことはできない。既知点からの観測基線ベクトルを得るには、実際に既知点上でネットワーク型RTK-GPS測定の観測を行う必要がある。

3. FKP方式における基準局の確認

FKP方式での2台同時観測方式による間接観測法では、同一の基準局を使用しないと面補正パラメータが異なることになる。したがって、2台の移動局が同一基準局を使用しているかを確認する。

4. GPS衛星の配置による影響

ネットワーク型RTK-GPS測量観測では、最適な5個以上のGPS衛星により観測を行うため、観測時間の経過と共に、GPS衛星の配置状況の変化により精度の低下が考えられる。このため、あらかじめ、衛星の配置状況を検討し、観測に使用するGPS衛星が、地平線からの昇降の変化が著しい時間帯の観測を避けることが重要である。また、移動局のGPS測量機に表示される測位精度表示を確認し、観測を行うことも重要である。

一般的に、GPS衛星の配置が測量精度に及ぼす影響量は、DOP (Dilution Of Precision) という指標で表される。DOPは、定義によっても異なるが、一般的には、最良の配置が1で数字が大きくなると精度が低下することを意味している。

しかし、これは、上空にある全ての衛星を使用する場合に使用できる指標であり、ネットワーク型RTK-GPS測量観測では、5個以上の衛星により観測を行っている。

このため、この指標を観測計画以外に使用すべきでなく、あくまで、移動局のGPS測量機が表示する使用中のGPS衛星による測位精度を確認する指標として利用すべきである。

メーカーにより指標の数値及び表現が異なる場合もあるが、各メーカーで安定して観測できる標準値を示している。

観測を行うためには、次のことに注意する。

- 1) 片寄ったGPS衛星の配置では観測しない。
- 2) 同一のGPS衛星がなるべく長い時間観測できる時刻を選ぶ。
- 3) 観測距離をむやみに長くしない。

GPS観測のスタティック法では、長時間にわたって、GPS衛星から搬送波位相等を観測しており、さらに、観測した全ての衛星を利用することから、衛星の配置や個数・観測環境による影響は平均化され、結果的に精度の良い基線ベクトルを得ることができる。

なお、RMS (標準偏差 : Root Mean Square) とは、GPS衛星による測位誤差を示す指標である。

5. マルチパスの影響

マルチパスとは、GPS衛星から発信された電波が、建物等で反射して、GPSアンテナに到達する現象である。これによりGPSアンテナでは、GPS衛星より直接到達する信号とマルチパスにより遅れて到達する信号を受信することになる。

この現象は、受信信号強度の変化、受信する搬送波位相のずれ等の原因となる。建物等の近傍で測量を行う場合は、衛星の配置 (方向) によっては、影響量が大きくなり、市街地等の建物の近傍で行う測量では、いろいろな方向からのマルチパスが考えられる。このため、電波の受信強度が高くても、測量精度が低下することがある。

その影響量そのものを検出して補正することは困難である。

特に、ネットワーク型RTK-GPS測量観測では、スタティック法等に比べ観測時間が極端に短いため、一般的にマルチパスによる影響は大きくなる。マルチパスの影響を受けているかを判断する情報として、マルチパスを受ける環境になった時、著しくGPS測量機のRTK測位精度指標が劣化する。マルチパスの影響を受けた観測をしない

ためにも、観測者は、測位精度指標のバラツキに注意を払う必要がある。

マルチパスの影響を最小限にするためには、次のことに注意する。

- 1) 電波環境の悪いところでは、状況により、**TS**等の利用も考慮する。
- 2) 観測結果の点検には、時間帯をずらして、再び観測を行う。
- 3) 仰角の低い**GPS**衛星からの電波は、マルチパスが発生しやすいので、衛星の配置に注意して、適切な時間帯を選ぶ。

6. 観測エポック

エポックについては、各機器メーカーで定義が異なるが、ここでは、各**GPS**衛星から同時に受信する1回の信号を1エポックとしている。3～4級基準点測量では、1秒のデータ取得間隔で**10**エポック（連続）の観測であるから、受信状況に問題がなければ、1セットの観測は、**10**秒で終了することになる。ただし、観測は、整数値バイアスの初期化や収束の過程であることも考えられるので、**FIX**解が得られているのを確認し、かつ、測位精度指標が、良好であるかを確認して行う。

7. アンテナポールの使用

観測結果が安定しない原因として、アンテナの整置が不安定によることが多い。

アンテナポールを支持杖で支えないで観測しても、一見、正常に観測しているように感じられるが、**GPS**アンテナはアンテナポールの先端に固定されているため、数**cm**の範囲でふらついていることが多い。したがって、支持杖等の補助装置を用いて、アンテナポールを鉛直にしっかりと整置しなければならない。

8. 整数値バイアスの確定（初期化）

ネットワーク型**RTK-GPS**測量観測は、1級**GPS**測量機（2周波型）で行うが、整数値バイアスを確定（初期化）するために行う**OTF**（**On The Fly**）法は、**L1**、**L2**における擬似距離等を最大限活用して、整数値バイアスを確定する方法で、数十秒間の観測で初期化が終了する。初期化時間が著しく長い場合は、マルチパス等の影響で整数値バイアスの確定を間違っていることも考えられるので、初期化時間が長い場合、初期化が早くできる場所で、再度初期化することが望ましい。

9. 観測データの転送について

ネットワーク型**RTK-GPS**測量観測では、配信事業者より移動局周辺の複数の基準局の観測値を利用して算出された補正データ等又は面補正パラメータを常時転送する。

通信には、通信装置を用いることが多い。しかし、全ての地域で携帯電話が使用できるとは限らないので、あらかじめ、携帯電話のサービス地域か否かを調査する必要がある。

また、配信事業者では、基準局を利用するため、作業地域で利用している基準局の衛星捕捉情報等を配信事業者より入手し、作業計画を立てることが必要である。

10. 点検計算のための観測

ネットワーク型**RTK-GPS**測量観測では、観測時間が極端に短いため、前述のように使用する**GPS**衛星の切り替わりや、マルチパス等の影響により精度が低下することが考えられる。このため、異なる時間帯を選定して、2セットの重複する基線ベクトルの観測を行って比較点検、又は異なる時間帯で観測した基線ベクトルの環閉合を行って点検する。

なお、1台準同時観測方式においては、整数値バイアスのミスフィックスがあった場合のチェックを確実なものにするために、異なる時間帯で観測した2セットの重複する基線ベクトルの比較点検を行う。

