平面三角網の調整計算について

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2014-05-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 森田, 健造 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/3074

平面三角網の調整計算について

森　田　健　造

Calculation for Adjustment of plane Triangulation Nets

Kenzo Morita

Abstract

In general, there are three kinds of condition equations necessary for adjustment of plane triangulation nets, and they are point equations at every station, angle equations at individual triangle and a side equation in a set of triangulation net which is between two base lines or in a closed figure.

In this paper the author described chiefly a method of adjustment for triangulation nets on the basis of numerical values called "influence value" when the above-mentioned three conditions are included.

Moreover, he checked the errors to have influence on adjustment values when the effective number of figures of these influence coefficient was limited and simplified.

Note; The "influence value" in this paper means the numerical values to indicate the relative relation of the influence when the individual triangle and station point forming the triangultaion nets have influence upon point correlates or angle correlates.

1 序　説

平面三角網を基本三角網と複合三角網とに分け，前者では有心閉多角形，有心開多角形，単列三角網及び交叉四辺形の4つの基本型が点，角及び辺の3条件を同時に含む場合には各型式毎にコリレート影響表図（註 本文中では点又は角コリレートに対してその三角網の各三角形及び測点が及ぼす影響の相対的関係を示す数値を影響値と呼び，この影響値を三角網に記入したものをコリレート影響表図と仮称する）を基礎にして調整する方法を述べ，且つ影響値の有効桁数が多い三角網には此の桁数を制限して簡単化した場合に調整値に及ぼす影響を検討し，又上の3条件の中で外周測点の点条件を省略した場合には直接，基礎コリレートを求める式を誘導した。

尚此の基本型の中で交叉四辺形は，調整に用いることのできる角及び辺条件の組合せ方法が非常に多く，その組合せによつては調整計算にも難易があるので，之を根本的に吟味して角条

件の新しい組合せを提案した。次に複合三角網で上の3条件を同時に有する場合には繰返し計算法によることとしたが，近似値の収斂を早くするために各近似値毎に，第2段で外周測点の点コリレートの修正を行うこととし，又3条件の中で外周測点の点条件を省略した場合には，所定の三角網を一応，基本三角網に分解して，それらに基本型の基礎コリレートを求める式を適用して調整することとした。本文で角度観測の重みはすべて同一とし共通の記号は次の通りである。

l_1,　l_2,　l_3, ………, 内角の観測値

V_1,　V_2,　V_3, ………, 内角の補正値

M_1,　M_2,　M_3, ………, 内角の調整値

$l_{(1)}$,　$l_{(2)}$,　$l_{(3)}$, ………, 外角の観測値

$V_{(1)}$,　$V_{(2)}$,　$V_{(3)}$, ………, 外角の補正値

$M_{(1)}$, $M_{(2)}$, $M_{(3)}$, ………, 外角の調整値

B_1,　B_2 ……,　　実測基線長

$d=\dfrac{\mu}{\rho}\cot l$ 観測角の1秒に対する正弦対数の表差

但し $\mu=\log_{10}e=0.43429$,　$\rho=1$弧度$=206265$秒

$K_{(m)}$, 外周測点の点コリレートで，(m) は点条件の成立した測定番号を示す，
例えば $K_{(1)}$, $K_{(2)}$, …

K_m,　角コリレートで，m は角条件の成立した図形番号を示す

K_{Sm},　辺コリレートで，s_m は辺コリレートの番号を示す，たとえばK_{s1}, K_{s2},…　但し辺コリレートが1箇の場合は K_S とする。

$K_{(0m)}$, 有心多角形の中心の点コリレートで，$(_0m)$は条件の成立した中心点の番号を示す。
たとえば$K_{(01)}$, $K_{(02)}$, …　但し点コリレート1箇の場合は $K_{(0)}$ とする。

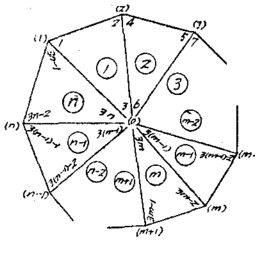
Ⅱ　基本三角網の調整

A　有心閉多角形

〔1〕 点，角及び辺の3条件を同時に満足するように調整する場合

1)　正規方程式

第1図



第1図で各三角形及び外周測点にはすべて右廻りに番号をつけ，又辺等式に関係する角で未知辺の対角には $3m-2$（但し $m=1, 2, \cdots\cdots n$), 既知辺の対角には $3m-1$（但し$m=1, 2, \cdots\cdots n$), 辺等式に関係のない角は$3m$ として条件方程式を作ると次の $(2n+2)$ 箇になる。

条件方程式

点方程式，$(n+1)$箇

中心点（0）に関するもの，（1箇）

$$\sum_{m=1}^{n} V_{3m}+w_{(0)}=0 \qquad \text{但し}\ w_{(0)}=\sum_{m=1}^{n} l_{3m}-360^\circ$$

外周測点に関するもの，（n箇）

$$V_{3(m-1)-1}+V_{3m-2}+V_{(m)}+w_{(m)}=0$$

$$\text{但し}\ w_{(m)}=l_{3(m-1)-1}+l_{3m-2}+l_m-360^\circ \qquad (m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

角方程式，（各三角形に1箇づつ），n箇

$$V_{3m-2}+V_{3m-1}+V_{3m}+w_m=0$$

$$\text{但し}\ w_m=l_{3m-2}+l_{3m-1}+l_{3m}-180^\circ \qquad (m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n,\ ) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

辺等式，（1箇）

$$\frac{\sin(l_1+V_1),\ \sin(l_4+V_4),\ \cdots\cdots\cdots,\ \sin(l_{3n-2}+V_{3n-2})}{\sin(l_2+V_2),\ \sin(l_5+V_5),\ \cdots\cdots\cdots,\ \sin(l_{3n-1}+V_{3n-1})}=1 \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

(3)式の対数をとると

$$\{\log\sin(l_1+V_1)+\log\sin(l_4+V_4)+\cdots\cdots+\log\sin(l_{3n-2}+V_{3n-2})\}$$

$$-\{\log\sin(l_2+V_2)+\log\sin(l_5+V_5)+\cdots\cdots+\log\sin(l_{3n-1}+V_{3n-1})\}=0 \qquad \cdots\cdots(3')$$

(3′)を近似的に一次式に転化すると，

$$\underbrace{(d_1V_1+d_4V_4+\cdots\cdots+d_{3n-2}V_{3n-2})}_{\text{未知辺の対角関係}}-\underbrace{(d_2V_2+d_5V_5+\cdots\cdots+d_{3n-1}V_{3n-1})}_{\text{既知辺の対角関係}}+w_s=0$$

$$\text{即ち}\quad \sum_{m=1}^{n}(d_{3n-2}V_{3n-2})-\sum_{m=1}^{n}(d_{3n-1}V_{3n-1})+w_s=0 \qquad \cdots(3'')$$

$$(3'')\text{式中}\ w_s=\underbrace{\sum_{m=1}^{n}\log\sin l_{3m-2}}_{\text{未知辺の対角関係}}-\underbrace{\sum_{m=1}^{n}\log\sin l_{3m-1}}_{\text{既知辺の対角関係}}$$

最小二乗法の原理により

$$W=[V^2]-2K_{(0)}\left(\sum_{m=1}^{n}V_{3m}+w_{(0)}\right)-2\sum_{m=1}^{n}\left\{K_{(m)}\left(V_{3(m-1)-1}+V_{3m-2}+V_{(m)}+w_{(m)}\right)\right\}$$

$$-2\sum_{m=1}^{n}\left\{K_m(V_{3m-2}+V_{3n-1}+V_{3n}+w_m)\right\}-2K_s\left\{\sum_{m=1}^{n}(d_{3m-2}V_{3m-2})-\sum_{m=1}^{n}(d_{3m-1}V_{3n-1})\right\}$$

$=$最小，$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$にするために $\dfrac{\partial W}{\partial V}=0$ より

補正値

1，　辺等式に関係のない角 $V_{3m}=K_m+K_{(0)}$ 　（但し $m=1,\ 2,\ \cdots n$）

2，　辺等式に関係ある角の内

未知数の対角，$V_{3m-2}=K_{(m)}+K_m+d_{3m-2}K_s$ （但し $m=1,\ 2,\ \cdots n,$）

既知辺の対角，$V_{3m-1}=K_{(m+1)}+K_m-d_{3n-1}K_s$ （〃　〃　）

3，　外　　角　$V_{(m)}=K_{(m)}$ 　（〃　〃　）　$\cdots\cdots\cdots\cdots(4)$

(4) を (1) (2) (3″) に代入すると正規方程式 (5) が得られる。即ち

$$\left.\begin{array}{ll}
\text{点方程式} & nK_{(0)}+\sum_{m=1}^{n}K_m+w_{(0)}=0 \\
\text{〃} & 3K_{(m)}+K_{m-1}+K_m+(d_{3m-2}-d_{3(m-1)-1})K_s+w_{(m)}=0 \\
 & \qquad\qquad (\text{但し} m=1,\ 2,\ \cdots n,) \\
\text{角方程式} & K_{(0)}+K_{(m)}+K_{(m+1)}+(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_s+w_m=0 \\
 & \qquad\qquad (\text{〃}\quad\text{〃}\qquad\qquad) \\
\text{辺方程式} & \sum_{m=1}^{n}\left\{(d_{3m-2}-d_{3(m-1)-1})K_{(m)}\right\}+\sum_{m=1}^{n}\left\{(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_m\right\} \\
 & +d_s^2K_s+w_m=0
\end{array}\right\}\cdots\cdots\cdots(5)$$

(5)式中 $d_s^2=\sum_{m=1}^{n}(d^2_{3m-2}+d^2_{3m-1})\cdots\cdots$ 即ち辺方程式に関係する角の d^2 の和

以上 (4) 及び (5) 式は一定の計算手続きによつて求めたものであるがこれの機械的作製方法については北大教授板倉忠三博士が先に発表されている[1]。

2) コリレートの計算方法

1, $K_{(0)}$ 式について

正規方程式から，有心閉多角形の中心点の点コリレートを求める式は次のようになる。即ち

$$K_{(0)}=\frac{1}{n}\left[-2.5w_{(0)}+1.5\sum_{m=1}^{n}w_m-\sum_{(m)=(1)}^{(n)}w_{(m)}+0.5K_s\left\{\sum_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})\right\}\right]\cdots\cdots(6)$$

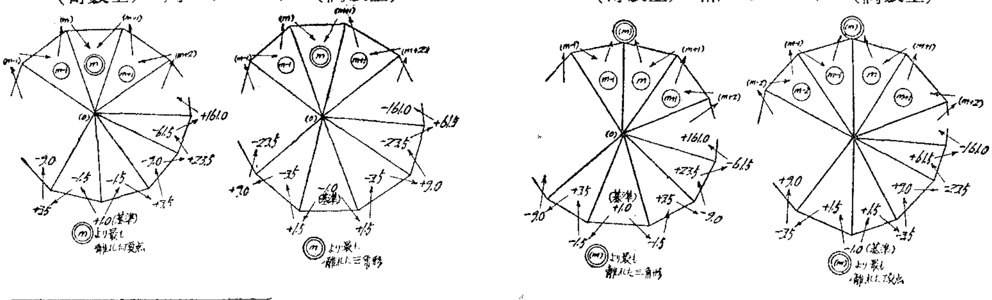
(6) 式は $K_{(0)}=A+B,K_s$ (但し A 及び B は既知数) の形の一次式であるから後記のようにして K_s の値を求めれば $K_{(0)}$ も直ちに求められる。

2, K_m 及び $K_{(m)}$ 式について

任意の角コリレート及び点コリレートに対し三角網中の各三角形及び頂点が及ぼす影響は次に示すように，求めるコリレートの属する三角形又は頂点から最も離れたものが一番少く之に接近するに従つて漸次増加し，求めるコリレートの属する三角形又は頂点が最大になる。今，多角形を辺の数によつて奇数型と偶数形とに分け，求めようとするコリレートの属する三角形又は頂点から最も離れたものの影響値を基準にすると，この影響値の漸増関係は次のようになる。

第 2 図　コリレート影響表図

(奇数型)　角コリレート　(偶数型)　　　　(奇数型)　点コリレート　(偶数型)



1　板倉忠三：土木学会誌 第26巻 第9号 (1940) 機械的図上計算法による基本三角網の迅速且つ厳密なる調整計算について P.865

影響値

偶数型	計算	値	奇数型
	=	1.0	
	=	1.5	
	2×(1.0+1.5)−1.5=	3.5	
	2×(1.5+3.5)−1.0=	9.0	三角形
四角形	2×(3.5+9.0)−1.5=	23.5	
	2×(9.0+23.5)−3.5=	61.5	五角形
六角形	2×(23.5+61.5)−9.0=	161.0	
	2×(61.5+161.0)−23.5=	421.5	七角形
八角形	2×(161.0+421.5)−61.5=	1103.5	
	2×(421.5+1103.5)−161.0=	2889.0	九角形
十角形	2×(1103.5+2889.0)−421.5=	7563.0	
	2×(2889,0+7563.0)−1103.5=	19800.5	十一角形
	…………………………………		

即ち影響値の絶対値は次のように機械的に求められる。

第 1,　基準点の次の絶対値 = 1.5 ×（基準点の絶対値）

第 2,　第1以外の絶対値は，影響値を求める三角形又は頂点から第2図の矢と反形方向に既知の絶対値を既知第1，既知第2，既知第3と仮称すると，求める三角形又は頂点の絶対値 = 2 ×（既知第3 + 既知第2）− 既知第1

なお，上のコリレート影響表図には次のような特質があるから，その作製及び検算が容易である。

1,　$K_{(m)}$ 及び K_m 影響表図の間には，前者の角の位置と後者の辺の位置とが相対し且つ数値も，それぞれ内外のものを入れ換えた関係になつている。

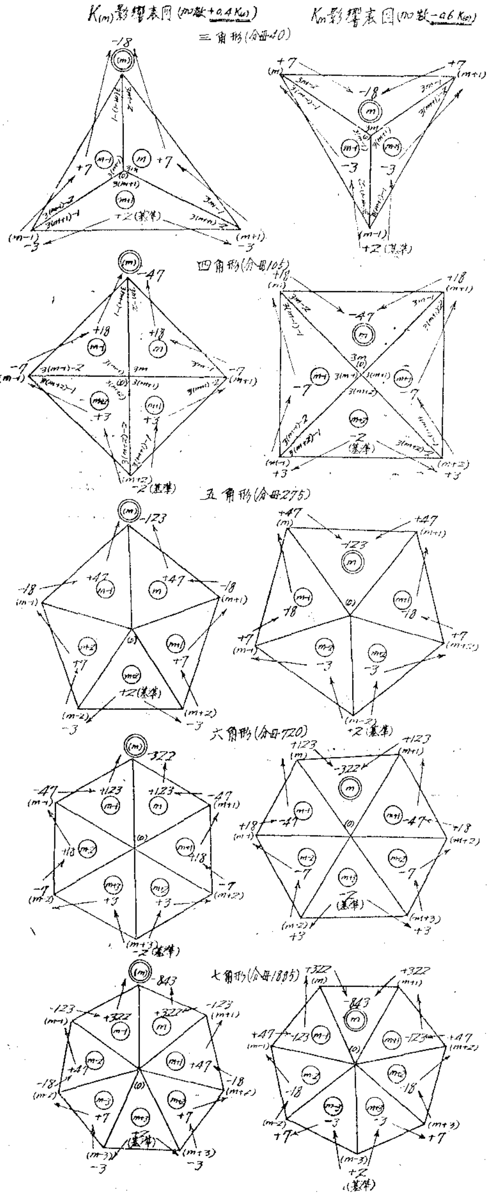
2,　$K_{(m)}$ 影響表図では（註 K_m 影響表図はこの反対），影響表図の内部の絶対値の和：影響表図の外部の絶対値の和 = 2 : 3，例えば有心三角形では $\left(\overset{\text{内部}}{2+2\times7}\right):\left(\overset{\text{外部}}{2\times3+18}\right)=2:3$

有心四角形では　$(2\times3+2\times18):(2+2\times7+47)=2:3$

3,　三角網を構成する箇々の三角形の項点，及び内部の絶対値の関係は（K_m 影響表図の (m) 三角形を除き）底辺両端の絶対値の和：その三角形の内部の絶対値 = 3 : 1，例えば有心五角形の (m+1) 三角形では $\left(\overset{\text{底辺両端}}{47+7}\right):\overset{\text{内部}}{18}=3:1$

以上の方法で求めたコリレート影響表図を次に例示する。

第３図　コリレート影響表図



コリレート影響表図から K_m 及び $K_{(m)}$ 式を作ると次のようになる。(註 右廻りに考え未知辺の対角の d の前の符号は正，既知辺の対角の d の前の符号は負とする)

例，有心閉三角形

$$K_m=\frac{1}{40}\Big[\underbrace{-18w_m-3w_{m+1}-3w_{m-1}}_{\text{図形関係}}+\underbrace{7w_{(m)}+7w_{(m+1)}+2w_{(m-1)}}_{\text{外周測点関係}}+K_s\Big\{\underbrace{-18(d_{3m-2}-d_{3m-1})}_{\text{図}}$$

$$-3(d_{3(m+1)-2}-d_{3(m+1)-1})-3(d_{3(m-1)-2}-d_{3(m-1)-1})+7(d_{3m-2}-d_{3(m+1)-2})$$

形　関　係　外　周

$$+7(d_{3(m+1)-2}-d_{3m-1})+2(d_{3(m-1)-2}-d_{3(m+1)-1})\Big\}\Big]-\frac{24}{40}K_{(0)}$$

測　点　関　係　加数（中心点関係）

$$K_{(m)}=\frac{1}{40}\Big[-18w_{(m)}-3w_{(m+1)}-3w_{(m-1)}+7w_m+2w_{m+1}+7w_{m-1}+K_s\Big\{-18(d_{3m-2}$$

外周測点関係　図　形　関　係　外

$$-d_{3(m-1)-1})-3(d_{3(m+1)-2}-d_{3m-1})-3(d_{3(m-1)-2}-d_{3(m+1)-1})+7(d_{3m-2}-d_{3m-1})$$

周　測　点　関　係　図

$$+2(d_{3(m+1)-2}-d_{3(m+1)-1})+7(d_{3(m-1)-2}-d_{3(m-1)-1})\Big\}\Big]+\frac{16}{40}K_{(0)}$$

形　関　係　加数（中心点関係）

即ち

$$K_1=\frac{1}{40}\Big[-18w_1-3w_2-3w_3+7w_{(1)}+7w_{(2)}+2w_{(3)}+K_s\Big\{-18(d_1-d_2)-3(d_4-d_5)$$
$$-3(d_7-d_8)+7(d_1-d_8)+7(d_4-d_2)+2(d_7-d_5)\Big\}\Big]-\frac{24}{40}K_{(0)}$$

$$K_2=\frac{1}{40}\Big[-18w_2-3w_3-3w_1+7w_{(2)}+7w_{(3)}+2w_{(1)}+K_s\Big\{-18(d_4-d_5)-3(d_7-d_8)$$
$$-3(d_1-d_2)+7(d_4-d_2)+7(d_7-d_5)+2(d_1-d_8)\Big\}\Big]-\frac{24}{40}K_{(0)}$$

$$K_3=\frac{1}{40}\Big[-18w_3-3w_1-3w_2+7w_{(3)}+7w_{(1)}+2w_{(2)}+K_s\Big\{-18(d_7-d_8)-3(d_1-d_2)$$
$$-3(d_4-d_5)+7(d_7-d_5)+7(d_1-d_8)+2(d_4-d_2)\Big\}\Big]-\frac{24}{40}K_{(0)}$$

$$K_{(1)}=\frac{1}{40}\Big[-18w_{(1)}-3w_{(2)}-3w_{(3)}+7w_1+2w_2+7w_3+K_s\Big\{-18(d_1-d_8)-3(d_4-d_2)$$
$$-3(d_7-d_5)+7(d_1-d_2)+2(d_4-d_5)+7(d_7-d_8)\Big\}\Big]+\frac{16}{40}K_{(0)}$$

$$K_{(2)}=\frac{1}{40}\Big[-18w_{(2)}-3w_{(3)}-3w_{(1)}+7w_2+2w_3+7w_1+K_s\Big\{-18(d_4-d_2)-3(d_7-d_5)$$
$$-3(d_1-d_8)+7(d_4-d_5)+2(d_7-d_8)+7(d_1-d_2)\Big\}\Big]+\frac{16}{40}K_{(0)}$$

$$K_{(3)}=\frac{1}{40}\Big[-18w_{(3)}-3w_{(1)}-3w_{(2)}+7w_3+2w_1+7w_2+K_s\Big\{-18(d_7-d_5)-3(d_1-d_8)$$
$$-3(d_4-d_2)+7(d_7-d_8)+2(d_1-d_2)+7(d_4-d_5)\Big\}\Big]+\frac{16}{40}\Big\}\Big]K_{(0)}$$

K_m 及び $K_{(m)}$ 式の特色としては

1, 加数は辺数にかかわらず常に

K_m 式では $-0.6K_{(0)}$, 即ち $-\left(\dfrac{K_m\text{影響表図の内部の絶対値の和}}{K_m\text{影響表図の内外の絶対値の和}}\right)\times K_{(0)}$,

$K_{(m)}$式では$+0.4K_{(0)}$, 即ち $+\left(\dfrac{K_{(m)}\text{影響表図の内部の絶対値の和}}{K_{(m)}\text{影響表図の内外の絶対値の和}}\right)\times K_{(0)}$

2,　K_m 及び $K_{(m)}$ 式の分母の絶形値は加数の分母と等しい。例えば

有心閉三角形では　$(2\times7+3)+(18+2\times3)=40$,

有心閉四角形では　$2\times(18+3)+(2+2\times7+47)=105$,　……

以上のK_m及び$K_{(m)}$式はK_s及び$K_{(0)}$を含むが，前記のように$K_{(0)}$はK_sだけを未知数とする一次式であるから結局 $K_m=C+D.\ K_s$ および $K_{(m)}=C'+D'.K_s$（ただしC,D,C',D',は既知数）の形の一次式になる。従つ次に述べるようにして K_s の値を求めれば之等の値が求められる。

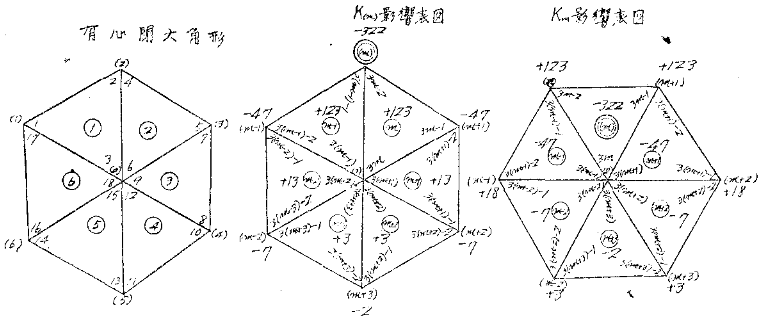
3,　K_s について

K_s の値は次の式の K_m 及び $K_{(m)}$ へ前記の各式を代入すれば求められる。即ち

$$-d_s^2 K_s=+w_s+\underbrace{\sum_{m=1}^{n}\left\{K_{(m)}\times(d_{3m-2}-d_{3(m-1)-1})\right\}}_{\text{外周測点関係}}+\underbrace{\sum_{m=1}^{n}\left\{K_m\times(d_{3m-2}-d_{3m-1})\right\}}_{\text{図形関係}}$$

4,　計算例, その1

第 4 図



（観　測　角）

$l_1=$ 66°−44′−31.7″　　　　$\log\sin l_1=9.9631912$
$l_2=$ 47°−17′− 6.8″　　　　$\log\sin l_2=9.8661335$
$l_3=$ 65°−58′−26.8″
180°− 0′− 5.3″　　$w_1=+5.3''$

$d_1=$ 9.05　　$d_1^2=81.9025$　　$d_1-d_{17}=+7.67''$
$d_2=$19.43　　$d_2^2=377.5249$
$d_1-d_2=-10.38$

$l_4=$ 50°−57′−34″　　　　$\log\sin l_4=9.8902535$
$l_5=$ 58°−26′−16.4″　　　　$\log\sin l_5=9.9304769$
$l_6=$ 70°−36′−17.5″
180°− 0′− 7.9″　　$w_2=+7.9''$

$d_4=$17.08　　$d_4^2=291.7264$　　$d_4-d_2=-2.35''$
$d_5=$12.93　　$d_5^2=167.1849$
$d_4-d_5=+4.15$

