

シグマ σ 法

はじめに

このメッセージは筆界特定書(法務局筆界特定), 判決書(境界確定訴訟)の中で公差について統一された記述が使われていなく, 対象土地所有者, 控訴人, 被控訴人及び関係者にとって理解し難い表現が多いため提案するものです。

シグマ
σ 法は品質管理手法の一つです, これを境界測量にアレンジしたものです, あくまでも境界測量の専門家でない方に理解しやすいように配慮した表現に統一するべきとの観点から作成したもので, 感覚的でなく, 「一定の規準ものさしに基づいて」使いましょうとの主旨です。

このような分類は気象庁の「風の強さ」とか「雨の強さ」でも使われていますので参考にしてください。

公差とは最悪でもそれ以下であれば許せるという指標です, ある結果が「公差内です。」とい
いまして公差の下限(0)に近いのか上限(公差として決められた値)に近い数値なのかによ
ってその数値への評価が違ってきます, つまり, 公差の幅のどの位置レベルにあるかによって評価が
違って来ます。

境界の位置について筆界特定書とか判決書でも次のような表現がみられます, 「その差は公差内で一致している。」「A測量図とB測量図の当該距離差は公差内であり, 一致している。」とか「その差は公差内であり, ほぼ一致している。」といった表現です, これらの表現は公差のどのレベルにあるのか説明がされないまま使われています。

これでは理解し難い説明です, それどころか使っている専門家でも判らないまま, 認識が曖昧なまま使っているようです。

例えば, 同じ価格の時計を買うとしたとき, Aの時計は一日に10秒の誤差が生じます, Bの時計は1秒の誤差が生じます, どちらも公差内ですといったときにAの時計を買う人はいないでしょう, これと同じです。

そこでこの表現を技術的に示す必要があります, その概要についての解説です。

シグマ 一般論としての σ 法とは

σ は標準偏差のことです, シグマ
σ 法とは公差に対して公差から外れる割合(不良率といいます)を幾ら以下にするかを定め標準偏差で管理する手法です, 標準偏差(σ)毎の確率, 不良率は下表のとおりです。

標準偏差	確率	不良率	備考
3σ	0.997300204	0.003	約千分の3
3.891σ	0.999900168	0.000	約1万分の1
4σ	0.999936658	0.0006	約2万分の1
5σ	0.999999427	0.0000006	約200万分の1
6σ	0.999999998	0.000000002	約5億分の1

「我社は4シグマで管理しているとか、トヨタ自動車では6シグマで管理しているらしい・・・」と
 いうことを聞いたことがあると思います、σとはサンプルの標準偏差をいいます、サンプルとは
 大量の製品(母集団)からランダムサンプリング(標本)したデータから計算した標準偏差です。

製品を作る場合、必ず公差は決めてあります。作られた製品の良、不良は公差内か公差外
 かを検査することで判定されます、製品全部を検査すればそれ相当のコストと時間が掛かりま
 す。

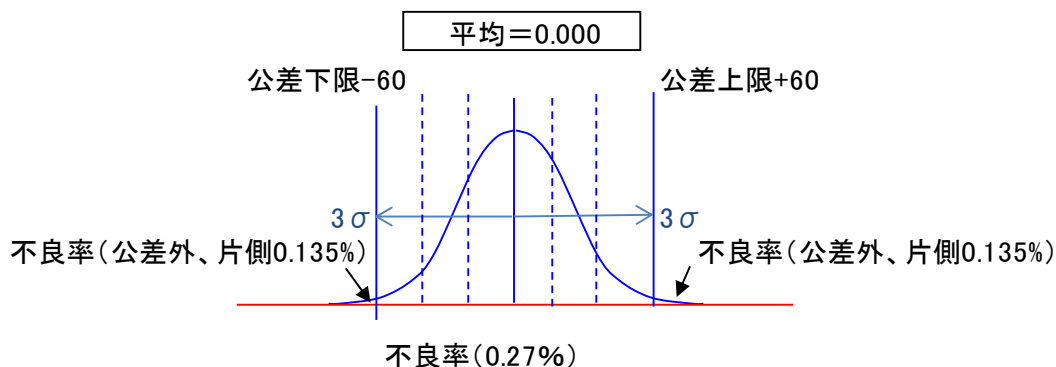
そこで、全部の製品を検査しないで最低限の数を検査して製品全体の良、不良を判断する
 方法を取ります、これがランダムサンプリングです。

ランダムサンプリングの結果から全体の不良率を正規分布の確率から判断して製品全体の
 良、不良を判断します。

この方法ですと不良率はサンプリングの標準偏差と公差中心に対するサンプリングの平均
 値のズレで決まります、そこで、最低限許される不良率を決めておく必要があるわけです。

例えば(下表, 下図参照) 1000個に3個は不良があってもやむを得ないとすると不良率は0.
 3%(0.003/1)未満、良品は99.7%(0.997/1)以上で2.97σに相当します、これを≡
 3として3σ法といいます。

