

基準点測量の作業工程

<試験合格へのポイント>

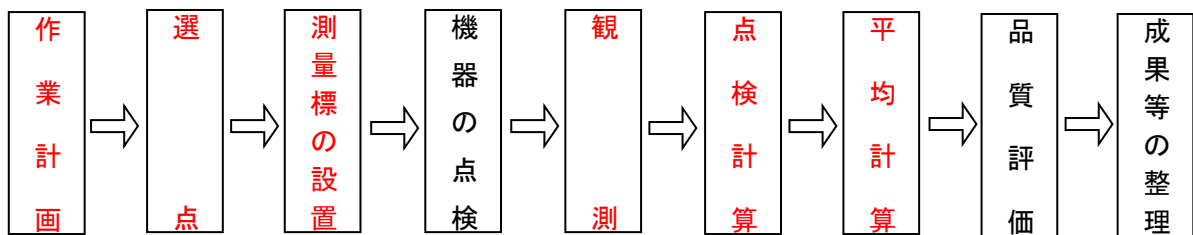
基準点測量の作業工程は「トータルステーション（以下 TS）による方法」と「GNSS 測量機による方法」の2つに大別されるが、ここでは特に気にせず「基準点測量における作業工程」として覚えればよい。また、作業工程を詳細に分類した形式についても過去に出題されることがあるが、全体的な流れをしっかりとつかんでおけば問題はない。

(★★★★：最重要事項 ★★：重要事項 ★：知っておくと良い)

● 基準点測量の作業順序 ★★★★★

基準点測量の作業順序は、次に記すように作業規程の準則に定める1～4級基準点の設置作業について覚えれば良い。

作業規定の準則による基準点測量は、次の作業順序により実施される。



※特に朱書きの工程順序は覚えておく必要がある。

● 各工程における作業の概要 ★★★★★

作業工程		作業の概要
計 画		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。
選 点		平均計画図に基づき、現地における既知点の現況調査及び新点位置の選定と、選点図及び平均図を作成する。
測量標の設置		新点位置に永久標識を設置する作業。
観 測		平均図等に基づき、 ・ TS 等を用い、関係点間の水平角、鉛直角、距離等を観測する作業。 ・ GNSS 測量機を用いて、GNSS 衛星からの位置情報を取得する作業。
計 算	点検計算	観測値の点検と観測値に対する諸補正計算の点検を行う。 ※点検計算は公共測量、現地計算は基本測量の用語である。
	平均計算	平均計算により最確値を求め、測量成果とする。

● 各工程における作業の詳細

① 作業計画

作業計画では、資料収集を行い、**平均計画図**や作業計画書を作成する。

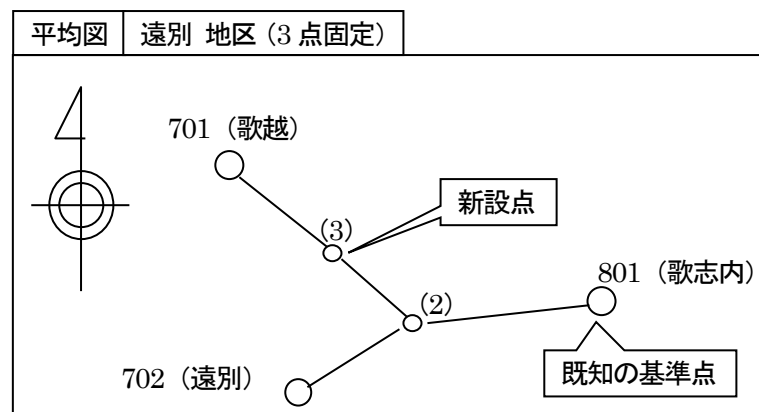
- ・資料収集：配点図や成果表、点の記、地形図等の資料を集める。
- ・**平均計画図**：地形図上にて新点の概略位置を決定し、既知点や新設点の設置位置、距離観測や角度観測を実施する方向を地形図に表したものの。
- ・作業計画書：使用機器や作業期間、人員等を考え作業工程を決定した作業の計画書。
※平均計画図や作業実施計画書は、計画機関に提出し承諾を受ける必要がある。

② 選点

選点とは、平均計画図に基づき、現地において電子基準点を除く**既知点の現況調査（電子基準点を除く）**を行うとともに、**新点の選定**を行い**選点図**ならびに**平均図**を作成する作業を言う。

