

## 2011 年度施行改正公共測量作業規程の準則（基準点測量）解説

本日 3 月 31 日、2011 年度から施行される公共測量作業規程の準則（以下、準則）の改正内容が公開されました。基準点測量の主な改正は、第 43 条の平均計算にあります。以下に主な改正点を解説します。

### 1. GPS から GNSS への名称変更

第 21 条に規定されていた「GPS」が「GNSS」と名称変更されました。この名称変更に伴って、手簿、記簿及び計算簿等も名称変更がなされる筈です。

第 21 条 4 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で、GPS、GLONASS、Galileo 及び準天頂衛星等の衛星測位システムがある。GNSS 測量においては、GPS 及び GLONASS を適用する。

【解説】現在日本の座標系の基準は、ITRF で初期の ITRF94 です。その後、ITRF96、ITRF97、ITRF2000、ITRF2005、ITRF2008 と更新されてきています。ITRF 観測点の中の IGS 「International GPS Service」点は、ITRF2008 から「International GNSS Service」になり、GNSS は国際的な用語になってきています。上記第 21 条が示すように、現在 GNSS は GPS とロシアの GLONASS ですが、近い将来 Galileo 及び日本の準天頂衛星等の衛星測位が加わることになるでしょう。

### 2. セミ・ダイナミック測地系の導入

2010 年 1 月 1 日から、1 級基準点測量にセミ・ダイナミック補正が導入されました。今回、下記のように準則の中で明文化されました。

第 43 条 3 二 G N S S 観測 = 1 級基準点測量において、電子基準点のみを既知点とする場合は、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セミ・ダイナミック補正を行うものとする。なお、地殻変動補正パラメータは、測量の実施時期に対応したのものを使用するものとする。

セミ・ダイナミック測地系に関しては、アイサンテクノロジー「@tmsPark」の以下ページをご参照ください。

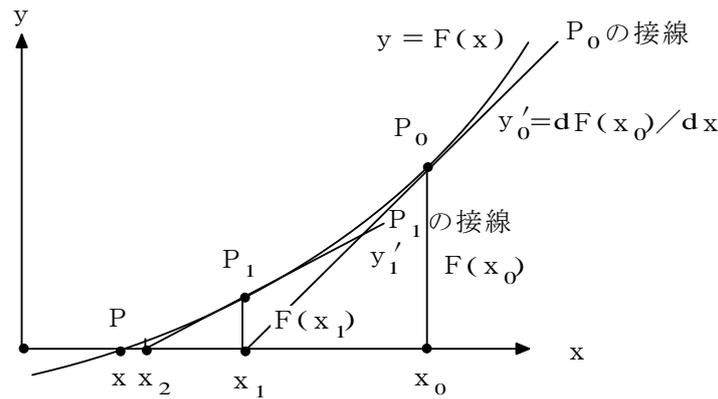
[https://atmsp.aisantec.com/atmspark/modules/info\\_m2/index.php?id=81](https://atmsp.aisantec.com/atmspark/modules/info_m2/index.php?id=81)

### 3. 網平均計算に反復改良計算の導入

前規程は、計算者によって概算値の選択の任意性があり、網平均計算結果が一意に定まらない恐れをもっていました。解を一意に定めるため、下記のように改正されましたので、計算者は注意しなければなりません。ただし、WingNeo INFINITY をお使いのお客様は、自動的に処理が行われる条件設定を追加するよう改訂を予定していますので、心配は無用です。

第 43 条 4 平均計算に使用した概算値と平均計算結果値の座標差が 1 メートルを超えた観測点については、平均計算結果の値を概算値として平均計算を繰り返す反復計算を行うものとする。

