

GNSS を用いた現地測量

＜試験合格へのポイント＞

地形測量における、GNSS（ジーエヌエスエス）を用いた現地測量（細部測量）に関する項目である。H28 年の作業規程の準則の改正に伴い、GPS 衛星を用いたという記述は、GPS・準天頂衛星を用いたと変更されている。

※現地測量（TS を用いた）と共に覚える必要がある。

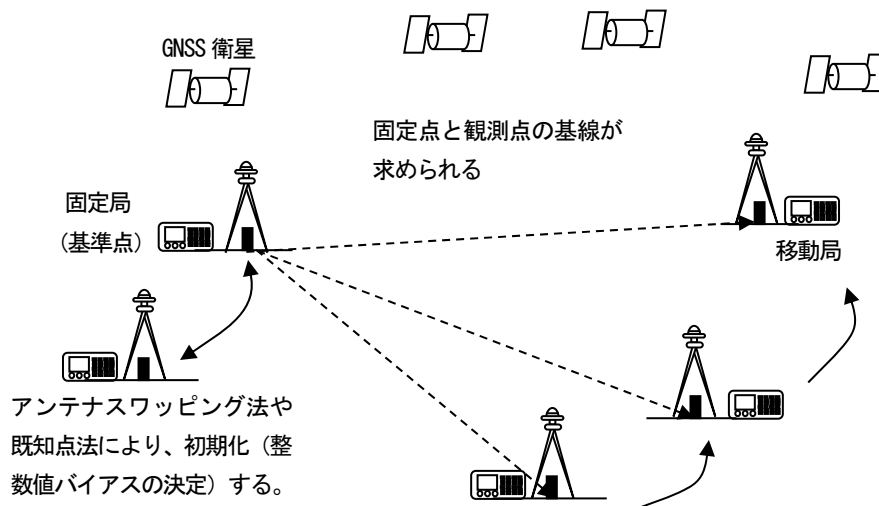
（★★★：最重要事項 ★★：重要事項 ★：知っておくと良い）

● GNSS を用いる方法

細部測量は、TS 又は、GNSS を用いる方法、これらを併用する方法に大別される。さらに、GNSS を用いる方法では、キネマティック法又は RTK 法を用いる方法と、ネットワーク型 RTK 法を用いる方法に分けられる。以下に、キネマティック法、RTK 法、ネットワーク型 RTK 法についてその概要を解説する。

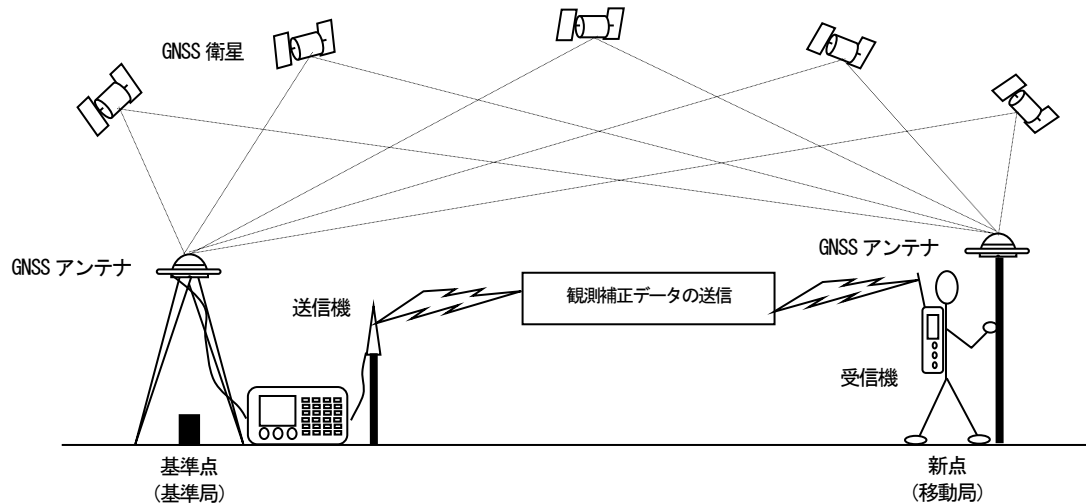
1. キネマティック法

キネマティック法とは、図のように GNSS 受信機の 1 台を固定点に据付け（固定局）、他の 1 台を用いて他の観測点を移動（移動局）しながら、固定点と観測点の相対位置（基線ベクトル）を求める方法である。1 分以上の順次観測を行う方法である。