点検のための観測は、衛星配置が変化してから行うことが重要で、計画した一連の

観測が終了した後、GPS衛星の配置が十分に变化してから、点検のための観測を実施することにより、信頼できる結果が得られる。また、アンテナ高を変えることで、アンテナ高の測定値の点検を行うことも可能となる。

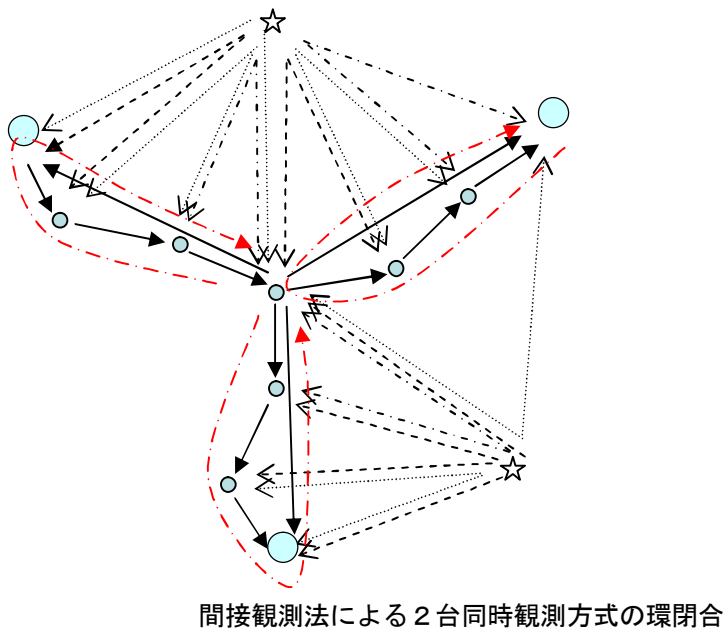
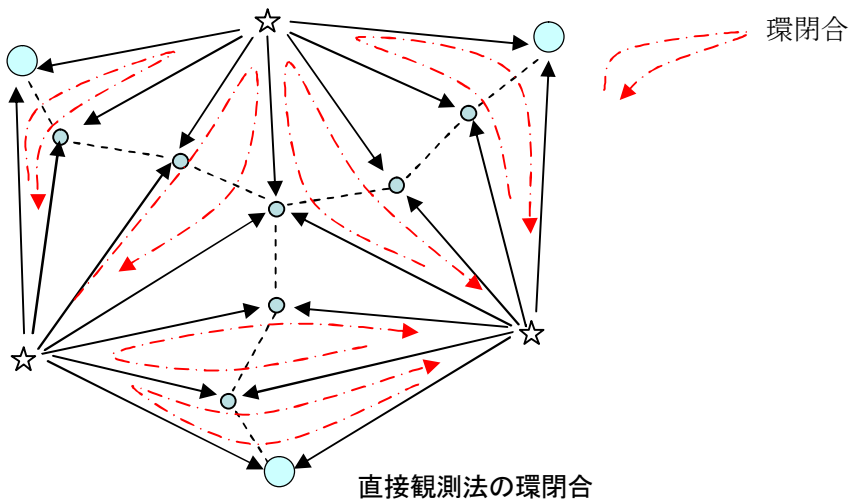
[第25条解説]

点検計算の方法

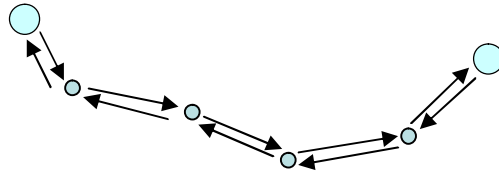
点検計算は、基線ベクトルの環閉合差又は重複観測によるセット間較差の比較により行う。環閉合差を求める場合には、各路線について計算する。

閉合差を求める場合は、基線ベクトルの三次元成分毎に閉合差を求めてから、その閉合差に回転行列 R を乗じて、水平面の南北方向の閉合差 (ΔN)、水平面の東西方向の閉合差 (ΔE)、高さ方向の閉合差 (ΔU) に変換して許容範囲内にあるかを点検する。

セット間較差の比較は、多角網を構成する基線ベクトルについて行う。直接観測法では、直接観測した基線ベクトルの三次元成分毎に比較する。



間接観測法による1台準同時観測方式の場合は、復路（同方向も可）の観測を実施して、重複辺の基線ベクトルの較差を比較する。



[第28条解説]

地形測量では、地形図等に表現する地形・地物等を、ネットワーク型 **RTK-GPS** 測量を用いて現地で直接測定し、数値データとして取得するもので、その後、取得したデータを編集し、地形図等を作成する。

TS あるいは **RTK-GPS** 測量の場合、近傍の既知点を基準にして新点を求める。このため、測量該当地域の既知点との整合性は確保される。一方、ネットワーク型 **RTK-GPS** 測量の場合、電子基準点を基にしているため、必ずしも該当地域周辺の既知点とは整合が図れるとは限らない。

したがって、既知点との整合を図るには、既知点の成果とネットワーク型 **RTK-GPS** 地形測量での観測値との較差を求め、それを反映する必要がある。

なお、地形測量では、既知点との整合性は縮尺に応じた評価をしなければならない。

[第29条解説]

ネットワーク型 **RTK-GPS** 測量を併用する地形測量で、ネットワーク型 **RTK-GPS** 測量による観測が困難な場所では、測定可能な周辺地域にネットワーク型 **RTK-GPS** 測量等により **TS** 点もしくは平板点を設置し、この基準点より **TS** 等を用いる測量、平板測量による地形測量を実施する。また、一部の工程でネットワーク型 **RTK-GPS** 測量を用いる地形測量は、平板測量、空中写真測量、修正測量、**TS** 地形測量、デジタルマッピング及び数値地形図修正の一部の工程において実施する。

[第35条解説]

1. 単点観測法

従来の地形・応用測量では、作業地域の基準点から放射法により観測される。しかし、ネットワーク型 **RTK-GPS** 測量では、従来と異なった形で観測される。**VRS** 方式では仮想点からの放射となるが、基準点成果上に仮想点が設置されなければ、基準点からの放射法にはならない。また、**FKP** 方式では電子基準点からの放射となるので、作業地域外からの放射法となることが多い。いずれも従来の地形・応用測量とは異なり、作業地域の既知点とは無関係に忽然と測点が設置されることになる。これらに共通するイメージとしては、空中写真測量における図化作業において、図化機のメスマークにより座標値を測定する「単点」というものに似ている。

