

街区多角点、補助点の点検基準の考え方

都市再生街区基本調査作業規程の街区多角点、補助点の点検基準の考え方、いわゆる誤差を持った変量に対する考え方は確率論によらなければなりません、生産現場では確率・不良率とかから求められる工程能力、測量では観測精度の能力から考察します。

一般的には公差に対する確率は99.99%が要求されます、この数値は第二次世界対戦時にアメリカで兵器の品質管理に要求した確率と言われています、これは不良率を0.01%以下に押さえることになります。

これを具体的に示す指標として工程能と言うのはあります、 $\text{工程能力} = \text{公差(規格)} / 3 \times \text{標準偏差}$ で表され、工程能力を1.3以上確保する必要があります、これは確率99.99%・不良率0.01%をクリアすることになります。

公差は工程能力の3倍(1.3×3)にあたり、標準偏差で言えば3.9倍標準偏差の確率・不良率が求められているわけです、このときの確率は99.99%です、これは当然一変量の確率なわけです。

既設の街区基準点を使えるかどうかの点検に数値が欲しいわけですが、この基準は街区補助点は別表第二十二で距離20mm以内、角度60秒以内(2014年12月時点で)とされていますので都市再生街区基本調査で設置された街区補助点はこの基準によります。

別表第二十二で距離20mm以内、角度60秒以内とは観測手簿からの点検ではなく平均された誤差配布を含む成果表からの点検になります、この点は念を押しておきます。

確率・不良率の関係から公差又は基準の3.9分の1が要求される精度(標準偏差)になります、99.99%とは一万個のデータの中で一回は公差を超えている場合があるかもしれない確率を言っているのです。

実際には基準ギリギリの値が得られる条件で測量しているわけではありません、これは99.99%という数値がその意味を持っているのです、言い方を変えれば3.9分の1の標準偏差が得られる条件で測量をしていることになります、つまり観測方法とか観測機器に関してはこの基準を満足出来るように細かく決められているわけです、これを作業規定とか作業標準といいます。

確率を大きく4つに分けて考えます、3回の内2回はこの範囲という確率67%(一変量1標準偏差の確率は68.3%)、20回の内19回はこの範囲という確率95.0%(一変量2標準偏差の確率は95.5%)、千回の内997回はこの範囲の確率99.7%(一変量3標準偏差の確率は99.7%)、千三つ(せんみつ)と言いますが許されてもここが限度だねという数値です、一万回

のうち9999回はこの範囲という確率 99.99% (一変量 3.9 標準偏差の確率は 99.99%) です。

ある基準を元に実測で体験する可能性で見れば、基準点の点検で様々な現場を通して体験する確率を考えると判りやすい、基準を超える数値をどの程度の頻度で体験するか。1倍標準偏差の確率、3回に1回はあるね、2倍標準偏差の確率は20回に1回は体験するね、3倍標準偏差の確率千回に3回、普通に考えればあり得ないことが起きていると思うでしょう、仮に許されてもここが限度だねという数値です、こうなれば誤差の大きい原因が今使っているTSに問題がないのか、あるいは基準点の鉾が動いた可能性が無いのか、観測に問題が無いのかを調べて原因があれば除いて再度測量します、異常見つからない場合は「他の方法で確認する」必要があります。

99.7%～99.99%の範囲にあれば「他の方法で確認する」必要があります。

次のように考える

公差又は基準を 3.9 で割る = a として

0～1a 普通に体験出来る範囲、正常な状態

1a～2a 以下 時々はある範囲、異常とは言えないが連続して体験したら注意が必要

2a～3a ほとんどあり得ない範囲、原因を探して対処する、原因究明出来ない場合はやむを得ない場合以外は使わない

3a～ 起こりえないことを体験している、原因を究明出来ない場合意外は使わない

これを距離の 20mm について計算すると $20 / 3.9 = 5.13\text{mm}$ ですから街区補助点を点検した時 1a は 5mm 以内であるのが当たり前と言う誤差、2a は $5.13 \times 2 = 10\text{mm}$ 以内の誤差は通常予測される範囲内の誤差と言えます、3a は $5.13 \times 3 = 15\text{mm}$ 以内となる。