- ・既知点の現況調査：既知点の異状の有無や視通、障害物、土地所有者、道路状況等を調べ、基準点現況調査報告書を作成する作業。
- ・新点の選定：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。後続作業における利用とは、作業の実施方法、その位置や偏心の有無を検討。適切な位置とはTSでの作業の場合は視通線の確保、GNSSによる場合には、上空視界の確保に伴う樹木の伐採等を検討する作業である。
- ・建標承諾書：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る必要がある。
- ・選点図：新点の位置を選定した後に、その位置及び視通線等を地形図に記入したもの。
- ・平均図：選点図に基づいて作成されたもの。

<平均図の例>



③ 測量標の設置

測量標の設置とは、新点位置に新たに永久標識を設置する作業を言う。永久標識の設置には、利用目的や現地の状況に応じて埋設の種類を選択する。設置後は点の記を作成する。

- ・埋設の種類：埋設する場所や土質の状況に応じて、地上埋設、地下埋設、屋上埋設がある。
- ・点の記：今後の測量でその点を利用するために作成されるもの。所在地や所有者、順路や周辺のスケッチ、地図等の事項が書き込まれている。

④ 機器の点検

観測に使用する機器は、観測着手前及び観測期間中には適宜点検し、必要に応じて調整する。また、作業計画において機器は目的とする精度にあわせて選択され、これら機器は所定の検定を受けたものが用いられる。

⑤ 観測

実際の観測作業。観測作業は平均図等に基づいて、TS やトランシット、GNSS 機器等を用い、点間の水平角、鉛直角や距離等が観測される。その方法は原則として結合多角方式によって行われ、用いる既知点数や路線長、偏心距離の制限等の作業方法が、各等級の区分により定められている。

観測に際しては、水平角、鉛直角、距離、偏心等の手簿が作成され、後の計算作業に必要な数値をまとめた、観測記簿が作成される。

⑥ 点検計算

観測値の良否を点検するため、観測終了後に現地で直ちに行う計算作業。点検計算は、新設点の近似標高の計算、距離測定値の補正、偏心補正計算、新設点の近似座標の計算があり、点検計算簿と精度管理表が作成される。点検計算において、観測値が許容範囲を超えた場合には再測を行う。

- ・TS による観測では、すべての単位多角形及び次の条件により選定されたすべての点検路線について、水平位置及び標高の閉合差を計算し、観測値の良否を判定するものとする。
- ・GNSS による観測では、電子基準点間の結合の計算（電子基準点のみを使用する場合）。または、重複する基線ベクトルの較差や環閉合差の計算（電子基準点のみを既知点とする場合以外）により、観測値の良否の判定を行う。

⑦ 平均計算

平均計算とは最終結果を求めるために行われるもので、観測値の標準偏差が求められる。平均計算により、許容範囲を超える値がある場合再測を行う。平均計算は、厳密水平網平均計算及び厳密高低網平均計算（1～2級基準点測量）や簡易水平網平均計算及び簡易高低網平均計算（3、4、簡易基準点測量）の各方法が各等級区分により定められている。

⑧ 品質評価

品質評価とは、基準点測量成果に基づき、製品仕様書が規定するデータ品質を満足しているか評価する作業であり、品質要求を満足していない項目があれば必要な調整を行う必要がある。また、品質評価は作業機関が品質評価手順に基づき行うものである。

⑨ 成果等の整理

測量成果や観測手簿、メタデータの作成、基準点網図等の一連の観測作業の成果を整理する。
※メタデータは、製品仕様書に従いファイルの管理及び利用において必要となる事項について作成される。

● 点検計算について

基準点測量では観測作業が終了すると、現地において観測値の良否を求める計算を行う必要があり、この計算を点検計算と呼ぶ。

点検計算とは TS による観測の場合、既知点間の結合における座標値の差、いわゆる閉合差について点検するものであり、1～4 級までの各区分においてその許容値が定められている。補正計算同様に、許容値を越えた区間は再測となる。

点検計算を簡単に言い換えれば、観測値の良否の点検を現地で行い、現地を離れることができるか否かの判定を下すものであるということになる。

◆ 観測に TS を用いた場合の点検計算の流れ（概要） ★

- ① 標高の概算（近似標高の計算）
- ② 前出の標高値を用い、投影基準面への距離補正（投影補正・距離測定値の計算）
- ③ 投影基準面上の距離を用いた偏心補正計算
- ④ 投影基準面上の距離（球面距離）から、座標面（平面直角座標系）上の距離（平面距離）への補正（縮尺補正）
- ⑤ 平面距離を用いた座標の計算（近似座標値の計算）

◆ 点検計算の詳細

① 近似標高の計算

新設点の近似標高は、既知点 → 新設点 → 既知点 に結合させることにより、閉合差を求める。これにより、高度角の観測精度の点検が行えるとともに、近似標高値を、後の距離の投影補正や平均計算に用いることができる。