このことから、ネットワーク型 **RTK-GPS** 測量による地形・応用測量の観測を、「単点観測法」という。

2. 標杭の種類

第35条3(1)の標杭等とは、基準点、水準点、**TS** 点、境界杭又は幅杭、中心杭、役杭、距離標、明確な地物を含む。

3. ネットワーク型 RTK-GPS 測定の再初期化

観測途中で GPS 衛星からの信号が切断された場合、ネットワーク型 RTK-GPS 測定の再初期化(以下「再初期化」という。)を行う。また、携帯電話が途切れた場合や、仮想点を要求した点から 3km 以上はなれた場合には、補正データ等又は面補正パラメータの再要求を行う。

再初期化とは、再び FIX 解を得るために整数値バイアスを決め直すことをいう。また、補正データ等又は面補正パラメータの再要求とは、再度携帯電話を接続し直して、補正データ等又は面補正パラメータを要求することをいう。ただし、補正データ等又は面補正パラメータの再要求が行われた場合、再初期化が付随して行われる。

特に再初期化をする場合は、RTK-GPS 測定と同様に初期化の段階で強いノイズやマルチパスの影響を大きく受け、整数値バイアスの処理を誤ることがある。整数値バイアスを誤って決定した場合、時間が経過し衛星が大きく移動するとともに、基線解の標準偏差が大きくなる。ネットワーク型 RTK-GPS 測定では、一度整数値バイアスを決定してしまうと観測時間が極端に短いため、整数値バイアスを誤ったまま観測を終了してしまう恐れがある。これらを防ぐには、時間帯を変えて2セットの観測を行うことが有効である。しかし、ネットワーク型 RTK-GPS 地形測量では、時間帯を変えて同一箇所(地形・地物等)で2セットの観測を行うことは困難である。

したがって、再初期化を行う観測点では2セットの観測を行って、セット間較差が許容範囲にあることを確認してから、次の観測点に移動する観測手法を取り入れた。ただし、再初期化を行う観測点は、観測位置が明確にわかる標杭等でセット間較差の比較を行う。

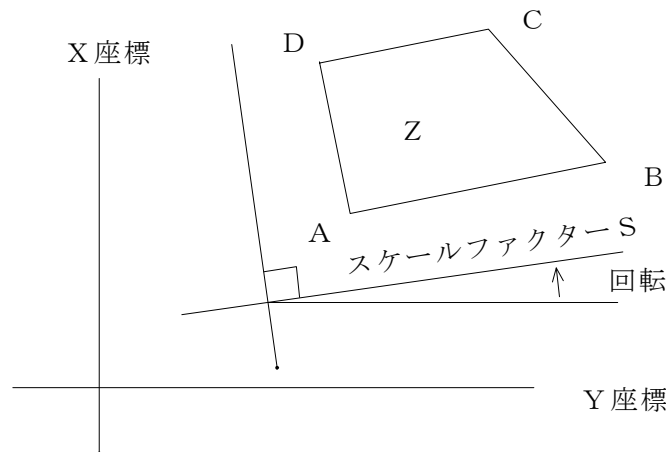
4. 座標変換及び標高変換

第 35 条 11 (5) の座標変換の手法には次に示すものがある。

- ヘルマート変換
- アフィン変換
- 重み付け補間による方法

ヘルマート変換

ヘルマート変換は、X 座標及び Y 座標のシフト量、回転、スケールファクターの変換パラメータを求めて、任意地点の未知点の座標変換補正量を求める。



座標変換補正量は、次で与える式から導く。

$$X_z = x + S \cos \theta \cdot X - S \sin \theta \cdot Y$$

$$Y_z = y + S \sin \theta \cdot X + S \cos \theta \cdot Y$$

ただし、 x ： X 座標の平行移動量
 y ： Y 座標の平行移動量
 S ：スケールファクター
 θ ：回転量
 X, Y ：公共座標

アフィン変換及び 重み付け補間による方法の例は、「測地成果 2000 導入に伴う公共測量成果座標変換マニュアル」第 37 条の解説を参照されたい。

また、第 35 条 11 (6) の標高変換の手法には次に示すものがある。

- 1 点シフト法
- 複数点での平均シフト法
- 重み付け補間による方法

以上の変換手法の他に、線形補間を行う「バイリニア変換法」もある。

[第50条解説]

応用測量は、公共測量のうち、基準点測量、水準測量、平板測量、空中写真測量、数値地形測量等を組み合わせた技法を用いるか、又はそれらの基礎知識を応用して行う測量である。

一般に応用測量は、土地に係わる建設事業、又はそれらの維持管理等のために必要に応じて行われるものである。具体的には、道路、河川、公園、砂防等各事業の計画調査、用地取得、管理等を実施していく過程で必要な資料を得るための測量を包含して応用測量という。

[第51条解説]

応用測量は、路線、河川、トンネル、橋梁、ダム、港湾、用地等建設事業に必ず付随するものである。これらの測量では、一般的に次のような成果が作成される。

1. 現況を知るための地形図
2. 縦断面図、横断面図
3. 現地で工事の基準となる点の設置
4. 工事の完成を知るためのしゅん（竣）工図、出来形図
5. 土地所有者の権利を示す実測図
6. 土地の権利に係わる調査及びその資料の整理
7. 用地等の面積

等である。本マニュアルでは、国土交通省公共測量作業規程に従って実施の頻度の高い路線測量、河川測量及び用地測量についてネットワーク型RTK-GPS測量を効果的に取り入れる技法の指針を示した。

[第 57 条解説]

設計条件となる条件点の測量は、計画線形上の建造物、構造物の位置を求める場合が多い。このため、上空の視界を十分に確保できなかつたり、マルチパスの影響が著しい場合等が考えられる。ネットワーク型 **RTK-GPS** 測量の利用には十分な注意が必要である。このような場所では、**TS** 等による測量の実施を検討する。

[第 58 条解説]

RTK-GPS 測位方式が画期的であることは、路線測量等における座標値を持つ杭を現地に測設（逆打ち）することが **TS** を用いる場合などに比べて効率的な面にある。**IP** などの座標値を入力して、移動局のナビゲート機能を用いて測設を行う。

[第 63 条解説]

ネットワーク型 **RTK-GPS** 測量の特徴は、決まった座標に対して測設（逆杭打ち）ができることである。したがって、線形が決定されていれば、線形上で所要の点の接線方向、接線に対する直角方向は容易に計算できる。また、横断方向に見通し杭がなくても直接法線方向に向かって誘導できるとともに、勾配の変化点で測定可能であり、見通し杭設置の工程を省略できる。

[第 73 条解説]