【解説】観測方程式の数学モデルが非線形の厳密網水平及び厳密高低網平均計算並びに GPS 網平均計算の場合、反復改良計算が必要です。観測方程式の数学モデルが非線形の場合、テーラー展開により 1 次項を採用して高次項を省略します。そのため、初期値である概算値が正確でないと、高次項の影響がでます。図は、省略した高次項を修正する反復改良計算の概念図です。非線形関数  $y = F(x)$  による概算値  $x_0$  における  $P_0$  の接線  $y_0' = dF(x_0)/dx$  から計算された解は  $x_1$  です。正しい解は P 点における  $x$  ですから  $x_1$  は正確な解ではありません。第 1 回目の計算で得られた  $x_1$  により、第 2 回目の計算を行い、解  $x_2$  を得ます。同様に、繰り返し計算を行い、解  $x$  に近づけます。最終的には、 $|x_{i+1} - x_i| < \epsilon$  の条件によって、反復改良計算を終了します。測量計算の場合、解の収束が早く、ほとんどの場合 2 回目の計算で解が収束します。筆者の計算によれば、既知点 3 点で未知点 2 点の 1 級基準点測量において、初期値を 5 m ずらすと平均結果に 3 mm の計算誤差が生じます。



筆者が先輩に聞き取り調査をしたところ、電子計算機が導入される以前でも「概算値と平均値の差が1メートル」を超える場合、反復改良計算が行われていました。その後、この反復改良計算がおろそかにされてきましたが、今回再び反復改良計算が導入されました。

#### 4. 計算式の改正

計算式が一部改正されました。いずれも、利用者に直接影響がないものばかりです。

##### ・垂足緯度の計算式の改正

平面直角座標 (x, y) から緯度経度 ( $\phi$ ,  $\lambda$ ) の換算を行う場合、垂足緯度 ( $\phi_1$ ) が使われます。この垂足緯度 ( $\phi_1$ ) の計算式が更新されました。改正計算式は、河瀬(2009)によるもので、より簡潔な式です。計算結果は、実用的には以前の式と同じなので、WingNeo INFINITY 利用者には直接関係がありません。

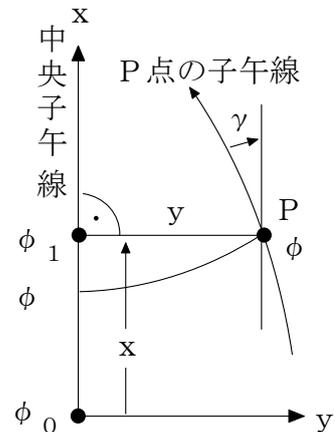
##### ・GPS 観測方程式の誤りの改正

GPS の観測方程式は、天文鉛直線偏差など全く無関係な式が含まれていた旧測量法時代のもので、測量法第 11 条違反の誤った内容のものでした。筆者は 2004 年にこれら誤りを指摘、その後も誤りを指摘し続けてきましたが、今回ようやく違法状態がなくなりました。

##### ・水準測量楕円補正式の定数の改正

水準測量の楕円補正式の計算式の定数が「5.29」から「5.28」に改正されました。2002 年の改正測量法施行に伴って「GRS80」楕円体が採用されました。この楕円体に基づく楕円補正式の係数は、「5.28」であり、遅ればせながら今回改正されることになりました。2011 年度には WingNeo INFINITY の改訂を行う予定ですので、ご安心ください。

$$\text{楕円補正式 } k = 5.28 \sin (B_1 + B_2) \{ (B_2 - B_1) / 2 \} H$$



#### 5. その他

- ・第 37 条の観測の実施において、GLONASS 衛星を使った場合の観測方法が規定されています。
- ・単位表示を「mm」に統一するとか、文章表現を正確にするとか、利用者に直接かわりのない改正があります。例えば、「AとBは、…」を「A及びBは、…」のように正確な日本語にするなどです。

#### 6. GNSS 観測値の削除は見送り

パブリックコメントで提案されていた下記条文は、見送られました。

第43条 3 二GNSS観測 ハ三次元網平均計算に使用する基線ベクトルは、路線に多角形が形成される場合に、異なるセッションの組合せによる環閉合とする。

【解説】このような条文の提案には、現場への配慮及び網平均計算の理論等に思慮の深さが求められると思います。見送りは良いことです。

#### 参考文献

河瀬和重(2009)：緯度を与えて赤道からの子午線弧長を求める一般的な計算式、国土地理院時報 N0119.

2011年3月31日作成

2011年4月18日訂正

アイサンテクノロジー技術顧問 中根勝見