2. RTK 法

RTK（リアルタイム キネマティック：Real Time Kinematic）観測法とは、次図のように、既知点（固定点：基準局）から無線や携帯電話 等により送信された補正観測データと、新点（移動局）で取得された GNSS 電波により 2 点間の基線ベクトルを求め、瞬時に新点の座標値を計算し、移動局のパソコンモニター上に表示させるものである。



このため、1 点の観測にかかる時間が 10 秒程度とリアルタイムでの観測が行え、効率的に新点の座標値を求める事ができる。

3. ネットワーク型 RTK 法

RTK 法では、基準局（基準点）と移動局（新点）の距離が離れる（一般的に 10 km 以上）と、観測精度が落ちてしまう問題があり、基準局から離れた場所で用いる事ができなかった。

そこでネットワーク型 RTK 法では、3 点以上の基準局（電子基準点）からのリアルタイムデータを利用し、基準局と移動局が離れていても、RTK 法と同等の精度で観測できるようにした方法である。これにより、基準局と移動局の距離の制限が無くなり、効率的に観測作業が行えるようになった。

基準局からのリアルタイムデータは、**配信事業者**（国土地理院の電子基準点網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）**から配信されるデータ**であり、これと GNSS 衛星からのデータを移動局で受信し解析処理を行って新点の座標値を求める事になる。

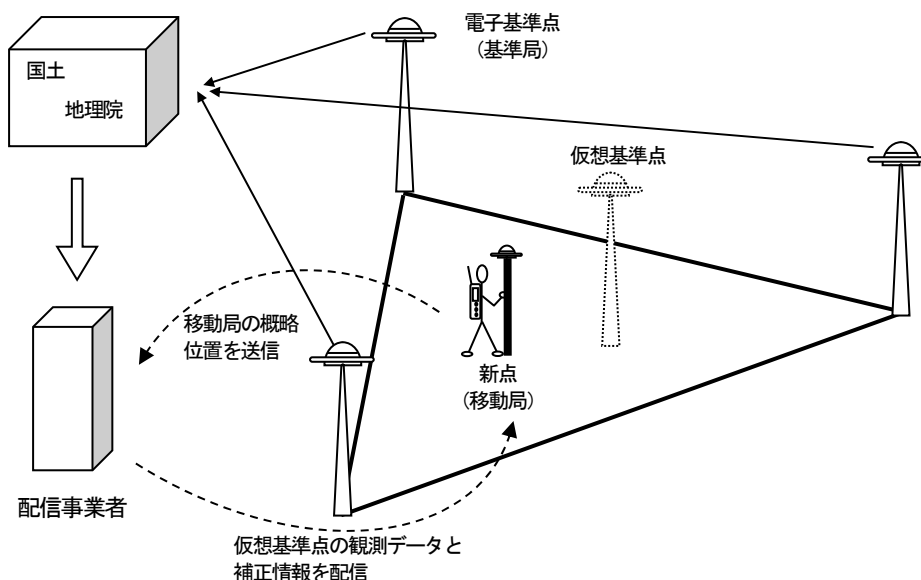
RTK 法に比べ、ネットワーク型 RTK 法には、次のような利点がある。

- ・受信機 1 台での観測作業が可能
- ・基準局の位置に関係なく、作業範囲が広い
- ・作業効率が良い

またネットワーク型 RTK 法は、その配信データの違いにより、精度の確認がされた **VRS 方式**及び **FKP 方式**がある。以下に各方式について解説する。