仮想点と移動局間の距離は、**3 km** 以内を標準としているため、観測する距離標は **15** 点以内で、補正データ等又は面補正パラメータの再要求することとしている。

[第 81 条解説]

「平均水面、最高水面及び最低水面一覧表」は、海上保安庁ホームページ、海上保安庁海洋情報部及び管区海上保安本部のサイトで閲覧することができる。

(基準点測量の例)

ネットワーク型RTK-GPS測量観測手簿

観測日 : 2003年1月16日
セッション名 : 16-A
観測方式 : ○○○○
使用した周波数 : L1、L2
観測点 : ○○○

観測点 : 移動局
受信機名 :
受信機番号 :
アンテナ名 : antenna
アンテナ番号 :
データ取得間隔 : 1 秒
衛星の最低高度角 : 15 度

移動局の観測状況

観測点		アンテナ高 (m)	観測開始時刻(JST)	共通受信 衛星数	備考
番号	名称		観測終了時刻(JST)		
8788	8788	2.052	10:50:41	8	
			10:50:54		
9088	9088	2.052	10:56:53	8	
			10:57:04		
9091	9091	2.052	11:02:02	8	
			11:02:13		
9291	9291	2.052	11:06:58	8	
			11:07:09		
9293	9293	2.052	11:19:33	8	
			11:19:44		
9493	9493	2.052	11:31:25	8	
			11:31:38		
9495	9495	2.052	11:36:51	8	
			11:37:02		
9795	9795	2.052	11:44:50	8	
			11:45:02		
9787	9787	2.052	12:19:28	7	再初期化
			12:19:39		

- ・観測時刻、受信衛星数以外は、手入力が良い。
- ・観測時刻は、JST又はUTCを記入する。
- ・アンテナ高は、垂直高を記入する。
- ・セッションは、一連の観測の中での観測開始から終了までをいう。
- ・観測の途中で再初期化を行った時は、セッションを変えて新たな観測を行うか、又は備考欄に再初期化に関する表記をする。(数字、記号等でも良い。ただし、欄外数字、記号の意味を注記すること。)
- ・移動局で利用した観測地域周辺の基準局配置図を配信事業者から提供を受け、資料として添付する。なお、可能であれば観測手簿備考欄に使用した基準局名を記入する。

注) このページ及び以降の帳票例は、標準的な様式を示しており、記載内容はあくまで参考例である。記載にあたっては必要事項を記述すること。

(基準点測量、地形・応用測量の例)

ネットワーク型RTK-GPS観測記簿

使用した楕円体 : **GRS-80**
使用した周波数 : **L1、L2**
観測方式 :
基線解析モード :

セッション名 : **16-A**
解析使用データ :
開始 : **2003年1月16日 10:50:41 (JST)**
終了 : **2003年1月16日 10:50:54 (JST)**
最低高度角 : **15 度**
気圧 : **温度 湿度**

観測点1 :
観測点2 : **8788**
受信機名(No) : ()
アンテナ高 = **2.052 m**

観測点1 :	緯度 :	35° 44 35.754	観測点2 :	緯度 :	35° 44 35.55393
	経度 :	140° 12 15.3576		経度 :	140° 12 13.23971
	楕円体高 :	44.774 m		楕円体高 :	40.728 m

観測点1 :	X =	-3982051.022 m	観測点2 :	X =	-3982017.206 m
	Y =	3317217.565 m		Y =	3317258.656 m
	Z =	3705134.373 m		Z =	3705127.005 m

基線解の種類 : **FIX**

観測点	観測点	DX(m)	DY(m)	DZ(m)	斜距離(m)
1	2	33.816	41.091	-7.368	53.724

分散・共分散行列

	DX	DY	DZ
DX	█ 2.257562E-06		
DY	█ -1.964262E-06	█ 3.560353E-06	
DZ	█ -1.206714E-06	█ 8.063195E-07	█ 3.195730E-06

RMS : **0.001 m**

(計算例)

セット間較差の点検 (基線ベクトル較差)

計算に使用した既知点：緯度 = 35°44'46.4524"

経度 = 140°11'58.5037"

観測点No. 観測点名称		1セット (DX,DY,DZ)	2セット (DX,DY,DZ)	較差 (DX,DY,DZ)	較差 (ΔN,ΔE,ΔU)	許容範囲 (ΔN,ΔE,ΔU)	セッション名 1セット 2セット
始点	終点						
8721 87	8921 89	155.054	155.057	-0.003	-0.009	0.020	317A
		-63.460	63.460	0.000	0.002	0.020	317B
		109.005	109.014	0.009	-0.003	0.030	
8722 89	9122 91	155.101	155.097	0.004	0.004	0.020	317A
		63.638	63.641	-0.003	0.000	0.020	317B
		109.134	109.133	0.001	-0.003	0.030	
9123 91	9323 93	148.540	148.533	0.007	0.009	0.020	317A
		44.044	44.050	-0.006	0.000	0.020	317B
		119.220	119.215	0.005	-0.005	0.030	
9324 93	9524 95	75.619	75.616	0.003	-0.001	0.020	317A
		-84.552	-84.549	-0.003	0.001	0.020	317B
		156.633	156.638	-0.005	-0.006	0.030	
9525 95	9725 97	47.224	47.227	-0.003	-0.004	0.020	317A
		-117.486	-117.497	0.011	-0.007	0.020	317B
		154.805	154.805	0.000	0.008	0.030	

基線ベクトルの環閉合差

セッション名：318A

計算に使用した既知点：緯度 = 35°44'46.4524"

経度 = 140°11'58.5037"

観測点No. 観測点名称		DX	DY	DZ
8741 87	VRS1	0.135	0.249	-2.172
VRS1	8921 89	154.923	63.213	111.176
8921 89	VRS2	-0.893	0.587	1.882
VRS2	8741 87	-154.151	-64.063	-110.885
閉合差 (ΔX、ΔY、ΔZ) =		0.014	-0.014	0.001
閉合差 (ΔN、ΔE、ΔU) =		0.012	0.002	-0.015
許容範囲 (ΔN、ΔE、ΔU) =		0.040	0.040	0.060

ネットワーク型RTK-GPS測量観測手簿

観測日 : 2004年12月8日
 セッション名 : (通算日、観測の一連番号等を記入する)
 観測方法 :

固定観測点		移動局	
点番号	:	受信機名	:
点名称	:	受信機番号	:
受信機名	:	アンテナ番号	:
受信機番号	:	使用した周波数	: L1, L2
アンテナ番号	:	データ取得間隔	: 1 秒
使用した周波数	: L1, L2	最低高度角	: 15 度
データ取得間隔	: 秒	最少衛星数	: 5 衛星
最低高度角	: 度	アンテナ高	:
最少衛星数	: 衛星		