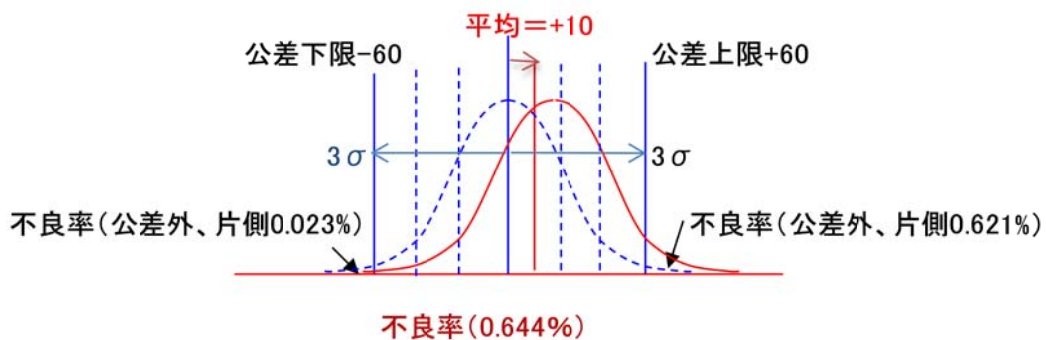
標準偏差 σ	20		
公差の中心値	0		
公差の幅(片側)	60		
分布の平均値	0	(-側)	(+側)
全体確率 %	99.730	49.865	49.865
全体不良率 %	0.270	0.135	0.135



3σ法で公差を60としたときの3σの標準偏差 $\sigma = \frac{60}{3} = 20$ です、公差の中心を0としたときにサンプルデータの平均値が+10であれば、分布曲線は全体に+10側、右側に移動しますので分布の右側の公差から外れる確率(不良率)は0.621%で、左側の公差から外れる確率(不良率)は0.023%となります、全体では0.27%ではなく0.644%(+側0.621%、-側0.023%)となり(下表、下図参照)、0.27%を超えた不良があると判断して、全体を不良とします。

これがランダムサンプリングの基本的な考えたかです。

標準偏差 σ	20		
公差の中心値	0		
公差の幅(片側)	60		
分布の平均値	10		
全体確率 %	99.356	(-側)	(+側)
全体不良率 %	0.644	49.977	49.379
		0.023	0.621



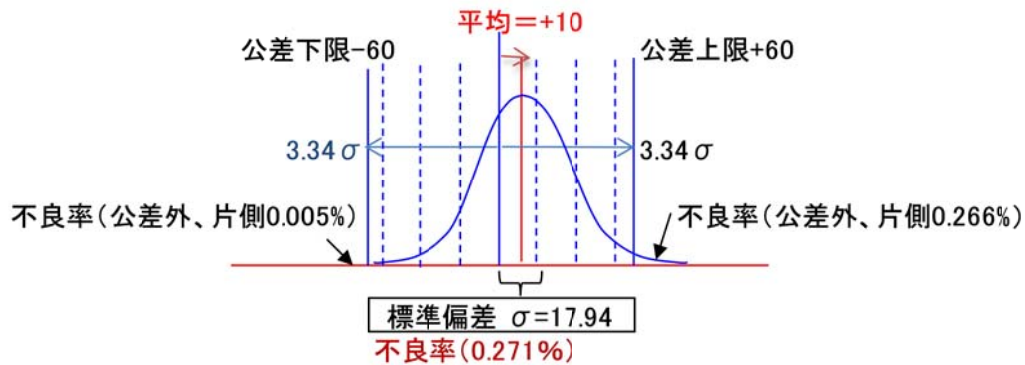
そこで、平均値を幾ら以下に抑えるかが必要になってきます、平均値は狙い値を変えることでコントロールできる特徴があります。コントロールできたとしても平均値は0にはなりませんのでコントロール可能な範囲を把握しておく必要があります。

境界測量において較差の平均が+0.010 だったとすれば、計算距離から実測値をから0.010引いてから計算すれば0.000に近づきます、距離そのものにも誤差がありますので0にはなりません0に近づきます、このように平均値のコントロールは較差のバラツキをコントロールするよりは容易なのです。

平均値+10の場合で不良率を0.27%以下にするためには標準偏差を小さくすればできます、標準偏差を17.94にすれば0.27%以下になります(下表、下図参照)、下表から $0.05 + 0.266 = 0.271$ です。

標準偏差 σ	17.94
公差の中心値	0
公差の幅(片側)	60
分布の平均値	10
全体確率 %	99.729
全体不良率 %	0.271

(-側)	(+側)
49.995	49.734
0.005	0.266



平均値を±10以下にコントロールすることを前提に標準偏差を17.94以下($\approx \frac{60}{3.34}$)に設定すれば目標の不良率0.27%未満,良品率99.73以上を確保できることになります。

要するに、公差に対して最低限の不良値率が決まっていれば、平均値のズレの最大値から標準偏差が決まり、この標準偏差が公差の何分の1かをもって〇〇シグマ法とするものです、ここまでの一般論としての^{シグマ} σ 法の説明です。

