

復元の基本事例17

座標値のある官民境界図の結合

難易度 A

プログラムは

異常点除去はHenkanV4.0のフルコンタクト t 異常値検定、変換はHenkanV4.0のヘルマート変換、ベクトル図はVector V0.8 使用しました。

事例としては簡単な部類に入ります。

過去に個別に実施された官民境界、道路の確定図を結合する例です、通常の変換と標準偏差の二乗（分散）の逆数を重量として接合部分の重なる点を平均計算します。

この事例は私が始めて2001年1月にHPで公開した中の1つです。

最初にこのファイルを作ったときは座標変換について解説するつもりではなく座標の異なる図面で重なる点の座標値を求める方法、分散の逆数を重量にした重量平均を解説したつもりでした。

ところが最小二乗法による座標変換に興味があったみたいで、ヘルマート変換について学ぼうとする方が多いみたいです。

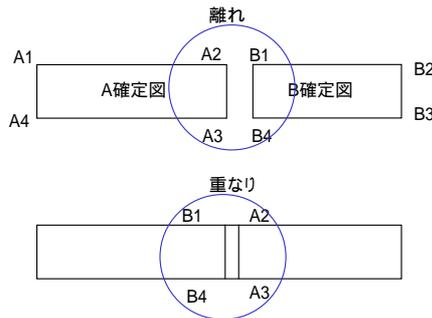
事例17(目的・注意事項)

目的

2枚の座標軸の異なる任意座標の官民境界図の結合(公図上にある赤道の確定図)

多角点の亡失した、座標軸の異なる2枚の官民境界を接合する例で接合部の共通する点の座標値を分散の逆数を重量値して平均値を求めるもの。

注意事項



A確定図とB確定図があって、A2とB1、A3とB4が同一点であれば新たに境界確定が不要ですが、離れていれば離れの部分を確定しなければならない。

重なっていてもどちらの点を使うか道路管理者と協議しなければならない。

同一点であれば平均値を求める。

ここではよくある例として「官民境界確定の時期が異なる過去の2枚の確定図面を1枚に結合して現在のデータに載せる」手順についてヘルマート変換を使って説明します。

2枚以上の図面を一枚にする場合、重複した点の数値をどのように平均計算するか、二枚の図面を結合するときの方法について重量を求めて平均するまでの手順を説明します。また、二枚の図面が接合しているのか離れているのかの確認も必要です、その時にどの程度の離れ、重なりまでが同一点とみなすかは道路確定図では道路管理者の指示を受けることとなります、登記の場合は「国土調査法施行例別表第5」の位置誤差内かどうかで判断することになるのでしょうか。

ここでは道路の確定図を使って説明していますが実際には地積測量図でも出てくる例です、地積測量図では当然同じ境界を示しているはずが計算すると一致しない例は多くあります。

同じ時期に作られた地積測量図では殆んど考えられませんが異なった座標系、任意座標を使い作成時期が違っていると起こる現象です。

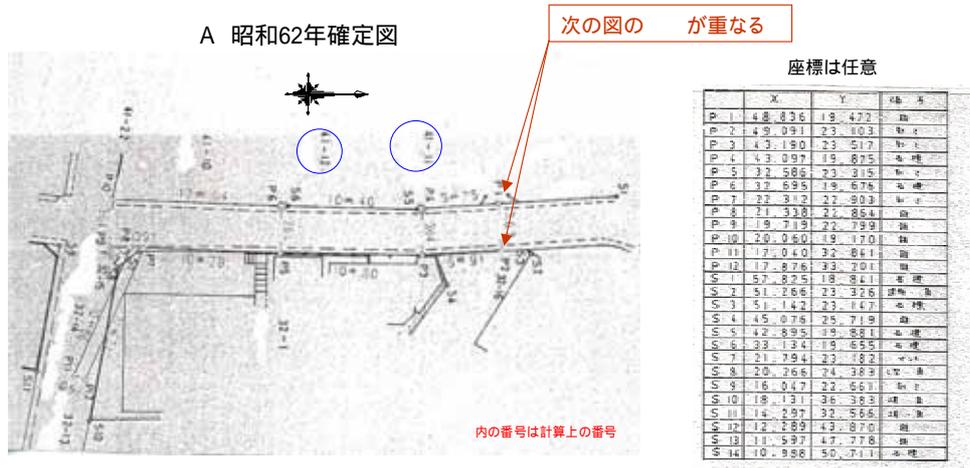
座標を使い作成時期の違った図面で同じ点を復元した場合、全く同じ座標値に復元できることはありません。

事例17(A資料)