移動局観測状況

観測点 番号 名称	アンテナ高(m)	観測開始時刻(JST) 観測終了時刻(JST)	共通受信 衛星数	備 考
3-3246-2	2.065	10:04:12	5	点検
		10:04:22		
3-3246-2	2.065	10:09:47	6	
		10:09:57		
3-3250	2.065	10:15:23	7	
		10:15:33		
3-3250	2.065	10:16:43	7	再初期化
		10:16:53		
3-3251	2.065	10:28:33	5	
		10:28:43		
3-3261	2.065	10:44:46	6	
		10:44:56		
3-3266-1	2.065	11:03:03	5	
		11:03:13		
3-3266-2	2.065	11:04:53	5	
		11:05:03		

- ・観測時刻、受信衛星数以外は、手入力が良い。
- ・観測時刻は、JST又はUTCを記入する。
- ・アンテナ高は、垂直高を記入する。
- ・セッションは、一連の観測の中での観測開始から終了までをいう。
- ・観測の途中で再初期化を行った時は、セッションを変えて新たな観測を行うか、又は備考欄に再初期化に関する表記をする。(数字、記号等でも良い。ただし、欄外数字、記号の意味を注記すること。)
- ・移動局で利用した観測地域周辺の基準局配置図を配信事業者から提供を受け、資料として添付する。なお、可能であれば観測手簿備考欄に使用した基準局名を記入する。
- ・固定観測点とは、VRS方式では仮想点を、FKP方式では電子基準点を表す。

なお、地形測量と応用測量では備考欄の記述の点検等が異なることがある。

ネットワーク型RTK-GPS測量観測記簿

観測日： 2004年12月8日

解析ソフトウェア :
 使用した軌道情報 : 放送暦
 使用した楕円体 : GRS80
 使用した周波数 : L1, L2
 基線解析モード :

セッション名 :
 座標系番号 : 9
 ジオイド名称 : 日本のジオイド2000

固定観測点

番号、名称 :
 座標入力値 :

平面直角座標	経緯度	三次元直交座標
X 座標 = -44476.178 m	緯 度 = 35°35 56.29981	座標値X = -3956873.07 m
Y 座標 = -16644.353 m	経 度 = 139°38 58.70033	座標値Y = 3361656.185 m
標 高 = 14.855 m	楕円体高 = 51.493 m	座標値Z = 3692132.267 m
ジオイド高 = 36.638 m		
楕円体高 = 51.493 m		

移動局解析結果

観測点 番号 名称	解の 種類	基線ベクトル成分 (m)	平面直角座標値 固定点からの距離 (m)	高 さ (m)	備 考
3-3246-2	Fix	ΔX= 195.352 ΔY= 294.172 ΔZ= -63.599	X= -44551.436 Y= -16995.128 S= 358.757	楕円体高= 48.296 ジオイド高= 36.654 標 高= 11.642	
3-3246-2	Fix	ΔX= 195.364 ΔY= 294.160 ΔZ= -63.609	X= -44551.435 Y= -16995.127 S= 358.756	楕円体高= 48.277 ジオイド高= 36.654 標 高= 11.623	
3-3250	Fix	ΔX= 21.295 ΔY= 206.936 ΔZ= -171.108	X= -44683.511 Y= -16816.215 S= 269.302	楕円体高= 47.642 ジオイド高= 36.639 標 高= 11.003	
3-3250	Fix	ΔX= 21.307 ΔY= 206.949 ΔZ= -171.095	X= -44683.500 Y= -16816.233 S= 269.305	楕円体高= 47.650 ジオイド高= 36.639 標 高= 11.011	

・備考欄には、RMS又は観測結果から得られた標準偏差を記入する。

セット間較差の点検及び座標計算

地形・横断・河川・定期横断測量

セット間較差許容範囲

固定観測点:

N、 E= 0.020 m H= 0.030 m

観測点 番号 名称	座標	1セット(m)	2セット(m)	セット間 較 差 (m)	採用値(m)	備 考
3-3246-2	X	44551.436	-44551.435	-0.001	-44551.435	
	Y	-16995.128	-16995.127	-0.001	-16995.127	
	H	11.642	11.623	0.019	11.623	
3-3250	X	-44683.511	-44683.500	-0.011	-44683.500	
	Y	-16816.215	-16816.233	0.018	-16816.233	
	H	11.003	11.011	-0.008	11.011	

路線・中心線・用地幅杭設置測量

セット間較差許容範囲

固定観測点:

N、 E= 0.020 m

観測点 番号 名称	座標	1セット(m)	2セット(m)	セット間 較 差 (m)	採用値(m)	備 考
3-3246-2	X	-44551.436	-44551.435	-0.001	-44551.436	
	Y	-16995.128	-16995.127	-0.001	-16995.128	
3-3250	X	-44683.511	-44683.500	-0.011	-44683.511	
	Y	-16816.215	-16816.233	0.018	-16816.215	

用地測量

セット間較差許容範囲

固定観測点:

N、 E= 0.020 m

観測点 番号 名称	座標	1セット(m)	2セット(m)	セット間 較 差 (m)	平均値(m)	備 考
3-3246-2	X	-44551.436	-44551.435	-0.001	-44551.436	
	Y	-16995.128	-16995.127	-0.001	-16995.128	
3-3250	X	-44683.511	-44683.500	-0.011	-44683.506	
	Y	-16816.215	-16816.233	0.018	-16816.224	

- ・ セット間較差の許容範囲は、 N、 E、 Uを標準とし、 X、 Y座標、 H (標高) の比較でも可とする。
- ・ 地形測量等の2セットの観測は、2セット目を採用値とし、1セット目は抹消する。
- ・ 路線測量等は1セット目を採用値とし、2セット目を点検抹消する。
- ・ 用地測量は2セットの平均値を採用する。
- ・ 用地測量のうち、用地境界仮杭設置の場合は、路線測量と同様に、2セット目は点検値として抹消する。

なお、VRS方式のうち固定点を自動発生させる場合の帳票は、上記と異なる。

平面直角座標と標高の計算 (該当地区既知点との整合計算)

座標計算

変換方法: アフィン変換

X座標の平行移動量 : + 0.6123 m
 Y座標の平行移動量 : + 1.7437 m
 X座標のスケールファクター : 1.0000019821
 Y座標のスケールファクター : 1.0000366998
 X座標の回転量 : + 0° 0' 5.27277
 Y座標の回転量 : - 0° 0' 6.45205