検査器機の精度は

例えば100mm±1.0mmの公差の場合、製品が99.0mm以上なのか99.0未満なのかを判断するには公差の10分の1単位以上の読み取りができる検査器機、0.1mm以上の精度のある検査器機を使います。公差が100mm±0.1mmであれば、0.01mmまで測定できる検査器機ということで意外と単純なのです。

作る側でも測っていますので作る側が使っている測定器機制度よりも高い精度の検査器機を使う必要があります、例えば作る側が0.1mmの精度の機器使って99.0mmとした製品を1.0mmの精度の検査器機で98と測定し、不良と判定する間違いを防ぐ為です。

大まかには、この2つのことを注意すれば良いのですが、測量の場合はそのように単純ではありません。

境界測量では

境界測量の公差は、不動産登記規則第10条4項に下記のとおり定められています。地図を作成するための一筆地測量及び地積測定における誤差の限度は、次によるものとする。

一、市街地地域については、国土調査法施行令(昭和二十七年政令第五十九号)別表第

四に掲げる精度区分(以下「精度区分」という。)甲二まで

二, 村落・農耕地域については、精度区分乙一まで

三, 山林・原野地域については、精度区分乙三まで

ということで、法律で定められた基準であるということです。国土調査法施行令別表4が下表です。境界の公差といえはいつも登場する同じもの表です。

国土調査法施行令別表4

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	地積測定の公差
	平均二乗誤差	公差		
甲一	2cm	6cm	$0.020m + 0.003\sqrt{Sm} + \alpha \text{ mm}$	$(0.025 + 0.003\sqrt{F})\sqrt{Fm^2}$
甲二	7cm	20cm	$0.04m + 0.01\sqrt{Sm} + \alpha \text{ mm}$	$(0.05 + 0.01\sqrt{F})\sqrt{Fm^2}$
甲三	15cm	45cm	$0.08m + 0.02\sqrt{Sm} + \alpha \text{ mm}$	$(0.10 + 0.02\sqrt{F})\sqrt{Fm^2}$
乙一	25cm	75cm	$0.13m + 0.04\sqrt{Sm} + \alpha \text{ mm}$	$(0.10 + 0.04\sqrt{F})\sqrt{Fm^2}$
乙二	50cm	150cm	$0.25m + 0.07\sqrt{Sm} + \alpha \text{ mm}$	$(0.25 + 0.07\sqrt{F})\sqrt{Fm^2}$
乙三	100cm	300cm	$0.50m + 0.14\sqrt{Sm} + \alpha \text{ mm}$	$(0.50 + 0.14\sqrt{F})\sqrt{Fm^2}$

備考

一 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。

二 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。

三 Sは、筆界点間の距離をメートル単位で示した数とする。

四 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・二に、その他であるときは0・三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・一ミリメートル以内である級をいう。

五 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。

六 mはメートル、cmはセンチメートル、mmはミリメートル、 m^2 は平方メートルの略字とする。

この表で、筆界点の位置誤差の公差とは座標値の較差 Δx (図面の X 値 - 実測の X 値),

Δy (図面の Y 値 - 実測の Y 値) に対する公差です。

通常、公差は決められますがこれを管理目標とする不良率は別に定められるものなのですがこの表では標準偏差の定めがありませんが平均二乗誤差が決められています、平均二乗誤差は標準偏差に換算できますので標準偏差が定められていると同じ意味を持ちます。

つまり、この表で平均二乗誤差が定められていることによって、標準偏差が計算できますので、不良率1000分の1(0.01%)以下で管理することまで決まっているということです。

地積測量図はサンプリングデータか

データ全体を母集団といいます、地籍調査、不動産登記法14条1項地図作成の場合、母集団は決まってしまう、発注され区域が母集団になるので簡単です。ところが一枚の地積測量図の場合の母集団はその土地家屋調査士が作製した地積測量図全部を母集団とするのか、あるいはその法務局管内で作製された地積測量図全部を母集団とするのかという問題

があります。

法務局単位、土地家屋調査士会単位で地積測量図作成要領が異なるようなので全国の地積測量図全体が母集団という考えはありません。

いずれにしても、土地家屋調査士から提出された地積測量図から抜き取り検査をして精度内であることの証明は法務局でも土地家屋調査士会でもしていません。

このことからの地積測量図のデータはサンプリングデータではないといえます、したがって国土調査法施行令別表4の筆界の位置の公差の平均二乗誤差は適用することはないといえます。

とはいいいましても、**地積測量図の誤差は公差内で作成されていることを前提**に考えなくてはならないとするしかしようがありません。これを前提にしたシグマ法の説明になります。

3. 9σ(シグマ)法と筆界の位置誤差

平均二乗誤差は統計指標ではありませんのでこれを統計指標である二変量標準偏差に換算します、平均二乗誤差と標準偏差の関係の説明は別の項(標準偏差と平均二乗誤差の違い)で説明しています。概略は「**平均二乗誤差 $=\sqrt{2}$ × 二変量標準偏差**」の関係にあり、筆界点の位置誤差公差と平均二乗誤差の関係は表から「**筆界点の位置誤差公差 $=3$ × 平均二乗誤差**」となっています。したがって「**筆界点の位置誤差公差 $=3 \times \sqrt{2}$ × 二変量標準偏差 $= 4.25 \times$ 二変量標準偏差**」となります。