<VRS 方式>

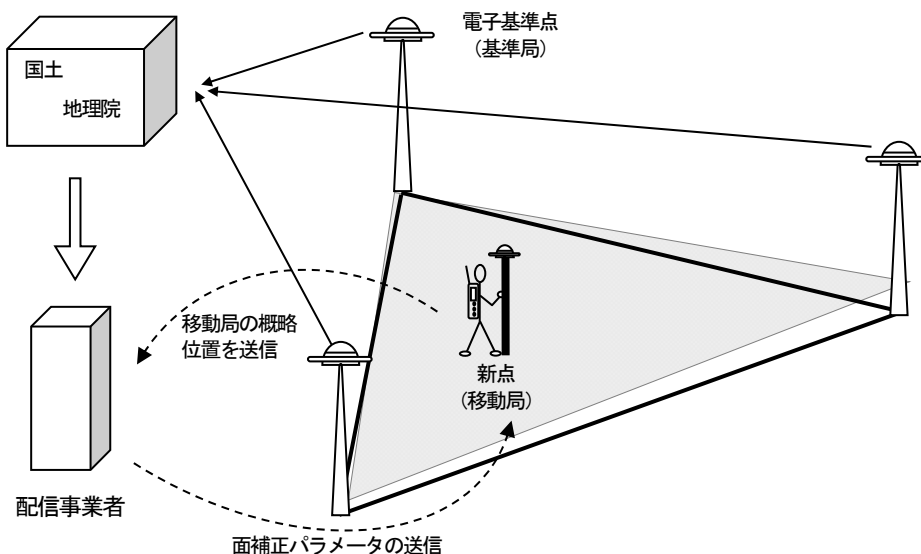
VRS (Virtual Reference Station : 仮想基準点) 方式とは、次図のように配信事業者が電子基準点から移動局付近に仮想基準点を造り、この仮想基準点の観測データと基準局の補正パラメータを配信事業者から受信し、仮想基準点のデータと受信機で観測したデータにより基線解析を行ってリアルタイムに新点の位置を算出する方式である。



<FKP 方式>

FKP (Flächen Korrektur Parameter : 面補正パラメータ :) 方式とは、次図のように基準局の観測データと面補正パラメータ (誤差補正量) を配信事業者から受信し、受信機のGNSS観測データと面補正パラメータから、リアルタイムに新点の位置を算出する方法である。

また FKP 方式は、SAPOS (ドイツ全国測量衛星測位サービス機構) のリアルタイム GNSS 測位標準方式に採用されている。



● GNSS による TS 点の設置 ★★★

1. RTK 法（キネマティック法を含む）による TS 点の設置

- ・ キネマティック法又はRTK法によるTS点の設置は、基準点にGNSS測量機を整置し、**放射法**により行うものとする。
- ・ 観測は、**2セット**行い、**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。
- ・ 使用衛星数は、**5衛星以上**（GPS・準天頂衛星を用いる場合）とする。
GLONASS衛星を用いる場合は6衛星以上で、それぞれGPS・準天頂衛星、GLONASS衛星を2衛星以上使用する。GLONASS衛星を用いる場合は、同一メーカーのGNSS測量機を使用する。
- ・ 観測回数は、**FIX解を得てから10エポック以上**
- ・ データ取得間隔は**1秒**（キネマティック法は5秒）とする。
※エポックとは各衛星から同時に受信する信号の単位であり、10エポックとは10回の信号を受信する必要があると言う事である。データ取得間隔が1秒で観測回数が10エポックだから、1回の観測作業は10秒となる。ただし、FIX解（ベクトル解析の解が定まった状態）が得られてからの観測となる。

2. ネットワーク型RTK法によるTS点の設置

- ・ TS点の設置は、**間接観測法又は単点観測法**により行うものとする。
- ・ 観測は、**2セット**行い、**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。
- ・ 使用衛星数は、**5衛星以上**（GPS・準天頂衛星を用いる場合）とする。
GLONASS衛星を用いる場合は6衛星以上で、それぞれGP・準天頂衛星S衛星、GLONASS衛星を2衛星以上使用する。GLONASS衛星を用いる場合は、同一メーカーのGNSS測量機を使用する。
- ・ 単点観測法による場合は、作業地域周辺の既知点において**単点観測法により、整合を確認する**ものとする。
※単点観測法とは、VRS、FKP方式ともに、仮想点又は電子基準点を固定点とした放射法による観測法である。単点観測法の特徴は、観測点に1級GNSS測量機が1台あれば良いと言う事である。
※間接観測法は、2台のGNSS測量機（又は1台を速やかに移動）による同時観測を行い、既知点～新点（又は新点～新点）を結合する多角網を構成する観測方法である。