標高計算

変換方法: 1点シフト法

シフト量 : + 0.050 m

点番号 点名称	平面直角座標値 (m)	高さ (m)	備 考
301	X= -44551.442	標高= 11.693	
301	Y= -16995.140		
302	X= -44851.813	標高= 10.857	
302	Y= -16580.518		
303	X= -44320.097	標高= 20.465	
303	Y= -16322.661		
304	X= -44129.854	標高= 22.027	
304	Y= -16845.632		
1	X= -44475.492	標高= 9.838	
1	Y= -16645.873		
2	X= -44483.435	標高= 9.730	
2	Y= -16649.361		
3	X= -44480.438	標高= 9.732	
3	Y= -16649.736		
4	X= -44488.683	標高= 9.606	
4	Y= -16643.535		
5	X= -44489.121	標高= 9.677	
5	Y= -16639.670		
6	X= -44480.698	標高= 9.868	
6	Y= -16635.308		
7	X= -44480.590	標高= 9.586	
7	Y= -16635.206		
8	X= -44452.938	標高= 9.899	
8	Y= -16690.283		

座標整合計算簿

変換方法: アフィン変換

X座標の平行移動量 : + 0.6123 m
 Y座標の平行移動量 : + 1.7437 m
 X座標のスケールファクター : 1.0000019821
 Y座標のスケールファクター : 1.0000366998
 X座標の回転量 : + 0° 0' 5.27277
 Y座標の回転量 : - 0° 0' 6.45205

点番号	点名称	観測値 X(m) Y(m)	成果値 X(m) Y(m)	計算値 X(m) Y(m)	較差 X(m) Y(m)	較差 S(m)
301	301	-44551.442 -16995.126	-44551.442 -16995.140	-44551.450 -16995.145	0.008 0.005	0.009
302	302	-44851.812 -16580.503	-44851.813 -16580.518	-44851.807 -16580.514	-0.006 -0.004	0.007
303	303	-44320.116 -16322.676	-44320.097 -16322.661	-44320.102 -16322.664	0.005 0.003	0.006
304	304	-44129.845 -16845.625	-44129.854 -16845.632	-44129.847 -16845.628	-0.007 -0.004	0.008
1	1	-44475.495 -16645.869		-44475.492 16645.873		
2	2	-44483.438 -16649.357		-44483.435 -16649.361		
3	3	-44480.441 16649.732		-44480.438 -16649.736		
4	4	-44488.687 -16643.531		-44488.683 -16643.535		
5	5	-44489.687 -16639.666		-44489.121 -16639.670		
6	6	-44480.702 -16635.304		-44480.698 -16635.308		
7	7	-44480.594 -16635.202		-44480.590 -16635.206		
8	8	-44452.940 -16690.278		-44452.938 -16690.283		

標高整合計算簿

変換方法: 1点シフト法

点番号	点名称	観測値(m)	成果値(m)	シフト量(m)
301	301	11.643	11.693	0.050

点番号	点名称	観測値(m)	成果値(m)	計算値(m)
302	302	10.816	10.857	
303	303	20.423	20.465	
304	304	21.970	22.027	
1	1	9.788		9.838
2	2	9.680		9.730
3	3	9.682		9.732
4	4	9.556		9.606
5	5	9.627		9.677
6	6	9.818		9.868
7	7	9.536		9.586

点検測量

観測点No. 観測点名称		点検値 (DX, DY, DZ)	採用値 (DX, DY, DZ)	較差 (ΔN, ΔE, ΔU)	許容範囲	セッション名 点検値 採用値
自:	至:					
0911 NO091	0921 NO092	-31.189	-31.204	0.012	0.020	066K 076L
		-24.495	-24.490	-0.007	0.020	
		-6.447	-6.452	-0.009	0.030	
0971 NO097	0961 NO096	14.421	14.438	-0.001	0.020	066L 076K
		34.672	34.673	0.013	0.020	
		-18.342	-18.349	0.013	0.030	
1021 NO102	1011 NO101	12.672	12.663	0.008	0.020	077H 076N
		47.437	47.447	0.001	0.020	
		-32.370	-32.371	-0.010	0.030	
1451 NO145	1441 NO144	41.484	41.471	0.010	0.020	066A 062B
		26.412	26.422	-0.002	0.020	
		18.640	18.639	-0.013	0.030	

座標変換前と変換後の距離の点検計算

精度管理表

作業名	数値地形図修正	地区名	〇〇県〇〇市	計画機関名	作業機関名
期間	自:平成〇年〇月〇日	作業量	〇〇点	〇〇市	〇〇〇株式会社
	至:平成〇年〇月〇日			作業班長	主任技術者

座標系 : 9

点番号 点名称	座標	座標変換前の成果値(m)		座標変換後の成果値(m)		較差	点検値 点検距離
		平面直角座標値	座標差	平面直角座標値	座標差		
305 305 ~ 1 1	X1	-44435.594	39.901	-44435.594	39.898	0.003	0.005
	X2	-44475.495		-44475.492			
	Y1	-16359.861	286.008	-16359.861	286.012	-0.004	
	Y2	-16645.869		-16645.873			

ネットワーク型 RTK-GPS 測量の概要

ネットワーク型 RTK-GPS 測量を利用する公共測量作業マニュアル（案）には、精度検証を行った VRS 方式及び FKP 方式の 2 方式を採用している。

1. VRS 方式

VRS 方式とは、GPS 測量機の機能によって、VRS 方式とサーバ型 VRS 方式に区別される。言い換えれば、RTK-GPS 測量における基線解析を GPS 測量機側か配信事業者側（解析処理サービス事業者のサーバを含む）のどちらで行っているかの違いである。

GPS 測量機で解析計算を行う VRS 方式（図-1. 1）は、移動局からその概略位置情報を通信装置により配信事業者へ送信し、配信事業者で移動局周辺 3 点以上の基準局（電子基準点）での観測値を利用して、概略位置に仮想点を作り、この位置における補正值や観測されるであろう位相データ等（以下「補正データ」という。）を計算する。移動局側は、通信装置により配信事業者からこの補正データ等を受け仮想点との RTK-GPS 測量を行って、移動局の情報と補正データ等を解析処理し位置を求めめる方式である。

