

IV-76

四 辺 形 調 整

新点の近似座標値はどれ程粗雑でよいか

八戸工業大学 正会員 岩淵清行

1. はじめに

観測方程式法で新点の座標の最確値を求めるにはその近似座標値を必要とする。その時の粗雑さについて所謂四辺形調整を例にとって調べた。わざわざかなり離れた近似座標値を使っても7ないし9回ぐらいの繰返し計算で最確値に収れんする事におどろいた。もちろん近似の度合いが或限界を越えると発散して解は得られない。ときには残差2乗和の極大に収れんしてしまう事もある。その限界に関する理論はまだ私には分からない。とにかく「そっぽを向いているような値」¹⁾でない限り問題はないことはわかった。

2. 数値計算例

昨年この場で四辺形調整(方向観測, 平面測量)を述べたが^{2), 3)}それと同じ与件求件の例を示す。(図1, 図2参照)両図は同じ問題にたいする繰返し計算の図である。四辺形1, 2, 3, 4において、点1と点2は既知点でその座標値はそれぞれ $X(1)=0, Y(1)=0$; $X(2)=1000, Y(2)=0$ で、点3と点4は新点で観測値から計算するとその近似座標値はそれぞれ $X(3)=934.60, Y(3)=584.12$; $X(4)=508.71, Y(4)=573.54$ ぐらいになる。(紙面縦上方向が+Y 横右方向が+X) 最確値は $X(3)=934.57, Y(3)=584.19$; $X(4)=508.74, Y(4)=573.54$ で、 $\sigma x_3=0.04, \sigma y_3=0.05, \sigma x_4=0.06, \sigma y_4=0.03$ である。

図1ではあえて $Y(4)=573.54$ を-498という近似座標値にし、図2ではあえて $Y(3)=584.12$ を10という近似座標値にした。(他は計算近似座標値のまま)

両図とも一番上の図から始まる。図1の初めにおける方向観測値の残差2乗和(秒²)は1.64E10, 図2の初めにおけるそれは1.07E10である。繰返し計算をし一番下の図に至って最確値となる。その時の新点の座標最確値はどちらも上記のように、その時の残差2乗和は5.72E2である。これは条件方程式法で求めたのと同じである。粗雑な近似座標値を使う時の繰返しの途中の傾向は図1が典型的である。すなわち図1で点4が初め縦のマイナス方向に大きく狂わされているが、繰返し1回で逆にプラス方向に大きく狂い、繰返し2回でまたマイナスに来るといったように揺れうごく。繰返し3回目では点4は再びプラス方向に振れるが、この時横 マイナスにもなってしまう。点3は初め最確値の近くにいたにもかかわらず点4の振動に一呼吸遅れながらゆらされている。それでも、ついには最確値にいたる。「そっぽをむいた」というのは例えば点3も点4もY値がマイナスになった時のようなものを言うのだろう。実際そのときは発散する。図1の場合 $Y(4)=-499$ だと発散する。図2の場合 $Y(3)=10$ だと発散する。すなわち図1, 図2はともに限界にちかい時の様子を示している。

3. おわりに

奇妙なことに、繰返し計算の途中で私の試した限りどんな四辺形でも(近似値のとりかたにより)残差2乗和が最確値の時より小さくなることもある。理論上ありえない筈だからおそらくはプログラムの不完全性によるものだろう。御教示をお願いします。なお習慣的計算の場合、繰返し計算(或は調整計算)を終える時には、(理論上)標定誤差 ΔZ はそれぞれの零方向の観測誤差 ΔH に符号反対絶対値ひとしくなるべきである。実際数値計算でもほとんどそうなる。このことは初心者用のテキストで強調されるとよい。

4. 参考文献 1) 原田健久: わかりやすい測量厳密計算法, 鹿島出版(1992), P.8

2) 岩淵清行: 四辺形調整, 土木学会第47回年次学術講演会講演概要集第4部, PP.644-645, (1992) ここで数値など次の文献 2)を参照している。

3) 森 忠次: 測量学2応用編, 丸善(1988), P.74, 問題(1)

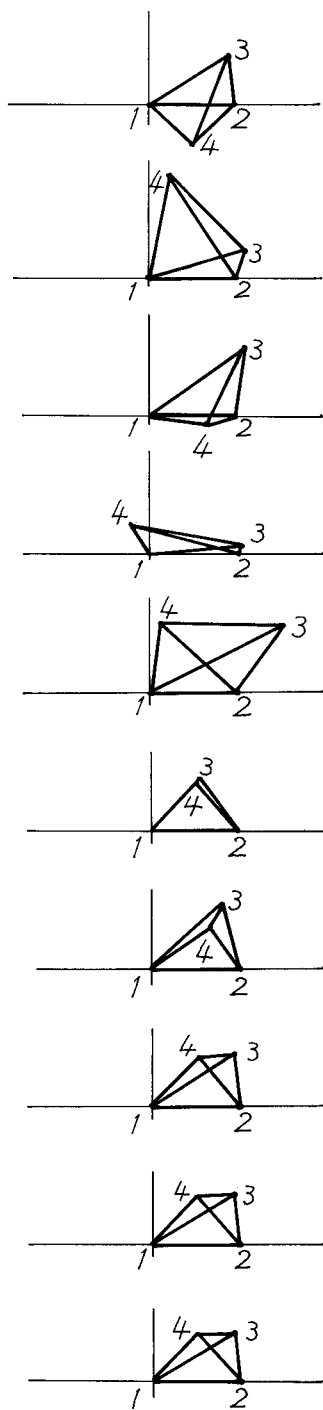


図 1

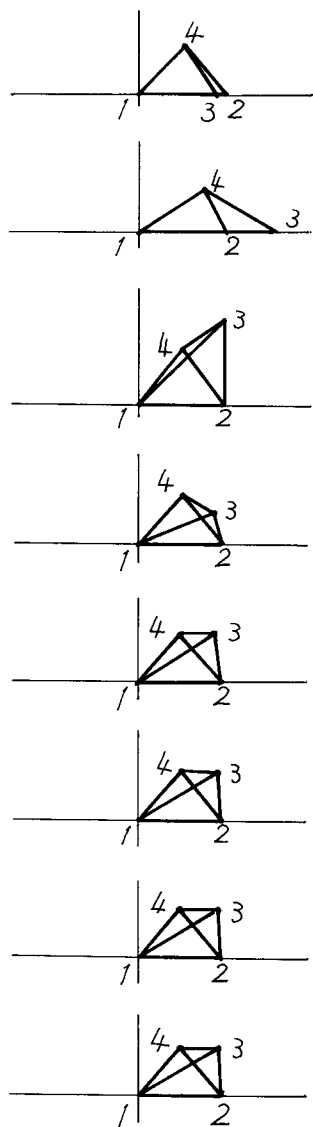


図 2