3a、4a の範囲であれば「他の方法で確認する」ことが必要になります。

これを角度の 60 秒について計算すると $60 / 3.9 = 15.38$ 秒ですから街区補助点を点検した時 1a で 15 秒以内、2a では $15.38 \times 2 = 31$ 秒以内、3a では $15.38 \times 3 = 46$ 秒以内となる。3a、4a では「他の方法で確認する」ことが必要になります。

距離では 2a の範囲が 10mm 以内で 10mm を超えたら「他の方法で確認する」。
角度では 2a の範囲が 31 秒以内で 31 秒を超えたら「他の方法で確認する」。

「他の方法で確認する」方法(私案)

1. 安全な方法

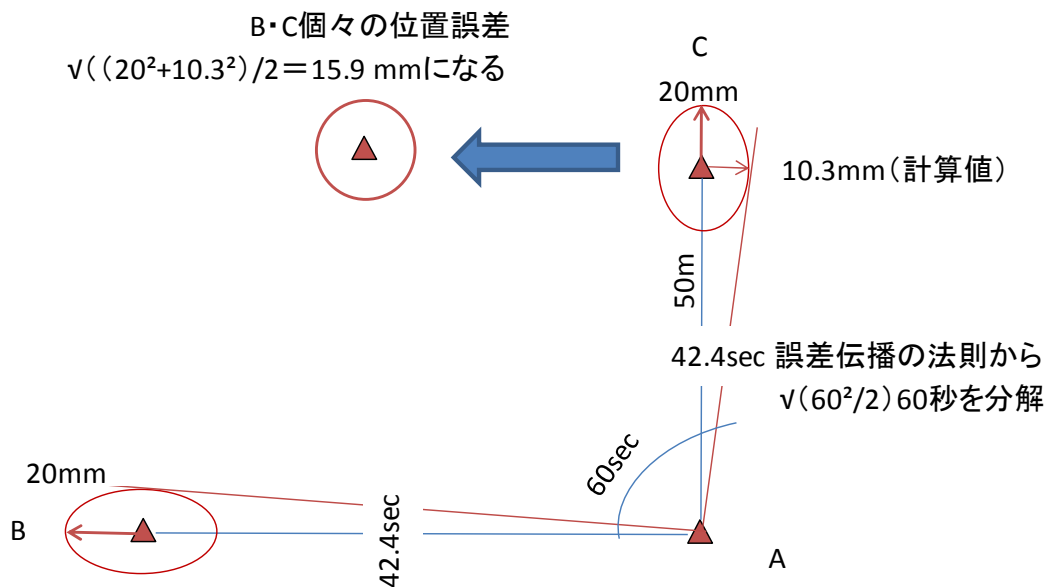
上位の基準点を与点として(街区補助点なら街区多角点)使いたい点を經由した網を組んで基準点(登記基準点)測量をするべきです。

2. 使っているTSに問題がないのか、あるいは基準点の鉾が動いた可能性が無いのか、観測に問題が無いのかを調べても異常が解消されないときは同一地区内で近傍の基準点精度と比較して判断する。

3. 三点を観測し任意座標(距離は投影補正、縮尺係数処理する)で座標を作り、伸縮率1.000000のヘルマート変換した結果のベクトル値が下表の「各点の限界値」以下であればその基準点は使用出来ると判断する。

