

実務における誤差と精度(標準偏差)の違い

実務において「距離の誤差はどのくらいですか。」「器械の距離測定精度はどのくらいですか。」という言い方をします。一見して同じ内容に聞こえますが実は違います, このことをしっかり理解しておかないと誤解の元になりますので注意が必要です。

平均と標準偏差(バラツキ)の関係

「距離の誤差はどのくらいですか。」とは (1)平均で (2)中間値で (3)大きくても (4)精度(標準偏差)で のどれを指すのでしょうか。

(1) 平均でどのくらいかということであれば, 10個のデータがある場合でいえば, 測定データ(通常は自分が測った数値)と図面データ(図面等を書いてある数値)の差を誤差というのです, 誤差には+もあれば-もありますので

誤差を $x_1 x_2 x_3 \dots x_{10}$ とすれば

No.	x_i
1	5
2	4
3	-10
4	-1
5	-5
6	1
7	12
8	-9
9	3
10	-8
(1)平均	-0.8
(2)中間値	6
(3)大きい値	12
(4)精度(標準偏差)	7.1

(1) 誤差の平均値 $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{10}}{10}$ で計算されることになります。表では -0.8 となります, 通常はプラスとマイナスは数, 数量とも同程度に発生しますので誤差の平均値 \bar{x} は 0 に近づいてしまいます。

(2) 中間値は 0 とプラスの最大値もしくはマイナスの最小値の中間値で表しますので表では $\bar{x} = \frac{12}{2} = 6$ を言います。

(3) 大きい値 は表では 12 です。

(1)(2)(3)で実際に計算していないで経験的という場合があります, 「昭和40年代の平板測量に於ける測定距離の誤差はどのくらいですか。」この場合は経験的な数値を感覚的に言っていることがほとんどですが数値は(2)中間値か(3)大きい値を言っています。

人によっては「測量のプロが測っていれば 3cm ぐらいで素人でも 5cm ぐらいです。」あるい

は「30m 程度なら 3cm ぐらいで 50m 程度なら 5cm ぐらいです。」という言い方をします。受け取る側はどの数値と解釈しているかは解りません。

(3) 標準偏差は測定データを $x_1 x_2 x_3 \cdots x_{10}$ とすれば

$$\text{平均値 } \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_{10}}{10}$$

データ数 n

$$\text{標準偏差 } \sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2 + \cdots + (x_{10} - \bar{x})^2}{(n-1)}} \text{ で計算され、表では 7.1 です。}$$

「器械の距離測定精度はどのくらいですか。」とは標準偏差のことです。標準偏差は誤差のバラツキ具合を示す指標です。測量器械の精度は $\pm 3\text{mm}$ (器械のカタログには標準偏差の値が書かれています。)とあれば平均では $3 \times 0.674 = 2.0\text{mm}$ で、平均値で考える方は「2mm ぐらいの誤差があるのか。」と理解しなければなりません。0.674 は確率 50% の標準偏差の値です。

「誤差は幾らか。」という場合と「精度は幾らか。」という場合では数値のもつ意味が違います、このこと知って理解できるようになることが大事です。

標準偏差と平均二乗誤差と平均値の関係

平均二乗誤差は国土調査法施行令別表4にある指標で、簡単に言えば抜き取り検査結果の合格、不合格を判断する指標です、統計的な指標ではありませんので平均二乗誤差から統計的な判断をする場合は平均二乗誤差を一旦標準偏差に変換する必要があります。平均二乗誤差は一組の座標値(X値, Y値)の二変量から地籍座標値と検査値から乖離(点間距離)を求めた数値ですから比較するには二変量標準偏差に変換して比較する必要があります。

標準偏差と平均二乗誤差の違いの説明は他の項でしていますのでそちらを参考にして頂くとして二変量標準偏差 $\times\sqrt{2}$ = 平均二乗誤差 の関係にあります。

平均二乗誤差が 3cm の場合の標準偏差は $\frac{3}{\sqrt{2}} = 2.1\text{cm}$ です。

この関係から次ことがいえます

平均二乗誤差の 3 倍は公差になっていますので、公差の $3 \times \sqrt{2} = 4.24$ 分の 1 が標準偏差となります。これは確率 10000 分の 9999 に相当します。

このことから、国土調査法施行令別表4にある距離の公差、面積の公差も 10000 分の 9999 と考えれば良いこととなります、距離の公差、面積の公差は一変量ですから 3.891 倍標準偏差となります。

仮に距離誤差の公差が 200mm としたときに $\frac{200}{3.891} = 51.40$ が最低限必要な精度(標準偏

差)になります。通常遭遇する確率とは 95%(有意水準 5%)を言いますので、確率 95%は 1.96 倍標準偏差ですから、 $51.40 \times 1.96 = 100.74$, 通常遭遇する値は 100.74 を超えることはあり得ないと考えるのです。これは公差の約 2 分の 1 と考えれば解りやすいです。

大雑把に公差とか許容誤差の約 2 分の 1 を超える値に遭遇したら“これはチョット怪しいぞ”と覚えることが大事です。

筆界特定書、鑑定書とか判決に “公差内であるから境界(筆界)を特定する数値として採用できる“ といった表現が使われますがこの使い方は適切ではありません。公差とは最悪でもこの範囲以内なら許される巾を決めているもので、最悪ですから通常遭遇する数値ではありません。

公差をこのような判断に使う場合はおおよそ公差を4等分して、4 分の 1 以内は通常遭遇する範囲、4 分の 2 以内は頻繁ではないが遭遇する範囲、4 分の 3 以内なら遭遇することが希な範囲、4 分の 4 以下なら非常に希な範囲で通常ではあり得ない範囲という認識が必要です。それぞれの範囲のよって必要な処置を取ったうえでどのような使い方をするかを判断しなければなりません。

それでも、境界測量をしている士業者は少なくとも「平均と標準偏差(バラツキ)の関係」は知っていないとこまります。