

第三章 図解法地域での復元

○原図から境界点の復元

図解法地図の場合の復元方法について、私が父親の補助者として業務を手伝い始めた昭和56年頃、地籍調査は完了していましたが、役場には地籍調査に関係した測量の出来る職員が残っており、境界の復元に同行することができました。

現地は山林地区でしたが、職員は平板道具一式と原図を持参してやってきました。現地の山道(里道)の形状と図面の形状を比べ、「このあたりに石があるから、1メートル範囲を浅く掘ってみて」と同行していた職員に掘らせたところ、図根多角点の埋石が出て来ました。同様にしてもう一つの図根多角点を探し出すと、復元する境界近くの図根多角点に平板を据え付け、原図にプロットされた該当の図根多角点の印と一致させ、もう一方の図根多角点に方向を合わせて平板を固定させると復元する境界の方向に向かって、三角スケールで距離を読み取り、その方向にテープで距離を取り位置を復元しました。

当時、私の父も平板測量を行っていましたが、一筆地だけを測る測量であり、今までは隣接の境界点からの距離により復元を行っており、図根多角点を使用する測量をこの時初めて知りました。

○図解法による境界点の座標と復元

地積測量図を基に現地の境界点を復元する場合、器械点や後視点となる点(基準点または準拠点)が現地に残っていれば、境界点の座標、準拠点または基準点の座標があれば復元が可能になります。

同様に図解法地図において、平板測量で復元するならば、前出の方法になりますが、現在ではTSを使用する方が精度も良く、一般的です。平板で復元出来た後でも確定測量はTSを使用する事になります。そのためTSを使用する復元方法が必要になり、境界点の座標、器械点と後視点となる図根多角点の座標が解れば復元は可能になります。

境界点の座標についてはコンピュータ化された図解法地図(以下図解法地図という)でも境界点の座標が無く、地図上に示された位置が境界点の座標を表しています。そのため地図から境界点の座標を読み取る必要があります。

図解法地図の外側に表示されている図郭線の左下と右上の2カ所に座標値が記載され、一枚の大きなグラフとして表示されていますので、その枠内に所在する境界点の位置を地図から読み取れば世界測地系での座標を知ることが出来ます。

図根多角点は該当の一筆地の近傍に①印で表示されていますので、器械点と後視点となる2カ所を現地で探し出し、その座標が解れば境界点の復元が可能となります。

図根多角点の座標は国土調査を実施した市町村に保管されているはずで、閲覧する事が可能と思われます。図解法地図地区で境界点の座標を公開している市町村もありますが、これも飽くまでも読み取り座標であることに注意してください。

○許容誤差

境界点の読み取り座標と器械点と後視点となる図根多角点2点の座標が解り、現地にも図根多角点が残っていれば、境界点の復元が可能になります。

ここで注意しなければならないのは、境界点の読み取り座標は近似値だという事です。そのものズバリの確定した境界点位置では無く、この復元した位置の近傍に本来の境界がありますという事です。

復元した位置と本来の境界と思われる恒久的地物が(表8)国土調査法施行令別表第四(以下別表という)の位置誤差の範囲内であれば、その恒久的地物は地籍調査時に測られた境界点だと考えることが出来ます。

別表は市街地、農用地、山林などにより甲1から乙3までの6つの精度区分が決められ、精度区分を目指して地図が作製されています。

(表8)

国土調査法施行令別表第四 (一筆地測量及び地積測定の誤差の限度)

精度区分	筆界点の位置誤差		筆界点間の図上距離又は計算距離と直接測定による距離との差異の公差(m)	地積測定の公差(m ²)
	平均二乗誤差	公差		
甲1	2cm	6cm	$0.020 + 0.003\sqrt{S} + \alpha\text{mm}$	$(0.025 + 0.003\sqrt[4]{F})\sqrt{F}$
甲2	7cm	20cm	$0.04 + 0.01\sqrt{S} + \alpha\text{mm}$	$(0.05 + 0.01\sqrt[4]{F})\sqrt{F}$
甲3	15cm	45cm	$0.08 + 0.02\sqrt{S} + \alpha\text{mm}$	$(0.10 + 0.02\sqrt[4]{F})\sqrt{F}$
乙1	25cm	75cm	$0.13 + 0.04\sqrt{S} + \alpha\text{mm}$	$(0.10 + 0.04\sqrt[4]{F})\sqrt{F}$
乙2	50cm	150cm	$0.25 + 0.07\sqrt{S} + \alpha\text{mm}$	$(0.25 + 0.07\sqrt[4]{F})\sqrt{F}$
乙3	100cm	300cm	$0.50 + 0.14\sqrt{S} + \alpha\text{mm}$	$(0.50 + 0.14\sqrt[4]{F})\sqrt{F}$