4.25 倍の二変量標準偏差の確率は $0.9998803871 \div 0.9999$ です、この逆数が不良率で 0.0001 (10,000 分の 1)です、一万個に一個が公差外にある可能性があることを意味します。

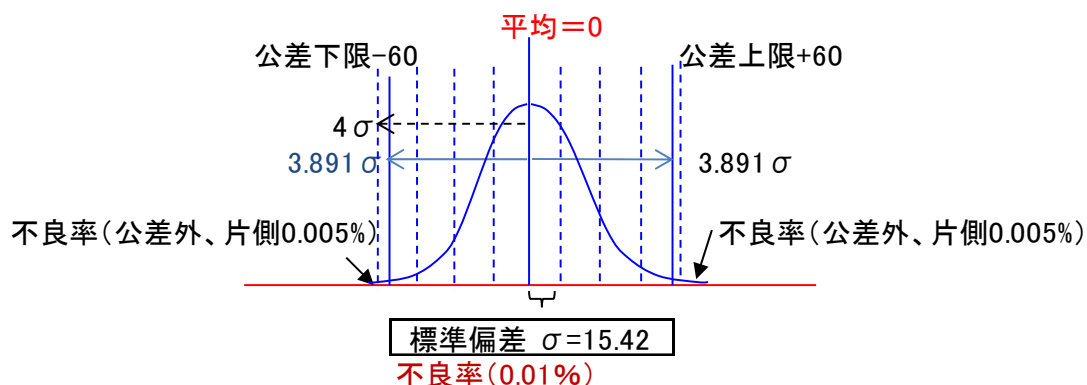
これは二変量についての基準なので、「筆界点間の図上距離又は計算距離と直接測定による距離との差異の公差」(「距離の公差」といいます)、つまり距離の較差は一変量ですからこのままでは使えません。

そこで、次のようにします、不良率 10000 分の 1 は二変量、一変量で変わりませんので、一変量(通常使われる変量)における 10000 分の 1 相当する標準偏差(σ)を求めると 3.891σ になります。 $3.891\sigma \div 3.9\sigma$ (下表、下図参照)とします、この国土調査法施行令別表4は **3.9σ** を前提に作られている基準といえます。

公差60の 3.891σ は $\frac{60}{3.891} = 15.420$ です、全体の確率は99.990%、分布に中心

と公差の中心が一致(0)しているとしたときの片側確率(不良率)は0.005%になります。

標準偏差 σ	15.42		
公差の中心値	0		
公差の幅(片側)	60		
分布の平均値	0	(-側)	(+側)
全体確率 %	99.990	49.995	49.995
全体不良率 %	0.010	0.005	0.005



距離公差については国土調査法施行令別表4の「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」の計算式にあるとおり距離の長さによって公差が異なるということ、図面が図解法(数値が書いていない図面)と数値が書いてある図面では式が異なるということに注意が必要です、つまり図解法図面では例えば甲3の式では

$$0.08(m) + 0.02\sqrt{S}(m) + \alpha(mm) \text{ であり}$$

数値法図面では 例えば、甲3の式では

$$0.08(m) + 0.02\sqrt{S}(m) \text{ となると "されています"*1 。$$

式の最後にある「 $+\alpha(mm)$ 」のところ図解法図面と数値法図面では公差が違う点に注意しなければなりません。

具体的には、精度区分甲3、距離 80m、縮尺 300 分の 1 の図面では図面に点間距離の記載があれば、距離公差は 0.259m です。点間距離の記載がなければ 0.349m となります。

較差の平均値について

次に、平均値ですが、国土調査法施行令別表4の備考二に「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。」とあります、与点から角度と距離の測定によって得られたデータで混合計算の結果、位置誤差が決定されるので、角度、距離とも本来の値を中心にバラツキが生じます、本来の値を“0”とすれば、角度、距離とも“0”に近づきます、したがってデータ数が少ないときは土のバラツキが認識されますが数が多くなると限りなく“0”に近づきますので平均値は“0”として考えます。

検査器機について

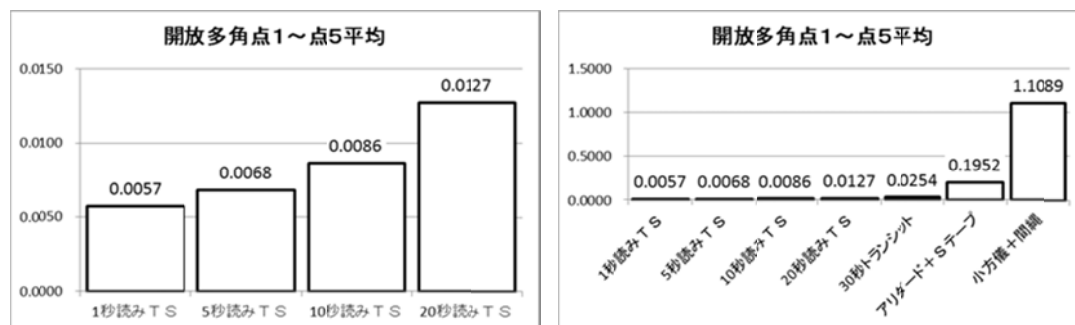
点検器機には観測器機の10倍程度の測定精度が要求されますが境界測量ではこれを満足できる測量器機はありません。位置誤差には「国土調査法施行令別表4の備考二に当該筆界点のこれを決定した与点に対する位置誤差をいう。」とあります、境界測量に於ける位置の