$l_7=$ 65°−36′−12.8″　　　　$\log\sin l_7=9.9593797$
$l_8=$ 52°−55′−19.0″　　　　$\log\sin l_8=9.9019021$
$l_9=$ 61°−28′−37.5″
180°− 0′− 9.3″　　$w_3=+9.3''$

$d_7 = 9.55$　　$d_7^2 = 91.2025$　　$d_7 - d_5 = -3.38''$

$d_8 = 15.92$　　$d_8^2 = 253.4464$

$d_7 - d_8 = -6.37$

$l_{10} = 57°-17'-50.7''$　　$\log\sin l_{10} = 9.9250471$

$l_{11} = 58°-35'-10.7''$　　$\log\sin l_{11} = 9.9311660$

$l_{12} = 64°-6'-49.1''$

$179°-59'-50.5''$　　$w_4 = -9.5''$

$d_{10} = 13.52$　　$d_{10}^2 = 182.7904$　　$d_{10} - d_8 = -2.40''$

$d_{11} = 12.87$　　$d_{11}^2 = 165.6369$

$d_{10} - d_{11} = +0.65$

$l_{13} = 75°-24'-46.2''$　　$\log\sin l_{13} = 9.9857702$

$l_{14} = 57°-42'-32.7''$　　$\log\sin l_{14} = 9.9270384$

$l_{15} = 46°-52'-38.0''$

$179°-59'-56.9''$　　$w_5 = -3.1''$

$d_{13} = 5.47$　　$d_{13}^2 = 29.9209$　　$d_{13} - d_{11} = -7.40''$

$d_{14} = 13.30$　　$d_{14}^2 = 176.8900$

$d_{13} - d_{14} = -7.83$

$l_{16} = 42°-48'-9.2''$　　$\log\sin l_{16} = 9.8321728$

$l_{17} = 86°-14'-56.2''$　　$\log\sin l_{17} = 9.9990686$

$l_{18} = 50°-57'-45''$

$180°-0'-9.9''$　　$w_6 = +9.9''$

$d_{16} = 22.73$　　$d_{16}^2 = 516.6529$　　$d_{16} - d_{14} = +9.43''$

$d_{17} = 1.38$　　$d_{17}^2 = 1.9044$

$d_{16} - d_{17} = +21.35$　　$d_s^2 = \sum_{m=1}^{6}(d^2_{3m-2} + d^2_{3m-1}) = 2336.7831$

$\sum_{m=1}^{6} w_m = +19.8''$　　$w_s = \sum_{m=1}^{6}\log\sin l_{3m-2} - \sum_{m=1}^{6}\log\sin l_{3m-1} = +326$　（但し小数第７位を単位とする）

$\sum_{m=1}^{6}(d_{3m-2} - d_{3m-1}) = +1.57$　　$w_{(0)} = \sum_{m=1}^{6} l_{3m} - 360° = -6.6''$

$l_{(1)} = 207°-0'-25.8''$　　$w_{(1)} = l_1 + l_{17} + l_{(1)} - 360° = -6.3''$

$l_{(2)} = 261°-45'-26.4''$　　$w_{(2)} = l_2 + l_4 + l_{(2)} - 360° = +7.2''$

$l_{(3)} = 235°-57'-35.9''$　　$w_{(3)} = l_5 + l_7 + l_{(3)} - 360° = +5.1''$

$l_{(4)} = 249°-46'-47.2''$　　$w_{(4)} = l_8 + l_{10} + l_{(4)} - 360° = -3.1''$

$l_{(5)} = 225°-59'-55.7''$　　$w_{(5)} = l_{11} + l_{13} + l_{(5)} - 360° = -7.4''$

$l_{(6)} = 259°-29'-22.9''$　　$w_{(6)} = l_{14} + l_{16} + l_{(6)} - 360° = +4.8''$

$K_{(0)}$ 式，

(6)式により　$K_{(0)} = \frac{1}{n}\left[-2.5w_{(0)} + 1.5\sum_{m=1}^{6} w_m - \sum_{(m)=(1)}^{(6)} w_{(m)} + 0.5K_s\left\{\sum_{m=1}^{6}(d_{3m-2} - d_{3m-1})\right\}\right]$

$$= \frac{1}{6}\{-2.5\times(-6.6) + 1.5\times 19.8 - 0.30 + 0.5K_s\times 1.57\}$$

$$= \frac{1}{6}(+45.9 + 0.785K_s) = +7.650 + 0.1308K_s$$

$K_{(m)}$ 及び $\bar{K}_m$ 式.

コリレート影響表図より

$$K_{(1)}=\frac{1}{720}\{-322w_{(1)}-47(w_{(2)}+w_{(6)})-7(w_{(3)}+w_{(5)})-2w_{(4)}+123(w_1+w_6)+18(w_2$$
外周測点関係 図形

$$+w_5)+3(w_3+w_4)\}+\frac{K_s}{720}\Big[-322(d_1-d_{17})-47\{(d_4-d_2)+(d_{16}-d_{14})\}-7\{(d_7$$
関係 外周測点

$$-d_5)+(d_{13}-d_{11})\}-2(d_{10}-d_8)+123\{(d_1-d_2)+d_{16}-d_{17})\}+18\{(d_4-d_5)$$
関係 図形

$$+(d_{13}-d_{14})\}+3\{(d_7-d_8)+(d_{10}-d_{11})\}\Big]+\frac{288}{720}K_{(0)}\qquad=\frac{1}{720}\{-322\times(-6.3)$$
関係 中心点関係(加数)

$$-47\times(+7.2+4.8)-7\times(+5.1+7.4)-2\times(-3.1)+123\times(+5.3+9.9)+18$$

$$\times(+7.9+3.1)+3\times(+9.3-9.5)\}+\frac{K_s}{720}\{-322\times7.67-47\times(-2.35+9.43)$$

$$-7\times(-3.38-7.40)-2\times(-2.40)+123\times(-10.38+21.35)+18\times(+4.15-7.83)$$

$$+3\times(-6.37+0.65)\}+0.40K_{(0)}=+7.841-1.9704K_s$$

$$K_{(2)}=\frac{1}{720}\{-322\times7.2-4.7\times(+5.1-6.3)-7\times(-3.1+4.8)-2\times(-7.4)+123$$

$$\times(+5.3+7.9)+18\times(+9.3+0.9)+3\times(-9.5-3.1)\}+\frac{K_s}{720}\{-322\times(-2.35)$$

$$-47\times(-3.38+7.67)-7\times(-2.40+9.43)-2\times(-7.40)+123\times(-10.38+4.15)$$

$$+18\times(-6.37+21.35)+3\times(0.65-7.83)\}+0.4K_{(0)}=+2.605+0.0418K_s$$

以下同様にして

$K_{(3)}=+3.493+1.2790K_s$　　　$K_{(4)}=+4.647+0.7157K_s$

$K_{(5)}=+4.633+1.9993K_s$　　　$K_{(6)}=+2.882-2.0699K_s$

$$\bar{K}_1=\frac{1}{720}\{-322w_1-47(w_2+w_6)-7(w_3+w_5)-2w_4+123(w_{(1)}+w_{(2)})+18(w_{(3)}+w_{(6)})$$
図形関係 外周測点

$$+3(w_{(4)}+w_{(5)})\}+\frac{K_s}{720}\Big[-322(d_1-d_2)-47\{(d_4-d_5)+(d_{16}-d_{17})\}-7\{(d_7-d_8)$$
関係 図形

$$+(d_{13}-d_{14})\}-2(d_{10}-d_{11})+123\{(d_1-d_{17})+(d_4-d_2)\}+18\{(d_7-d_5)+(d_{16}-d_{14})\}$$
関係 外周測点

$$+3\{(d_{10}-d_8)+(d_{13}-d_{11})\}\Big]-0.6K_{(0)}$$
関係

$$=\frac{1}{720}\{-322\times5.3-47\times(+7.9+9.9)-7\times(+9.3-2.1)-2\times(-9.5)+123\times(-6.3$$

$$+7.2)+18\times(+5.1+4.8)+3\times(-3.1-7.4)\}+\frac{K_s}{720}\{-322\times(-10.38)-4.7$$

$$\times(4.15+21.35)-7\times(-6.37-7.83)-2\times0.65+123\times(+7.67-2.35)+18\times(-3.38$$

$+9.43)+3\times(-2.40-7.40)\}-0.6K_{(0)}=-7.799+4.0546K_s$

$$K_2=\frac{1}{720}\{-322\times7.9-47\times(+5.3+9.3)-7\times(-9.5+9.9)-2\times(-3.1)+123\times(+7.2$$

$$+5.1)+18\times(-6.3+3.1)+3\times(-7.4+4.8)\}+\frac{K_s}{720}\{-322\times4.15-47\times(-10.38$$

$$-6.37)-7\times(+0.65+21.35)-2\times(-7.83)+123\times(-2.35-3.38)+18\times(+7.67$$

$$-2.40)+3\times(-7.40+9.43)\}-0.6K_{(0)}=-7.216-1.8719K_s$$

他も同様の方法により　$K_3=-8.363+1.4148K_s$　$K_4=-2.476-1.1621K_s$

$K_5=-4.022+2.5931K_s$　$K_6=-9.424-5.8185K_s$,　従つて K_s の値は前記の様に

$-d_s{}^2K_s=+w_s+\sum_{m=1}^{6}\{K_{(m)}\times(d_{2m-2}-d_{3(m-1)-1})\}+\sum_{m=1}^{6}\{K_m\times(d_{3m-2}-d_{3m-1})\}$ に $K_{(m)}$ 及び K_m を代入すると，$-2336.7831K_s=+326+\{\underset{(d_1-d_{17})}{7.67}\times\underset{K_{(1)}}{(7.841-1.9704K_s)}+\underset{(d_4-d_2)}{(-2.35)}\times(+2.605$

$\underset{K_{(2)}}{+0.0418K_s)}+\cdots\cdots\underset{(d_{16}-d_{14})}{+9.43}\times\underset{K_{(6)}}{(+2.882-2.0699K_s)}\}+\{\underset{(d_1-d_2)}{(-10.38)}\times\underset{K_2}{(-7.799+4.0546K_s)}$

$+\cdots\cdots\underset{(d_{16}-d_{17})}{+21.35}\times\underset{K_6}{(-9.423-5.8135K_s)}$，之より　$K_s=-0.1362$

故に

$K_{(0)}=+7.650+0.1308K_s=+7.650+0.1308\times(-0.1362)=+7.632$

$K_{(1)}=+7.841-1.9704K_s=+7.841-1.9704\times(-0.1362)=+8.110$

$K_{(2)}\sim K_{(6)}$ 及び $K_1\sim K_6$ も同様に上の各式より求めると

$K_{(2)}=+2.599$　$K_{(3)}=+3.319$　$K_{(4)}=+4.549$　$K_{(5)}=+4.361$　$K_{(6)}-+3.163$

$K_1=-8.351$　$K_2=-6.961$　$K_3=-8.555$　$K_4=-2.318$　$K_5=-4.374$

$K_6=-8.634$

補 正 値

1，辺等式に関係のない角は　$V_{3m}=K_m+K_{(0)}$　より

$V_3=K_1+K_{(0)}=-8.351+7.632=-0.72''$　$V_6=K_2+K_{(0)}=-6.961+7.632=+0.67''$

以下同様にして　$V_9=-0.92''$　$V_{12}=+5.31''$　$V_{15}=+3.26''$　$V_{18}=-1.00''$

2，辺等式に関係ある角の内

未知辺の対角は　$V_{3m-2}=K_{(m)}+K_m+d_{3m-2}K_s$　より

$V_1=K_{(1)}+K_1+d_1K_s=+8.116=8.351+9.05\times(-0.1362)=-1.47''$

以下同様にして

$V_4=-6.69''$　$V_7=-6.54''$　$V_{10}=+0.39''$　$V_{13}=-0.76''$　$V_{16}=-8.56''$

既知辺の対角は　$V_{3m-1}=K_{(m+1)}+K_m-d_{3m-1}K_s$　より

$V_2=K_{(2)}+K_1-d_1K_s=+2.599-8.351-19.43\times(-0.1362)=-3.11''$

以下同様にして

$V_5=-1.88''$　　$V_8=-1.84''$　　$V_{11}=+3.80''$　　$V_{14}=+0.60''$　　$V_{17}=-0.34''$

3, 外角は　$V_{(m)}=K_{(m)}$　より　$V_{(1)}=+8.11''$　　$V_{(2)}=+2.60''$　　$V_{(3)}=+3.32''$

$V_{(4)}=+4.55''$　　$V_{(5)}=+4.36''$　　$V_{(6)}=+3.16''$

調 整 値（$M=l+V$）

$$M_1=66°-44'-30.23''\qquad M_4=50°-57'-27.31''\qquad M_7=65°-36'-6.26''$$
$$M_2=47°-17'-3.69''\qquad M_5=58°-26'-14.52''\qquad M_8=52°-55'-17.16''$$
$$M_3=65°-58'-26.08''\qquad M_6=70°-36'-18.17''\qquad M_9=61°-28'-36.58''$$
$$\sum_1^3 M=180°-0'-0''\qquad \sum_4^6=180°-0'-0''\qquad \sum_7^9=180°-0'-0''$$

$$M_{10}=57°-17'-51.09''\qquad M_{13}=75°-24'-45.44''\qquad M_{16}=42°-48'-0.64''$$
$$M_{11}=58°-35'-14.50''\qquad M_{14}=57°-42'-33.30''\qquad M_{17}=86°-14'-55.86''$$
$$M_{12}=64°-6'-54.41''\qquad M_{15}=46°-52'-41.26''\qquad M_{18}=50°-57'-3.50''$$
$$\sum_{10}^{12}=180°-0'-0''\qquad \sum_{13}^{15}=180°-0'-0''\qquad \sum_{16}^{18}=180°-0'-0''$$

$$M_{(1)}=207°-0'-33.91''\qquad M_{(4)}-249°-46'-51.75''$$
$$M_{(2)}=261°-45'-29.00''\qquad M_{(5)}=226°-0'-0.06''$$
$$M_{(3)}=235°-57'-39.22''\qquad M_{(6)}=259°-29'-26.06''$$

$$M_1+M_{17}+M_{(1)}=M_2+M_4+M_{(2)}=M_5+M_7+M_{(3)}=M_8+M_{10}+M_{(4)}=M_{11}+M_{13}+M_{(5)}$$
$$=M_{14}+M_{16}+M_{(6)}=360°-0'-0''$$

$$\sum_{m=1}^{6} M_{3m}=360°-0'-0''$$

個々の観測値の推差 $r=\pm0.6745\sqrt{\dfrac{[V^2]}{q}}=\pm0.6745\sqrt{\dfrac{370.0892}{10}}=\pm3.47''$

（但し q＝条件等式の数）

〔2〕 点，角及び辺の3条件の内で外周測点の点調整を同時に行わない場合

此の条件の場合の補正値を求める式及び正規方程式は前記の（4）及び（5）式から外周測点関係を省畧すれば求められる。即ち

補 正 値

$$\left.\begin{array}{lll} \text{1, 辺等式に関係のない角} & V_{3m}=K_m+K_{(0)} & (m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n) \\ \text{2, 辺等式に関係ある角の内} & & \\ \quad\text{未知辺の対角} & V_{3m-2}=K_m+d_{3m-2}K_s & (m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n) \\ \quad\text{既知辺の対角} & V_{3m-1}=K_m-d_{3m-1}K_s & (\ 〃\ ) \end{array}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots(4')$$

正規方程式

$$nK_{(0)}+\sum_{m=1}^{n}K_m+w_{(0)}=0$$

$$\left.\begin{aligned}&K_{(0)}+3K_m+(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_s+w_m=0 \qquad (m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n)\\&\sum_{m=1}^{n}\Big\{(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_m\Big\}+d_s^2K_s+w_s=0\end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots(5')$$

(5′)式の $w_{(0)}$, w_m, w_s, d_s^2 は（5）式と同一である。(5′) 式より $K_{(0)}$ 及び K_s を求める一般式は次のようになる。

$$K_s=\frac{\frac{1}{2n}\left(\sum\limits_{m=1}^{n}w_m-3w_{(0)}\right)\left\{\sum\limits_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})+\sum\limits_{m=1}^{n}\Big\{(d_{3m-2}-d_{3m-1})w_m\Big\}-3w_s\right.}{3d_s^2-\frac{1}{2n}\left\{\sum\limits_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})\right\}^2-\sum\limits_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})^2}\cdots(7)$$

$$K_{(0)}=\frac{1}{2n}\left[\sum_{m=1}^{n}w_m+\left\{\sum_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})\right\}K_s-3w_{(0)}\right]\cdots\cdots\cdots\cdots(8)$$

従つて

$$K_m=-\frac{1}{3}\Big\{K_{(0)}+(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_s+w_m\Big\} \qquad (m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n)$$

〔註 (8) 及び (7) 式は先に板倉博士が誘導されたものと大体同じ型式である[2]〕

なお，K_s の値を求めるには上の (7) 式の代りに $K_{(0)}$ を含む次の (7′) 式で表わすことができ，之は複合三角網の調整計算に当り，三角網を構成する各基本三角網毎に (8) 式と併用すれば，計算の途中で K_s 及び $K_{(0)}$ だけを未知数とする方程式のコリレートの係数は，左肩からの対角線係数を軸として対称的に配列する性質があるから検算が容易である。

$$K_s=\frac{K_{(0)}\left\{\sum\limits_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})\right\}+\sum\limits_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})\,w_m\Big\}-3w_s}{3d_s^2-\sum\limits_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})^2}\cdots\cdots\cdots\cdots(7')$$

計 算 例，その2.（計算例, その 1 から外周測点の点調整を分離した場合）

(7) 及 (8) 式に $n=6$ とすると

$$K_s=\frac{\frac{1}{2\times6}\left(\sum\limits_{1}^{6}w_m-3w_{(0)}\right)\left\{\sum\limits_{1}^{6}(d_{3m-2}-d_{3m-1})\right\}+\sum\limits_{1}^{6}\Big\{(d_{3m-2}-d_{3m-1})w_m\Big\}-3w_s}{3d_s^2-\frac{1}{2\times6}\left\{\sum\limits_{1}^{6}(d_{3m-2}-d_{3m-1})\right\}^2-\sum\limits_{1}^{6}(d_{3m-2}-d_{3m-1})^2}$$

$$=\frac{\frac{1}{2\times6}\{19.8-3\times(-6.6)\}\times1.57+147.993-3\times326}{3\times2336.7831-\frac{1}{2\times6}\times(1.57)^2-683.077}=-0.1304$$

但し　上式中

$$\sum_{1}^{6}(d_{3m-2}-d_{3m-1})^2=(d_1-d_2)^2+(d_4-d_5)^2+\cdots\cdots+(d_{16}-d_{17})^2=683.0977$$

2　T.Itakura : Rapid and Rigorous Calculation for Adjustment of Fundamental Triangulation Nets by "Mechancal Sketch Method." Memoirs of the faculty of Engineering Hokkaido Imp. Univ. vol.5 No.3 P.228 May 1939.

$$\sum_{1}^{6}\left\{(d_{3m-2}-d_{3m-1})w\right\}=(d_1-d_2)w_1+\cdots\cdots+(d_{16}-d_{17})w_6=147.993$$

$$K_{(0)}=\frac{1}{2\times6}\left[\sum_{1}^{6}w_m+\left\{\sum_{1}^{6}(d_{3n-2}-d_{3n-1})\right\}K_s-3w_{(0)}\right]=\frac{1}{2\times6}\Big[19.8+1.57\times(-0.1304)$$
$$-3\times(6.6)\Big]=+3.283$$

従つて　$K_m=-\frac{1}{3}\left\{K_{(0)}+(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_s+w_m\right\}$　から

$K_1=-3.3122$　　$K_2=-3.5473$　　$K_3=+4.4699$　　$K_4=+2.1006$　　$K_5=-0.4013$

$K_6=-3.4663$

又補正値は（4′）より

1,辺等式に関係のない角は

$V_3=-0.03''$　　$V_6=-0.26''$　　$V_9=-1.19''$　　$V_{12}=+5.38''$　　$V_{15}=+2.88''$

$V_{18}=-0.18''$

2,辺等式に関係ある角の内

未知辺の対角は　$V_1=-4.49''$　　$V_4=5.78''$　　$V_7=-5.70''$　　$V_{10}=+0.34''$

$V_{13}=-1.11''$　　$V_{16}=-6.43''$

既知辺の対角は　$V_2=-0.78''$　　$V_5=-1.86''$　　$V_8=-2.39''$　　$V_{11}=+3.78''$

$V_{14}=+1.33''$　　$V_{17}=-3.29''$

調 整 値

$M_1=60°-44'-27.21''$	$M_4=50°-57'-28.22''$	$M_7=65°-36'-7.08''$
$M_2=47°-17'-6.02''$	$M_5=58°-26'-14.54''$	$M_8=52°-55'-16.61''$
$M_3=65°-58'-26.77''$	$M_6=70°-36'-17.20''$	$M_9=61°-28'-36.31''$
$\sum_{1}^{3}M=180°-0'-0''$	$\sum_{4}^{6}M=180°-0'-0''$	$\sum_{7}^{9}M=180°-0'-0''$
$M_{10}=57°-17'-51.04''$	$M_{13}=75°-24'-45.09''$	$M_{16}=42°-48'-2.77''$
$M_{11}=58°-35'-14.48''$	$M_{14}=57°-42'-34.02''$	$M_{17}=86°-14'-52.91''$
$M_{12}=64°-6'-54.48''$	$M_{15}=46°-52'-40.88''$	$M_{18}=50°-57'-4.32''$
$\sum_{10}^{12}M=180°-0'-0''$	$\sum_{13}^{15}M=180°-0'-0''$	$\sum_{16}^{18}M=180°-0'-0''$

$$r=\pm0.6745\sqrt{\frac{[V^2]}{q}}=\pm0.6745\sqrt{\frac{204.3968}{8}}=\pm3.41''$$

B　有心開多角形

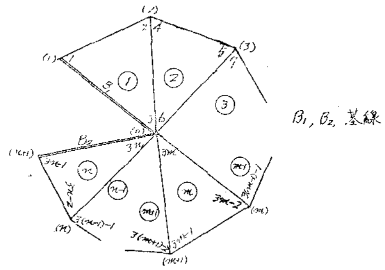
〔1〕　点，角及び辺の3条件を同時に満足するように調整する場合

1)　正 規 方 程 式

条件方程式は次の（$2n+3$）箇になる

点方程式

第 5 図



{外周測点に関するもの，$(n+1)$箇
{中心点（0）に関するもの，1箇

角方程式

各三角形に1箇づつ，n 箇

辺方程式

中心（0）に関するもの，1箇

故に前記の有心閉多角形の場合と同様の操作を行えば補正値及び正規方程式が求められる。

補 正 値

1，辺等式に関係のない角，　$V_{3m}=K_m+K_{(0)}$　（但し$m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n$）

2，辺等式に関係ある角の内

未知辺の対角　$V_{3m-2}=K_{(m)}+K_m+d_{3m-2}K_s$　（　〃　）

既知辺の対角　$V_{3m-1}=K_{(m+1)}+K_m-d_{3m-1}K_s$　（　〃　）

3，外　角　$V_{(m)}=K_{(m)}$　（但し$m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n,\ n+1$）　…………(9)

正 規 方 程 式

点方程式　$(n+1)K_{(0)}+\sum_{m=1}^{n}K_m+w_{(0)}=0$　（但し$w_0=l_{(0)}+\sum_{m=1}^{n}l_{3m}-360°$）

〃　$2K_{(1)}+K_1+d_1K_s+w_{(1)}=0$　（$w_{(1)}=l_1+l_{(1)}-360°$）

〃　$3K_{(m)}+K_{m-1}+K_m+(d_{3m-2}-d_{3(m-1)-1})K_s+w_{(m)}=0$

（但し$w_{(m)}=l_{(m)}+l_{3(m-1)-1}+l_{3m-2}-360°,\ m=3,\ 4,\ \cdots\cdots n$）

〃　$2K_{(n+1)}+K_n-d_{3n-1}K_s+w_{(n+1)}=0$

（但し$w_{(n+1)}=l_{(n+1)}+l_{3n-2}-360°$）

角方程式　$K_{(0)}+K_{(m)}+K_{(m+1)}+3K_m+(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_s+w_m=0$　(10)

（但し$w_m=l_{3m}+l_{3m-1}+l_{3m-2}-180°,\ m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n$）

辺方程式　$d_1K_{(1)}+\sum_{m=2}^{n}\{(d_{3m-2}-d_{3(m-1)-1})K_{(m)}\}-d_{3n-1}K_{(n+1)}+\sum_{m=1}^{n}\{(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_m\}+d_s^2K_s+w_s=0$