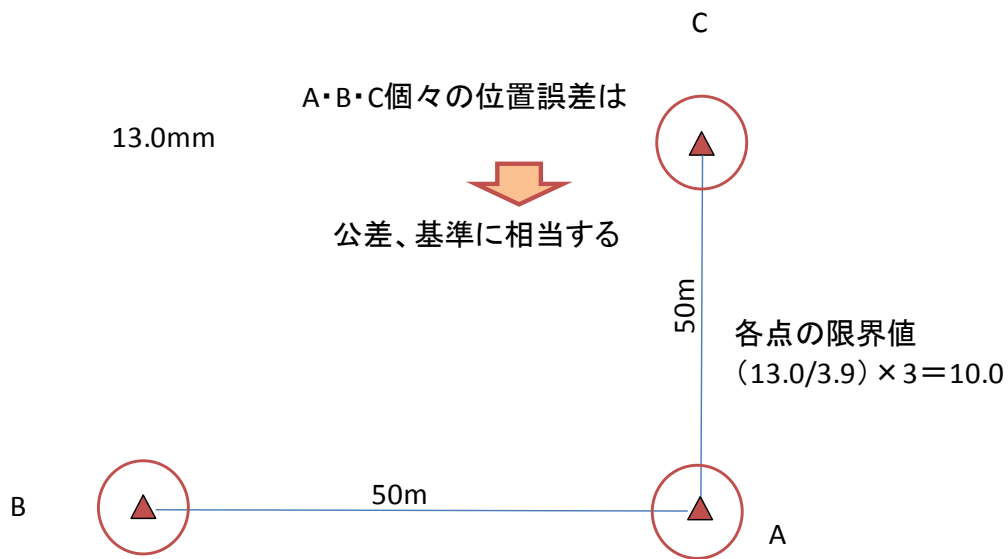
街区補助点は位置誤差を距離方向と角度方向の楕円として捉えている。
TSの性能にもよるが誤差を円として捉えるべきでしょう。

街区補助点で50mの場合(A点にTSを据えて観測)



誤差楕円を相対的な誤差円にして見る

路線の方向によって多少違うが誤差楕円は円に近くなる傾向が強いので円で考えるべき時がきている。



自分の測量誤差は0ではないのでその分の測量誤差も加味しなければならないのだが基準とか公差にはその分の数値も加味されていると考えるべきでしょう。

このことの解説は難しくなるのでここでは考えないことにして起きますがとにかく精度の高いTS、ミラーなどを使って測量することが必要です。

2014/12/8

ここでは基準とか公差に対する考え方を解説したつもりでしたが式、数値を捉えて「それは違う」といわれる方がおりますのでそのへんの言い方をなおしました。

基準点の点検基準は様々な法律や作業基準が業務別に存在します、そして各々内容が異なります、さらに時間が経てば改訂もされますので個々の細かい数値に拘る必要はないと思いますが中にはそれでは納得しないで「突っ込み」を入れてくる方もいるようなので出来るだけなおしました。

東京土地家屋調査士会の推奨値は

距離 成果と球面距離の差 $S/5000$ (単位m)となっています

角度 $\tan^{-1}(S/5000/S)$ (単位秒)となっている……この式では距離に関係なく41秒になる。

街区基準点の点間距離の最小値は20mがあるのでこれを計算すると

距離 $20/5000=0.004$ (4mm)

角度 $\tan^{-1}(20/5000/20)=41$ 秒

で、角度はまずまずの数値ですが距離が問題

都内で街区基準点の距離、角方向の誤差で 20m で 4mm、30mで6mm、40m で 8mm は相当難しいと言わざるを得ない。

TS の精度自体が2~3mm、常数 0 のミラー視準誤差誤差1mm、致芯誤差が1mm 程度見込まれるのでこの数値は不可能に近いとも言える。

この基準を考えた PT メンバーは測量誤差を判っていない人たちです (▼▼)

測量の誤差、精度は正規分布になる、このことを前提に考えなくてはならない。

測量の勉強をすると「測量とは確率論から求めた数値を使う」と言った主旨の文言がある、このことの意味をよく考えることが大切であると Gauss が言ったかどうかは知らないが私はそう思う。