資料

A 官民境界(昭和62年確定)

B 官民境界(平成3年確定)



A図は昭和62年に確定した道路の図面でスチールテープの測距による測量と考えられます、座標は任意座標です。

A図は右が北になっていますので注意してください。

事例17(B資料)

B 平成3年確定図



座標は任意

成果表

点番号	X 座標	Y 座標	備考
P1	-18.444	-8.145	2020-14番
P2	-22.145	-9.221	2020-14番
P3	-12.729	-13.982	2020-14番
P4	-6.819	-14.674	2020-14番
P5	4.172	-12.524	2020-14番
P6	3.384	-8.170	2020-14番
P7	-4.172	-12.511	2020-14番
P8	-11.581	-10.418	2020-14番
P9	7.951	-11.877	2020-14番
P10	1.613	-7.883	2020-14番
P11	9.649	-4.664	2020-14番
P12	-4.949	-9.159	2020-14番
P13	-8.628	-8.363	2020-14番
P14	-10.844	-8.473	2020-14番
P15	-18.447	-8.863	2020-14番
P16	-14.629	-7.882	2020-14番
P17	-23.454	-3.214	2020-14番
P18	-29.989	-8.193	2020-14番
P19	4.929	-12.384	2020-14番
P20	-17.991	-18.229	2020-14番

両図面とも図中のT点(トラバー点)は亡失しています。

S点(引照点)は今回の解析には使っていませんがP点(境界点)が少ないときはS点も重要です。

ここではP点(確定点)が全部ありましたのでP点のみを使って変換しました。

B図は平成3年に確定した図面でTSによる測量と考えられます、座標は任意座標です。

B図は左が北になっていますので注意してください。

両図面とも図中のT点(トラバー点)は亡失しています、S点(引照点)は今回の解析には使っていませんがP点(境界点)が少ないときはS点も重要です、S点は塀の角とかを建物の角を測っている場合は精度が落ちますのでヘルマート変換をかけるときはその角のどの位置かの検証が必要です。

ここではP点(確定点)が全部ありましたのでP点のみを使って変換しました。

事例17(計算の手順と確認事項)

計算手順と確認事項

ヘルマート変換とアフィン変換のAICを比較する。

官民境界図はA図が8点、B図が6点と点数が少ないので準拠点選択はフルコンタクトを使う。

必要以上の標準偏差を求めない。

(境界(筆界)点で約5mm程度、3,4級基準点で3.5mmが限度)

復元計算の条件は[道路幅員を確保](#)すること。

[点の図面と現地の位置誤差が10mm以内](#)であること。

(道路管理者の管理基準による)。

分散(標準偏差の二乗)の逆数を重量として重量平均の座標値を求める。

手順に沿って計算してもらえれば結果がでます。

データによって計算手順が異なりますがデータと現場をみれば計算手順、注意点はイメージできるようになります。

14条地図、区画整理図の筆界点間の距離差は10mmとなっている。

これを筆界点の位置誤差にすると7mm、さらに多角点の位置誤差ではワンランク上の5.0mmとなる。

筆界点に多角点以上の精度を要求しても無理なので5.0mm以上の精度はもとめない。

また、筆界点をもとめるための多角点の精度はさらにワンランク上の精度をもとめるとして3.5mmとなり、筆界を求める多角点、3,4級程度の基準点でも3.5mm以上を要求しても無理がある。

事例17(A図 計算)

ヘルマート変換とアフィン変換のAICを比較する。

結果 A図ではAICがヘルマート変換優位なのでヘルマート変換を使用

準拠点:対象点	準拠点%&伸縮hel	変換方法	標準偏差	AIC	優位	コメント
8 : 8	100	ヘルマート	0.0052	36		OK
	0.999930	アフィン	0.0049	39		

ヘルマート 変換 & 検定準拠点選択

事件名		以前の实测値	今回の实测値	伸縮率		0.999930	平均二乗誤差	0.007	
係数a		0.958526		指定伸縮率	<input type="checkbox"/>	1,000	<input checked="" type="checkbox"/>	AIC	36
係数b		0.284760		回転角	16° 32' 45"			標準偏差	0.005
移動量x		477.462						尖度	0.96
移動量y		482.788							