但し $\left(\begin{array}{l} w_s=(\log B_1-\log B_2)+(\sum_1^n\log\sin l_{3m-2}-\sum_1^n\log\sin l_{3m-1}) \\ d_s^2=\sum_1^n(d^2_{3m-2}+d^2_{3m-1}) \end{array}\right)$

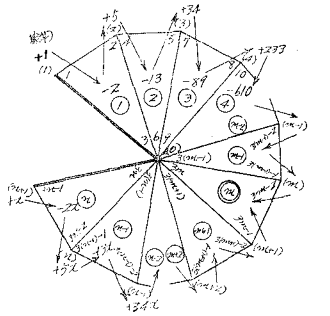
2）　コリレートの計算方法

1，K_m 及 $K_{(m)}$ 式について

此の三角網の場合も任意の点及び角コリレートに対し箇々の三角形及び外周測点が及ぼす影

響値は，そのコリレートの属する三角形又は外周測点から最も離れた外周測点が一番少く之に接近するに従つて漸次増加し此の漸増関係も此の三角網特有の性質を持つている。

第 6 図　K_m 影響表図



備 考
$K_{(m)}$ 影響表図の内外の符号は K_m 影響表図の反対

今，任意の三角形 ⓜ から最も離れた頂点を (1) とし，三角形 ⓜ に対する (1) の影響値を基準にとると

第 1，三角形 ① が ⓜ に及ぼす影響値
　　　＝起点 (1) の 2 倍，

第 2，頂点 (2) から矢の方向に三角形 ⓜ までの各頂点及び三角形が，ⓜ に及ぼす影響値は，任意の頂点又は三角形から 矢 と反対方向に既知の絶対値を順次に，既知第 1 及び既知第 2 と仮称すると，

任意の頂点又は三角形の影響値 ＝ 2 ×（既知第 1 ）＋（起点から既知第 2 までの影響値の絶対値の和）

故に此の法式によつて計算すると

第1，　三角形 ① が ⓜ に及ぼす影響値（但し絶対値）$=1\times2=2$

第2，　頂点 (2) が ⓜ に及ぼす影響値（絶対値）＝ 2×（①の絶対値）＋ 起点 (1) の絶対値
既知第 1

$=2\times2+1=5$

三角形 ② が ⓜ に及ぼす影響値（絶対値）＝ 2×（頂点 (2) の絶対値）＋（(1) と ① の
既 知 第 1

絶対値の和）$=2\times5+(1+2)=13$

項点 (3) が ⓜ に及ぼす影響値（絶対値）$=2\times13+(1+2+5)=34$

三角形 ③ が ⓜ に及ぼす影響値（絶対値）$=2\times34+(1+2+5+13)=89$

……………………………………………………………………

順次此の計算を進め ⓜ に達して最大になる。

次に反対の端点 $(n+1)$ から最大値 ⓜ までの変化も上の関係と相等しい。故に頂点 $(n+1)$ が ⓜ に及ぼす影響値（絶対値）を x とすると，

三角形 ⓝ が ⓜ に及ぼす影響値（絶対値）$=2x$

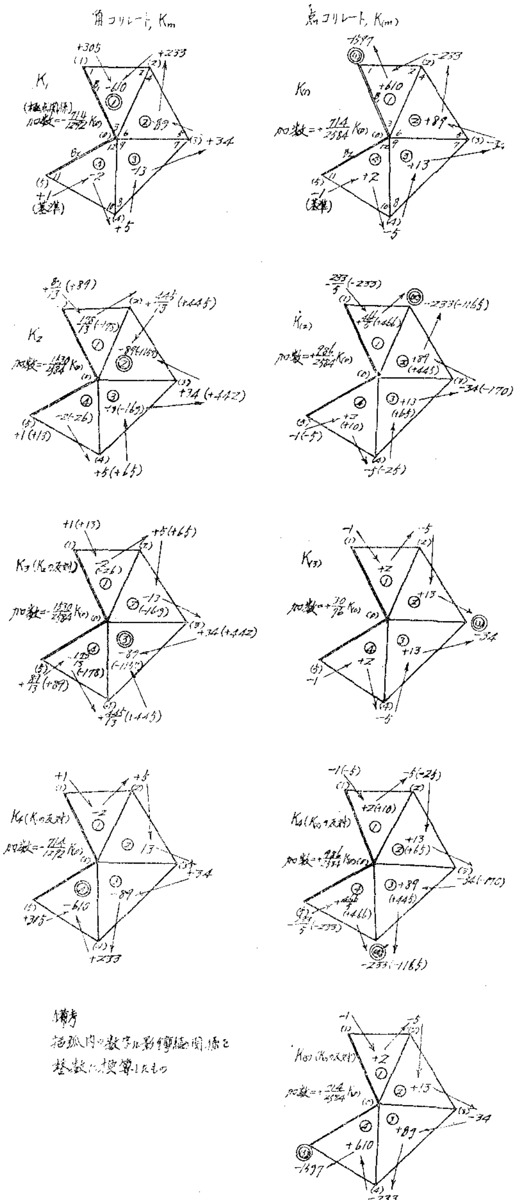
項点 (n) が ⓜ に及ぼす影響値（絶対値）$=2\times2x+x=5x$

三角形 $n+1$ が ⓜ に及ぼす影響値（絶対値）$=2\times5x+(x+2x)=13x$

……………………………………………………………………

此の計算を進めると先に求めた ⓜ に達するから x が求められ，従つて ⓝ，(n)，$n-1$ …… $m+2$ $(m+2)$ $m+1$ も簡単に求める事が出できる。例えば有心四角形の点及び角コリレートに対する影響表図は次のようになる。

第 7 図　有心開四角形のコリレート影響表図



コリレート影響表図の特質

1, 三角網を構成する個々の三角形の頂点及び内部に記入した影響値の絶対値は（K_m 影響表図の m 三角形，例えば K_1 影響表図の 1 三角形，K_2 影響表図の 2，…… 等を除き），底辺両端の絶対値の和：その三角形の内部の絶対値の和 ＝ 3：1

2, 三角網の中央から左右対称の位置にある項点及び三角形のコリレート影響図の数値は全

く反対に配列されるから，三角網の中央までの三角形及び頂点のコリレート影響表図を作れば反対側は自ら求められることになる。

コリレート影響表図から K_m 及び $K_{(m)}$ 式を作製すると次の様になる。(例，有心開四角形)

$$K_1=\frac{1}{1292}\Big[\underbrace{-610w_1-89w_2-13w_3-2w_4}_{\text{図形関係}}\underbrace{+305w_{(1)}+233w_{(2)}+34w_{(3)}+5w_{(4)}+w_{(5)}}_{\text{外周測点関係}}$$

$$+K_s\Big\{\underbrace{-610(d_1-d_2)-89(d_4-d_5)-13(d_7-d_8)-2(d_{10}-d_{11})}_{\text{図形関係}}\underbrace{+305d_1+233(d_4-d_2)}_{\text{外周}}$$

$$\underbrace{+34(d_7-d_5)+5(d_{10}-d_8)+(0-d_{11})}_{\text{測点関係}}\Big\}\Big]\underbrace{-\frac{714}{1292}K_{(0)}}_{\text{加数(極点関係)}}$$

$$K_2=\frac{1}{2584}\Big[178w_1-1157w_2-169w_3-26w_4+89w_{(1)}+445w_{(2)}+442w_{(3)}+65w_{(4)}+13w_{(5)}$$

$$+K_s\Big\{-178(d_1-d_2)-1157(d_4-d_5)-169(d_7-d_8)-26(d_{10}-d_{11})+89d_1+445(d_4-d_2)$$

$$+442(d_7-d_5)+65(d_{10}-d_8)-13d_{11}\Big\}\Big]-\frac{1530}{2584}K_{(0)}$$

$$K_{(1)}=\frac{1}{2584}\Big[+610w_1+89w_2+13w_3+2w_4-1597w_{(1)}-233w_{(2)}-34w_{(3)}-5w_{(4)}-w_{(5)}\ +K_s\Big\{$$

$$+610(d_1-d_2)+89(d_4-d_5)+13(d_7-d_8)+2(d_{10}-d_{11})-1597d_1-233(d_4-d_2)-34(d_7$$

$$-d_5)-5(d_{10}-d_8)-(0-d_{11})\Big\}\Big]+\frac{714}{2584}K_{(0)}$$

$$K_{(2)}=\frac{1}{2584}\Big[+466w_1+445w_2+65w_3+10w_4-233w_{(1)}-1165w_{(2)}-170w_{(3)}-25w_{(4)}-5w_{(5)}$$

$$+K_s\Big\{+466(d_1-d_2)+445(d_4-d_5)+65(d_7-d_8)+10(d_{10}-d_{11})-233d_1-1165(d_4-d_5)$$

$$-170(d_7-d_5)-25(d_{10}-d_8)-5(0-d_{11})\Big\}\Big]+\frac{986}{2584}K_{(0)}$$

以下同様にして作製する事が出来る。 尚 K_m 及び $K_{(m)}$ 式作製上に於ては，前記閉多角形の場合と同じ特色がある。

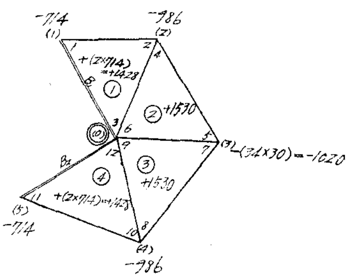
2，$K_{(0)}$ 式について

$K_{(0)}$影響表図を作るには

1，(1)，(2)，……(5) の各測点に記入する数値は，それぞれ $K_{(1)}$，$K_{(2)}$，……$K_{(5)}$ 影響表図の内部の絶対値の和（従つて $K_{(m)}$ 式の加数の分子の絶対値に等しい）

2，①，②，③，④ の各三角形内へ記入する数値は，それぞれ K_1，K_2，K_3，K_4 影響表図の内部の絶対値の和

第 8 図　$K_{(0)}$ 影響表図



（従つて K_m 式の加数の分子の絶対値に等しい）。 但し $K_{(0)}$ 影響表図にそれぞれ数値を記入する場合は，K_m 及び $K_{(m)}$ 各式の分母を通分し之に準じて分子を記入する。

3，中心点(0)に記入する数値は K_m 又は $K_{(m)}$ 影響表図内外の絶対値の和（従つて K_m 又 $K_{(m)}$ 式の分母の数値に相等しい）。

$K_{(0)}$ 影響表図より $K_{(0)}$ 式を作製すると次の様になる。

$$K_{(0)}=\frac{1}{7004}\Big[\underbrace{+1428w_1+1530w_2+1530w_3+1428w_2}_{\text{図形関係}}\underbrace{-714w_{(1)}-986w_{(2)}-1020w_{(3)}-986w_{(4)}-714w_{(5)}}_{\text{外周測点関係}}\underbrace{-2584w_{(0)}}_{\text{中心点関係}}$$

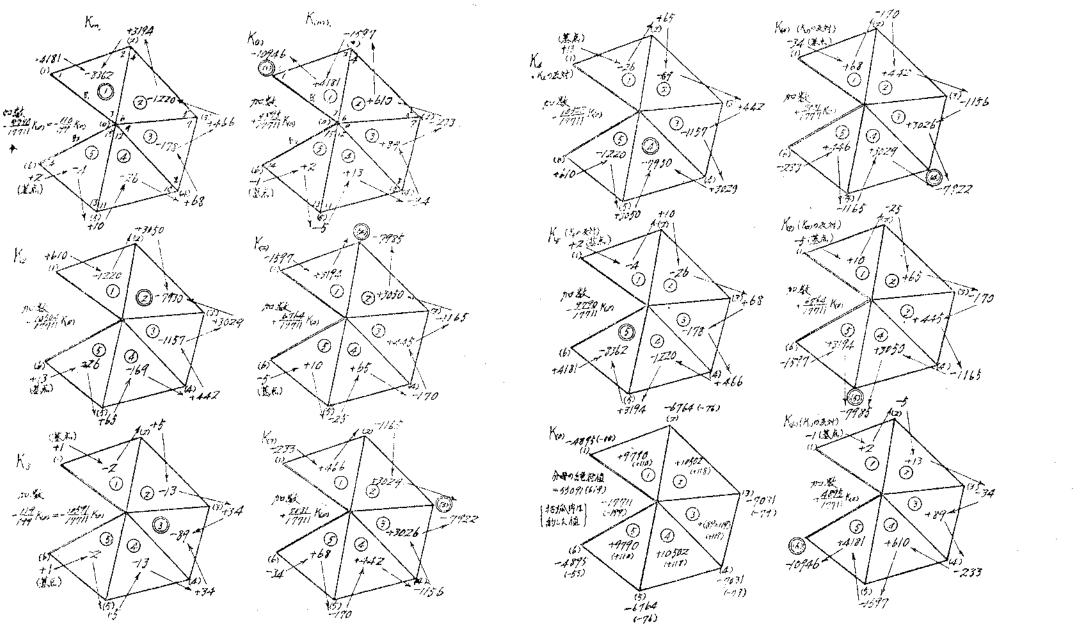
$$+K_s\Big\{\underbrace{+1428(d_1-d_2)+1530(d_4-d_5)+1530(d_7-d_8)+1428(d_{10}-d_{11})}_{\text{図形関係}}\underbrace{-714d_1-986(d_4-d_2)-1020(d_7-d_5)-986(d_{10}-d_8)-714(-d_{11})}_{\text{外周測点関係}}\Big\}\Big]$$

$K_{(0)}$ 式の分母の絶対値 ＝ $K_{(0)}$ 影響表図の外部の絶対値の和

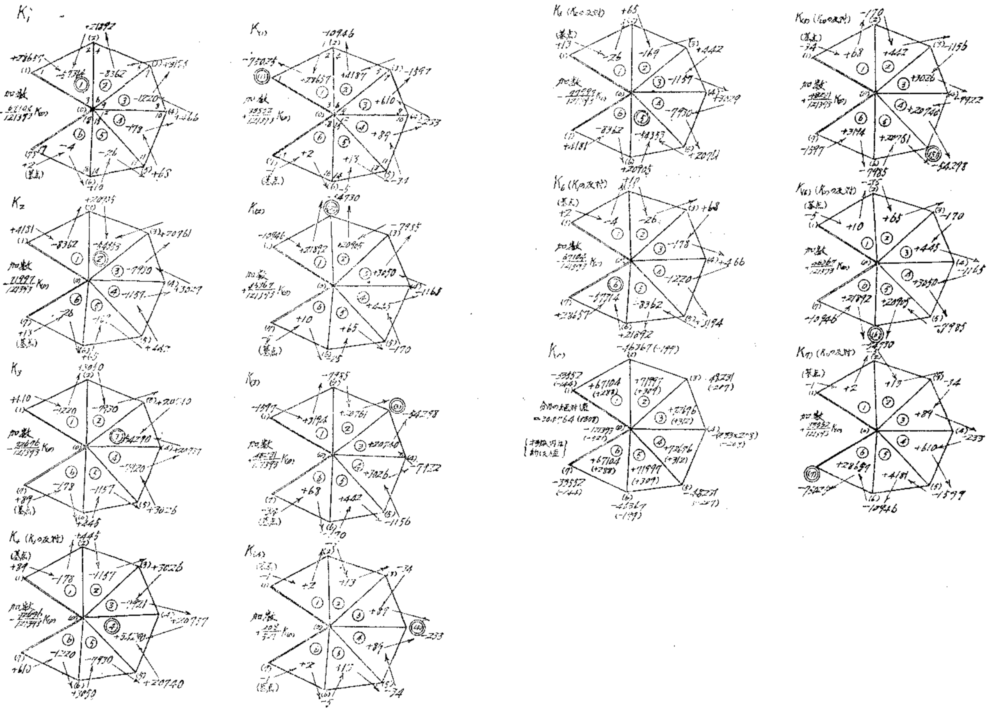
$$=(714+986+1020+986+714)+2584=7004$$

第 9 図　コリレート影響表図例

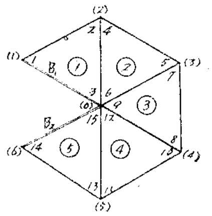
その1，有心開五角形



その2，有心開六角形



3，計算例その3（有心開五角形）



（観測値）

$l_1=66°-44'-31.7''$　　　$\log\sin l_1=9.9631912$

$l_2=47°-17'-\ 6.8''$　　　$\log\sin l_2=9.8661335$

$l_3=65°-58'-26.8''$

$180°-\ 0'-\ 5.3''$　$w_1=+5.3''$

$d_1=\ 9.05$　　$d_1^2=\ 81.9025$

$d_2=19.43$　　$d_2^2=377.5249$

$d_1-d_2=-10.38$

$l_4=50°-57'-34.0''$　　　$\log\sin l_4=9.8902535$

$l_5=58°-26'-16.4''$　　　$\log\sin l_5=9.9304769$

$l_6=70°-36'-17.5''$

$180°-\ 0'-\ 7.9''$　$w_2=+7.9''$

$d_4=17.08$　　$d_4^2=291.7264$　　$d_4-d_2=-2.35$

$d_5=12.93$　　$d_5^2=167.1849$

$d_4-d_5=+4.15$

$l_7=65°-36'-12.8''$　　　$\log\sin l_7=9.9593797$

$l_8=52°-55'-19.0''$　　　$\log\sin l_8=9.9019021$

$l_9=61°-28'-37.5''$

$180°-\ 0'-\ 9.3''$　$w_3=+9.3$

$d_7=\ 9.55$　　$d_7^2=\ 91.2025$　　$d_7-d_5=-3.38$

$d_8=15.92$　　$d_8^2=253.4464$

$d_7-d_8=-6.37$

$l_{10}=57°-17-50.7''$ $\log\sin l_{10}=9.9250471$

$l_{11}=58°-35'-10.7''$ $\log\sin l_{11}=9.9311660$

$l_{12}=64°-\ 6'-49.1''$

$179°-59'-50.5''$ $w_4=-9.5''$

$d_{10}=13.52$ $d^2{}_{10}=182.7904$ $d_{10}-d_8=-2.40$

$d_{11}=12.87$ $d^2{}_{11}=165.6369$

$d_{10}-d_{11}=+0.65$

$l_{13}=75°-24'-46.2''$ $\log\sin l_{13}=9.9857702$

$l_{14}=57°-42'-32.7''$ $\log\sin l_{14}=9.9270348$

$l_{15}=46°-52'-38.0''$

$179°-59'-56.9''$ $w_5=-3.1''$

$d_{13}=\ 5.47$ $d_{13}=\ 29.9209$ $d_{13}-d_{11}=-7.40$

$d_{14}=13.30$ $d_{14}=176.8900$

$d_{13}-d_{14}=-7.83$

$d_s^2=\sum_1^6(d^2{}_{3m-2}+d_{3m-1})=1818.2258$

$l_{(0)}=\ 50°-57'-\ 4.5''$ $w_{(0)}=-6.6''$

$l_{(1)}=293°-15'-20.0''$ $w_{(1)}=-8.3''$

$l_{(2)}=261°-45'-11.0''$ $w_{(2)}=-8.2''$

$l_{(3)}=235°-57'-35.2''$ $w_{(3)}=+4.4''$

$l_{(4)}=249°-46'-56.0''$ $w_{(4)}=+5.7''$

$l_{(5)}=226°-\ 0'-11.0''$ $w_{(5)}=+7.9''$

$l_{(6)}=302°-17'-33.0''$ $w_{(6)}=+5.7''$

$B_1\ =163.170^m$ $\log B_1=2.2126403$

$B_2\ =239.655^m$ $\log B_2=2.3795865$

$w_s=(\log B_1-\log B_2)+(\sum_1^5\log\sin l_{3m-2}$

$-\sum_1^5\log\sin l_{3m-1})=-178$（小数7位を単位）

第9図その1より

$$K_{(0)}=\frac{1}{619}\Big[+110w_1+118w_2+119w_3+118w_4+110w_5-55w_{(1)}-76w_{(2)}-79w_{(3)}-79w_{(4)}$$

図形関係　外周測点

$$-76w_{(5)}-55w_{(6)}\quad-199w_{(0)}\quad+K_s\Big\{+110(d_1-d_2)+118(d_4-d_5)+119(d_7-d_8)$$

関係　中心点関係　図形

$$+118(d_{10}-d_{11})+110(d_{13}-d_{14})-55d_1-76(d_4-d_2)-79(d_7-d_5)-79(d_{10}-d_8)$$

関係　外周測点

$$-76(d_{13}-d_{11})-55(d_{14})\Big\}\Big]=\frac{1}{619}\Big[+110\times5.3+118\times7.9+119\times9.3+118\times(-9.5)$$

関係

$$+110\times(-3.1)-55\times(-8.3)-76\times(-8.2)-79\times4.4-79\times5.7-76\times7.9-55\times5.7$$

$$-199\times(-6.6)+K_s\Big\{+110\times(-10.38)+118\times4.15+119\times(-6.37)+118\times0.65+110$$

$$\times(-7.83)-55\times9.05-76\times(-2.35)-79\times(-3.38)-79\times(-2.40)-76\times(-7,40)$$

$$-55\times(-13.30)\Big\}\Big]=+2.9745-1.2332K_s$$

$$K_1=\frac{1}{17711}\Big[-8362w_1-1220w_2-178w_3-26w_4-4w_5+4181w_{(1)}+3194w_{(2)}+466w_{(3)}$$

図形関係　外周測

$$+68w_{(4)}+10w_{(5)}+2w_{(6)}+K_s\Big\{\underbrace{-8362(d_1-d_2)-1220(d_4-d_5)-178(d_7-d_8)-26(d_{10}-d_{11})-4(d_{13}-d_{14})}_{\text{点関係　図形関係}}+\underbrace{4181d_1+3194(d_4-d_2)+466(d_7-d_5)+68(d_{10}-d_8)+10(d_{13}-d_{11})+2(-d_{14})}_{\text{外周測点関係}}\Big\}\Big]-\underbrace{\frac{\cancel{9790}\,110}{\cancel{17711}\,199}K_{(0)}}_{\text{中心点関係}}=-8.065+6.9702K_s$$

同様にして　$K_2=-6.984-0.7583K_s$,　　$K_3=-4.151+2.2019K_s$,

$K_4=+4.618-0.8579K_s$,　　$K_5=+3.2299-0.1567K_s$

$$K_{(1)}=\frac{1}{17711}\Big[+4181w_1+610w_2+89w_3+13w_4+2w_5-10946w_{(1)}-1597w_{(2)}-233w_{(3)}$$
$$-34w_{(4)}-5w_{(5)}-w_{(6)}+K_s\Big\{+4181(d_1-d_2)+610(d_4-d_5)+89(d_7-d_8)+13(d_{10}-d_{11})$$
$$+2(d_{13}-d_{14})-10946d_1-1597(d_4-d_2)-233(d_7-d_5)-34(d_{10}-d_8)-5(d_{13}-d_{11})$$
$$-(-d_{14})\Big\}\Big]+\frac{\cancel{4895}\,55}{\cancel{17711}\,199}K_{(0)}=+8.121-7.9846K_s,$$

同様にして　$K_{(2)}=+7.740-1.2873K_s$,　　$K_{(3)}=+2.233+0.6455K_s$,

$K_{(4)}=-2.056+0.3520K_s$,　　$K_{(5)}=-5.272+2.8048K_s$,　　$K_{(6)}=-4.500+6.7283K_s$,

次に

$$-d_s^2K_s=+w_s+d_1K_{(1)}+\sum_2^5\Big\{(d_{3m-2}-d_{3(m-1)-1})K_{(m)}\Big\}-d_{14}K_{(6)}+\sum_1^6\Big\{(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_m\Big\}$$

に上の $K_{(m)}$ 及び K_m を代入し

$$-1818.2258K_s=-178+\Big\{\underbrace{(+8.121-7.9846K_s)}_{K_{(1)}}\times9.05+\underbrace{(+7.740-1.2873K_s)}_{K_{(2)}}\times(-2.35)$$
$$+\cdots\cdots+\underbrace{(-4.500+6.7283K_s)}_{K_{(6)}}\times(-13.30)\Big\}+\Big\{\underbrace{(-8.065+6.9702K_s)}_{K_1}\times(-10.38)$$
$$+\cdots\cdots+\underbrace{(+3.299-0.1567K_s)}_{K_5}\times(-7.83)\Big\}$$ から　$K_s=-0.0211$