3. まとめ ★★★

	キネマティック法・RTK 法	ネットワーク型 RTK 法
使用機器	1～2級 GNSS 測量機	1 級 GNSS 測量機
観測方法	放射法により 2セット	単点観測法・間接観測法 により 2セット
観測回数	FIX 解を得てから 10 エポック以上	
使用衛星数	5 個 （ただし GLONASS 衛星を用いる場合は 6 個）	
標高の測定	ジオイドモデルによりジオイド高を用いて楕円体高を補正して求める	

4. 再初期化について

初期化とは、キネマティック法又は RTK 法において整数値バイアス（衛星から発せられる、搬送波長の波の数）を決定する作業であり、OTF（オンザフライ）やアンテナスワッピングなどがある。

TS 点の設置では、初めに既知点と観測点間において、初期化の観測を 2 セット行い、セット間の格差が許容範囲内にある事を確認した後に、観測を行う必要がある。

また、障害物等で衛星からの電波が遮られた場合も再初期化を行う必要がある。

● 地形、地物の測定 ★★★

地形、地物の測定は、キネマティック法、RTK 法、ネットワーク型 RTK 法による観測で、基準点又は TS 点を基準として、地形、地物等の位置を求め、数値地形データを取得する作業である。

※TS 点の設置と地形地物の測定では、異なる部分があるため注意が必要である。

1. キネマティック法又は RTK 法による地形、地物等の測定

- ・基準点又は TS 点に GNSS 測量機を整置し、放射法により行うものとする。
- ・観測は 1 セット行う。
- ・観測の使用衛星数は 5 個以上（GPS・準天頂衛星を使用する場合）。
- ・及び観測回数等は、FIX 解を得てから 10 エポック以上。
- ・データ取得間隔は 1 秒（キネマティック法は 5 秒以下）。
- ・初期化を行う観測点では、点検のために 1 セットの観測を行う。
- ・上記の 1 セット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。
- ・再初期化した 2 セット目の観測値を採用値として観測を継続する。
- ・初期化を行う場合、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。
- ・標高を求める場合は、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用いて楕円体高を補正して行う。

2. ネットワーク型 RTK 法による地形、地物の測定

- ・地形、地物等の測定は、間接観測法又は単点観測法により行うものとする。

※以下の作業は、キネマティック法又は RTK 法と同じである。

◆ 過去問題にチャレンジ！（H24-13 出題）

次の文は、公共測量における RTK 法による地形測量について述べたものである。明らかに間違っているものはどれか。次の中から選べ。

1. 最初に既知点と観測点間において、点検のため観測を 2 セット行い、セット間較差が許容制限内にあることを確認する。
2. 地形及び地物の観測は、放射法により 2 セット行い、観測には 4 衛星以上使用しなければならない。
3. 既知点と観測点間の視通が確保されていなくても観測は可能である。
4. 観測は霧や弱い雨にほとんど影響されず、行うことができる。
5. 小電力無線機などを利用して観測データを送受信することにより、基線解析がリアルタイムで行える。