決定には角度と距離を測定した上で、混合計算によって境界の位置X値、Y値を計算すること、さらに観測に影響のある測量器機に影響をほとんど受けない誤差、ミラー(プリズム)の正対誤差、器機の致芯誤差、視準誤差誤差、気象誤差等がある事が理由です。

境界測量ではトータルステーションという測量器機を使用します、この器機は距離と角度を同時に観測出来る器機で、精度によって1級トータルステーション(角度1秒の精度が可能で0.5秒、1秒単位の読み)、2級トータルステーション(角度2～5秒の精度が可能で2秒～5秒単位の読み)、3級トータルステーション(角度6秒の精度が可能で10秒～20秒単位の読み)があり、境界測量では主に2級トータルステーション、3級トータルステーションを使っています。

下表は機器ごとの測量精度を調べたものです、10秒読みの3級トータルステーションでは0.0086(8.6mm)に対して1秒読みの1級トータルステーションでは0.0057(5.7mm)と10

倍の精度どころか $\frac{8.6^2}{5.7^2} = 2.3$ 倍程度でしかありません。



物を作り、それを検査する場合は検査値を絶対的なものとして、判定していきますが境界測量の場合は図面值の成果と検査値の成果の精度差が小さいことから**相対評価**とならざるを得ません、つまり、図面值の誤差と検査値の誤差の双方を合わせた誤差の評価をしているということです。ここでは詳細な説明は省略しますがそれであっても実際の観測に使われた器機以上の精度を持った器機で検査するしかありません、境界測量ではこのことをシッカリと認識した上で測量精度を考えなければなりません、このことが境界測量において統計的な考え方が普及しない一因となっています。

相対評価^{*2}については非常に重要なことですが、これについては又の機会に解説いたします。

公差から検査器機の精度を推定すると

検査器機の測定精度を幾ら以上にすれば管理が可能なのか、これを、測ったデータから標準偏差を計算することを考えれば、公差の少なくとも6σと平均値の公差中心に対するズレを1σ程度見込んで片側7階級、両側で14～15階級程度は必要になります、公差を±0.5と

すれば、 $\frac{0.5 \times 2}{14} = 0.071 \sim \frac{0.5 \times 2}{15} = 0.066$ 以上でなければならないとなります、このことから公差の10分の1程度の精度(0.05)以上の性能があれば良い事になります。いずれにしても1級トータルステーション以上の精度を持った測量器機は存在しませんので1級トータルステーションで検査しなければ検査自体の意味がないことになります。

一筆の地積測量図等から得られる筆界点の位置誤差の公差、距離の公差、面積の公差はそれぞれ公差内であれば、その地積測量図に問題はないわけです

精度区分甲3, 距離 80m, 縮尺 300 分の 1 の図面では図面に点間距離の記載があれば(数値法), 距離公差は 0.259m です。点間距離の記載がなければ(図解法)0.349m となります。

この数値から期待する標準偏差は $\frac{0.259 \times 2}{15} = 0.035$ (35mm), $\frac{0.349 \times 2}{15} = 0.047$ (47mm)といえます。これは公差から求めていますので“最悪でもこれ以下”と考えるのです。

実際に得られた較差を評価するにはさらに基準が必要で統計上は「信頼限界」という方法で評価します。

有意水準

有意水準とはその結果が間違っている可能性が何%かを前提に数値を計算し評価するものです、精度の高いデータの場合は 1%, 通常データでは 5%, 精度の良くないデータでは 10%が有意水準として通常使われる数値です、測量データでは 5%が使われ、有意水準5%といういい方をします。

有意水準 5%とは 20 回に 1 回は間違っている可能性がありますという表現になります、残りの19個の 95%は間違っていないということです。

「信頼限界内のデータが 100 個あれば、そのうち 95 個は 100%信頼限界内であり、残りの 5 個は 100%信頼限界内でない可能性がある」という、少々ややっこしい解釈になります。

信頼限界

公差とは「最悪でもこの範囲内に較差(図面值と実測値の差)がある」というものです、通常は母集団からサンプルして、較差の標準偏差から母集団の標準偏差を推定して、信頼限界を計算しますが、境界測量では地積測量図等にみられるように一筆のデータが多いので、データが偏った地域から得られるとい欠点があることに加えてサンプルするほどのデータは得られないということが問題です、そこでデータは公差内に収まっていることを前提に実測の標準偏差=公差から計算した標準偏差(期待する標準偏差)として考えます。