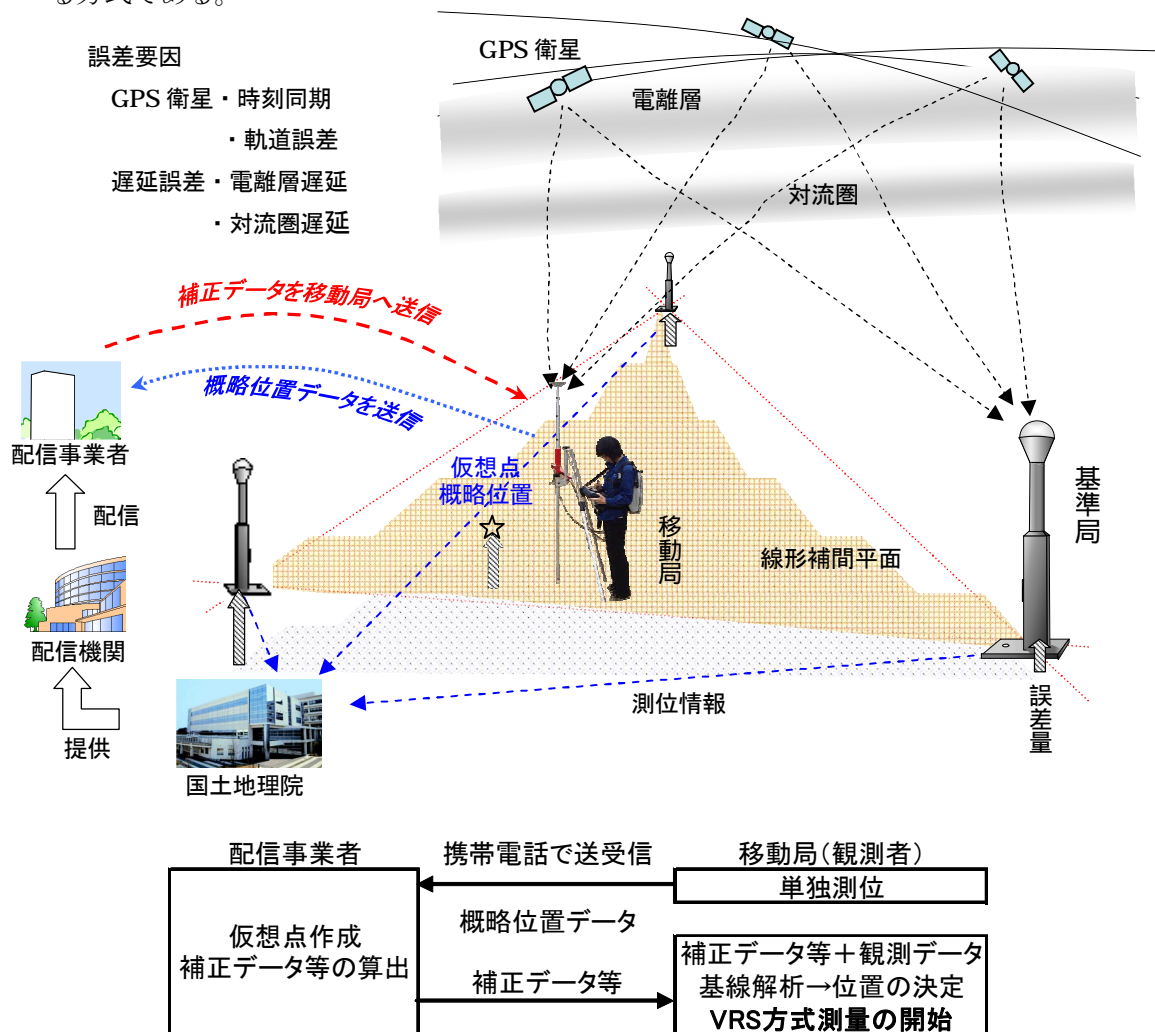


図-1. 1 VRS 方式の概念と観測及び計算の流れ

一方、サーバ型 VRS 方式の GPS 測量機を用いる方式 (図-1. 2) は、VRS 配信事業者で得られた補正データと、移動局から送られてくる観測データにより、解析処理事業者内のサーバで RTK-GPS 測量計算を行って、移動局の位置を求め、移動局に結果を返信する方式である。