② 距離測定値の計算

距離測定値の計算は光波測距儀の場合、「(気象補正 → 定数補正 →) 傾斜補正 → 投影補正 → 縮尺補正」の順で行われ、これにより、平面直角座標系（X, Y 平面上）の距離に補正される。

- ・ 傾斜補正：斜距離を水平距離に変換する。高度角による方法と高低差による方法がある。
- ・ 投影補正：水平距離を楕円体面上の距離に投影する。
- ・ 縮尺補正：楕円体面上の距離を平面直角座標上の距離に投影する。

③ 偏心補正計算

偏心観測を行った場合には、偏心補正計算を行い、観測値を変更する必要がある。観測点もしくは目標点のどちらかが偏心している場合には、正弦定理による計算か二辺夾角による計算を行い、観測点と目標点の両方が偏心している場合には、相互偏心の計算を行う。

④ 近似座標値の計算

測角及び測距の全体的な精度（観測値）の良否を決定するために、新設点の近似座標値の計算を行い、既知点に対する閉合差を求め、同時に方向角の計算も行う。近似座標値は、平均計算を行う場合に用いられる。

◆ 過去問題にチャレンジ！ (H17-1-B：士補出題)

図1-1は標準的な基準点測定の作業工程を示したものである。[ア] ～ [オ] に入る作業名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。

ただし、a. 測量標の設置 b. 平均計算 c. 選点 d. 測量標設置承諾 e. 現地における点検計算 とする。

作業計画・準備 → 関係官署への手続き及び敷地所有者への立ち入り連絡

→ [ア] → [イ] → [ウ] → 観測使用機器の点検
→ 観 測 → [エ] → [オ] → 成果表の整理

図 1-1

	ア	イ	ウ	エ	オ
1.	d	a	c	e	b
2.	c	d	a	e	b
3.	c	d	a	b	e
4.	d	c	a	e	b
5.	d	c	a	b	e

< 解 答 >

問題文にある語句を用いて、基準点測定の作業工程を考えると次のようになる。

作業計画・準備 → 関係官署への手続き及び敷地所有者への立ち入り連絡

→ c. 選点 → d. 測量標設置承諾 → a. 測量標の設置 → 観測使用機器の点検

→ 観 測 → e. 現地における点検計算 → b. 平均計算 → 成果表の整理

よって、

「c → d → a → e → b」の組合せとなる。

解答： 2

◆ 過去問題にチャレンジ！ (H21-No5：士補出題)

公共測量において、トータルステーションを用いて1級基準点測量を実施した。次の a～d は、このときの点検計算の工程を示したものである。標準的な計算の順序として、最も適当なものはどれか。次の中から選べ。

ただし、観測において少なくとも1点は、偏心点での観測があったものとする。

- a. 偏心補正計算
- b. 標高の点検計算
- c. 座標の点検計算
- d. 基準面上の距離及びX・Y平面に投影された距離の計算

- 1. a → c → d → b
- 2. a → d → c → b
- 3. b → c → d → a
- 4. b → d → a → c
- 5. d → c → a → b

< 解 答 >

点検計算の工程は次のようになる。

- ① 標高の点検計算
- ② 基準面上の距離及びX・Y平面に投影された距離の計算
- ③ 偏心補正計算
- ④ 座標の点検計算

よって、b → d → a → c となり、解答は4になる。

解答： 4

◆ 過去問題にチャレンジ！ (H27-No4：士補出題)

次の文は、公共測量におけるトータルステーションを用いた基準点測定の工程別作業区分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. 作業計画の工程において、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作業を行った。
2. 選点の工程において、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、選点図及び観測図を作成した。
3. 測量標の設置の工程において、新点の位置に永久標識を設置し、測量標設置位置通知書を作成した。
4. 観測の工程において、平均図などに基づき関係する点間の水平角、鉛直角、距離などの観測を行った。
5. 計算の工程において、点検計算で許容範囲を超過した路線の再測を行った。

< 解 答 >

基準点測定における作業工程及びその内容に関する問題である。問題各文について考えると次のようになる。

1. 正しい。問題文の通り。作業計画では、その他に作業計画書を作成する。
2. **間違い**。選点で作成されるのは、選点図と平均図である。観測図ではない。
3. 正しい。問題文の通り。永久標識は写真等により記録し、必要に応じて固有番号等を記録したICタグを取りつけることができる。
4. 正しい。問題文の通り。水平角、鉛直角は1視準1読定1対回の観測を。距離測定は1視準2読定の観測を1セットとする。
5. 正しい。点検計算は観測の終了後に行い、許容範囲を超えた場合は、再測を行う必要がある。

よって、明らかに間違っているのは2となる。

解答： 2