従つて前記 $K_{(0)}$, $K_{(1)}$, …… 等に K_s を代入すると　$K_{(0)}=+3.000$,　$K_{(1)}=+8.351$,

$K_{(2)}=+7.767$,　$K_{(3)}=+2.219$,　$K_{(4)}=-2.063$,　$K_{(5)}=-5.331$,　$K_{(6)}=-4.641$,

$K_1=-8.211$,　$K_2=-6.932$,　$K_3=-4.197$,　$K_4=+4.636$,　$K_5=+3.303$

補 正 値,

(9) 式により

1, 内角　辺等式に関係のない角,

$V_3=-5.21''$　$V_6=-3.93''$　$V_9=-1.20''$　$V_{12}=+7.64''$　$V_{15}=+6.30''$

辺等式に関係ある角の内

未知辺の対角,　$V_1=-0.05''$,　$V_4=+0.47''$,　$V_7=-2.18''$,

$V_{10}=+2.28''$,　$V_{13}=-2.14''$

既知辺の対角,　$V_2=-0.04''$,　$V_5=-4.44''$,　$V_8=-5.92''$,

$V_{11}=-0.42''$,　$V_{14}=-1.06''$

2. 外角,　$V_{(0)}=+3.00''$　$V_{(1)}=+8.35''$　$V_{(2)}=+7.77''$　$V_{(3)}=+2.22''$

$V_{(4)}=-2.06''$　$V_{(5)}=-5.34''$　$V_{(6)}=-4.64''$　$[V^2]=411.2166$

調 整 値

$M_1=66°-44'-31.65''$　$M_4=50°-57'-34.47''$　$M_7=65°-36'-10.62''$

$M_2=47°-17'-6.76''$　$M_5=58°-26'-11.96''$　$M_8=52°-55'-13.08''$

$M_3=65°-58'-21.59''$　$M_6=70°-36'-13.57''$　$M_9=61°-28'-36.3''$

$\sum_1^3 M=180°-0'-0''$　$\sum_4^6 M=180°-0'-0''$　$\sum_7^9 M=180°-0'-0''$

$M_{10}=57°-17'-52.98''$　$M_{13}=75°-24'-44.06''$

$M_{11}=58°-35'-10.28''$　$M_{14}=57°-42'-31.64''$

$M_{12}=64°-6'-56.74''$　$M_{15}=46°-52'-44.30''$

$\sum_{10}^{12} M=180°-0'-0''$　$\sum_{13}^{15} M=180°-0'-0''$

$M_{(0)}=50°-57'-7.50''$

$M_{(1)}=293°-15'-28.35''$

$M_{(2)}=261°-45'-18.77''$

$M_{(3)}=235°-57'-37.42''$

$M_{(4)}=249°-46'-53.94''$

$M_{(5)}=226°-0'-5.66''$

$M_{(6)}=302°-17'-28.36''$

$$M_1+M_{(1)}=M_2+M_4+M_{(2)}=M_5+M_7+M_{(3)}$$

$$=M_8+M_{10}+M_{(4)}=M_{11}+M_{13}+M_{(5)}=M_{14}+M_{(6)}$$

$$=\sum_1^5 M_{3m}+M_{(0)}=360°-0'-0''$$

個々の観測値の推差　$r=\pm 0.6745\sqrt{\dfrac{411.2166}{13}}=\pm 3.79''$

〔2〕 点，角及び辺の3条件の内で外周測点の点調整を同時に行わない場合

此の条件の場合の補正値を求める式及び正規方程式は前記の（9）及び（10）式から外周測点関係を省畧すれば求められる。即ち

補 正 値

$$\left.\begin{array}{llll}
1,\ \text{中心点の外角} & V_{(0)}=K_{(0)} & & \\
2,\ \text{内角} & & & \\
\quad\text{辺等式に関係のない角} & V_{3m}=K_m+K_{(0)} & (\text{但し}\,m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n) & \\
\quad\text{辺等式に関係ある角の内} & & & \\
\quad\quad\text{未知辺の対角} & V_{3m-2}=K_m+d_{3m-2}K_s & (\qquad〃\qquad) & \\
\quad\quad\text{既知辺の対角} & V_{3m-1}=K_m-d_{3m-1}K_s & (\qquad〃\qquad) &
\end{array}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(9')$$

正規方程式

$$\left.\begin{aligned}&(n+1)K_{(0)}+\sum_{m=1}^{n}K_m+w_{(0)}=0\\&K_{(0)}+3K_m+(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_s+w_m=0\qquad(\text{但し}\,m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n)\\&\sum_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_m+d_s^2K_s+w_s=0\end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots(10')$$

(10′)式の $w_{(0)}$, w_m, w_s, d_s^2 は(10)式と全く等しい

(10′)より K_s 及び $K_{(0)}$ を求める一般式は次のようになる。

$$K_s=\frac{(2n+3)\left[\sum_{m=1}^{n}\{(d_{3m-2}-d_{3m-1})w_m\}-3w_s\right]-\left(3w_{(0)}+\sum_{m=1}^{n}w_m\right)\left\{\sum_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})\right\}}{(2n+3)\left\{3d_s^2-\sum_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})^2\right\}-\left\{\sum_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})\right\}^2}\qquad(11)$$

$$K_{(0)}=\frac{1}{2n+3}\left[\left\{\sum_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})\right\}K_s+\sum_{m=1}^{n}w_m-3w_{(0)}\right]\cdots\cdots\cdots\cdots(12)$$

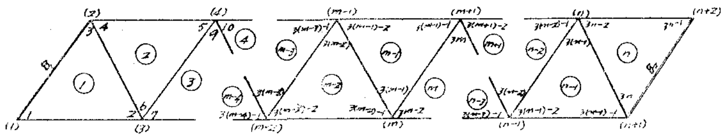
なお，K_s の値を求めるには上の(11)式の代りに $K_{(0)}$ を含む前記の(7′)式で表わす事ができ，之は複合三角網の調整に(12)式と併用すれば便利である。

〔註 (11)及び(12)式は板倉博士の誘導されたものと大体同じ型式である[3]〕

C 単列三角網

(1) 点，角及び辺の3条件を同時に満足するように調整する場合

第10図



条件方程式は点方程式 $(n+2)$ 箇，角方程式 n 箇，辺方程式1箇，合計 $(2n+3)$ 箇で前と同様の操作を行えば補正値を求める式及びコリレート正規方程式が得られる。即ち

補正値

$$\left.\begin{aligned}&1,\text{外角},\quad V_m=K_{(m)}\qquad(m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n+2,)\\&2,\text{内角},\ \text{辺等式に関係のない角}\quad V_{3m}=K_{(m+1)}+K_m,\ (m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n)\\&\quad\text{辺等式に関係ある角の内}\\&\qquad\text{未知辺の対角}\quad V_{3m-2}=K_{(m)}+K_m+d_{3m-2}K_s,\ (\qquad〃\qquad)\\&\qquad\text{既知辺の対角}\quad V_{3m-1}=K_{(m+2)}+K_m-d_{3m-1}K_s,\ (\qquad〃\qquad)\end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots(13)$$

正規方程式

点方程式，$2K_{(1)}+K_1+d_1K_s+w_{(1)}=0$　　(但し $w_{(1)}=l_{(1)}+l_1-360°$)

〃　　$3K_{(2)}+\sum_{m=1}^{2}K_m+d_4K_s+w_{(2)}=0$ (〃 $w_{(2)}=l_{(2)}+l_3+l_4-360°$)

3 T. Itakura : Rapid and Rigorous calculation for Adjustment of Fundamental Triangulation Nets by "Mechanical sketch Method". Memoirs of the Faculty of Eng., Hokkaido Imp. Univ. Vol.5 No.3 P.228 May 1939.

$$
\left.\begin{array}{ll}
〃 & 4K_{(m)}+K_{m-2}+K_{m-1}+K_m+(d_{3m-2}-d_{3(m-2)-1})K_s+w_{(m)}=0 \\
 & \left(\begin{array}{l}\text{但し } w_{(m)}=l_{(m)}+l_{3(m-2)-1}+l_{3(m-1)}+l_{3m-2}-360^\circ \\ m=3,\ 4,\ \cdots\cdots n\end{array}\right) \\
〃 & 3K_{(n+1)}+\sum_{m=n-1}^{n}K_m-d_{3(n-1)-1}K_s+w_{(n+1)}=0 \\
 & (\text{但し } w_{(n+1)}=l_{(n+1)}+l_{3(n-1)-1}+l_{3n}-360^\circ) \\
〃 & 2K_{(n+2)}+K_n-d_{3n-1}K_s+w_{(n+2)}=0 \\
 & (\text{但し } w_{(n+2)}=l_{(n+2)}+l_{3n-1}-360^\circ) \\
\text{角方程式} & \sum_{m}^{m+2}K_{(m)}+3K_m+(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_s+w_m=0 \\
 & (\text{但し } w_m=l_{3m-1}+l_{3m-2}+l_{3m}-180^\circ \quad m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n,) \\
\text{辺方程式} & d_1K_{(1)}+d_1K_{(2)}+\sum_{m=3}^{n}(d_{3m-2}-d_{3(m-2)-1})K_{(m)}-d_{3(n-1)-1}K_{(n+1)} \\
 & -d_{3n-1}K_{(n+2)}+\sum_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3(m-2)-1})K_m+d_s^2K_s+w_s=0 \\
 & \text{但し}\left(\begin{array}{l}d_s^2=\sum_{m=1}^{n}(d^2_{3m-2}+d^2_{3m-1}) \\ w_s=(\log B_1-\log B_2)+(\sum_{m=1}^{n}\log\sin l_{3m-2}-\sum_{m=1}^{n}\log\sin l_{3m-1})\end{array}\right)
\end{array}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots(14)
$$

此の三角網に対しても前と同様に，まず点及び角コリレート影響表図を作製して，之より $K_{(m)}$ 及び K_m 式を作り，之を次の式に代入してK_sの値を求めると各コリレートの値は直ちに求められる。

$$
-d_s^2K_s=+w_s+\sum_{m=1}^{2}d_{3m-2}K_{(m)}+\sum_{m=3}^{n}\left\{(d_{3m-2}-d_{3(m-2)-1})K_{(m)}\right\}-\sum_{m=n-1}^{n}d_{3m-1}K_{(m+2)}
$$
$$
+\sum_{m=1}^{n}\left\{(d_{3m-2}-\mathrm{d}_{3m-1})K_m\right\}
$$

第10図に 4～10 箇の三角形より成る三角網のコリレート影響表図を描いたが之にも次の様な特質がある。即ち

1, 三角網を構成する個々の三角形の 3 頂点の絶対値の和と内部の絶対値の間には K_m 影響表図の ⓜ 三角形（例えば K_1 影響表図の ① 三角形）を除き，3:1 の関係がある

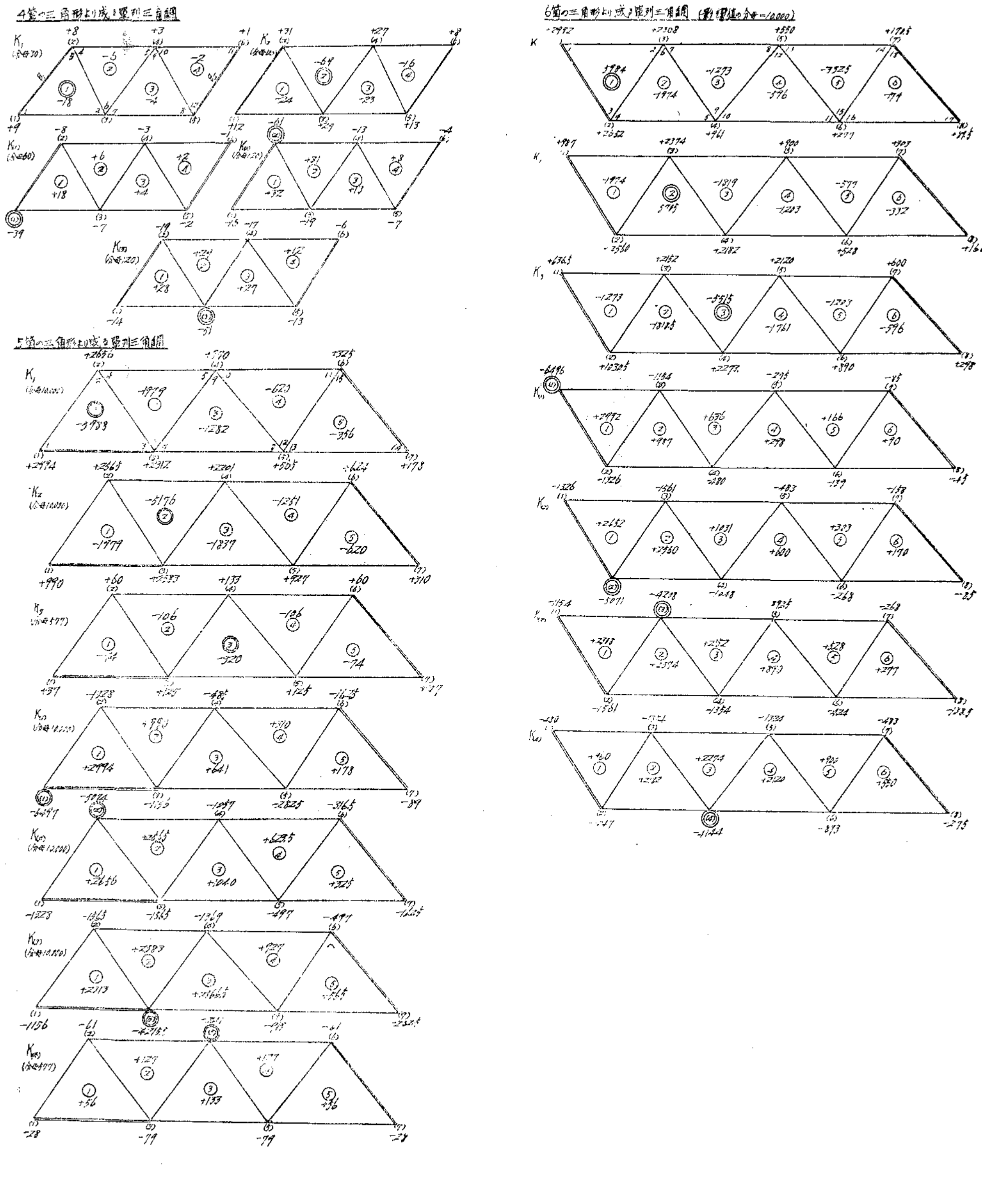
2, 三角網両端の ① 及び ⓝ 三角形内の絶対値は，それぞれ頂点 (1) 及び $(n+2)$ の絶対値の 2 倍である。（但し有心開多角形と同じく，$K_{(1)}$ 影響表図の (1) と $K_{(n+2)}$ 影響表図の $(n+2)$ は最大値となるため例外である。）

3, 三角網の中央から左右対称の位置にある頂点及び三角形に関するコリレート影響表図の影響値は全く逆に配列されるから，三角網の中央までの三角形及び頂点に対するコリレート影響表図を作ればよいことになる。

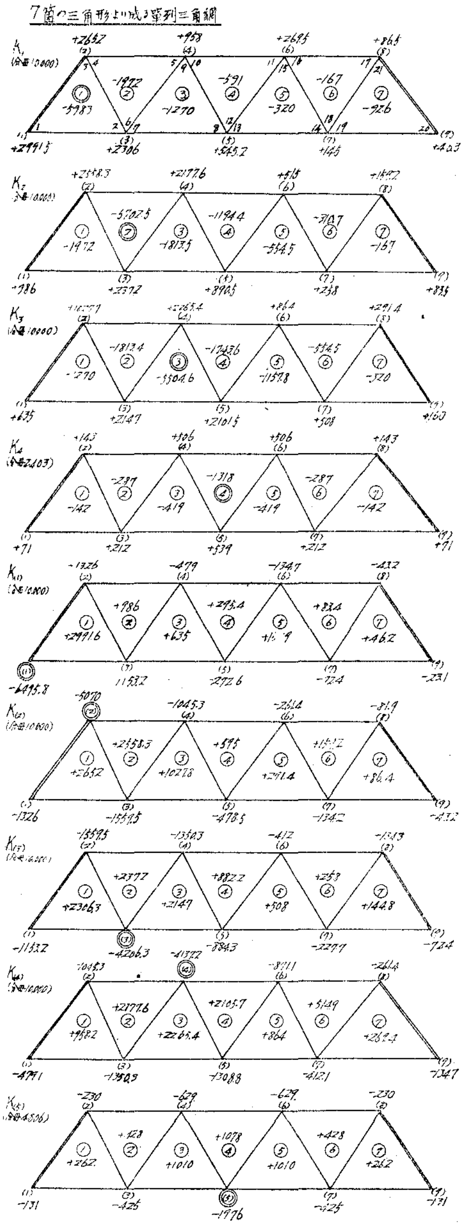
4, $K_{(1)}$ 影響表図の絶対値は，頂点 (1) を除き，すべて K_1 影響表図の之に対応する箇所の絶対値の 1/2 である。（此の関係は特質 3 により $K_{(n+2)}$ 影響表図と K_n 影響表図との関係にも

共通である。）

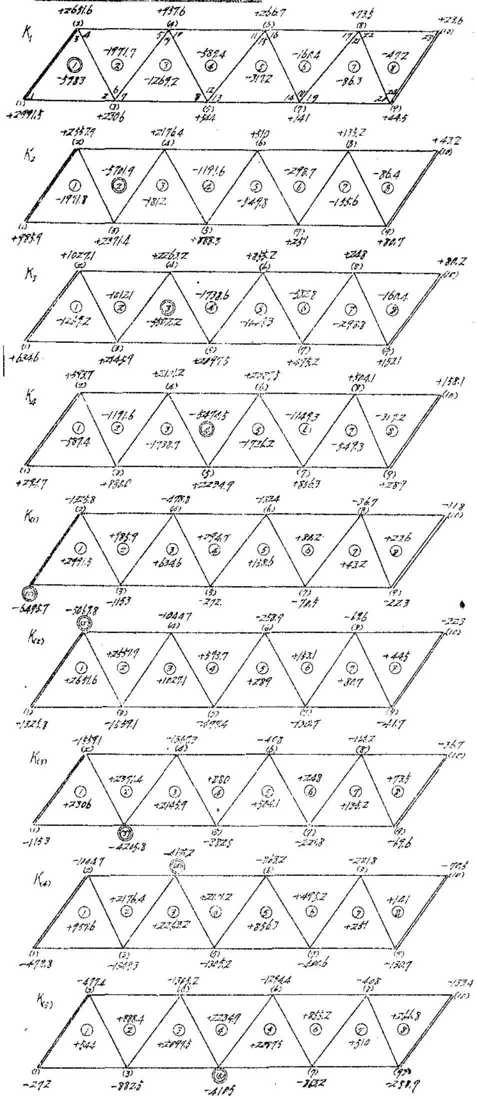
第11図 コリレート影響表図

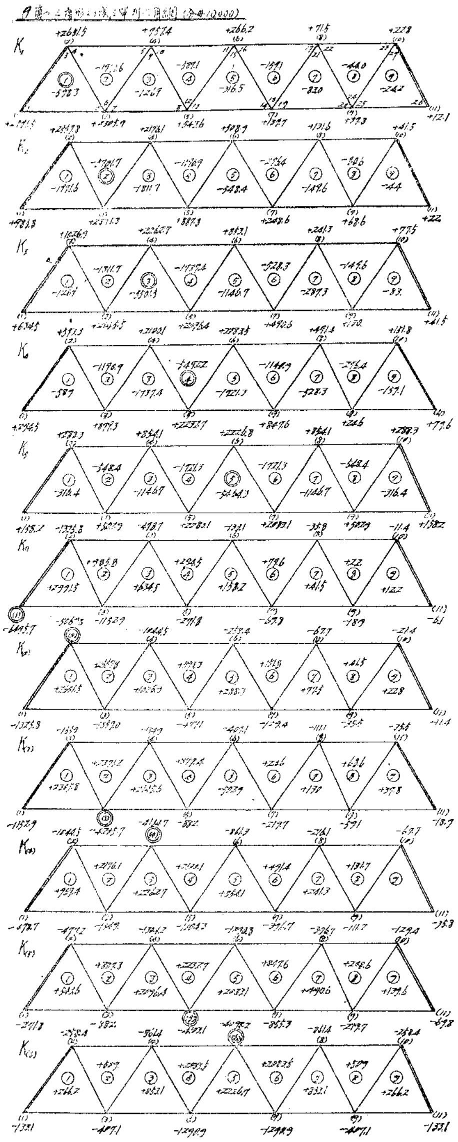


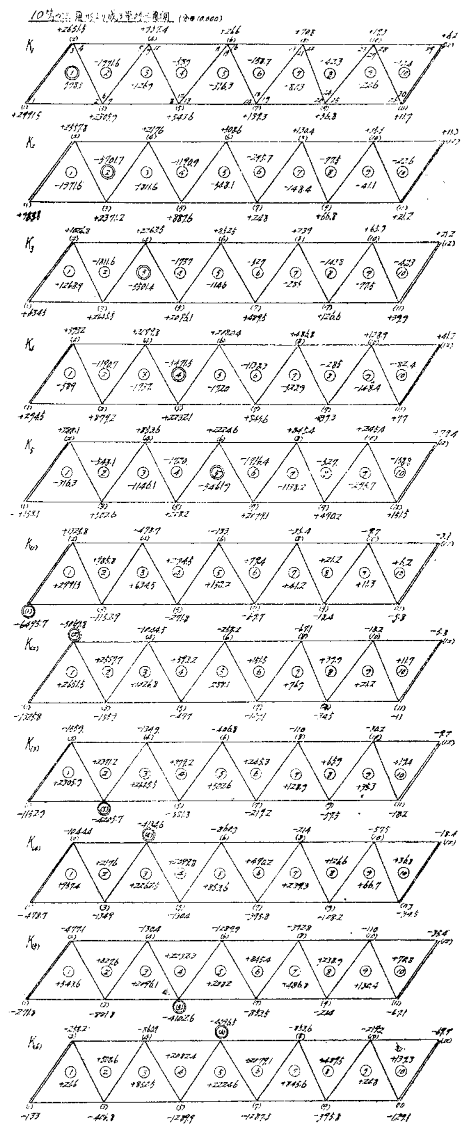
7箇の三角形より成る単列三角網



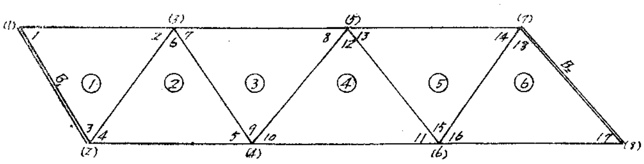
8箇の三角形より成る単列三角網







計 算 例, そ の 4



（観 測 角）

$l_1=67°-35'-43''$　　$\log\sin l_1=9.9659137$

$l_2=67°-21'-\ 7''$　　$\log\sin l_2=9.9651487$

$l_3=45°-\ 3'-15''$

$180°-\ 0'-\ 5''\quad w_1=+5''$

$d_1=8.68$　　$d^2{}_1=75.3424$

$d_2=8.78$　　$d^2{}_2=77.0884$

$d_1-d_2=-0.10$

$l_4=61°-36'-10''$　　$\log\sin l_4=9.9443206$

$l_5=48°-38'-10''$　　$\log\sin l_5=9.8753667$

$l_6=69°-45'-52''$

$180°-\ 0'-12''\quad w_3=+12''$

$d_4=11.38$　　$d^2{}_4=129.5044$

$d_5=18.53$　　$d^2{}_5=343.3609$

$d_4-d_5=-7.15$

$l_7=50°-29'-\ 3''$　　$\log\sin l_7=9.8873071$

$l_8=66°-41'-17''$　　$\log\sin l_8=9.9630148$

$l_9=62°-49'-30''$

$179°-59'-50''\quad w_3=-10''$

$d_7=17.37$　　$d^2{}_7=301.7169$　　$d_7-d_2=+8.59$

$d_8=\ 9.07$　　$d^2{}_8=\ 82.2649$

$d_7-d_8=+8.30$

$l_{10}=58°-12'-47''$　　$\log\sin l_{10}=9.9294254$

$l_{11}=51°-\ 3'-\ 0''$　　$\log\sin l_{11}=9.8908092$

$l_{12}=70°-44'-\ 6''$

$179°-59'-53''\quad w_4=-7''$

$d_{10}=13.05$　　$d^2{}_{10}=170.3025$　　$d_{10}-d_5=-5.48$

$d_{11}=17.02$　　$d^2{}_{11}=289.6804$

$d_{10}-d_{11}=-3.97$

$l_{13}=54°-33'-43''$　　$\log\sin l_{13}=9.9110205$

$l_{14}=67°-49'-\ 3''$　　$\log\sin l_{14}=9.9660872$

$l_{15}=57°-47'-23''$

$180°-\ 0'-\ 9''\quad w_5=+9''$

$d_{13}=14.98$　　$d^2{}_{13}=224.4004$　　$d_{13}-d_8=+5.91$

$d_{14}=\ 8.65$　　$d^2{}_{14}=\ 74.8225$

$d_{13}-d_{14}=+6.33$

$l_{16}=68°-35'-17''$　　$\log\sin l_{16}=9.9689402$

$l_{17}=43°-\ 0'-\ 0''$　　$\log\sin l_{17}=9.8337833$

$l_{18}=68°-24'-28''$

$179°-59'-45''\quad w_6=-15''$

$d_{16}=\ 8.25$　　$d^2{}_{16}=68.0625$　　$d_{16}-d_{11}=-8.77$

$d_{17}=22.58$　　$d^2{}_{17}=509.8564$

$d_{16}-d_{17}=-14.33$

$$d_s{}^2=\sum_{m=1}^{6}(d^2{}_{3m-2}+d^2{}_{3m-1})$$

$$=2346.4026$$

$B_1=270^m.418$ $\qquad w_s=(\log B_1-\log B_2)+\sum_{m=1}^{6}\log\sin l_{3m-2}-\sum_{m=1}^{6}\log\sin l_{3m-1}=-314$