- 備考
- 1 精度区分とは、誤差の限度の区分をいい、その適用の基準は、国土交通大臣が定める。
 - 2 筆界点の位置誤差とは、当該筆界点のこれを決定した与点に対する位置誤差をいう。
 - 3 Sは、筆界点間の距離をメートル単位で、示した数とする。
 - 4 α は、図解法を用いる場合において、図解作業の級が、A級であるときは0.2に、その他であるときは0.3に当該地籍図の縮尺の分母の数を乗じて得た数とする。図解作業のA級とは、図解法による与点のプロットの誤差が0.1ミリメートル以内である級をいう。
 - 5 Fは一筆地の地積を平方メートル単位で、示した数とする。
 - 6 mはメートル、cmはセンチメートル、mmはミリメートル、m²は平方メートルの略字とする。

○新設基準点による境界の復元

図解法地図から境界点の読み取り座標を知る事は出来ませんが、作成された時代からは50年以上経過しており、該当の一筆地を測った図根多角点は残っていないことが多く、その対応策として新たな図根多角点を設置することになります。

現在ではGNSS測量で電子基準点から直接精度の良い図根多角点(以下新設基準点という)を一筆地の近傍につくり、境界を観測することになります。

分筆等の業務の依頼を受けた場合、図解法地図から一筆地の境界点の位置を読み取り、新設基準点から測量(または復元)した境界点の座標を比較して、誤差の範囲にあるかどうかを(表7)の別表にある位置誤差で判断されていると思います。

しかし、新設基準点を使用して境界点の読み取り座標を復元した位置と現地の恒久的地物の位置ではかなりの差を生じることがあります。

「えらく座標が相違する。公差の限度一杯じゃないか、地籍調査は精度が悪い。これでは現地の復元なんか無意味だ」と思われていませんか。

○絶対誤差と相対誤差

(表8)別表の備考2について、中川徳郎著「登記測量」の中で「筆界点の位置誤差の限度は、その筆界点の準拋楕円体面上における絶対誤差ではなく、細部測量の段階において、その筆界点の位置を測定するために使用した細部図根点、その他の与点に対する相対的な誤差を表す」と記されています。

新設基準点を使用し、境界点の読み取り座標を基に復元することは、読み取り座標をそのまま楕円体面上の絶対座標として復元していることになり、その境界点と境界点を測定した図根多角点(細部図根点)との相対的な位置の座標(本来の境界位置)を復元している訳ではありません。この操作だけで「地籍調査の精度が悪い」と早合点していませんか。

—地籍調査時の境界点を復元するためにはもう一手間が必要になります—

○座標のズレを知る

地籍調査時の図根多角点を使用して、電子基準点から観測してみたら、電子基準点から得た精度の良い座標と、地籍調査時の座標の二つを知る事が出来ます。

電子基準点から得た新設基準点の座標は、準拋楕円体の座標を直接求めていますが、地籍調査時の座標は、基本三角点や基準三角点から図根三角点、図根多角点と順次観測された座標です。座標が相違していても同一点を表しているのは間違いありません。

この二つの座標の差は単に座標上のズレで、時代とともに変化(進化)した測量方法により生じたものだというのが解ります。

このズレは該当の図根多角点から観測された境界点すべてに生じています。

該当(近傍)の図根多角点が1点だけでも残っていれば、地籍調査時の図根多角点の座標と新設基準点からその図根多角点を観測した座標を比較すれば同様の事が解ります。

○図根多角点に代わるもの

50年前の地籍調査の図根多角点なんか残っていない。どうすれば良いのか。それに代わる方法として、現地の恒久的地物(境界点)で確認する方法があります。

現地の移動の無いと思われる恒久的地物(境界点)を基準点から測量して、地籍図から該当する境界点の読み取り座標と比較して座標のズレを確認することになります。

ただし、図解法の場合は恒久的地物に座標がありませんので、異動の無い事が前提になり、信頼性を高めるためには複数の点を観測してズレを確認する必要があります。

「現地の境界点がわからないから復元しようとしているのに、現地に恒久的地物がなければ、復元の手立てが無いじゃないか」当然の疑問です。その場合は現況測量の範囲を広げて近傍の恒久的地物からの確認になります。