< 解 答 >

RTK 法を用いた細部測量に関する問題である。問題文中の選択肢について、考えると次のようになる。

1. 正しい。RTK 法による観測では、初めに観測条件の揃った地点（既知点と観測点間）で、初期化の観測を 2 セット行い、セット間の較差が許容範囲内にある事を確認した後に次の観測点に移動する必要がある。また、障害物等で衛星からの電波が遮られた場合も再初期化を行う必要がある。
2. **間違い**。RTK 法による地形及び地物の測定は、放射法により 1 セット行い、観測には 5 衛星以上を使用しなければならない。（GLONASS 衛星を用いる場合は、6 衛星以上）
3. 正しい。RTK 法は、GNSS 衛星からの電波を受信して 2 点間の基線ベクトルを求める測量方法である。よって、観測点間の見通しは必要ない。
4. 正しい。RTK 法は、GNSS 測量機を用いた観測手法の一つである。よって、GNSS 測量の特徴を考えれば良い。GNSS 測量の大きな特徴の一つとして、天候に左右されずに観測作業が行える事がある。ただし、雪や大雨さらに雷では精度の低下や、観測作業そのものに危険が及ぶ事がある。
5. 正しい。ネットワーク型 RTK 法の説明文である。ネットワーク型には VRS（仮想基準点）方式と FKP（面補正パラメータ）方式があるが、どちらも問題文のように、携帯電話等を利用して配信事業者から配信される補正データと GNSS 衛星からの信号を、移動局において同時に受信し解析処理によって即時に移動局の位置を求める方法である。

解答：2

◆ 過去問題にチャレンジ！（H26-14 出題）

次の a～c の文は、公共測量における地形測量のうち、GNSS 測量機を用いた細部測量について述べたものである。□ ア □ ～ □ オ □ に入る語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の中から選べ。

- a. キネマティック又は RTK 法による TS 点の設置は、□ ア □ により行い、観測は 2 セット行うものとする。1 セット目の観測値を □ イ □ 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 □ ウ □ とする。
- b. キネマティック法又は RTK 法による TS 点の設置で、GPS・準天頂衛星のみで観測を行う場合、使用する衛星数は □ エ □ 衛星以上とし、セット内の観測回数は FIX 解を得てから 10 エポック以上を標準とする。
- c. ネットワーク型 RTK 法による TS 点の設置は、間接観測法又は □ オ □ により行う。

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	放射法	参考値	採用値	5	直接観測法
2.	放射法	採用値	点検値	4	直接観測法
3.	交互法	参考値	採用値	4	直接観測法
4.	交互法	採用値	点検値	5	単点観測法
5.	放射法	採用値	点検値	5	単点観測法

< 解 答 >

GNSS 測量機を用いた細部測量に関する問題である。作業規程の準則 キネマティック法又は RTK 法による TS 点の設置からの出題であるが、その内容は基本事項として覚えておく必要がある。

ア～オに当てはまる語句について考えると次のようになる。

- a. キネマティック法又は RTK 法による TS 点の設置は、**放射法** により行い、観測は2セット行うものとする。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。

観測を2セット行うのは、1セットだけではキネマティック法や RTK 法では観測時間が短いため、マルチパスや衛星電波の切替り等による精度低下が考えられる。このため、2セット目の観測を行い、許容範囲内か否か（精度低下の影響を受けていないか）を確認するためである。

- b. キネマティック法又は RTK 法による TS 点の設置で、GPS・準天頂衛星のみで観測を行う場合、使用する衛星数は **5** 衛星以上とし、セット内の観測回数は FIX 解を得てから 10 エポック以上を標準とする。

GPS・準天頂衛星のみは5衛星以上、GLONASS 衛星を用いる場合は6衛星以上が必要となる。エポックとは各衛星から同時に受信する信号の単位であり、10 エポックとは 10 回の信号を受信する必要があると言う事である。データ取得間隔が1秒で観測回数が 10 エポックだから、1回の観測作業は 10 秒となる。ただし、FIX 解（ベクトル解析の解が定まった状態）が得られてからの観測となる。

- c. ネットワーク型 RTK 法による TS 点の設置は、間接観測法又は **単点観測法** により行う。

単点観測法とは、VRS、FKP 方式ともに、仮想点又は電子基準点を固定点とした放射法による観測法である。単点観測法の特徴は、観測点に1級 GNSS 測量機が1台あれば良いと言う事である。

間接観測法は、2台の GNSS 測量機（又は1台を速やかに移動）による同時観測を行い、既知点～新点（又は新点～新点）を結合する多角網を構成する観測方法である。

よって、正しい語句の組合せは 5の放射法、採用値、点検値、5、単点観測法 となる。

解答： 5