$B_2=350^m.578$ （小数第７位を単位）

$l_{(1)}=292^\circ-24'-10''$ $\qquad w_{(1)}=l_{(1)}+l_1-360^\circ=-7''$

$l_{(2)}=253^\circ-20'-40''$ $\qquad w_{(2)}=l_{(2)}+l_3+l_4-360^\circ=+5''$

$l_{(3)}=172^\circ-23'-43''$ $\qquad w_{(3)}=l_{(3)}+l_2+l_6+l_7-360^\circ=-15''$

$l_{(4)}=190^\circ-19'-27''$ $\qquad w_{(4)}=l_{(4)}+l_5+l_9+l_{10}-360^\circ=-6''$

$l_{(5)}=168^\circ-\ 1'-\ 4''$ $\qquad w_{(5)}=l_{(5)}+l_8+l_{12}+l_{13}-360^\circ=+10''$

$l_{(6)}=182^\circ-34'-28''$ $\qquad w_{(6)}=l_{(6)}+l_{11}+l_{15}+l_{16}-360^\circ=+8''$

$l_{(7)}=223^\circ-56'-22''$ $\qquad w_{(7)}=l_{(7)}+l_{14}+l_{18}-360^\circ=-7''$

$l_{(8)}=316^\circ-59'-51''$ $\qquad w_{(8)}=l_{(8)}+l_{17}-360^\circ=-9''$

第11図の影響表図より

$$K_1=\frac{1}{10000}\Big[\underbrace{-5984w_1-1974w_2-1273w_3-596w_4-332.5w_5-179w_6}_{\text{図形関係}}\ \underbrace{+2992w_{(1)}+2652w_{(2)}}_{\text{測}}$$

$$\underbrace{+3808w_{(3)}+961w_{(4)}+550w_{(5)}+277w_{(6)}+170.5w_{(7)}+89.5w_{(8)}}_{\text{点関係}}+K_s\Big\{-5984(d_1-d_2)$$

$$\underbrace{-1974(d_4-d_5)-1273(d_7-d_8)-596(d_{10}-d_{11})-332.5(d_{13}-d_{14})-179(d_{16}-d_{17})}_{\text{図形関係}}$$

$$\underbrace{+2992d_1+2652d_4+2308(d_7-d_2)+961(d_{10}-d_5)+550(d_{13}-d_8)+277(d_{16}-d_{11})}_{\text{測点関係}}$$

$$+170.5(-d_{14})+89.5(-d_{17})\Big\}\Big]$$

$$=\frac{1}{10000}\Big[-5984\times5.-1974\times12.-1273\times(-10.)-596\times(-7.)-332.5\times9.-179$$

$$\times(-15.)+2992\times(-7.)+2652\times5.+2308\times(-15.)+961\times(-6.)+550\times10.+227.$$

$$\times8.+170.5\times(-7.)+89.5\times(-9.)+K_s\{-5984\times(-0.10)-1974\times(-7.15)-1273$$

$$\times8.3-596\times(-3.97)-332.5\times6.33-179\times(-14.33)+2992\times8.68+2652\times11.38+2308$$

$$\times8.59+961\times(-5.48)+550\times5.91+277\times(-8.97)+170.5\times(-8.65)+89.5\times(-22.58)\}\Big]$$

$$=-7.938+7.5008K_s$$

$$K_2=\frac{1}{10000}\Big[-1974\times5.-5705\times12-1819\times(-10.)-1203\times(-7.)-577\times9.-332$$

$$\times(-15.)+987\times(-7.)+2560\times5.+2374\times(-15.)+2182\times(-6)+900\times10.+528$$

$$\times8.+303\times(-7.)+166\times(-9)+K_s\{-1974\times(-0.10)-5705\times(-7.15)-1819\times8.3$$

$$-1203\times(-3.97)-577\times6.33-332\times(14.33)+987\times8.68+2560\times11.38+2374\times8.59$$

$$+2182\times(-5.48)+900\times5.91+528\times(-8.77)+303\times(-8.65)+166\times(-22.58)\}\Big]$$

$$=-8.513+7.2226K_s$$

同様にして　$K_3=+1.362-0.8641K_s$　$K_4=+4.338-0.0613K_s$

$K_5=-0.451-5.4328K_s$　$K_6=+5.733-2.7220K_s$

$$
\begin{aligned}
K_{(1)}=\frac{1}{10000}\Big[&\underbrace{+2992w_1+987w_2+636w_3+298w_4+166w_5+90w_6}_{\text{図形関係}}\underbrace{-6496w_{(1)}-1326w_{(2)}}_{\text{測}}\\
&\underbrace{-1154w_{(3)}-480w_{(4)}-275w_{(5)}-139w_{(6)}-85w_{(7)}-45w_{(8)}}_{\text{点関係}}+K_s\Big\{\underbrace{+2992(d_1-d_2)+987(d_4}_{\text{図}}\\
&\underbrace{-d_5)+636(d_7-d_8)+298(d_{10}-d_{11})+166(d_{13}-d_{14})+90(d_{16}-d_{17})}_{\text{形関係}}-6496d_1-1326d_4\\
&\underbrace{-1154(d_7-d_2)-480(d_{10}-d_5)-275(d_{13}-d_8)-139(d_{16}-d_{11})-85(-d_{14})-45(-d_{17})}_{\text{測点関係}}\Big\}\Big]\\
=\frac{1}{10000}\Big[&+2992\times5.+987\times12.+636\times(-10.)+298\times(-7.)+166\times9.+90\times(-15.)\\
&-6496\times(-7.0)-1326\times5.-1154\times(-15.)-480\times(-6.)-275\times10.-139\times8.-85\\
&\times(-7.)-45\times(-9.0)+K_s\{+2992\times(-0.10)+987\times(-7.15)+636\times8.3+298\\
&\times(-3.97)+166\times6.33+90\times(-14.33)-6496\times8.68-1326\times11.38-1154\times8.59-480\\
&\times(-5.48)-275\times5.91-139\times(-8.77)-85\times(-8.65)-45\times(-22.58)\}\Big]\\
=&+7.467-8.0912K_s
\end{aligned}
$$

同様にして　$K_{(2)}=+3.817-8.7014K_s$　$K_{(3)}=+7.530-5.6122K_s$

$K_{(4)}=2.203-0.2033K_s$　$K_{(5)}=-3.810+0.1113K_s$　$K_{(6)}=-4.404+4.2204K_s$

$K_{(7)}=+0.572+5.6016K_s$　$K_{(8)}=+1.635+12.6514K_s$

従つて K_s を求めるには前記の

$$
-d^2{}_sK_s=+w_s+\sum_{m=1}^{2}d_{3m-2}K_{(m)}+\sum_{m=3}^{6}\{(d_{3m-2}-d_{3(m-2)-1})K_{(m)}\}-\sum_{m=5}^{6}d_{3m-1}K_{(m+2)}+\sum_{m=1}^{6}\{(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_m\}
$$

に $K_{(m)}$ を代入すると

$$
\begin{aligned}
-2346.4026K_s=-314+\Big\{&\underbrace{(+7.467-8.0912K_s)}_{K_{(1)}}\times\underbrace{8.68}_{d_1}+\underbrace{(3.817-8.7014K_s)}_{K_{(2)}}\times\underbrace{11.38}_{d_4}\\
&+\underbrace{(+7.530-5.6122K_s)}_{K_{(3)}}\times\underbrace{8.59}_{(d_7-d_2)}+\cdots\cdots+\underbrace{(-4.404+4.2204K_s)}_{K_{(6)}}\times\underbrace{(-8.77)}_{(d_{16}-d_{11})}-\underbrace{(0.572}_{}\\
&\underbrace{+5.6016K_s)}_{K_{(7)}}\times\underbrace{(8.65)}_{d_{14}}-\underbrace{(1.635+12.6514K_s)}_{K_{(8)}}\times\underbrace{22.58}_{d_{17}}+\Big\{\underbrace{(-7.938+7.5008K_s)}_{K_1}\\
&\times\underbrace{(-0.10)}_{(d_1-d_2)}+\cdots\cdots\cdots+\underbrace{(+5.733-2.7220K_s)}_{K_6}\times\underbrace{(-14.33)}_{(d_{16}-d_{17})},
\end{aligned}
$$

これより $K_s=+0.1221$

故に　$K_1=-7.938+7.5008K_s=-7.938+7.5008\times(-0.1221)=-7.022$

同様にして　$K_2=-7.631$　$K_3=+1.257$　$K_4=+4.330$　$K_5=-1.114$

$K_6=+5.401$　$K_{(1)}=+6.479$　$K_{(2)}=+2.755$　$K_{(3)}=+6.844$　$K_{(4)}=+2.178$

$K_{(5)}=-3.796$　$K_{(6)}=-3.889$　$K_{(7)}=+1.255$　$K_{(8)}=+3.180$

補 正 値

外角，　$V_{(m)}=K_{(m)}$　より　$K_{(1)}=+6.48''$　$K_{(2)}=+2.75''$　$K_{(3)}=+6.84''$

$K_{(4)}=+2.18''$　$K_{(5)}=-3.80''$　$K_{(6)}=-3.88''$　$K_{(7)}=+1.25''$　$K_{(8)}=+3.18''$

内角，

辺等式に関係のない角　$V_{3m}=K_{(m+1)}+K_m$　より　$K_3=-4.26''$　$K_6=-0.79''$

$K_9=+3.44''$　$K_{12}=+0.54''$　$K_{15}=-5.00''$　$K_{18}=+6.66''$

辺等式に関係ある角の内

未知辺の対角，　$V_{3m-2}=K_{(m)}+K_m+d_{3m-2}K_s$　より　$V_1=+0.52''$　$V_4=-3.49''$

$V_7=+10.21''$　$V_{10}=+8.10''$　$V_{13}=-3.09''$　$V_{16}=+2.52''$

既知辺の対角，　$V_{3m-1}=K_{(m+2)}+K_m-d_{3m-1}K_s$　より　$V_2=-1.26''$　$V_5=-7.72''$

$V_8=-3.65''$　$V_{11}=-1.64''$　$V_{14}=-0.91''$　$V_{17}=+5.82''$　$[V^2]=552.6144$

調 整 値

$M_1=67°-35'-43.52''$	$M_4=61°-36'-6.51''$	$M_7=50°-29'-13.21''$
$M_2=67°-21'-5.74''$	$M_5=48°-38'-2.28''$	$M_8=66°-41'-13.35''$
$M_3=45°-3'-10.74''$	$M_6=69°-45'-51.21''$	$M_9=62°-49'-33.44''$
$\sum_1^3 M=180°-0'-0''$	$\sum_4^6 M=180°-0'-0''$	$\sum_7^9 M=180°-0'-0''$
$M_{10}=58°-12'-55.10''$	$M_{13}=54°-33'-39.91''$	$M_{16}=68°-35'-19.52''$
$M_{11}=51°-2'-58.36''$	$M_{14}=67°-39'-2.09''$	$M_{17}=43°-0'-5.82''$
$M_{12}=70°-44'-6.54''$	$M_{15}=57°-47'-18.00''$	$M_{18}=18°-24'-34.66''$
$\sum_{10}^{12} M=180°-0'-0''$	$\sum_{13}^{15} M=180°-0'-0''$	$\sum_{16}^{18} M=180°-0'-0''$

$M_{(1)}=292°-24'-16.48''$	$M_{(5)}=168°-1'-0.20''$
$M_{(2)}=253°-20'-42.72''$	$M_{(6)}=182°-34'-24.12''$
$M_{(3)}=172°-23'-49.84''$	$M_{(7)}=223°-56'-23.25''$
$M_{(4)}=190°-19'-29.18''$	$M_{(8)}=316°-59'-54.18''$

$$M_1+M_{(1)}=M_3+M_4+M_{(2)}=M_2+M_6+M_7+M_{(3)}=M_5+M_9+M_{10}+M_{(4)}$$

$$=M_8+M_{12}+M_{13}+M_{(5)}=M_{11}+M_{15}+M_{16}+M_{(6)}=M_{14}+M_{18}+M_{(7)}=M_{17}+M_{(8)}$$

$$=360°-0'-0''$$

個々の観測値の推差　$r=\pm 0.6745\sqrt{\dfrac{552.6144}{15}}=\pm 4.09''$

〔2〕　点，角及び辺の3条件の内で外周測点の点調整を同時に行わない場合

前記の (13) 及び (14) 式から点条件を省畧すれば補正値及び正規方程式が得られる。即ち

補 正 値

1, 辺等式に関係のない角　$V_{3m}=K_m$　（但し$m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n,$ ）

2, 辺等式に関係ある角の内

未知辺の対角, $V_{3m-2}=K_m+d_{3m-2}K_s$　（但し$m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n,$ ）

既知辺の対角, $V_{3m-1}=K_m-d_{3m-1}K_s$　（　〃　）　…………(13′)

正規方程式

角方程式　$3K_m+(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_s+w_m=0$　（但し$m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n,$）

辺方程式　$\sum_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_m+d^2{}_sK_s+w_s=0$　…………(14′)

w_m, $d^2{}_s$, w_s は第(14)式と同じ

(14′) より K_s を求める一般式は次の様になる。即ち

$$K_s=\frac{\sum_{m=1}^{n}\left\{(d_{3m-2}-d_{3m-1})w_m\right\}-3w_s}{3d^2{}_s-\sum_{m=1}^{n}(d_{3m-2}-d_{3m-1})^2}\qquad\cdots\cdots(15)$$

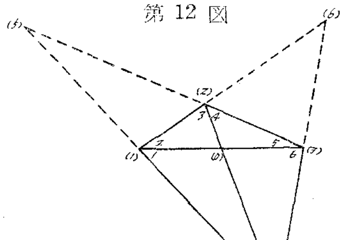
(15)式より K_s の値を求め，之を $K_m=-\frac{1}{3}\left\{(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_s+w_m\right\}$ $(m=1,\ 2,\ \cdots\cdots n)$ に代入すれば K_m の値が求められる。

〔註 (15)式は板倉博士の誘導されたものと大体同じ型式である[4]〕

D 四 辺 形

〔1〕 四辺形の調整に於ける条件式の吟味

第 12 図



条件方程式の内，辺等式及び角等式を挙げれば次のようになる。

辺 等 式

四辺形の外周の頂点を極とするもの

$$(S_1)\quad \frac{\sin(l_8+V_8),\ \sin(l_6+V_6),\ \sin(l_3+V_3+l_4+V_4)}{\sin(l_3+V_3),\ \sin(l_7+V_7+l_8+V_8),\ \sin(l_5+V_5)}=1\ \cdots\cdots\text{極}(1)$$

4 T. Itakura : Rapid and Rigorous calculation for Adjustment of Fundamental Trangulation Nets by "Mechanical sketch Method." Memoirs of the Faculty of Eng., Hokkaido Imp. Univ. Vol.5 No.3 P.235 May 1939

$$(S_2)\quad \frac{\sin((l_5+V_5+l_6+V_6),\sin(l_8+V_8),\sin(l_2+V_2)}{\sin(l_7+V_7),\sin(l_1+V_1+l_2+V_2),\sin(l_5+V_5)}=1 \cdots\cdots\cdots\cdots \text{極}(2)$$

$$(S_3)\quad \frac{\sin(l_7+V_7+l_8+V_8),\sin(l_2+V_2),\sin(l_4+V_4)}{\sin(l_1+V_1),\sin(l_3+V_3+l_4+V_4),\sin(l_7+V_7)}=1 \cdots\cdots\cdots\cdots 〃(3)$$

$$(S_4)\quad \frac{\sin(l_1+V_1+l_2+V_2),\sin(l_4+V_4),\sin(l_6+V_6)}{\sin(l_3+V_3),\sin(l_5+V_5+l_6+V_6).\sin(l_1+V_1)}=1 \cdots\cdots\cdots\cdots 〃(4)$$

四辺形の外周延長線の交点を極とするもの

$$(S_5)\quad \frac{\sin(l_5+V_5+l_6+V_6),\sin(l_8+V_8),\sin(l_3+V_3+l_4+V_4),\sin(l_1+V_1)}{\sin(l_7+V_7+l_8+V_8),\sin(l_4+V_4),\sin(l_1+V_1+l_2+V_2),\sin(l_5+V_5)}=1,\text{極}(5)$$

$$(S_6)\quad \frac{\sin(l_7+V_7+l_8+V_8),\sin(l_2+V_2),\sin(l_5+V_5+l_6+V_6),\sin(l_3+V_3)}{\sin(l_1+V_1+l_2+V_2),\sin(l_6+V_6),\sin(l_3+V_3+l_4+V_4),\sin(l_7+V_7)}=1,〃(6)$$

四辺形の対角線の交点を極とするもの

$$(S_7)\quad \frac{\sin(l_2+V_2),\sin(l_4+V_4),\sin(l_6+V_6),\sin(l_8+V_8)}{\sin(l_3+V_3),\sin(l_5+V_5),\sin(l_7+V_7),\sin(l_1+V_1)}=1 \cdots\cdots\cdots\cdots \text{極}(0)$$

角方程式

第1,　三角形の内角の和が180°に相等しい事より

△(1)(2)(4)より　$(l_1+V_1)+(l_2+V_2)+(l_3+V_3)+(l_8+V_8)-180^\circ$

$=V_1+V_2+V_3+V_8+w_1=0\cdots(a_1)$　　但し $l_1+l_2+l_3+l_8-180^\circ=w_1$

同様にして

△(1)(2)(3)より　$V_2+V_3+V_4+V_5+w_2=0\cdots\cdots(a_2)$　　但し $l_2+l_3+l_4+l_5-180^\circ=w_2$

△(1)(3)(4)より　$V_1+V_6+V_7+V_8+w_3=0\cdots\cdots(a_3)$　　〃　$l_1+l_6+l_7+l_8-180^\circ=w_3$

△(2)(3)(4)より　$V_4+V_5+V_6+V_7+w_4=0\cdots\cdots(a_4)$　　〃　$l_4+l_5+l_6+l_7-180^\circ=w_4$

第2,　交叉する2箇の三角形の内角の和が相等しい事(即ち対頂角が相等しい事の条件と同じ)より

$V_2+V_3-V_6-V_7+w_5=0\cdots\cdots(a_5)$　　但し $l_2+l_3-l_6-l_7=w_5$

$V_1+V_8-V_4-V_5+w_6=0\cdots\cdots(a_6)$　　〃　$l_1+l_8-l_4-l_5=w_6$

第3,　交叉しない2箇の三角形の内角の和が相等しい事より

$(V_1+V_2+V_3+V_8)-(V_4+V_5+V_6+V_7)+w_7=0$ $\cdots\cdots\cdots\cdots$ (a_7)

但し $(l_1+l_2+l_3+l_8)-(l_4+l_5+l_6+l_7)=w_7$

$(V_2+V_3+V_4+V_5)-(V_1+V_6+V_7+V_8)+w_8=0$ $\cdots\cdots\cdots\cdots$ (a_8)

〃　$(l_2+l_3+l_4+l_5)-(l_1+l_6+l_7+l_8)=w_8$

第4,　四辺形の内角の和が360°に相等しい事より

$\sum_{m=1}^{8} V_m+w_9=0$　　(a_9)　　但し $\sum_{m=1}^{8} l_m-360^\circ=w_9$

以上の様に四辺形では辺等式7箇と角等式9箇出来るが，調整に必要な条件式は辺等式1箇

と角等式3箇である。故に上の角等式9箇の中から3箇づつ採る組合せは84箇出来る事になるが第2，第3及び第4の角条件式は第1から導いたものであるから，之等をも含めたものから3箇づつ採る組合せの中で，次に挙げる組合せは角等式が2箇づつしか存在しない場合と同じ事になり角条件を満足する事が出来ない。即ち

1，第1から2箇と第4から1箇づつ採る組合せ中で，$(a_1)(a_4)(a_9)$ 及び $(a_2)(a_3)(a_9)$ の組合せは $(a_1)+(a_4)=(a_9)=(a_2)+(a_3)$ の関係があるから，それぞれ $(a_1)(a_4)$ 及び $(a_2)(a_3)$ の2箇づつしか存在しない事になる。

2，第1から2箇と第2から1箇づつ採る組合せ中で $(a_1)(a_3)(a_5)$ 及び $(a_2)(a_4)(a_5)$ の組合せは $(a_1)-(a_3)=(a_5)=(a_2)-(a_4)$ の関係があり，又 $(a_1)(a_2)(a_6)$ 及び $(a_3)(a_4)(a_6)$ の組合せは $(a_1)-(a_2)=(a_3)-(a_4)=(a_6)$ の関係にあるから，この4組はそれぞれ $(a_1)(a_3)$，$(a_3)(a_4)$，$(a_1)(a_2)$，$(a_3)(a_4)$，の2箇づつしか存在しないことになる。

3，第1から2箇と第3から1箇づつ採る組合せの中で，$(a_2)(a_3)(a_8)$ 及び $(a_1)(a_4)(a_7)$ の組合せは $(a_2)-(a_3)=(a_8)$ 及び $(a_1)-(a_4)=(a_7)$ の関係があるからそれぞれ $(a_2)(a_3)$ 及び $(a_1)(a_4)$ の2箇づつしか存在しない事になる。

4，第1と第3から1箇づつと第4との組合せで $(a_1)(a_7)(a_9)$，$(a_2)(a_8)(a_9)$，$(a_3)(a_8)(a_9)$，$(a_4)(a_7)(a_9)$ は $(a_1)-(a_4)=(a_7)$，$(a_1)+(a_4)=(a_9)=(a_2)+(a_3)$，$(a_2)-(a_3)=(a_8)$ の関係があるから，それぞれ $(a_1)(a_4)$，$(a_2)(a_3)$，$(a_2)(a_3)$，$(a_1)(a_4)$ の2箇づつしか存在しない事になる。

5，第2から1箇と第3の2箇との組合せ，即ち $(a_5)(a_7)(a_8)$ 及び $(a_6)(a_7)(a_8)$ は $(a_5)+(a_6)=(a_7)$ 及び $(a_5)-(a_6)=(a_8)$ の関係があるから，$(a_5)(a_6)$ の2箇しか存在しない事になる。

6，第2の2箇と第3から1箇との組合せ，即ち $(a_5)(a_6)(a_7)$ 及び $(a_5)(a_6)(a_8)$ も同様に $(a_5)(a_6)$ の2箇しか存在しない事になる。

以上の様に角等式の組合せ中で16組が有効でないから結局68組となり，之と辺等式1箇づつを組合せると476組出来る事になる。此の内，辺等式は7箇の中で (S_7) は単純角だけであるから，他に比較して取扱いが幾分容易の様であるが，孰れを採つても手続上では大差がない。然し角等式は採り方によつて解法の手続にも相当の難易がある。従来用いられた組合せは，以上の内で次の3種類7組合せである。

1，第1から3箇づつ採る組合せ（4組）で従来最も一般に用いられている。

2，第2と第4の組合せ[5]

5 関 信雄著：測量学精義 三角測量編 P.112 近藤泰夫外2名著：測量学応用篇 P.303
農田四郎著：三角測量 P.203

3, 第1の2箇（但したがいに交叉しない三角形）と第3の内1箇（但し第1の2箇の三角形と交叉するもの）とを組合せるもの，即ち $(a_1)(a_4)(a_8)$ 又は $(a_2)(a_3)(a_7)$ の組合せ[6]

此の内上の2及び3は1に比較して解法が容易で，特に点調整を省略した場合に手続き上の差が甚だしい。筆者は従来用いられている上の3種の角等式の組合せに，更に $(a_7)(a_8)(a_9)$ の組合せを提案し，次に此の組合せによる調整方法を取扱う。