8		指定数までリセット	指定数	準拠点をアフィンAICへ	I	点名セット	8			
変換される座標値(図面値)				変換の基となる座標値(実測値)			変換された座標値			
点番	点名	X	Y	準拠点	点名	X	Y	点名	X	Y
1	A1	19.719	22.799	J1		502.864	499.025	IA1	502.856	499.026
2	A2	20.060	19.170	J2		502.138	495.447	IA2	502.149	495.450
3	A3	32.586	23.315	J3		515.331	495.858	IA3	515.336	495.856
4	A4	32.695	19.676	J4		514.410	492.338	IA4	514.404	492.337
5	A5	43.190	23.517	J5		525.562	493.028	IA5	525.558	493.030
6	A6	43.097	19.875	J6		524.434	489.570	IA6	524.431	489.566
7	A7	49.091	23.103	J7		531.096	490.948	IA7	531.096	490.953
8	A8	48.836	19.472	J8		529.812	487.548	IA8	529.818	487.545
9										
10										

AIC概算チェックで計算するとヘルマート優位に出ますので歪みの無い図面であることが解ります。

標準偏差は5mmなので特に準拠点選択をする必要は無いと思います。

伸縮率は0.999930、標準偏差は0.005、AICも36で明らかにヘルマート変換優位だから迷うことはありません。

事例17(B図 計算)

ヘルマート変換とアフィン変換のAICを比較する。

結果 B図ではAICがアフィンが優位だが差が1なのでヘルマート変換を使用

準拠点:対象点	準拠点%&伸縮hel	変換方法	標準偏差	AIC	優位	コメント
6:6	100	ヘルマート	0.0028	22		差が1なのでヘルマート変換を使用
	1.000125	アフィン	0.0018	21		

ヘルマート 変換 & 検定準拠点選択

事件名		以前の実測値	今回の実測値							
		係数a	0.980460	伸縮率	1.000125	平均二乗誤差		0.004		
		係数b	-0.197350	指定伸縮率		AIC		22		
		移動量x	547.956	回転角	-11° 22' 50"	標準偏差		0.003		
		移動量y	500.615			尖度		1.86		
		指定数		準拠点をアフィンAICへ		点名セット				
		指定数までリセット								
		変換される座標値(図面値)			変換の基となる座標値(実測値)			変換された座標値		
点番	点名	X	Y	準拠点	点名	X	Y	点名	X	Y
1	B7	-18.434	-6.145	J7		531.096	490.948	B7	531.095	490.952
2	B8	-20.360	-9.233	J8		529.812	487.548	B8	529.816	487.544
3	B9	-11.581	-10.418	J9		538.655	488.114	B9	538.657	488.115
4	B10	-12.720	-13.997	J10		538.249	484.384	B10	538.246	484.381
5	B11	-4.912	-10.811	J11		545.273	489.043	B11	545.273	489.046
6	B12	-4.619	-14.474	J12		546.285	485.514	B12	546.283	485.512
7										
8										

次にB図です、ヘルマートとアフィンでAICを比較してヘルマート22、アフィン21とアフィンが小さいですが1以上の差が無いのでどちらが優位か判断できません。

AIC差が1以上で有れば優位差があると考えます。

1ならどっちを取るかですがこの場合は標準偏差が0.003と小さい、伸縮率も1.000125からほぼ1に近いことなどからヘルマート変換を使いました。

事例17(道路復員)

復元計算の条件は道路幅員を確保すること。
 点の図面と現地の位置誤差が10mm以内であること。
 (道路管理者の管理基準による)。

ヘルマート変換 & 検定準拠点選択

事件名	以前の実測値	今回の実測値	伸縮率	0.999930	AIC	
係数a	0.958933		指定伸縮率	1.000000	標準偏差	
係数b	0.284780		回転角	16° 32' 45"	尖角	
移動量x	477.459					
移動量y	482.787					

ヘルマート変換時の伸縮率は0.999930で1と差がないので伸縮率1.000000で計算しました。これは道路の幅員を重要視したため、これで条件の道路幅員3.636は確保される。

点番	変換される座標値(図面値)		準拠点	変換の基となる座標値(実測値)		点名	変換された座標値	
	X	Y		X	Y			X
1A1	19.715	22.799	J1	502.864	499.025	IA1	502.864	499.025
2A2	20.060	19.170	J2	502.138	495.447	IA2	502.148	495.450
3A3	32.586	23.315	J3	515.331	495.859	IA3	515.336	495.857
4A4	32.695	19.676	J4	514.410	492.339	IA4	514.404	492.337
5A5	43.190	23.517	J5	525.562	493.029	IA5	525.558	493.030
6A6	43.097	19.875	J6	524.434	489.570	IA6	524.432	489.566
7A7	49.091	23.163	J7	531.096	490.948	IA7	531.097	490.953
8A8	48.838	19.472	J8	529.812	487.548	IA8	529.818	487.545