公差は最悪の場合の数値ですから実際には公差より小さい値のデータになっています、実

際の標準偏差も公差から計算した標準偏差(公差の 3.89 分の 1)より小さい値であることを前提に考えます。

確率 95%は 1.960σ です(確率表から計算できます)。この 1.960σ が信頼限界とか信頼区間といわれる数値です。

一般的な評価の表現

公差をまず、2段階に分けて一致、不一致に分類します、この時の標準偏差の境が 1.960σ になります、一致を2段階に分けて一致、ほぼ一致の表現にします。不一致を2段階に分けて、ほぼ不一致、不一致に分け、公差を4段階の表現で一致、ほぼ一致、ほとんど不一致、不一致とします。表にしますと下表のように表現されます。

この表では4段階に分けていますが2段階、6段階でも8段階でもかまいません、特に決まりがあるということではありません。

3.891σ(3.9σ)を4段階に分けて 0.98σ, 1.96σ, 2.93σ, 3.89σ

ランク	標準偏差の範囲	確率	信頼度	一致・不一致
A	0~0.98	67	信頼できる	一致
B	0.98~1.96	95.0	どちらかといえば信頼できる	どちらかといえば一致
C	1.96~2.93	99.7	どちらかといえば信頼できない	どちらかといえば不一致
D	2.93~3.89	99.99	信頼できない	不一致
E	3.89σ~		全く信頼できない	完全な不一致

例えば、計算された距離公差 0.450m に対する統計的な判断基準は 3.9σ(3.891σ)法で判

断する場合は、期待する標準偏差= $\frac{0.450}{3.89} = 0.1157\text{m}(11.57\text{cm})$ です。

A: 0~0.98σ(0.00~11.57cm まで)は一致

B: 0.98~1.96σ(11.57~23.13cm まで)はどちらかといえば一致

C: 1.96~ 2.93σ(23.13cm~34.70cm まで)はどちらかといえば不一致

D: 2.93~3.89σ(34.70~45.00cm まで)は不一致

E: 3.89σ 以上は全く起こる可能性がない範囲 という分類にしてあります。

通常のデータであればランク E はあり得ないので考える必要はありません、得られた較差が

ランク A～D のどの位置にあるかで一般的な表現をします。

大まかにはランク A とランク B に該当すれば「一致」とし、ランク C とランク D に該当すれば「不一致」とします。

実際に得られた較差が 15cm の場合はランク B の「ほぼ一致」に該当しますので「一致」と判断します。

上の例で、甲土地家屋調査士が測量した較差が 10cm でランク A, 乙土地家屋調査士が測量した較差が 15cm でランク B の場合、図面值に対しては「一致」としますが甲と乙とは該当するランクが違いますので甲と乙は「不一致」と判断します。

誤差、較差が公差内ではあるけれど、公差内のどの程度のレベルにあるかを確認した上で判断することが重要になります。

これが、3.9 シグマ法の考え方です、難しい内容では無いので理解できると思います。

※1 国土調査法施行令別表4について(7pの説明)

国土調査法施行令別表4

ここで、国土調査法施行令別表4の精度区分のなかの甲3を取り上げて説明してみますと甲3の筆界点の位置の公差は

平均二乗誤差 15cm, 公差は 45cm (0.450m)

距離の公差は

$$0.08(m) + 0.02\sqrt{S}(m) + \alpha(mm)$$

α = 図面の縮尺(地積測量図は250, 300が多い, 地籍図, 不動産登記法14地図は500が多い)×プロット誤差(A級作業は0.2, 通常は0.3mm)

面積の公差は

$$(0.10 + 0.02^4\sqrt{F})\sqrt{F} (m^2)$$

この表は昭和25年10月1日に施行されてきました, 現在でもそのまま国土調査法施行令別表4としてあります。

疑問

国土調査法施行令別表4には三つの公差, 筆界点の位置の公差, 2点間の距離公差, 面積公差が定められています, このなかの2点間の距離公差は図解法図面では $0.08(m) + 0.02\sqrt{S}(m) + \alpha(mm)$ の式です, 数値法図面では甲3の式では $0.08(m) + 0.02\sqrt{S}(m)$ となるとされています。登記ではこの式が使われていますし実務でも使われています, 単純に $+\alpha(mm)$ を取っただけなのです。

とすれば数値法では筆界点の位置の公差, 面積の公差もこの $+\alpha(mm)$ の分だけ小さくなるのが普通に考えることですが筆界点の位置の公差, 面積の公差はそのまま使われています。