〔2〕 点，角及び辺の3条件を同時に満足するように調整する場合

角等式

$$\left.\begin{array}{lll}(a_7) & (V_1+V_2+V_3+V_8)-\sum_{m=4}^{7}V_m+w_7=0 & \text{但し}\ (l_1+l_2+l_3+l_8)-(l_4+l_5+l_6+l_7)=w_7 \\ (a_8) & \sum_{m=2}^{5}V_m-\left(V_1+\sum_{m=6}^{8}V_m\right)+w_8=0 & 〃\quad \sum_{m=2}^{5}l_m-\left(l_1+\sum_{m=6}^{8}l_m\right)=w_8 \\ (a_9) & \sum_{m=1}^{8}V_m+w_9=0 & 〃\quad \sum_{m=1}^{8}l_m-360^\circ=w_9\end{array}\right\}\cdots\cdots(16)$$

辺等式

$$(S_7)\quad \frac{\sin(l_2+V_2),\sin(l_4+V_4),\sin(l_6+V_6),\sin(l_8+V_8)}{\sin(l_1+V_1),\sin(l_3+V_3),\sin(l_5+V_5),\sin(l_7+V_7)}=1 \cdots\cdots(17)$$

(17)を近似的に一次式に転化すると

$$(d_2V_2+d_4V_4+d_6V_6+d_8V_8)-(d_1V_1+d_3V_3+d_5V_5+d_7V_7)+w_{s7}=0 \cdots\cdots(17')$$

$$\text{但し}\quad w_{s7}=(\log\sin l_2+\log\sin l_4+\log\sin l_6+\log\sin l_8)-(\log\sin l_1+\log\sin l_3+\log\sin l_5+\log\sin l_7)$$

点方程式

$$\left.\begin{array}{ll}V_1+V_2+V_{(1)}+w_{(1)}=0 & (\text{但し}\ l_1+l_2+l_{(1)}-360^\circ=w_{(1)}) \\ V_3+V_4+V_{(2)}+w_{(2)}=0 & (〃\quad l_3+l_4+l_{(2)}-360^\circ=w_{(2)}) \\ V_5+V_6+V_{(3)}+w_{(3)}=0 & (〃\quad l_5+l_6+l_{(3)}-360^\circ=w_{(3)}) \\ V_7+V_8+V_{(4)}+w_{(4)}=0 & (〃\quad l_7+l_8+l_{(4)}-360^\circ=w_{(4)})\end{array}\right\}\cdots\cdots(18)$$

前と同様に以上の各条件を満足する様に操作すると

補正値は

$$\left.\begin{array}{ll}\text{外角} & V_{(m)}=K_{(m)}\qquad (m=1,\ 2,\ 3,\ 4) \\ \text{内角} & V_1=K_{(1)}+K_7-K_8+K_9-d_1K_{s7} \\ & V_2=K_{(1)}+K_7+K_8+K_9+d_2K_{s7} \\ & V_3=K_{(2)}+K_7+K_8+K_9+d_4K_{s7} \\ & V_4=K_{(2)}-K_7+K_8+K_9+d_4K_{s7} \\ & V_5=K_{(3)}-K_7+K_8+K_9-d_5K_{s7}\end{array}\right\}(19)$$

(19)で $K_{(1)}\sim K_{(4)}$ は点コリレート，$K_7\sim K_9$ は角コリレート，K_{s7} は辺コリレートを示す。

6 板倉忠三：土木学会誌　第29巻　第3号　P.200～P.214

$$
\left.\begin{aligned}
V_6&=K_{(3)}-K_7-K_8+K_9+d_6K_{s7}\\
V_7&=K_{(4)}-K_7-K_8+K_9-d_7K_{s7}\\
V_8&=K_{(4)}+K_7-K_8+K_9+d_8K_{s7}
\end{aligned}\right\}
$$

補正値を (16)(17′)(18) の各式に代入すると正規方程式が得られる。即ち

$$
\left.\begin{aligned}
&3K_{(1)}+2K_7+2K_9+(d_2-d_1)K_{s7}+w_{(1)}=0\\
&3K_{(2)}+2K_8+2K_9+(d_4-d_3)K_{s7}+w_{(2)}=0\\
&3K_{(3)}-2K_7+2K_9+(d_6-d_5)K_{s7}+w_{(3)}=0\\
&3K_{(4)}-2K_8+2K_9+(d_8-d_7)K_{s7}+w_{(4)}=0\\
&2K_{(1)}-2K_{(3)}+8K_7+d_{⑦}K_{s7}+w_7=0\\
&2K_{(2)}-2K_{(4)}+8K_8+d_{⑧}K_{s7}+w_8=0\\
&2K_{(1)}+2K_{(2)}+2K_{(3)}+2K_{(4)}+8K_9+d_{⑨}K_{s7}+w_9=0\\
&(d_2-d_1)K_{(1)}+(d_4-d_3)K_{(2)}+(d_6-d_5)K_{(3)}+(d_8-d_7)K_{(4)}\\
&\quad+d_{⑦}K_7+d_{⑧}K_8+d_{⑨}K_9+d^2{}_sK_{s7}+w_{s7}=0
\end{aligned}\right\}\qquad(20)
$$

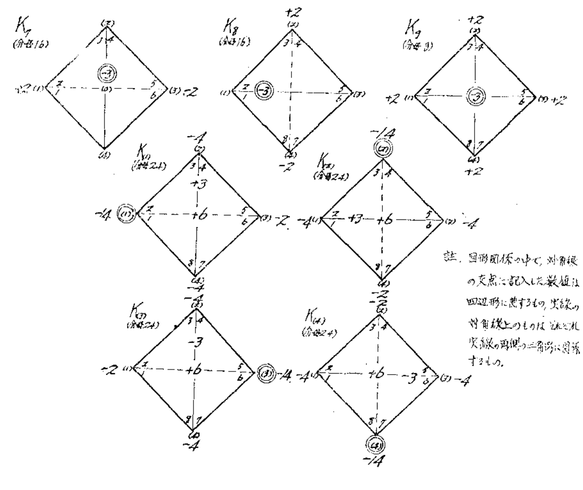
(20) で　$d^2{}_s=\sum_{m=1}^{8}d^2{}_m$,　$d_{⑦}=(-d_1+d_2-d_3+d_8)-(d_4-d_5+d_6-d_7)$,

$d_{⑧}=(d_2-d_3+d_4-d_5)-(d_6-d_7+d_8-d_1)$,　$d_{⑨}=\sum_{m=1}^{4}d_{2m}-\sum_{m=1}^{4}d_{2m-1}$

〔2〕 コリレートの計算方法

前記の各三角網の場合と同様に，点コリレート及び角コリレート影響表図を作り，之より K_m 及び $K_{(m)}$ 式を作製してコリレートの値を求める。

第 13 図　コリレート影響表図



K_m式，

$$
K_7=-\frac{1}{16}\Big[-3w_7+2w_{(1)}-2w_{(3)}+K_{s7}\{-3d_{⑦}+2(d_2-d_1)-2(d_8-d_5)\}\Big]
$$

$$K_8=\frac{1}{16}\Big[-3w_8+2w_{(2)}-2w_{(4)}+K_{s7}\{-3d_{⑧}+2(d_4-d_3)-2(d_8-d_7)\}\Big]$$

$$K_9=\frac{1}{8}\Big[-3w_9+2w_{(1)}+2w_{(2)}+2w_{(3)}+2w_{(4)}+K_{s7}\{-3d_{⑨}+2(d_2-d_1)$$
$$+2(d_4-d_3)+2(d_6-d_5)+2(d_8-d_7)\}\Big]$$

$K_{(m)}$式，

$$K_{(1)}=\frac{1}{24}\Big[3w_7+6w_9-14w_{(1)}-4w_{(2)}-2w_{(3)}-4w_{(4)}+K_{s7}\{+3d_{⑦}+6d_{⑨}$$
$$-14(d_2-d_1)-4(d_4-d_3)-2(d_6-d_5)-4(d_8-d_7)\}\Big]$$

$$K_{(2)}=\frac{1}{24}\Big[3w_8+6w_9-4w_{(1)}-14w_{(2)}-4w_{(3)}-2w_{(4)}+K_{s7}\{+3d_{⑧}+6d_{⑨}$$
$$-4(d_2-d_1)-14(d_4-d_3)-4(d_6-d_5)-2(d_8-d_7)\}\Big]$$

$$K_{(3)}=\frac{1}{24}\Big[-3w_7+6w_9-2w_{(1)}-4w_{(2)}-14w_{(3)}-4w_{(4)}+K_{s7}\{-3d_{⑦}+6d_{⑨}$$
$$-2(d_2-d_1)-4(d_4-d_3)-14(d_6-d_5)-4(d_8-d_7)\}\Big]$$

$$K_{(4)}=\frac{1}{24}\Big[-3w_8+6w_9-4w_{(1)}-2w_{(2)}-4w_{(3)}-14w_{(4)}+K_{s7}\{-3d_{⑧}+6d_{⑨}$$
$$-4(d_2-d_1)-2(d_4-d_3)-4(d_6-d_5)-14(d_8-d_7)\}\Big]$$

$$K_{s7}=-\frac{1}{d_s^2}\Big[+w_{s7}+\sum_{m=1}^{4}\{K_{(m)}\times(d_{2m}-d_{2m-1})\}+\sum_{m=7}^{9}(K_m d_{ⓜ})\Big]$$

計算例，その5

（観測角）

$l_1=25°-10'-10.3''$	$\log\sin l_1=9.6286923$	$d_1=44.8$	$d^2_1=2007.04$
$l_2=43°-52'-\ 4.0''$	$\log\sin l_2=9.8407311$	$d_2=21.9$	$d^2_2=479.61$
$l_3=31°-48'-21.3''$	$\log\sin l_3=9.7218465$	$d_3=34.0$	$d^2_3=1156.00$
$l_4=69°-\ 6'-15.1''$	$\log\sin l_4=9.9704541$	$d_4=8.1$	$d^2_4=65.61$
$l_5=35°-13'-29.0''$	$\log\sin l_5=9.7610139$	$d_5=29.8$	$d^2_5=888.04$
$l_6=10°-37'-34.0''$	$\log\sin l_6=9.2657591$	$d_6=112.2$	$d^2_6=12588.84$
$l_7=65°-\ 2'-53.4''$	$\log\sin l_7=9.9574457$	$d^7=9.8$	$d^2_7=96.04$
$l_8=79°-\ 9'-28.6''$	$\log\sin l_8=9.9921775$	$d_8=4.0$	$d^2_8=16.00$
			$d^2_s=17297.18$

$d_2-d_1=-22.9$	$d_8-d_1=-40.8$
$d_4-d_3=-25.9$	$d_2-d_3=-12.1$
$d_6-d_5=+82.4$	$d_4-d_5=-21.7$
$d_8-d_7=-\ 5.8$	$d_6-d_7=+102.4$
$d_{⑨}\quad=+27.8$	

$l_{(1)}=290°-57'-40.6''$

$w_{(1)}=-5.1''$

$$w_{s7}=\sum_{m=1}^{4}\log\sin l_{2m}-\sum_{m=1}^{4}\log\sin l_{2m-1}=+1224.$$

$l_{(2)}=259^\circ-5'-30''$　　$w_7=-7.3''$　　$w_8=+3.1''$

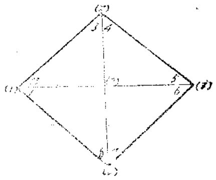
$w_{(2)}=+6.4''$　　$w_9=+15.7''$　　$d_{\textcircled{7}}=-133.6$

$l_{(3)}=314^\circ-8'-49.3''$　　$d_{\textcircled{8}}=-95.4$

$w_{(3)}=-7.7''$

$l_{(4)}=215^\circ-47'-44.1''$

$w_{(4)}=+6.1''$



$$K_7=\frac{1}{16}\Big[-3w_7+2w_{(1)}-2w_{(3)}+K_{s7}\{-3d_{\textcircled{7}}+2(d_2-d_1)-2(d_6-d_5)\}\Big]=\frac{1}{16}\Big[-3\times(-7.3)$$

$$+2\times(-5.1)-2\times(-7.7)+K_{s7}\{-3\times(-133.6)+2\times(-22.9)-2\times 84.4\}\Big]$$

$$=+1.6938+11.8875K_{s7}$$

同様の方法で　$K_8=-0.5438+15.3750K_{s7}$　　$K_9=-5.9625-3.4750K_{s7}$

$$K_{(1)}=\frac{1}{24}\Big[+3w_7+6w_9-14w_{(1)}-4w_{(2)}-2w_{(3)}-4w_{(4)}+K_{s7}\{+3d_{\textcircled{7}}+6d_{\textcircled{9}}-14(d_2-d_1)$$

$$-4(d_4-d_3)-2(d_6-d_5)-4(d_8-d_7)\}\Big]=\frac{1}{24}\Big[3\times(-7.3)+6\times 15.7-14\times(-5.1)$$

$$-4\times 6.4-2\times(-7.7)-4\times 6.1+K_{s7}\{+3\times(-133.6)+6\times 27.8-14\times(-22.9)-4$$

$$\times(-25.9)-2\times 82.4-4\times(-5.8)\}\Big]=+4.5458+2.0250K_{s7}$$

同様の方法で　$K_{(2)}=+2.2042+0.7000K_{s7}$　　$K_{(3)}=+7.6708-17.2250K_{s7}$

$K_{(4)}=+1.5792+14.5000K_{s7}$

又　$$-17297.18\,K_{s7}=+1224+\Big\{\underbrace{(+4.5458+2.0350K_{s7})}_{K_{(1)}}\underbrace{(-22.9)}_{(d_2-d_1)}+\cdots\cdots+(+1.5792$$

$$\underbrace{+14.5000K_{s7})}_{K_{(4)}}\underbrace{(-5.8)}_{(d_8-d_7)}\Big\}+\Big\{\underbrace{(+1.6938+11.8875K_{s7})}_{K_7}\times\underbrace{(-133.6)}_{d_{\textcircled{7}}}+\cdots$$

$$\cdots+\underbrace{(-5.9625-3.4850K_{s7})}_{K_9}\times\underbrace{27.8}_{d_{\textcircled{9}}}\Big\}$$　より　$K_{s7}=-0.1070$

故に　$K_7=+0.4218$　$K_8=-2.1889$　$K_9=-5.5905$　$K_{(1)}=+4.3291$　$K_{(2)}=+2.1293$

$K_{(3)}=+9.5139$　$K_{(4)}=+0.0277$

補正値は(19)より　$V_1=+6.14''$　$V_2=-5.37''$　$V_3=-1.59''$　$V_4=-6.94''$

$V_5=+4.50''$　$V_6=-6.31''$　$V_7=-2.75''$　$V_8=-3.38''$　$V_{(1)}=+4.33''$　$V_{(2)}=+2.13''$

$V_{(3)}=+9.51''$　$V_{(4)}=+0.03''$　$[V^2]=309.9272$　$r=\pm 0.6745\sqrt{\dfrac{309.9272}{8}}=\pm 4.20''$

調 整 値

$M_1=25^\circ-10'-16.44''$	$M_3=31^\circ-48'-19.71''$	$M_5=35^\circ-13'-33.50''$
$M_2=43^\circ-51'-58.63''$	$M_4=69^\circ-6'-8.11''$	$M_6=10^\circ-37'-27.69''$
$M_{(1)}=290^\circ-57'-44.93''$	$M_{(2)}=259^\circ-5'-32.13''$	$M_{(3)}=314^\circ-8'-58.81''$
$\Sigma=360^\circ-0'-0''$	$\Sigma=360^\circ-0'-0''$	$\Sigma=360^\circ-0'-0''$

$M_7 \ = \ 65° - \ 2' - 50.65''$
$M_8 \ = \ 79° - \ 9' - 25.22''$
$M_{(4)} = 215° - 47' - 44.13''$
$\Sigma = 360° - \ 0' - \ 0''$

$M_1 + M_2 + M_3 + M_8 = M_4 + M_5 + M_6 + M_7 = M_2 + M_3 + M_4 + M_5$

$= M_6 + M_7 + M_8 + M_1 = 180° - 0' - 0''$

〔3〕 点，角及び辺の3条件の内で外周測点の点調整を同時に行わない場合

此の条件の場合は (19) 及び (20) 式から測点関係を省略すれば，補正値を求める式及び正規方程式が得られる。

補 正 値

$$\left.\begin{array}{lll} V_1 = K_7 - K_8 + K_9 - d_1 K_{s7} & V_2 = K_7 + K_8 + K_9 + d_2 K_{s7} & V_3 = K_7 + K_8 + K_9 - d_3 K_{s7} \\ V_4 = -K_7 + K_8 + K_9 + d_4 K_{s7} & V_5 = -K_7 + K_8 + K_9 - d_5 K_{s7} & V_6 = -K_7 - K_8 + K_9 + d_6 K_{s7} \\ V_7 = -K_7 - K_8 + K_9 - d_7 K_{s7} & V_8 = K_7 - K_8 + K_9 + d_8 K_{s7} & \end{array}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots(19')$$

正規方程式

$$\left.\begin{array}{l} 8K_7 + d_{⑦} K_{s7} + w_7 = 0 \\ 8K_8 + d_{⑧} K_{s7} + w_8 = 0 \\ 8K_9 + d_{⑨} K_{s7} + w_9 = 0 \\ d_{⑦} K_7 + d_{⑧} K_8 + d_{⑨} K_9 + d_s^2 K_{s7} + w_{s7} = 0 \end{array}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(20')$$

従つて (20′) より

$$K_{s7} = \frac{(d_{⑦} w_7 + d_{⑧} w_8 + d_{⑨} w_9) - 8w_{s7}}{8d^2_s - (d^2_{⑦} + d^2_{⑧} + d^2_{⑨})}$$

$$K_m = -\frac{1}{8}(d_{ⓜ} K_{s7} + w_m) \qquad (\text{但し } m = 7,\ 8,\ 9,\ )$$

計算例，その6（計算例，その5より外周測点の点調整を分離した場合）

$$K_{s7} = \frac{(d_{⑦} w_7 + d_{⑧} w_8 + d_{⑨} w_9) - 8w_{s7}}{8d^2_s - (d^2_{⑦} + d^2_{⑧} + d^2_{⑨})}$$

$$= \frac{\{(-133.6)\times(-7.3) + (-95.4)\times 3.1 + 27.8\times 15.7\} - 8\times 1224}{8\times 17297.18 - \{(-133.6)^2 + (-95.2)^2 + (27.8)^2\}} = -0.0784$$

$$K_7 = -\frac{1}{8}(d_{⑦} K_{s7} + w_7) = -\frac{1}{8}\{-133.6\times(-0.0784) - 7.3\} = -0.3969$$

同様にして $K_8 = -1.3225$ $K_9 = -1.6900$

補 正 値

(19′)により $V_1 = +2.75''$ $V_2 = -5.13''$ $V_3 = -0.74''$ $V_4 = -3.25''$

$V_5 = -0.28''$ $V_6 = -8.77''$ $V_7 = +0.80''$ $V_8 = -1.08''$ $[V^2] = 123.7872$

調 整 値

$M_1=25°-10'-13.05''$　$M_2=43°-51'-58.87''$　$M_3=31°-48'-20.56''$

$M_4=69°-6'-11.85''$　$M_5=35°-13'-28.72''$　$M_6=10°-37'-25.23''$

$M_7=65°-2'-54.2''$　$M_8=79°-9'-27.52''$

$$M_1+M_2+M_3+M_8=\sum_{m=4}^{7}M_m=\sum_{m=2}^{5}M_m=\sum_{m=6}^{8}M_m+M_1=180°-0'-0''$$

$$r=\pm 0.6745\sqrt{\frac{123.7872}{4}}=\pm 3.75''$$

E　影響値有効桁数の変化がコリレート及び調整値に及ぼす影響

点，角及び辺の3条件を同時に満足するように調整する場合には，前記のように点及び角コリレートに対するコリレート影響表図を作り，之を基礎にして解く方法を説明したが，此の場合有心多角形及び単列三角網は之を構成する三角形が増加するに連れ，影響値の桁数が増してコリレートを求める計算の手数が増加する傾きがあるため，此の桁数を制限し簡単化した場合にコリレート及び調整値に如何なる影響を及ぼすかを検討する。

〔1〕 コリレートに及ぼす影響

1）　有心閉多角形

此の型では所定の三角網の点及び角コリレート（即ち $K_{(m)}$ 及び K_m）に対する三角形及び測点が及ぼす影響値の相互関係は前記のように一定であり，又 $K_{(m)}$ 及び K_m の基礎になる A と A' 及び B と B' も，下記のように同じ性質であるから各閉多角形毎に $K_{(m)}$ 及び K_m の1箇づつについて検討すればよい。

例，有心閉五角形（註 紙数の都合により五角形だけを例記し他は省略する）

前掲コリレート影響表図から $K_{(m)}$ 及び K_m を求める式は次のようになる。

$$K_{(1)}=\frac{A}{275}+\frac{B}{275}+0.4K_{(0)}\qquad K_1=\frac{A'}{275}+\frac{B'}{275}-0.6K_{(0)}$$

上式で A は外周測点及び三角形の閉合誤差関係，即ち

$$A=\frac{1}{275}\{-123w_{(1)}-18(w_{(2)}+w_{(5)})-3(w_{(3)}+w_{(4)})+47(w_1+w_5)+7(w_2+w_4)+2w_{(3)}\}$$

B は外周測点及び三角形内で，辺等式に関係する観測角の正弦対数の表差関係，即ち

$$B=\frac{K_s}{275}\Big[-123(d_1-d_{14})-18\{(d_4-d_2)+(d_{13}-d_{11})\}-3\{(d_7-d_5)+(d_{10}-d_8)\}$$
$$+47\{(d_1-d_2)+(d_{13}-d_{14})\}+7\{(d_4-d_5)+(d_{10}-d_{11})\}+2(d_7-d_8)\Big]$$

A' は A と同じ性質で

$$A'=\frac{1}{275}\{-123w_1-18(w_2+w_5)-3(w_3+w_4)+47(w_{(1)}+w_{(2)})+7(w_{(3)}+w_{5()})+2w_{(4)}\}$$

B' は B と同じ性質で

$$B' = \frac{K_s}{275}\Big[-123(d_1-d_2)-18\{(d_4-d_5)+(d_{13}-d_{14})\}-3\{(d_7-d_8)+(d_{10}-d_{11})\}$$
$$+47\{(d_1-d_{14})+(d_4-d_2)\}+7\{(d_7-d_5)+(d_{13}-d_{11})\}+2(d_{10}-d_8)\Big]$$

A（或は A'）について

影響値の有効数字の桁数を変化すると A に及ぼす影響は次のようになる。

種別		影響値 精密な値	影響値 有効数字2桁限度にした場合
三角形	①	47	47
	②	7	7
	③	2	2
	④	7	7
	⑤	47	47
外周測点	(1)	123	120
	(2)	18	18
	(3)	3	3
	(4)	3	3
	(5)	18	18
影響値の変化			3
影響値の変化が A に及ぼす影響			
w	1″	$\frac{1}{235}\times 3=0.0109$	
	2″	$\frac{2}{275}\times 3=0.0218$	
	5″	$\frac{5}{275}\times 3=0.0545$	
	10″	$\frac{10}{275}\times 3=0.1091$	

備考

1. 閉合誤差, w, が 1″ は地理調査所測角規定の 1等三角本点
　〃　2″　〃　1等三角補点
　〃　5″　〃　2等三角
　〃　10″　〃　3等三角
及び建設省河川測量規定の大三角に相当する。

2. 影響値と w 及び $(d_{3m-2}-d_{3m-1})$ の符号が正負交錯するから影響が最大になる場合について検討する

（以下共通）

B（或は B'）について

K_s の値は log sin に 5 桁対数表を用いた場合は大体 30 以下, 6 桁対数表を用いた場合は大体 3 以下, 7 桁対数表を用いた場合は大体 0.3 以下, 之に反し d の値は対数表の桁数に比例して大きくなるから結局 $(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_s$ 及び $(d_{3m-2}-d_{3(m-1)-1})K_s$ の値は対数表の桁数の変化にかかわらず一定である。7 桁対数表を用いた場合に d の差と K_s との相乗積は右のようになる。

（註 一般に D の値は 3.0〜0.5 である）

$D=(d_{3m-2}-d_{3m-1})K_s$
或は $(d_{3m-2}-d_{3(m-1)-1})K_s$ の値

K_s ＼ dの差	20	10	5	1
0.3	6	3	1.5	0.3
0.2	4	2	1.0	0.2
0.1	2	1	0.5	0.1
0.05	1	0.5	0.25	0.05

又影響値が変化した場合に，B（或は B'）に及ぼす影響は次のようになる。

影響値の変化がBに及ぼす影響

種別		影響値の有効数字を2桁限度にした場合
D	3	$\frac{3}{275}\times 3=0.0327$
	2	$\frac{2}{275}\times 3=0.0218$
	1.5	$\frac{1.5}{275}\times 3=0.0165$
	1	$\frac{1}{275}\times 3=0.0109$
	0.5	$\frac{0.5}{275}\times 3=0.0054$