『地籍調査による座標と新設基準点により観測された座標のズレは、地籍調査での誤差ではありません・平板を使用しての復元をTSで復元しようとしているために生じているズレです。』

このズレを修正できれば、本来の誤差が解り、新設基準点からであっても、地籍調査時の図根多角点からの相対的位置を復元することが可能になります。このズレを排除して境界点の位置誤差を計算

してみてください。思ったより誤差が少なくなります。

○弊害

地籍図地図地区の分筆測量は最近まで、残地については全点の測量を要せず、登記簿面積からの差し引き計算で良いとされていました。そのため一筆地の境界点全部を測量せず、地籍図からの読み取り座標により一筆地の形状を作成し、新設基準点での分筆位置(予定位置)の座標により地積測量図を作成している事例が多く見受けられます。

新設基準点により一筆地の正しい境界点全部を測り地積測量図を作成していれば、地図の分筆線の位置に気を付ける以外何も問題はありません。しかし、一筆地は読み取り座標で、分筆位置は新設基準点からのものを使用した場合、分筆位置については合致していますから、見た目では解りませんが、先程から説明しているズレが、残地に出現します。

地積測量図兼土地所在図として提出されている登記で良く見られ、後日土地家屋調査士が残地の依頼を受けた時に買収地の境界点は長狭物の中になるので関係が無くなり、分筆位置も見た目では合致していますが、いざ調査・測量を行ってみると残地の境界点には本来の誤差以上のものが加わり処理に困る事も多いようです。

○座標のズレの原因

何故このようなズレが起こるのか考えてみましょう。

1. 図根多角点プロット時の誤差によるもの

図解法地図に表示されている境界点の位置自体にズレが考えられます。図根多角点の座標を、該当の平板原図にプロットし、図根多角点に平板を据え、一筆地の形状が図化されていきます。そのため、図根多角点が座標どおり正確に平板原図にプロットされていれば問題ありませんが、図根多角点のプロットの誤差(ズレ)があれば、その図根多角点から観測された境界点の地図上の位置はそのズレを持つこととなります。

2. 測量法改正によるズレ

図解法地図の場合、日本測地系で測量がされています。その後、日本測地系から世界測地系へはTKY2JGDによってパラメータ変換で座標の変換が行われています。パラメータ変換は単純な平行移動ではありません。GPS測量により日本測地系で観測していた基準点を世界測地系で再測量した2・3級相当の基準点245点について、日本測地系での実測値、日本測地系の実測値をパラメータ変換した値、世界測地系での実測値を比較(資料1)したところ、変換にともなって各点5～11センチ程度のズレが生じていました。今治市では25～30センチ程度のズレが生じる事例(資料2)もあるようです。ただし、いずれの地区でも適切な修正を行えばズレはもっと小さいものになります。

図根多角点は日本測地系で観測され、新設基準点は世界測地系で観測されているので、このパラメータ変換によるズレを知っておく必要があります。

3. 測量方法の相違によるズレ

図解法地図の時代は基本三角点・基準三角点から図根三角点が角度だけの観測である三角測量により設置され、そこから図根多角点が設置されています。現在の電子基準点からGNSS測量で直接観測された座標とはパラメータ変換以前の問題もあり、測量方法や計算方法により同一点であっても座標がズレる大きな原因の一つとなっています。

地籍調査のために50年以上前に設置された基準(四等)三角点や図根三角点を、日本測地系の時代に電子基準点から実測していれば、世界測地系になった後もう一度電子基準点からの実測を行えば、パラメータ変換を含んだ測量方法や測量器械により生じるズレを明確に示す事が出来ます。ただ、電子基準点の成果を直接使用出来るようになったのは、世界測地系に切り替わる直前であったため、基準(四等)三角点や図根三角点を与点にして新たな基準点を設置する方法が当時のGPS測量の主流でした。三角点を与点として新設基準点から境界点を復元した場合、路線の異なる図根多角点を使用した程度のズレはありましたが、そんなにズレは生じませんでした。

このような状態でしたが、日本測地系の時代に仲間達と新たな基準点を設置していた頃、四等三角点を新たに設置中とは知らず、ほぼ同様の場所に新設基準点を設置してしまいその扱いに苦慮していたところ、指方正広先生から「とにかく、新設基準点からその四等三角点を測ってみなさい」という指示がありました。新設基準点からもう一つの新設基準点を後視点にして観測すると、四等三角点との座標を比較すると9センチ程の差がありました。