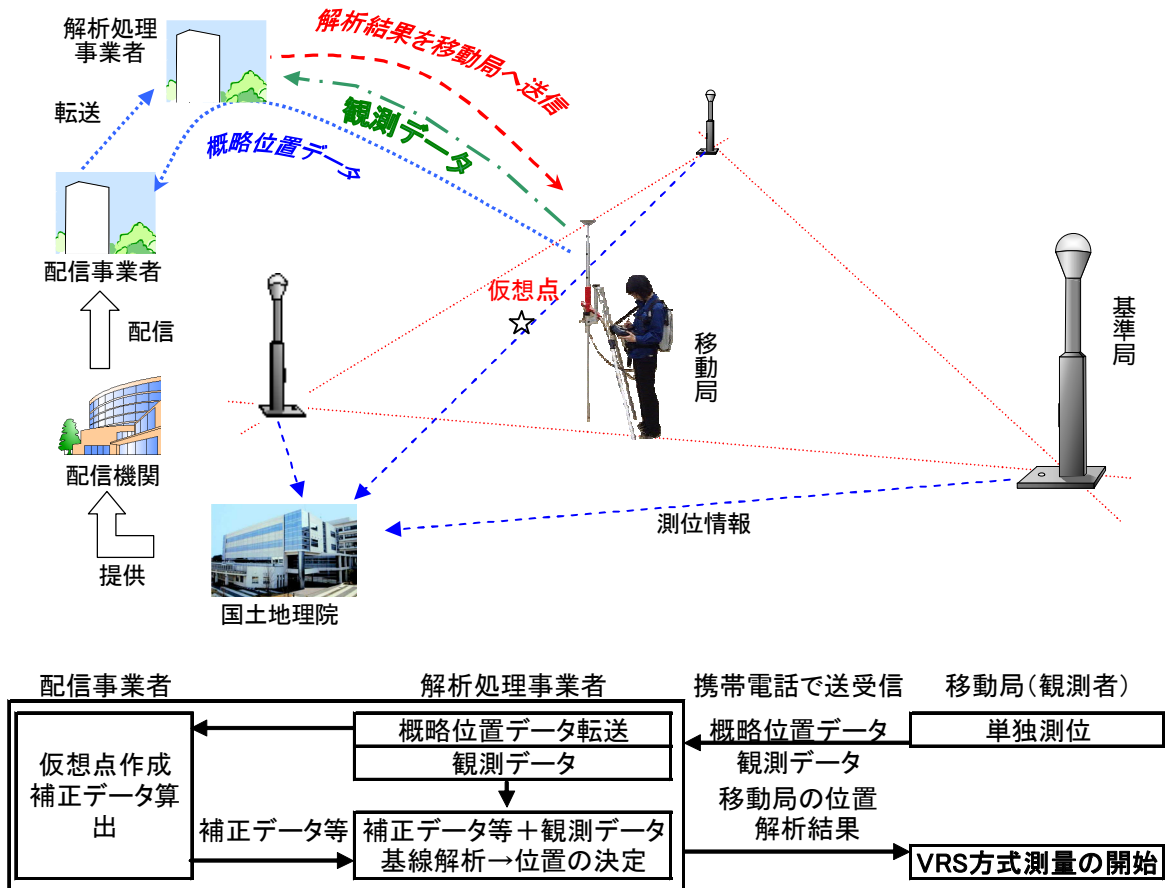


図-1. 2 事業者側で基線解析を行うサーバ型 VRS 方式の概念と観測及び計算の流れ

VRS 方式における補正データ等とは、RTK-GPS 測量において、RTK 解析処理を行うための仮想点観測データをいい、これらは下記のとおりである。

- 1) 配信事業者に設定された概略位置 (仮想点) の座標値
- 2) 仮想点で観測されるであろう観測データ (搬送波位相データ及び擬似距離データ等)

2. FKP 方式 (図-2)

FKP 方式とは、最寄りの基準局と移動局とで干涉測位を行いこれに面補正パラメータを加え移動局の位置を決定する方式をいう。

配信事業者は、常に、多数基準局（電子基準点）の観測量から、電離層等の状態空間モデルを生成し、このモデルから各種誤差量（電離層・対流圏の遅延、衛星の軌道誤差等）を推定し、各基準局に対応した周辺の誤差量として算出している。この誤差量から線形 FKP 平面（線形面補正パラメータ平面）を計算する。

移動局では、通信装置により配信事業者から近傍の基準局に対応したこの各線形 FKP 平面を取得し、近傍の基準局の線形 FKP 平面を選択する。選択した線形 FKP 平面の傾きと移動局の単独測位結果とで線形補間処理を行い、移動局における補正量を計算し、移動局の位置を決める。

なお、位置決定は移動局側で行っている。

FKP 方式の、線形 FKP 平面（線形面補正パラメータ平面）とは、位置を決める際に使用する、各基準局の誤差量のことをいう。なお、各基準局の誤差量を一般的に称する場合を面補正パラメータと呼んでいる。

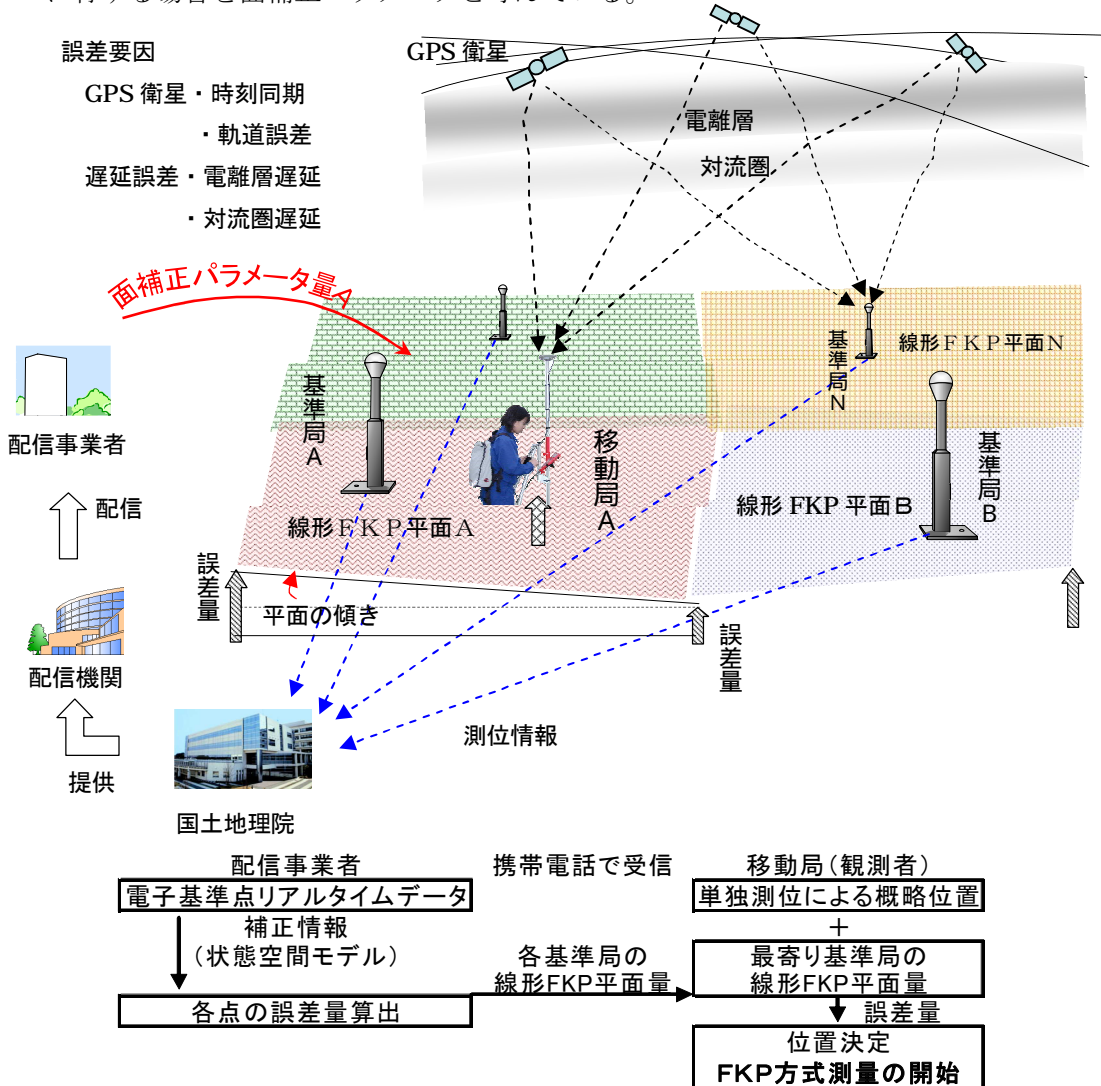


図-2 FKP 方式の概念と観測及び計算の流れ