コリレートに及ぼす影響は，A と B 或は A' と B' の綜合誤差であるから，之等に対する和を求めればよいことになる。

影響値の有効数字を2桁に制限した場合にコリレートに及ぼす影響

種別				a	b	$(a+b)$
w	1″	D	3	0.0109	0.0327	0.044
			2	0.0109	0.0218	0.033
			1.5	0.0109	0.0165	0.027
			1	0.0109	0.0109	0.022
			0.5	0.0109	0.0054	0.016
	2″	D	3	0.0218	0.0327	0.055
			2	0.0218	0.0218	0.044
			1.5	0.0218	0.0165	0.038
			1	0.0218	0.0109	0.033
			0.5	0.0218	0.0054	0.027
	5″	D	3	0.0545	0.0327	0.087
			2	0.0545	0.0218	0.076
			1.5	0.0545	0.0165	0.071
			1	0.0545	0.0109	0.065
			0.5	0,0545	0.0054	0.060
	10″	D	3	0.1091	0.0327	0.142
			2	0.1091	0.0218	0.131
			1.5	0.1091	0.0165	0.126
			1	0.1091	0.0109	0.120
			0.1	0.1091	0.0054	0.115

上表で a は A（或は A'）に，b は B（或は B'）に及ぼす影響，
また $(a+b)$ はコリレートに及ぼす影響

2）有心開多角形

此の型式の三角網のコリレート影響表図は各コリレート毎に異なるが，三角網の中央から左右対称の位置のコリレートに対する影響値の相互関係は前記のようにそれぞれ相等しいから，三角網の中央までのコリレートについて検討すればよい事になる。なお，この三角網では，中心点のコリレート（即ち $K_{(0)}$）もコリレート影響表図を基礎にして求める。

例，有心開四角形（註 紙数の都合により四角形だけを例記し他は省略する）

$K_{(0)}$，（影響値の分母＝7004）

第 1 表，その 1

その1の(イ)　　影響値の有効桁数の変化が A 及び B に及ぼす影響

種別		影響値					
		精密な値		有効数字 2 桁限度の場合		有効数字 3 桁限度の場合	
		A の関係	B の関係	A の関係	B の関係	A の関係	B の関係
三角形	①	1428	1428	1400	1400	1430	1430
	②	1530	1530	1500	1500	1530	1530
	③	1530	1530	1500	1500	1530	1530
	④	1428	1428	1400	1400	1430	1430
測点関係	(1)	714	714	710	710	714	714
	(2)	986	936	990	990	986	986
	(3)	1020	1020	1000	1000	1020	1020
	(4)	986	986	990	990	986	986
	(5)	714	714	710	710	714	714
	(0)	2584		2600		2580	
影響値の変化				168	152	8	4

影響値の変化が A に及ぼす影響

		(a_1)	(a_2)
w	1″	$\frac{1}{7004}\times 168=0.0240$	$\frac{1}{7004}\times 8=0.0011$
	2″	$\frac{2}{7004}\times 168=0.0480$	$\frac{2}{7004}\times 8=0.0023$
	5″	$\frac{5}{7004}\times 168=0.1199$	$\frac{5}{7004}\times 8=0.0059$
	10″	$\frac{10}{7004}\times 168=0.2399$	$\frac{10}{7004}\times 8=0.0114$

影響値の変化が B に及ぼす影響

		(b_1)	(b_2)
D	3	$\frac{3}{7004}\times 152=0.0651$	$\frac{3}{7004}\times 4=0.0017$
	2	$\frac{2}{7004}\times 152=0.0434$	$\frac{2}{7004}\times 4=0.0011$
	1.5	$\frac{1.5}{7004}\times 152=0.0326$	$\frac{1.5}{7004}\times 4=0.0009$
	1	$\frac{1}{7004}\times 152=0.0217$	$\frac{1}{7004}\times 4=0.0006$
	0.5	$\frac{0.5}{7004}\times 152=0.0109$	$\frac{0.5}{7004}\times 4=0.0003$

その 1 の (ロ)　　影響値の有効桁数の変化がコリレートに及ぼす影響

種別				有効数字 2 桁限度の場合			有効数字 3 桁限度の場合		
				a_1	b_1	(a_1+b_1)	a_2	b_2	(a_2+b_2)
w	1″	D	3	0.0240	0.0651	0.089	0.0011	0.0017	0.003
			2	0.0240	0.0434	0.067	0.0011	0.0011	0.002
			1.5	0.0240	0.0326	0.057	0.0011	0.0009	0.002
			1	0.0240	0.0217	0.046	0.0011	0.0006	0.002
			0.5	0.0240	0.0109	0.035	0.0011	0.0003	0.001
	2″	D	3	0.0480	0.0651	0.113	0.0023	0.0017	0.004
			2	0.0480	0.0434	0.091	0.0023	0.0011	0.003
			1.5	0.0480	0.0326	0.081	0.0023	0.0009	0.003
			1	0.0480	0.0217	0.070	0.0023	0.0006	0.003
			0.5	0.0480	0.0109	0.059	0.0023	0.0003	0.003
	5″	D	3	0.1199	0.0651	0.185	0.0059	0.0017	0.008
			2	0.1199	0.0434	0.163	0.0059	0.0011	0.007
			1.5	0.1199	0.0326	0.153	0.0059	0.0009	0.007
			1	0.1199	0.0217	0.142	0.0059	0.0006	0.007
			0.5	0.1199	0.0106	0.131	0.0059	0.0003	0.006
	10″	D	3	0.2399	0.0651	0.305	0.0114	0.0017	0.013
			2	0.2399	0.0434	0.283	0.0114	0.0011	0.013
			1.5	0.2399	0.0329	0.273	0.0114	0.0009	0.012
			1	0.2399	0.0217	0.262	0.0114	0.0006	0.012
			0.5	0.2399	0.0109	0.251	0.0114	0.0003	0.012

上表で $(a+b)$ はコリレートに及ぼす影響を表わす

K_1　　第 1 表, その 2

影響値の有効桁数の変化と之がコリレートに及ぼす影響　　(影響値の分母=2584)

種別		影響値 精密な値	影響値 有効数字 2 桁限度の場合
三角形	①	1220	1200
	②	178	180
	③	26	26
	④	4	4
外周測点	(1)	710	7.0
	(2)	466	470
	(3)	68	68
	(4)	10	10
	(5)	2	2
影響値の変化			26

コリレートに及ぼす影響				
w	1″	D	3	0.040
			2	0.030
			1.5	0.025
			1	0.020
			0.5	0.015
	2″	D	3	0.050
			2	0.040
			1.5	0.035
			1	0.030
			0.5	0.025
	5″	D	3	0.081
			2	0.070
			1.5	0.065
			1	0.060
			0.5	0.055
	10″	D	3	0.131
			2	0.121
			1.5	0.116
			1	0.111
			0.5	0.106

K_2 第１表，その3

影響値の有効桁数の変化と
之がコリレートに及ぼす影響
（影響値の分母＝2584）

種別		影響値 精密な値	影響値 有効数字２桁限度の場合	影響値 有効数字３影限度の場合
三角形	①	173	180	178
三角形	②	1157	1200	1160
三角形	③	169	170	169
三角形	④	26	26	26
外周測点	(1)	89	89	89
外周測点	(2)	445	450	445
外周測点	(3)	442	440	442
外周測点	(4)	65	65	65
外周測点	(5)	13	13	13
影響値の変化			53	3
コリレートに及ぼす影響				
w	1″ D	3	0.082	0.005
	1″ D	2	0.062	0.004
	1″ D	1.5	0.051	0.003
	1″ D	1	0.041	0.002
	1″ D	0.5	0.031	0.002
	2″ D	3	0.103	0.006
	2″ D	2	0.082	0.005
	2″ D	1.5	0.072	0.004
	2″ D	1	0.062	0.004
	2″ D	0.5	0.051	0.003
	5″ D	3	0.182	0.009
	5″ D	2	0.162	0.008
	5″ D	1.5	0.151	0.008
	5″ D	1	0.141	0.007
	5″ D	0.5	0.131	0.006
	10″ D	3	0.267	0.015
	10″ D	2	0.264	0.014
	10″ D	1.5	0.236	0.013
	10″ D	1	0.226	0.013
	10″ D	0.5	0.215	0.012

$K_{(1)}$ 第１表，その4

影響値の有効桁数の変化と
之がコリレートに及ぼす影響
（影響値の分母＝2584）

種別		影響値 精密な値	影響値 有効数字２桁限度の場合	影響値 有効数字３桁限度の場合
三角形	①	610	610	610
三角形	②	89	89	89
三角形	③	13	13	13
三角形	④	2	2	2
外周測点	(1)	1597	1600	1600
外周測点	(2)	233	230	233
外周測点	(3)	34	34	34
外周測点	(4)	5	5	5
外周測点	(5)	1	1	1
影響値の変化			6	3
コリレートに及ぼす影響				
w	1″ D	3	0.009	0.005
	1″ D	2	0.007	0.004
	1″ D	1.5	0.006	0.003
	1″ D	1	0.005	0.002
	1″ D	0.5	0.004	0.002
	2″ D	3	0.012	0.006
	2″ D	2	0.009	0.005
	2″ D	1.5	0.008	0.004
	2″ D	1	0.007	0.004
	2″ D	0.5	0.006	0.003
	5″ D	3	0.019	0.009
	5″ D	2	0.017	0.008
	5″ D	1.5	0.015	0.008
	5″ D	1	0.014	0.007
	5″ D	0.5	0.013	0.006
	10″ D	3	0.030	0.015
	10″ D	2	0.028	0.014
	10″ D	1.5	0.027	0.013
	10″ D	1	0.026	0.013
	10″ D	0.5	0.024	0.012

$K_{(2)}$ 第１表，その5

影響値の有効桁数の変化と
之がコリレートに及ぼす影響
（影響値の分母＝2584）

種別		影響値 精密な値	影響値 有効数字２桁限度の場合	影響値 有効数字３桁限度の場合
三角形	①	466	470	466
三角形	②	445	450	445
三角形	③	65	65	65
三角形	④	10	10	10
外周測点	(1)	233	230	233
外周測点	(2)	1165	1200	1170
外周測点	(3)	170	170	170
外周測点	(4)	25	25	25
外周測点	(5)	5	5	5
影響値の変化			47	5
コリレートに及ぼす影響				
w	1″ D	3	0.073	0.008
	1″ D	2	0.055	0.006
	1″ D	1.5	0.046	0.005
	1″ D	1	0.036	0.004
	1″ D	0.5	0.027	0.003
	2″ D	3	0.091	0.010
	2″ D	2	0.073	0.008
	2″ D	1.5	0.064	0.007
	2″ D	1	0.055	0.006
	2″ D	0.5	0.046	0.005
	5″ D	3	0.146	0.016
	5″ D	2	0.127	0.014
	5″ D	1.5	0.118	0.013
	5″ D	1	0.109	0.012
	5″ D	0.5	0.100	0.011
	10″ D	3	0.237	0.025
	10″ D	2	0.218	0.023
	10″ D	1.5	0.209	0.022
	10″ D	1	0.200	0.021
	10″ D	0.5	0.191	0.020

（註 $K_{(3)}$ の影響値は２桁以下のため省略する。）

3) 単列三角網

此の三角網のコリレート影響表図も，前記の有心開多角形の場合のように各コリレート毎に異なるが，三角網の中央から左右対称の位置のコリレートに対する各三角形及び測点が及ぼす影響値の相互関係は，所要のコリレートを中心とするとそれぞれ相等しいから，三角網の中央までのコリレートについて検討すればよい。

例，5箇の三角形から成る単列三角網（註 紙数の都合により他は省略する）

K_1（影響値の分母＝10000）

第 2 表，その1

影響値の有効桁数の変化と之がコリレートに及ぼす影響

種別		影響値 精密な値	影響値 有効数字2桁限度の場合	影響値 有効数字3桁限度の場合
三角形	①	5988	6000	5990
	②	1979	2000	1980
	③	1282	1300	1280
	④	620	620	620
	⑤	356	360	356
外周測点	(1)	2994	3000	2990
	(2)	2656	2700	2660
	(3)	2312	2300	2310
	(4)	970	970	970
	(5)	565	570	565
	(6)	325	330	325
	(7)	178	180	178
影響値の変化			129	15

コリレートに及ぼす影響				
w	1″	D 3	0.052	0.005
		2	0.039	0.005
		1.5	0.032	0.004
		1	0.026	0.003
		0.5	0.019	0.002
	2″	D 3	0.065	0.003
		2	0.052	0.006
		1.5	0.045	0.005
		1	0.039	0.005
		0.5	0.032	0.004
	5″	D 3	0.103	0.012
		2	0.090	0.011
		1.5	0.084	0.010
		1	0.077	0.009
		0.5	0.071	0.008
	10″	D 3	0.168	0.020
		2	0.155	0.018
		1.5	0.148	0.017
		1	0.142	0.017
		0.5	0.136	0.016

K_2（影響値の分母＝10000）

第 2 表，その2

影響値の有効桁数の変化と之がコリレートに及ぼす影響

種別		影響値 精密な値	影響値 有効数字2桁限度の場合	影響値 有効数字3桁限度の場合
三角形	①	1979	2000	1930
	②	5176	5200	5180
	③	1837	1800	1840
	④	1251	1300	1250
	⑤	620	610	620
外周測点	(1)	990	990	990
	(2)	2565	2600	2570
	(3)	2383	2400	2380
	(4)	2201	2200	2200
	(5)	927	930	927
	(6)	624	620	624
	(7)	310	310	310
影響値の変化			195	18

コリレートに及ぼす影響				
w	1″	D 3	0.078	0.007
		2	0.059	0.005
		1.5	0.049	0.005
		1	0.039	0.004
		0.5	0.029	0.003
	2″	D 3	0.098	0.009
		2	0.078	0.007
		1.5	0.068	0.006
		1	0.059	0.005
		0.5	0.049	0.005
	5″	D 3	0.156	0.014
		2	0.137	0.013
		1.5	0.127	0.012
		1	0.117	0.011
		0.5	0.107	0.010
	10″	D 3	0.254	0.023
		2	0.234	0.022
		1.5	0.224	0.021
		1	0.215	0.020
		0.5	0.205	0.019

K_3（影響値の分母＝577）

第 2 表，その3

影響値の有効桁数の変化と之がコリレートに及ぼす影響

種別		影響値 精密な値	影響値 有効数字2桁限度の場合
三角形	①	74	74
	②	106	110
	③	320	320
	④	106	110
	⑤	74	74
外周測点	(1)	37	37
	(2)	60	60
	(3)	125	130
	(4)	133	130
	(5)	125	130
	(6)	60	60
	(7)	37	37
影響値の変化			21

コリレートに及ぼす影響			
w	1″	D 3	0.146
		2	0.109
		1.5	0.091
		1	0.073
		0.5	0.055
	2″	D 3	0.182
		2	0.146
		1.5	0.128
		1	0.109
		0.5	0.091
	5″	D 3	0.291
		2	0.255
		1.5	0.237
		1	0.218
		0.5	0.200
	10″	D 3	0.473
		2	0.437
		1.5	0.419
		1	0.400
		0.5	0.382

$K_{(1)}$（影響値の分母＝10000）

第 2 表, その4

影響値の有効桁数の変化と之がコリレートに及ぼす影響

種別		影響値 精密な値	影響値 有効数字2桁限度の場合	影響値 有効数字3桁限度の場合
三角形	①	2994	3000	2990
	②	990	990	990
	③	641	640	641
	④	310	310	310
	⑤	178	180	178
外周測点	(1)	6497	6500	6500
	(2)	1328	1300	1330
	(3)	1156	1200	1160
	(4)	485	490	485
	(5)	282.5	280	283
	(6)	162.5	160	163
	(7)	89	89	89
影響値の変化			94	13.5

コリレートに及ぼす影響

w		D	有効数字2桁限度の場合	有効数字3桁限度の場合
	1″	3	0.038	0.005
		2	0.028	0.004
		1.5	0.024	0.003
		1	0.019	0.003
		0.5	0.014	0.002
	2″	3	0.047	0.007
		2	0.038	0.005
		1.5	0.033	0.005
		1	0.028	0.004
		0.5	0.024	0.003
	5″	3	0.075	0.011
		2	0.066	0.010
		1.5	0.091	0.009
		1	0.056	0.003
		0.5	0.052	0.008
	10″	3	0.122	0.018
		2	0.113	0.016
		1.5	0.103	0.016
		1	0.103	0.015
		0.5	0.099	0.014

$K_{(2)}$（影響値の分母＝10000）

第 2 表, その5

影響値の有効桁数の変化と之がコリレートに及ぼす影響

種別		影響値 精密な値	影響値 有効数字2桁限度の場合	影響値 有効数字3桁限度の場合
三角形	①	2656	2700	2660
	②	2565	2600	2570
	③	1040	1000	1040
	④	623.5	620	624
	⑤	325	330	325
外周測点	(1)	1328	1300	1330
	(2)	5074	5100	5070
	(3)	1565	1600	1570
	(4)	1057	1100	1060
	(5)	497	500	497
	(6)	316.5	320	317
	(7)	162.5	160	163
影響値の変化			268.5	24.5

コリレートに及ぼす影響

w		D	有効数字2桁限度の場合	有効数字3桁限度の場合
	1″	3	0.103	0.010
		2	0.081	0.007
		1.5	0.067	0.006
		1	0.054	0.005
		0.5	0.040	0.004
	2″	3	0.134	0.012
		2	0.107	0.010
		1.5	0.094	0.009
		1	0.081	0.007
		0.5	0.067	0.006
	5″	3	0.215	0.020
		2	0.188	0.017
		1.5	0.175	0.016
		1	0.161	0.015
		0.5	0.148	0.014
	10″	3	0.349	0.032
		2	0.322	0.029
		1.5	0.309	0.028
		1	0.295	0.027
		0.5	0.282	0.026

$K_{(3)}$（影響値の分母＝10000）

第 2 図, その6

影響値の有効桁数の変化と之がコリレートに及ぼす影響

種別		影響値 精密な値	影響値 有効数字2桁限度の場合	影響値 有効数字2桁限度の場合
三角形	①	2313	2300	2310
	②	2383	2400	2380
	③	2166.5	2200	2170
	④	927	930	927
	⑤	565	570	565
外周測点	(1)	1156	1200	1160
	(2)	1565	1600	1570
	(3)	4215.5	4200	4220
	(4)	1369	1400	1370
	(5)	915	920	915
	(6)	497	500	497
	(7)	282.5	580	273
影響値の変化			207.5	24.5

コリレートに及ぼす影響

w		D	有効数字2桁限度の場合	有効数字2桁限度の場合
	1″	3	0.085	0.010
		2	0.064	0.007
		1.5	0.053	0.006
		1	0.042	0.005
		0.5	0.032	0.004
	2″	3	0.106	0.012
		2	0.085	0.010
		1.5	0.074	0.009
		1	0.064	0.007
		0.5	0.053	0.006
	5″	3	0.169	0.020
		2	0.148	0.017
		1.5	0.138	0.016
		1	0.122	0.015
		0.5	0.116	0.014
	10″	3	0.275	0.032
		2	0.254	0.029
		1.5	0.243	0.028
		1	0.233	0.027
		0.5	0.222	0.026

$K_{(4)}$（影響値の分母＝10000）

第 2 表，その7

影響値の有効桁数の変化と之がコリレートに及ぼす影響

種別		影響値 精密値	影響値 有効数字2桁限度の場合
三角形	①	56	56
	②	127	130
	③	133	130
	④	127	130
	⑤	56	56
外周測点	(1)	28	28
	(2)	61	61
	(3)	79	79
	(4)	241	240
	(5)	79	79
	(6)	61	61
	(7)	28	28
影響値の変化			10

コリレートに及ぼす影響			
w 1″	D	3	0.069
		2	0.052
		1.5	0.043
		1	0.035
		0.5	0.026
w 2″	D	3	0.087
		2	0.069
		1.5	0.061
		1	0.052
		0.5	0.043
w 5″	D	3	0.139
		2	0.121
		1.5	0.113
		1	0.104
		0.5	0.095
w 10″	D	3	0.225
		2	0.207
		1.5	0.199
		1	0.191
		0.5	0.182

4）まとめ

有心閉多角形，有心開多角形及び単列三角網の内，普通の三角測量に用いられる範囲のもので3桁以上の影響値を有するものについて，前例の方法でその有効桁数を制限して，コリレートの値に及ぼす影響（但し $w=1''\sim10''$ の範囲で $D=3.0$ の場合）を求め，その結果を表示すると，次の第3表その1ないしその3，のようになる。即ち之によると，影響値の有効数字の桁数を2桁に制限した場合は，コリレートの小数以下1位ないし2位（註 有心閉多角形では 0.028～0.144，有心開多角形では 0.021～0.328，単列三角網では 0.038～0.473）に影響を及ぼし，又3桁に制限した場合は，有心閉多角形には全く影響を及ぼさないが，他の2種の三角網には小数以下2位ないし3位（註 有心開多角形には 0.001～0.037，単列三角網には 0.003～0.039）に影響を及ぼすことになる。しかし，之は影響の極めて大きな場合を推定して検討したもので，実際には大体に於て，Dは3.0より小さく，又影響値と之に乗ずる因子の符号が正負交錯して互に消し合う傾向になるから，コリレートに及ぼす影響は之より小さい。

影響値の有効桁数の変化がコリレートに及ぼす影響（但し $D=3.0$ の場合）

第 3 表，その 1

有心閉多角形（影響値の有効桁数 2 桁限度の場合）

w ＼ 三角網	五角形	六角形	七角形	備考
1″	0.014	0.014	0.028	影響値は
2″	0.055	0.056	0.035	すべて 3
5″	0.087	0.039	0.075	桁以下
10″	0.142	0.144	0.090	

第 3 表，その 2

有心開多角形（影響値の有効桁数 2 桁限度の場合，但し括弧内は影響値の有効桁数 3 桁限度の場合）

三角網	K ＼ w	$K_{(2)}$	K_1	K_2	K_3	$K_{(1)}$	$K_{(2)}$	$K_{(3)}$	$K_{(4)}$	備考
三角形	1″	0.101	0.021	K_2の影響値は 2 桁以下		0.032	$K_{(2)}$の影響値は 2 桁以下			$K_{(0)}$ K_1 $K_{(1)}$ の影響値は 3 桁以下
	2″	0.126	0.027			0.040				
	5″	0.322	0.042			0.064				
	10″	0.323	0.069			0.004				
四角形	1″	0.089(0.003)	0.040	0.082(0.005)		0.009(0.005)	0.073(0.008)			K_1の影響値は 3 桁以下
	2″	0.113(0.004)	0.050	0.103(0.006)		0.012(0.006)	0.091(0.010)			
	5″	0.185(0.008)	0.081	0.182(0.009)		0.019(0.009)	0.146(0.016)			
	10″	0.305(0.013)	0.131	0.267(0.015)		0.030(0.015)	0.237(0.025)			
五角形	1″	0.034	0.020(0.002)	0.040(0.0009)	K_3の影響値は 2 桁以下	0.018(0.011)	0.026(0.004)	0.037(0.004)		$K_{(0)}$の影響値は 3 桁以下
	2″	0.044	0.025(0.002)	0.049(0.0011)		0.022(0.014)	0.033(0.005)	0.047(0.005)		
	5″	0.073	0.040(0.003)	0.079(0.0018)		0.036(0.023)	0.052(0.008)	0.075(0.007)		
	10″	0.121	0.065(0.005)	0.128(0.0030)		0.058(0.037)	0.084(0.013)	0.121(0.012)		
六角形	1″	0.086	0.028(0.002)	0.028(0.003)	0.033(0.003)	0.015(0.004)	0.021(0.003)	0.032(0.003)	0.023	$K_{(0)}$, K_4 の影響値は 3 桁以下
	2″	0.109	0.034(0.003)	0.035(0.004)	0.042(0.004)	0.018(0.005)	0.026(0.004)	0.040(0.004)	0.029	
	5″	0.175	0.055(0.005)	0.056(0.006)	0.067(0.006)	0.029(0.008)	0.042(0.007)	0.064(0.007)	0.046	
	10″	0.288	0.089(0.008)	0.091(0.011)	0.008(0.010)	0.047(0.013)	0.068(0.011)	0.104(0.011)	0.055	