そのことを指方先生に報告すると、「良い精度ですね。一般的に四等三角点の位置誤差は10センチ、図根三角点の位置誤差は30センチと言われています。」お互いの測量精度が良かったので、その位置誤差内に納まったということのようでした。

日本測地系から世界測地系に切り替わる前の数年間、電子基準点を直接使用する測量が可能となり、GPSで直接基準(四等)三角点や図根三角点を観測できるようになりました。観測条件の良い場所で得たデータが3・4点ありました。それによると私の業務を行っている地域では四等三角点は10～20センチ、図根三角点で30～40センチのズレを持っている様です。

この値からパラメータ変換でのズレを単純に差し引くと、10センチと30センチ程度のズレになると思われ、当時の地籍調査での目標とされていた準拠楕円体上の絶対誤差の範囲におさまるものと思われます。

当然、図根三角点を与点とする図根多角点では30～40センチ以上の座標のズレがあることになり、境界点の座標にもそのズレが含まれています。

以上のようなズレは説明の出来るズレです。地籍調査の図根多角点からの境界点の位置は当時の相対的な位置であり、電子基準点(新設基準点)から求めた座標(準拠楕円体上の絶対座標)位置は精度の高い座標であり、どちらも正しいのです。

○座標のズレを数値化する

さて、座標のズレが解れば、その数量を知る必要があります。図根多角点が残っていれば、単純に地籍調査時の図根多角点の座標と新設基準点から観測して得られた座標を比較すればズレの数量は明確になります。恒久的地物からズレの数量を知る場合は、少し工夫が必要になります。

読み取り座標と新設基準点から観測した境界点が同一点と確信出来れば、座標を一致させるためにヘルマート変換する方法がありますが、この方法では読み取り座標の持つ誤差や恒久的地物が移動(異動)している可能性もあり、正しく変換出来ない場合もあります。

ここで専門家である土地家屋調査士の出番です。土地家屋調査士の目と経験値による判断でどの恒久的地物等を採用するかを取捨選択や、全体的な形状を見てズレの量を判断する必要があります。

その方法としてCAD上に読み取り座標の図面(以下読み取り図という)と新設基準点と新設基準点により現況測量をした公共的地物等を表示した図面(以下基準点図面という)の図面の属性を別にして表示し、どちらかを「追加」する形とします。二つの図面には座標のズレがありますから、同じ地形であってもズレた形で表示されることとなります。

ここで基準点図面を、読み取り図に一致するように移動してやります。おそらく全部がピタッと一致することは無く、それぞれの境界点位置がバラバラの方向にズレているはずですが、一部が大きく外れている場合は地籍調査後異常があったものとして除外し、大部分のズレの範囲が少なくなるところまでアナログで確認しながら移動します。「この程度かな」と客観的に判断出来れば読み取り座標図面を「基本の図面」にして二つの図面を統一すれば、読み取り図面の座標系になりますので、基準点をCAD上で読み取ります。この座標は基準点を補正の無い状態でX軸・Y軸方向に適宜移動した値になります。画面上の基準点の座標を全部読み取るか、全部の基準点にこのX軸・Y軸方向の移動量を加えれば、新設基準点を地籍図の座標に変換(以下変換基準点座標という)した事になります。

復元には、変換基準点座標と読み取り座標を使用して実施すれば良いこととなります。

○座標の使い分け

図解法地図の境界点の読み取り座標と新設基準点を使用した座標について、どのように考え処理すべきでしょうか。

読み取り座標は法務局の管理座標と思えばよいと思います。つまり地図手入れ用の座標であり、実際に現地で使用する地積測量図には新設基準点からの座標を使用しなければなりません。登記完了後は土地家屋調査士が責任を持つことになるので当然でしょう。

ここで、公差についても一度考えて見ましょう。公差と言えば位置誤差のみを考えてしまうところがあります。(表8)の別表をみれば位置誤差・辺長誤差・面積誤差があることが解ります。地籍調査はこの基準の中で作成されています。

位置誤差が公差一杯であれば、他の誤差を満足せず、公差の1/3の範囲である平均二乗誤差の範囲でおさまっていないと他の2つの誤差を満足することは難しいのです。

基準点と図根多角点の座標のズレを修正して地籍図の誤差を確認してみると、今まで公差の範囲ぎりぎりであったものが、精度内の平均二乗誤差の範囲に納まる事の方が多いことに気づきます。