ヘルマート変換 & 検定準拠点選択

事件名	以前の実測値	今回の実測値	伸縮率	1.000125	AIC	
係数a	0.980335		指定伸縮率	1.000000	標準偏差	
係数b	-0.197325		回転角	-11° 22' 50"	尖角	
移動量x	547.954					
移動量y	500.613					

ヘルマート変換時の伸縮率は1.000125で1と差がないので伸縮率1.000000で計算しました。これは道路の幅員を重要視したため、これで条件の道路幅員3.636は確保される。

点番	変換される座標値(図面値)		準拠点	変換の基となる座標値(実測値)		点名	変換された座標値	
	X	Y		X	Y			X
1B7	-18.434	-8.145	J7	531.026	490.948	B7	531.025	490.952
2B8	-20.360	-9.233	J8	529.812	487.548	B8	529.817	487.544
3B9	-11.581	-10.418	J9	538.655	488.114	B9	538.657	488.115
4B10	-12.720	-13.907	J10	538.249	484.384	B10	538.246	484.382
5B11	-4.912	-10.811	J11	545.272	489.043	B11	545.272	489.046
6B12	-4.618	-14.474	J12	546.285	485.514	B12	546.282	485.513

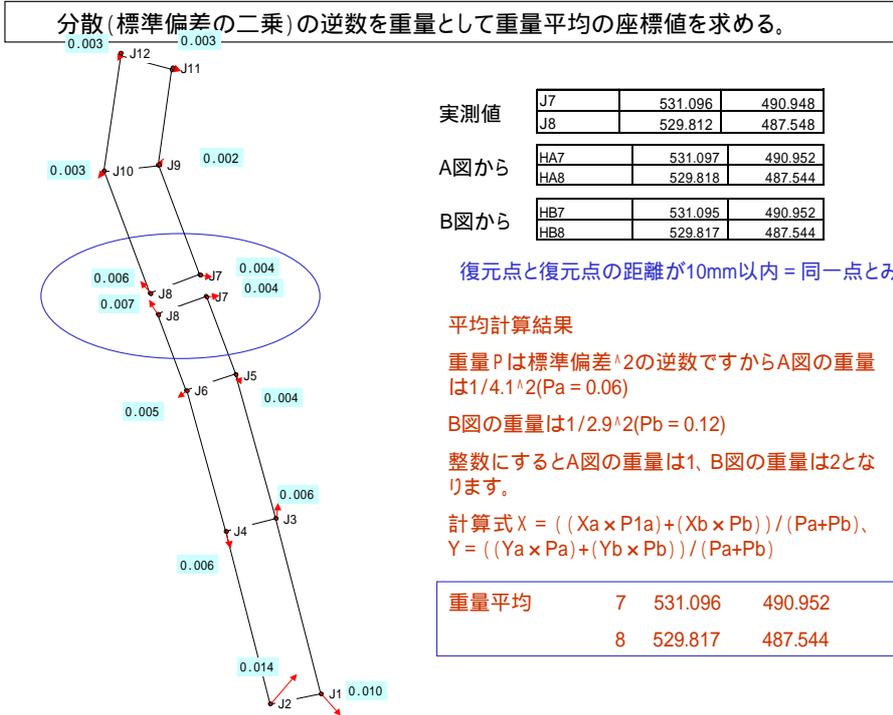
ここでは道路幅員を図面の通りに確保する意味で伸縮率を1にしています、フリーにしても1mmか2mmの変化です。

どこまでこだわるかですがすがいかなもののでしょうか。

よくおります、4mの道路が縮尺の関係で3.999なるけど・・・という方が。

正式にはフリーで計算しておいて幅を取り直すのが正しいのだけれどそう差が出ないので1.000000にしました。

事例17(重量平均)



今までの計算結果をベクトル図を作成して、準拠点の配置にアンバランスなところは無いが、ベクトルの方向に偏りが無いか確認します。

この図では準拠点は全ての点を使っていますので問題はありません。ベクトルの方向も大きさも問題は有りませのでこのまま重なる点J7とJ8の座標値を求めます。

分散(標準偏差の二乗)の逆数を重量として平均する単純な事例です。

計算式はスライドを参照してください、特に変わった計算はしていません。

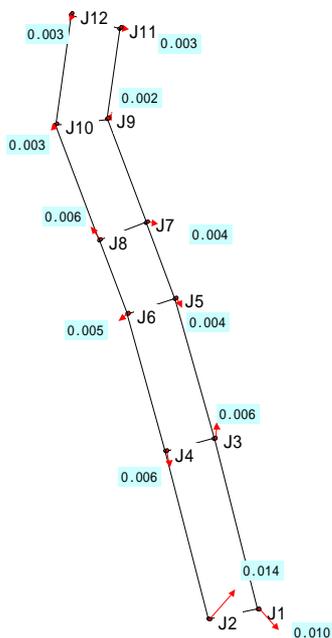
注意

図面の点と実際の点が重なる場合はこの方法でいいのですが重なる実際の点が無い場合、B図のJ7、J8が無い場合はこの計算では計算精度が出ませんので図の重心からの重量を考える必要が有ります。