それは, 次の二つの説があるからだと考えられます

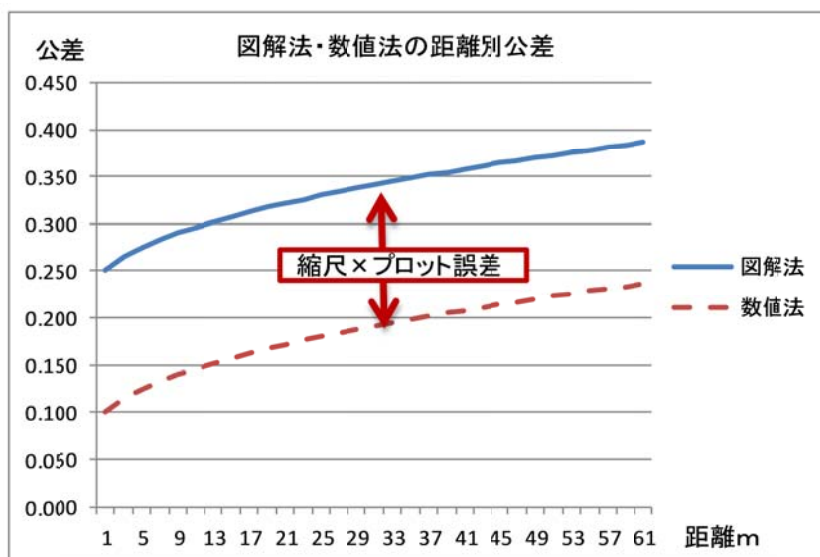
(ア) 数値法でも筆界点の位置の公差, 面積の公差も変わらないという説

(イ) この表(国土調査法施行令別表4)は図解法の規準なのだから数値法では適用するべきではないという説 とあります。

通常甲3レベルで測量される距離を35mとした場合の図解法の距離公差は縮尺500, 図のプロット誤差0.3mmとした場合0.348mです, これを数値法で計算すると0.198m と小さくなります, 2点間の距離の誤差が小さくなれば筆界点の位置の誤差は小さくなり, 当然面積の誤差も小さくなります, これは誰が考えても当たり前のことです。

2点間の距離の誤差に相当する量, つまり $+\alpha(mm)$ (下図参照)だけ「筆界点の位置公差」「面積の公差」も小さくなるのが普通でしょうがそのようにはなっていません, 精度区分甲3で筆界の位置の公差は $0.450 - 0.150(0.3 \times 500) = 0.300$ とするなど, ですがこの業界(登記業界だけかもしれませんが)は(ア)の方式で処理されています。

次の図は甲3に於ける2点間の距離の公差を図解法と数値法で比較したものです、その差は距離に関係なく一定です。



図解法とは平板測量の結果は主です、数値法の測量は以前(昭和50年代あたりまでは)ではトランシット+スチールテープ(金属製の巻尺)、現代(昭和60年代以降)ではトータルステーションが使われてきました、図解法と数値法では測量精度が大きく違いますので「アの説」は使うべきではありません。

筆界点の位置の公差では

検査値が真値に近い絶対評価の場合(図解法対数値法などの比較)は国土調査法施行令

別表4の筆界点の位置の公差とすれば相対評価の場合は $\sqrt{\frac{\text{公差}^2}{2}}$ となるはずですが、甲3

で言えば公差45cmが $\sqrt{\frac{0.45^2}{2}} = 0.32$ となり、筆界の位置公差は公差の0.707倍という

こととなります。

ようは実際の地積測量図などは全てこの公差以内の精度にあるはず、このことが前提ですから、国土調査法施行令別表4の公差を数値法に換算して使うこと自体に何の意義があるのかということで、意味はありません。

実際には図面值(和紙公図(土地台帳附属地図)、地図、地積測量図等)と実測値との標準偏差(精度)を調べてから信頼限界を計算するべきなのです。

現実にはゆるい

とはいいいましても公差はゆるい方が業務はやりやすいのは事実です 「公差内ですから・・・」
といった言い訳が通用しますので

Q:「計算の根拠は？」

A:「公差内ですから」

一般の方はこれでは納得できないでしょうが、境界(筆界)を扱っている専門家、土地家屋調査士、登記官のレベルはこんなものなのです。

また、この回答に反論できる専門家は極一部の方だけで、ほとんどの方は、妙に納得してしまうでしょう。

土地家屋調査士と測量士の違い

「土地家屋調査士と測量士の違いは何ですか」とは良くある質問ですがこれを説明できる方は極一部の土地家屋調査士でしょう。

答えは意外と簡単なのです、間違っても「土地家屋調査士は登記が出来るが測量士はできない。」などといったは笑われます。

※2 相対評価について(8pの説明)

境界測量成果の評価について簡単に説明します。

境界を測量して境界・筆界を示す図面(境界測量図という)が作成されます,この時点では境界測量図に書かれている境界の位置データ(境界成果という)の評価はできません。

はじめに作成された境界測量図をA境界成果として,点検あるいは確認の為に測量した成果をB境界成果とし,A境界測量よりB境界測量が高度な測量をしたものとします。

現実には「A境界成果より高度な測定したB境界成果」,「A境界成果と同程度の測量したB境界成果」,「A境界成果より低い測量したB境界成果」と3つのパターンがあります,これらの評価はA成果^{マイナス} - B成果 = 較差で計算します。

真値との評価を絶対評価としますと真値で無い値との差を評価する場合を相対評価といいます,真値を知ることはできませんので全てが相対評価といことになります。

その上で成果の善し悪しを較差(A成果^{マイナス} - B成果)で評価するわけですから,本来は「A境界成果より高度な測定したB境界成果」の条件でなければなりません。