この方法の概略は付録としてつけましたので参考に考えてください。

事例17(ベクトル図・判断・処置)

点の図面と現地の位置誤差が10mm以内であること。



結果(標準偏差の平均4mm)

(判断) 10mm以内は同一点として放置

(処置) J2 を修正すればよい。

実測値			変換値		
点名	X	Y	点名	X	Y
J1	502.864	499.025	HA1	502.856	499.032
J2	502.138	495.447	HA2	502.149	495.456
J3	515.331	495.859	HA3	515.337	495.859
J4	514.410	492.339	HA4	514.404	492.340
J5	525.562	493.029	HA5	525.559	493.031
J6	524.434	489.570	HA6	524.431	489.566
J7	531.096	490.948	HA7	531.096	490.952
J8	529.812	487.548	HA8	529.817	487.544
J9	538.655	488.114	HA9	538.657	488.115
J10	538.249	484.384	HA10	538.246	484.381
J11	545.273	489.043	HA11	545.273	489.046
J12	546.285	485.514	HA12	546.283	485.512

最終的にベクトル図を作成して、位置誤差の基準10mmを超えている点を修正すれば終了です。この図ではJ2の点を修正します。

事例としては簡単な例で考え方、計算手順を参考にしてもらうことが主になります。

準拠点選択で異常値はない、変換方法もヘルマート変換で計算自体もなんなら問題はない通常はこのようなデータがほとんどです。

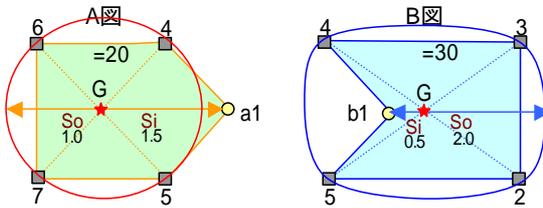
基準が示されずに判断を求められる場合は平均標準偏差4mmの3.7倍、14.8mm以下であれば修正はいりません。

このような官民境界の場合は役所で基準をもっていますので確認して修正するか放置するか確認します。

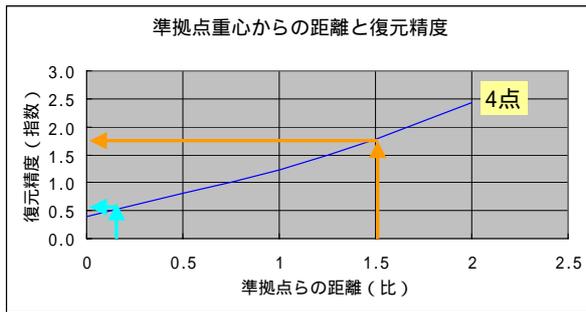
官民境界は筆界か所有権界かは議論の分かれるところですが原始筆界、後発的原始筆界の図面(公図、地図に準ずる図面、区画整理図等)を基に復元されその位置に対してそれを挟む民地の所有者が納得すれば限りなく筆界に近いと言えます。

中には対測地の所有者の意見によってやむを得ず計算した位置を動かして承諾する例がたまにありますがこれは所有権界の和解?になるのでしょうか、このような事が無いように役所の人も毅然とした態度で説得するか片側で確定して欲しいものです…余談ですが。

事例17(付録 重量平均計算)



を準拠点として の点を求める



A図の距離比= $S_i/S_o=1.5$
表から復元精度指数は1.8
復元制度= \times 指数=36

B図の距離比= $S_i/S_o=0.25$
表から復元精度指数は0.6
復元制度= \times 指数=18

点a1の重量 = $1/48^2 = 0.0004$
点b1の重量 = $1/18^2 = 0.0031$
 $a:b = 1:8 (7.75)$

図の重心からの距離が極端に異なる場合には重量平均に使う重量を分散の逆数でなく標準偏差と復元精度を使って求める必要がある。

求める点が準拠点の枠内にあるか枠外にあるかで標準偏差が同じであっても重さが違ってくるわけです。

このような状態がそれほどあるとは思えないがとりあえず認識しておく必要があります。