しかし,境界測量では高精度の測量器機の普及により「A境界成果と同程度の測量したB境界成果」のケースが多くありますのでこの点を考慮する必要があります,避けなければならぬのが「A境界成果より低い測量したB境界成果」の場合です。

ある点間の距離を知るために,数十回の測定をすればその平均値と平均値と測定値の較差を知ることができます,平均値をもってある点間の距離が真値に近い値であると評価します。較差はバラツキをもっています,このバラツキから標準偏差を計算し精度としています。平均値には測定値の総和を測定数で割った単純平均と測定値から正規分布に適合しない値を除いた平均があります,バラツキを求める場合は測定値から正規分布に適合しない値を除いた平均を使いますので間違わないようにしてください。この場合,平均値を真値とみなし,較差(測定値^{マイナス} - 平均値)について評価します。

境界測量ではこのようにある点間を数十回測定することはありませんのでこの方法で評価することはありません。

A境界成果より高度な測定したB境界成果

点検及び確認(点検という)に使われる一般的な方法では点検に使われる測量器機及び測量方法はA測量に使われる測量器機及び測量方法の10倍以上の精度を有する測量器機及び測量方法で判断します。

A測量に使われる測量器機の10倍以上あればB成果を真値とみなすことができます。境界

測量では平板測量結果をトータルステーション(トランシット+光波測距も含めた器機)で評価する場合は真値に近い評価できると考えられます, 平板測量は昭和40年代まで使われた測量器機であり, トータルステーションは昭和60年頃から普及した器機ですからこのような評価は昭和40年代以前にはあり得ませんので, このような評価は存在しなかったわけです。

昭和40年代以前に平板で測量された成果(地籍図, 地積測量図)をトータルステーションで測って評価する場合には使えるかもしれませんが境界測量では境界標の経年変化がありますので正しい評価にはなりません。

昭和40年代に平板測量の成果をトランシット(トランシット+スチールテープ)で測量した場合は評価できたでしょう。

しかし, 現代のトータルステーションを使ったA測量, B測量では同精度の測量器機, 測量方法を使っていますので真値に近い評価にはなりません。

A境界成果と同程度の測量したB境界成果

トータルステーションによる境界測量では測定器機及び測量方法, その他の要因によって「A境界成果より高度な測定したB境界成果」というのは期待できません, 精度で比較すれば 図面成果 > 検査値, 図面成果 = 検査値, 図面成果 < 検査値 の関係に実際はありますので, 図面成果 - 検査値 = 較差(誤差) は評価になります。

現在の評価は全てこの方法になりますので相対評価の関係について理解しておく必要があります。

B境界測量をおこなう条件として「A測量に使われた測定器機及び測量方法と同等かそれ以上の精度を有する測量器機及び測量方法の条件でB境界測量する」ことが前提になります。

誤差の混合

相対評価による較差の評価は σ (標準偏差), σ_1^2 (A成果), σ_2^2 (B成果) とすれば

σ は $= \sqrt{\sigma_1^2 \times \left(\frac{\sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}\right) + \sigma_2^2 \times \left(\frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}\right)}$ の関係にあります。これを誤差の混合といえます。

図面值の精度が 0.020 (σ_1) で検査器機の精度が 0.005 (σ_2) の場合に計算される精度 σ は

$$= \sqrt{0.020^2 \times \left(\frac{0.020^2}{0.020^2 + 0.005^2}\right) + 0.005^2 \times \left(\frac{0.005^2}{0.020^2 + 0.005^2}\right)} = 0.0194 \text{ と計算されます。}$$

B境界測量の測量器機及び測量方法の精度が高く, 精度が限りなく 0.000 に近ければ, 精度 σ は 0.020 となり, 境界標と図面成果の本来の精度は検査器機及び測量方法の精度を 0.005 と把握していれば図面の精度は 0.020 と計算できます。

$$\sigma = \sqrt{0.020^2 \times \left(\frac{0.020^2}{0.020^2 + 0.000^2} \right) + 0.000^2 \times \left(\frac{0.000^2}{0.020^2 + 0.000^2} \right)} = 0.020$$

たぶん、多くの方は誤差伝播の法測 ($\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$) で説明されると思いますがこれは勘違いなのです、これは 20%の酒と 5%の酒を同量混ぜると $\frac{20+5}{2} = 12.5\%$ に成ることと同じなのです、誤差伝播の法測では 25%に成ってしまいますので、間違っていることは明らかです。

例えば、甲土地家屋調査士が作製した地積測量図を乙土地家屋調査士が点検測量したときに、この誤差の混合を使って説明できますが実際にはこれで説明することはありません、なぜなら理解して貰えないからです、単にA測量成果 ^{マイナス} B測量成果 = 較差から標準偏差を計算してこの図面の精度は幾らという説明をしています。

要するに、相手に理解して貰えなければ何の意味もなくなりますので、結果として変わらなければ途中の説明に拘ることは無いと考えているからです。

以上

2017/10/04 再編集