第2表，その3　単列三角網（影響値の有効桁数2桁限度の場合，但し括弧内は影響値の有効桁数3桁限度の場合

三角網	ω	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	$K_{(1)}$	$K_{(2)}$	$K_{(3)}$	$K_{(4)}$	$K_{(5)}$	$K_{(6)}$	備考
三箇の三角形より成るもの	1″	0.096	K_2の影響値は2桁以下				0.055	0.092	$K_{(3)}$の影響値は2桁以下				K_1, $K_{(1)}$, $K_{(2)}$の影響値は3桁以下
	2″	0.121					0.069	0.115					
	5″	0.193					0.110	0.184					
	10″	0.313					0.189	0.299					
4箇の三角形より成る単列三角網の影響値は2桁以下													
五箇の三角形より成るもの	1″	0.052(0.006)	0.078(0.007)	0.146			0.038(0.006)	0.108(0.010)	0.085(0.010)	0.069			K_3, $K_{(4)}$の影響値は3桁以下
	2″	0.065(0.008)	0.098(0.009)	0.182			0.047(0.007)	0.134(0.012)	0.106(0.012)	0.087			
	5″	0.103(0.012)	0.156(0.014)	0.291			0.075(0.011)	0.215(0.020)	0.169(0.020)	0.139			
	10″	0.163(0.020)	0.254(0.023)	0.473			0.122(0.018)	0.349(0.032)	0.275(0.032)	0.225			
六箇の三角形より成るもの	1″	0.058(0.008)	0.062(0.008)	0.095(0.008)			0.041(0.006)	0.108(0.004)	0.094(0.008)	0.096(0.008)			
	2″	0.073(0.009)	0.077(0.010)	0.119(0.010)			0.052(0.007)	0.136(0.006)	0.118(0.010)	0.120(0.011)			
	5″	0.117(0.015)	0.123(0.015)	0.190(0.016)			0.082(0.011)	0.217(0.009)	0.189(0.016)	0.192(0.017)			
	10″	0.188(0.024)	0.200(0.025)	0.309(0.025)			0.134(0.018)	0.352(0.014)	0.307(0.026)	0.312(0.027)			
七箇の三角形より成るもの	1″	0.064(0.006)	0.065(0.012)	0.096(0.012)	0.082(0.003)		0.044(0.006)	0.110(0.007)	0.112(0.007)	0.090(0.009)	0.073(0.005)		
	2″	0.080(0.007)	0.081(0.015)	0.122(0.015)	0.102(0.004)		0.054(0.008)	0.137(0.009)	0.137(0.009)	0.113(0.011)	0.092(0.006)		
	5″	0.126(0.012)	0.130(0.024)	0.200(0.024)	0.163(0.007)		0.087(0.013)	0.220(0.014)	0.214(0.015)	0.180(0.018)	0.147(0.010)		
	10″	0.209(0.019)	0.212(0.038)	0.331(0.039)	0.263(0.011)		0.141(0.020)	0.357(0.023)	0.341(0.024)	0.293(0.029)	0.238(0.016)		
八箇の三角形より成るもの	1″	0.061(0.007)	0.065(0.007)	0.125(0.009)	0.088(0.009)		0.044(0.007)	0.058(0.008)	0.098(0.009)	0.103(0.010)	0.038(0.011)		
	2″	0.076(0.008)	0.082(0.008)	0.157(0.011)	0.110(0.011)		0.055(0.009)	0.073(0.010)	0.123(0.011)	0.129(0.013)	0.048(0.013)		
	5″	0.121(0.013)	0.131(0.013)	0.250(0.019)	0.175(0.018)		0.087(0.014)	0.116(0.016)	0.197(0.018)	0.206(0.021)	0.078(0.021)		
	10″	0.197(0.021)	0.212(0.022)	0.407(0.028)	0.285(0.030)		0.142(0.022)	0.189(0.026)	0.320(0.030)	0.334(0.034)	0.125(0.035)		
九箇の三角形より成るもの	1″	0.062(0.006)	0.065(0.007)	0.103(0.011)	0.086(0.007)	0.106(0.010)	0.044(0.007)	0.110(0.009)	0.095(0.009)	0.088(0.010)	0.042(0.010)	0.046(0.007)	
	2″	0.078(0.009)	0.082(0.009)	0.129(0.014)	0.107(0.009)	0.132(0.013)	0.055(0.009)	0.137(0.011)	0.119(0.011)	0.109(0.012)	0.052(0.013)	0.057(0.008)	
	5″	0.125(0.013)	0.131(0.014)	0.206(0.022)	0.171(0.014)	0.211(0.021)	0.087(0.014)	0.219(0.017)	0.190(0.017)	0.175(0.020)	0.084(0.021)	0.091(0.014)	
	10″	0.203(0.021)	0.212(0.022)	0.334(0.036)	0.278(0.023)	0.342(0.034)	0.142(0.022)	0.356(0.028)	0.309(0.028)	0.284(0.032)	0.136(0.033)	0.148(0.022)	
一〇箇の三角形より成るもの	1″	0.064(0.007)	0.069(0.007)	0.105(0.012)	0.096(0.006)	0.103(0.009)	0.052(0.007)	0.109(0.008)	0.096(0.009)	0.087(0.010)	0.042(0.008)	0.050(0.007)	
	2″	0.079(0.009)	0.086(0.009)	0.131(0.014)	0.120(0.007)	0.129(0.011)	0.065(0.009)	0.137(0.010)	0.120(0.012)	0.109(0.014)	0.052(0.009)	0.062(0.009)	
	5″	0.127(0.014)	0.137(0.014)	0.210(0.023)	0.192(0.012)	0.206(0.018)	0.104(0.014)	0.219(0.016)	0.192(0.018)	0.175(0.020)	0.083(0.015)	0.099(0.013)	
	10″	0.204(0.022)	0.223(0.023)	0.342(0.037)	0.312(0.019)	0.334(0.029)	0.169(0.033)	0.365(0.026)	0.312(0.029)	0.284(0.033)	0.135(0.024)	0.161(0.023)	

〔2〕 調整値に及ぼす影響

1) 有心閉多角形

前記のように補正値を求める式は

内角で辺等式に関係のない角は　　$V_{3m}=K_{(0)}+K_m$

〃　　辺等式に関係する角の内

未知辺の対角は

$$V_{3m-2}=K_{(m)}+K_m+d_{3m-2}K_s$$

既知辺の対角は

$$V_{3m-1}=K_{(m)}+K_m-d_{3m-1}K_s$$

外角は

$$V_{(m)}=K_{(m)}$$

此の場合 $K_{(0)}$ 及び K_s は前記のように影響値に無関係であるから

辺等角に関係のない角の補正値に対する影響は K_m に対する影響と等しく，又辺等式に関係する式の補正値は K_m と $K_{(m)}$ に対する影響の和となり，外角の補正値に対する影響は $K_{(m)}$ に対する影響と等しい。

例，有心閉五角形（註 紙数の都合により五角形だけを例記し，他は省略する）

第 4 表

影響値の有効数字の桁数の変化が補正値に及ぼす影響

種別			三角形 ⓜ 有効数字2桁限度の場合			
			V_{3m} の誤差	V_{3m-2} の誤差	V_{3m-1} の誤差	w の誤差
w 1″	D	3	0.04″	0.09″	0.09″	0.22″
		2	0.03	0.07	0.07	0.17
		1.5	0.03	0.05	0.05	0.13
		1	0.02	0.04	0.04	0.10
		0·5	0.02	0.03	0.03	0.08
w 2″	D	3	0.06	0.11	0.11	0.28
		2	0.04	0.09	0.09	0.22
		1.5	0.04	0.08	0.08	0.20
		1	0.03	0.07	0.07	0.17
		0.5	0.03	0.05	0.05	0.13
w 5″	D	3	0.09	0.17	0.17	0.43
		2	0.08	0.15	0.15	0.38
		1.5	0.07	0.14	0.14	0.35
		1	0.07	0.13	0.13	0.33
		0.5	0.05	0.12	0.12	0.30
w 10″	D	3	0.14	0.28	0.28	0.70
		2	0.13	0.26	0.26	0.65
		1.5	0.13	0.25	0.25	0.63
		1	0.12	0.24	0.24	0.60
		0.5	0.12	0.23	0.23	0.58

2) 有心開多角形

此の三角網の補正値を求める式も有心閉多角形と同じであるが，此の場合の $K_{(0)}$ は影響値を基礎にしているため，辺等式に関係のない角の補正値（即ち V_{3m}）に対する影響は $K_{(0)}$ 及び K_m に対する影響の和になる。

例，有心開四角形（註 紙数の都合により四角形だけを例記し，他は省略する）

第５表, そ の 1.

影響値の有効数字の桁数の変化が補正値に及ぼす影響

種別			三角形① 有効数字2桁限度の場合 V_1の誤差	V_2の誤差	V_3の誤差	w_1の誤差	三角形① 有効数字3桁限度の場合 V_1の誤差	V_2の誤差	V_3の誤差	w_1の誤差
w	1″	D 3	0.05″	0.11″	0.13″	0.29″	0.01″	0.01″	0″	0.02″
		2	0.04	0.09	0.10	0.23	0	0.01	0	0.01
		1.5	0.03	0.07	0.08	0.18	0	0.01	0	0.01
		1	0.03	0.06	0.07	0.16	0	0	0	0
		0.5	0.02	0.04	0.05	0.11	0	0	0	0
	2″	D 3	0.06	0.14	0.16	0.36	0.01	0.01	0	0.02
		2	0.05	0.11	0.13	0.29	0.01	0.01	0	0.02
		1.5	0.04	0.10	0.12	0.26	0	0.01	0	0.01
		1	0.04	0.09	0.10	0.23	0	0.01	0	0.01
		0.5	0.03	0.07	0.08	0.18	0	0.01	0	0.01
	5″	D 3	0.10	0.23	0.27	0.60	0.01	0.02	0.01	0.04
		2	0.09	0.20	0.23	0.52	0.01	0.01	0.01	0.03
		1.5	0.08	0.18	0.22	0.48	0.01	0.01	0.01	0.03
		1	0.07	0.17	0.20	0.44	0.01	0.01	0.01	0.03
		0.5	0.06	0.16	0.19	0.42	0.01	0.01	0.01	0.03
	10″	D 3	0.16	0.37	0.44	0.97	0.02	0.03	0.01	0.06
		2	0.15	0.34	0.40	0.89	0.01	0.02	0.01	0.04
		1.5	0.14	0.33	0.39	0.86	0.01	0.02	0.01	0.04
		1	0.14	0.31	0.37	0.82	0.01	0.02	0.01	0.04
		0.5	0.13	0.30	0.35	0.79	0.01	0.02	0.01	0.04

第５表, そ の 2.

影響値の有効数字の桁数の変化が補正値に及ぼす影響

種別			三角形② 有効数字2桁限度の場合 V_4の誤差	V_5の誤差	V_0の誤差	w_2の誤差	三角形② 有効数字3桁限度の場合 V_4の誤差	V_5の誤差	V_6の誤差	w_2'の誤差
w	1″	D 3	0.16″	0.08″	0.17″	0.41	0.01″	0.01″	0.01″	0.03″
		2	0.12	0.06	0.14	0.32	0.01	0	0.01	0.02
		1.5	0.10	0.05	0.11	0.26	0.01	0	0.01	0.02
		1	0.03	0.04	0.09	0.21	0.01	0	0	0.01
		0.5	0.06	0.03	0.07	0.16	0.01	0	0	0.01
	2″	D 3	0.19	0.10	0.22	0.51	0.02	0.01	0.01	0.04
		2	0.16	0.08	0.17	0.41	0.01	0.01	0.01	0.03
		1.5	0.14	0.07	0.15	0.36	0.01	0	0.01	0.02
		1	0.12	0.06	0.13	0.31	0.01	0	0.01	0.02
		0.5	0.10	0.05	0.11	0.26	0.01	0	0.01	0.02
	5″	D 3	0.33	0.18	0.37	0.88	0.03	0.01	0.02	0.06
		2	0.29	0.16	0.33	0.78	0.02	0.01	0.02	0.05
		1.5	0.27	0.15	0.30	0.72	0.02	0.01	0.02	0.05
		1	0.25	0.14	0.28	0.67	0.02	0.01	0.01	0.04
		0.5	0.23	0.13	0.26	0.62	0.02	0.01	0.01	0.04
	10″	D 3	0.50	0.27	0.57	1.34	0.04	0.02	0.03	0.09
		2	0.46	0.25	0.53	1.24	0.04	0.01	0.03	0.08
		1.5	0.45	0.24	0.51	1.20	0.04	0.01	0.03	0.08
		1	0.43	0.23	0.49	1.15	0.03	0.01	0.03	0.07
		0.5	0.41	0.22	0.47	1.10	0.03	0.01	0.02	0.06

3）　単列三角網

此の三角網の補正値を求める式は次のようになる。

内角で辺等式に関係のない角　　$V_{3m}=K_{(m+1)}+K_m$

〃　　辺等式に関係する角の内

未知辺の対角　　$V_{3m-2}=K_{(m)}+K_m+d_{m-2}K_s$　（有心多角形と同じ）

既知辺の対角　　$V_{3n}=K_{(m+2)}+K_m-d_{3n-1}K_s$

外角　　$V_{(m)}=K_{(m)}$　（有心多角形と同じ）

例．5箇の三角形より成る単列三角網（註 紙数の都合により他は省略する）

第6表，その1．
影響値の有効数字の桁数の変化が補正値に及ぼす影響

種別		三角形①							
		有効数字2桁限度の場合				有効数字3桁限度の場合			
w	D	V_1の誤差	V_2の誤差	V_3の誤差	w_1の誤差	V_1の誤差	V_2の誤差	V_3の誤差	w_1の誤差
1″	3	0.09″	0.16″	0.14″	0.39″	0.01″	0.02″	0.02″	0.05″
	2	0.07	0.12	0.10	0.29	0.01	0.01	0.01	0.03
	1.5	0.06	0.10	0.09	0.25	0	0.01	0.01	0.03
	1	0.05	0.08	0.07	0.20	0	0.01	0.01	0.02
	0.5	0.03	0.06	0.05	0.14	0	0.01	0.01	0.02
2″	3	0.11	0.20	0.17	0.48	0.02	0.02	0.02	0.06
	2	0.09	0.16	0.14	0.39	0.01	0.02	0.02	0.05
	1.5	0.08	0.14	0.12	0.34	0.01	0.01	0.01	0.03
	1	0.07	0.12	0.10	0.29	0.01	0.01	0.01	0.03
	0.5	0.06	0.10	0.09	0.25	0.01	0.01	0.01	0.03
5″	3	0.18	0.32	0.27	0.77	0.02	0.03	0.03	0.08
	2	0.16	0.28	0.24	0.68	0.02	0.03	0.03	0.08
	1.5	0.15	0.26	0.22	0.63	0.02	0.03	0.03	0.08
	1	0.13	0.24	0.20	0.57	0.02	0.02	0.02	0.06
	0.5	0.12	0.22	0.19	0.53	0.02	0.02	0.02	0.06
10″	3	0.29	0.52	0.44	1.25	0.04	0.05	0.05	0.14
	2	0.27	0.48	0.41	1.16	0.03	0.05	0.05	0.13
	1.5	0.26	0.46	0.39	1.11	0.03	0.04	0.05	0.12
	1	0.25	0.44	0.38	1.07	0.03	0.04	0.04	0.11
	0.5	0.24	0.42	0.36	1.02	0.03	0.04	0.04	0.11

第 6 表, そ の 2.
影響値の有効数字の桁数の変化が補正値に及ぼす影響

種別		三角形② 有効数字2桁限度の場合 V_4の誤差	V_5の誤差	V_6の誤差	w_2の誤差	有効数字3桁限度の場合 V_4の誤差	V_5の誤差	V_6の誤差	w_2の誤差
w 1″	D 3	0.19″	0.15″	0.16″	0.50″	0.02″	0.01″	0.01″	0.04″
	2	0.14	0.11	0.12	0.37	0.01	0.01	0.01	0.03
	1.5	0.12	0.09	0.10	0.31	0.01	0.01	0.01	0.03
	1	0.09	0.07	0.08	0.24	0.01	0	0.01	0.02
	0.5	0.07	0.06	0.06	0.19	0.01	0	0	0.01
2″	D 3	0.23	0.19	0.20	0.62	0.02	0.01	0.01	0.04
	2	0.19	0.15	0.16	0.50	0.02	0.01	0.01	0.04
	1.5	0.16	0.13	0.14	0.43	0.02	0.01	0.01	0.04
	1	0.14	0.11	0.12	0.37	0.01	0.01	0.01	0.03
	0.5	0.12	0.09	0.10	0.31	0.01	0.01	0.01	0.03
5″	D 3	0.37	0.30	0.33	1.00	0.03	0.01	0.02	0.06
	2	0.33	0.26	0.29	0.88	0.03	0.01	0.02	0.06
	1.5	0.30	0.24	0.27	0.81	0.03	0.01	0.02	0.06
	1	0.28	0.22	0.24	0.74	0.03	0.01	0.02	0.06
	0.5	0.26	0.20	0.22	0.68	0.02	0.01	0.01	0.04
10″	D 3	0.60	0.48	0.53	1.61	0.06	0.02	0.03	0.11
	2	0.56	0.44	0.49	1.49	0.05	0.02	0.03	0.10
	1.5	0.54	0.42	0.47	1.43	0.05	0.02	0.03	0.10
	1	0.51	0.41	0.45	1.37	0.05	0.02	0.03	0.10
	0.5	0.49	0.39	0.43	1.31	0.05	0.02	0.03	0.10

第 6 表, そ の 3.
影響値の有効数字の桁数の変化が補正値に及ぼす影響

種別		三角形③ 有効数字2桁限度の場合 V_7の誤差	V_8の誤差	V_9の誤差	w_3の誤差	有効数桁3桁限度の場合 V_7の誤差	V_8の誤差	V_9の誤差	w_3の誤差
w 1″	D 3	0.23″	0.23″	0.22″	0.68″	0.01″	0.01″	0	0.02″
	2	0.17	0.17	0.16	0.50	0.01	0.01	0	0.02
	1.5	0.14	0.14	0.13	0.41	0.01	0.01	0	0.02
	1	0.12	0.12	0.11	0.35	0.01	0.01	0	0.02
	0.5	0.09	0.09	0.08	0.26	0	0	0	0
2″	D 3	0.29	0.29	0.27	0.85	0.01	0.01	0	0.02
	2	0.23	0.23	0.22	0.68	0.01	0.01	0	0.02
	1.5	0.20	0.20	0.19	0.59	0.01	0.01	0	0.02
	1	0.17	0.17	0.16	0.50	0.01	0.01	0	0.02
	0.5	0.14	0.14	0.13	0.41	0.01	0.01	0	0.02
5″	D 3	0.46	0.46	0.43	1.35	0.02	0.02	0	0.04
	2	0.40	0.40	0.38	1.18	0.02	0.02	0	0.04
	1.5	0.38	0.38	0.35	1.11	0.02	0.02	0	0.04
	1	0.35	0.35	0.32	1.02	0.02	0.02	0	0.04
	0.5	0.32	0.32	0.30	0.94	0.01	0.01	0	0.02
10″	D 3	0.75	0.75	0.70	2.20	0.03	0.03	0	0.06
	2	0.69	0.69	0.64	2.02	0.03	0.03	0	0.06
	1.5	0.66	0.66	0.62	1.94	0.03	0.03	0	0.06
	1	0.63	0.63	0.59	1.85	0.03	0.03	0	0.06
	0.5	0.60	0.60	0.56	1.76	0.03	0.03	0	0.06

4)　ま と め

有心閉多角形，有心開多角形及び単列三角網の内，普通の三角測量に用いられる程度のもので3桁以上の影響値を有するものに対し，観測角の三角形閉合誤差が1″～10″，Dが0.5～3.0

の範囲内で，前例のようにして，その有効数字の桁数を制限した場合を検討した結果,[7] 補正値に及ぼす影響の最大は，

影響値の有効数字を2桁に制限した場合は，閉多角形（註 閉五角形ないし閉七角形の範囲）では 0.29″，開多角形（註 開三角形ないし開六角形の範囲）では 0.57″，単列三角網（註 3箇ないし10箇の三角形より成る三角網の範囲）では 0.75″ となり，影響値の有効数字を3桁に制限した場合は， 閉多角形は3桁以下のために影響を及ぼさないが， 開多角形では 0.04″，単列三角網では 0.07″ になる。又影響の大きい $D=3.0$ の場合に，調整値の三角形閉合誤差に及ぼす影響を求めると，第7表その1ないしその3のようになる。即ち之によれば，影響値の有効数字を2桁に制限した場合に影響の最大は，閉多角形では 0.72″，開多角形では1.34″，単列三角網では 2.20″ となり，影響値の有効数字を3桁に制限すれば，閉多角形には影響はないが，開多角形には 0.09″，単列三角網には 0.20″ の影響を及ぼす。しかし，之等は影響の最も大きいと思われる場合を推定したもので，通常 D は 3.0 より小さい事が多く，且つ影響値と之に乗ずる因子の符号が正負交錯して互に消し合う傾向になるから，影響は之より小さい事になる。例えば前記の計算例，その1，その3及びその4[8] に対して，影響値の有効数字の桁数を制限した場合を計算しその結果を第8表，その1ないしその3に，比較表示すると，

影響値の有効数字を2桁に制限した場合には，有心閉六角形（第8表，その1)では調整値の三角形閉合誤差 w の最大は 0.14″ で， 計算値最大（第7表，その1)の約1/5，有心開五角形（第8表，その2）では調整値の w の最大は 0.36″ で，計算値最大（第7表，その2）の約1/4，単列三角網（但し6箇の三角形より成るもの，第8表その3）では調整値の w の最大は 0.71″ で計算値の最大（第7表その3）の約1/3，

影響値の有効数字を3桁に制限した場合は，有心閉六角形には影響がなく，有心開五角形では調整値の w の最大は 0.07″ で計算値最大の約2/3，単列三角網では調整値の w の最大は 0.06″ で計算値最大の約1/3となる。従つて実際的には，調整値の三角形閉合誤差を1秒以下に収める目的には，たとえ観測値の w が10秒以上の場合でも，影響値の有効数字を2桁に制限しても差支えなく，若し影響値の有効数字を3桁までとれば，調整値の三角形閉合誤差を0.1秒以下に収める事が出来ると推定される。

影響値の有効数字の変化が調整値の三角形閉合誤差に及ぼす影響
（$D=3.0$の場合）

第7表，その1．有心閉多角形（影響値の有効数字2桁限度の場合）

三角網 / w	閉五角形	閉六角形	閉七角形	備考
1″	0.22″	0.20″	0.15″	影響値はすべて3桁以下
2″	0.28	0.28	0.18	
5″	0.43	0.45	0.28	
10″	0.70	0.72″	0.45	

7 この数値計算表は，前記のように紙数の都合上，有心閉多角形は五角形だけ，有心開多角形は四角形だけ，単列三角網は 5箇の三角形から成るものだけ，を記載し他は省略した。
8 本文 P.38， P.50， P.58。

第 7 表その 2.

有心開多角形 （影響値の有効数字 2 桁限度の場合, 但し括弧内は有効数字 3 桁限度の場合）

三角網 ＼ 三角形	w	①	②	③
開三角形	1″	0.19″	0.13″	
	2	0.25	0.17	
	5	0.41	0.28	
	10	0.64	0.43	
開四角形	1	0.29(0.02)	0.41(0.03)	
	2	0.36(0.02)	0.51(0.04)	
	5	0.60(0.04)	0.88(0.06)	
	10	0.97(0.06)	1.34(0.09)	
開五角形	1	0.14(0.02)	0.22(0.01)	0.11″(0.01)
	2	0.18(0.03)	0.27(0.02)	0.14 (0.02)
	5	0.28(0.04)	0.43(0.02)	0.23 (0.02)
	10	0.46(0.07)	0.71(0.04)	0.36 (0.04)
開六角形	1	0.13(0.02)	0.22(0.02)	0.25 (0.01)
	2	0.16(0.02)	0.28(0.02)	0.30 (0.01)
	5	0.23(0.03)	0.45(0.03)	0.48 (0.03)
	10	0.44(0.05)	0.74(0.05)	0.78 (0.04)

第 7 表その 3.

単列三角網 （影響値の有効数字 2 桁限度の場合 但し括弧内は有効数字 3 桁限度の場合）

三角網 ＼ 三角形	w	①	②	③	④	⑤
三箇の三角形よりなるもの	1″	0.44″	0.18″			
	2″	0.55	0.24			
	5″	0.87	0.36			
	10″	1.42″	0.60			
四箇の三角形より成る単列三角網の影響値は 2 桁以下						
五箇の三角形より成るもの	1″	0.39(0.05)	0.50(0.04)	0.68″(0.02)		
	2″	0.48(0.06)	0.62(0.04)	0.85(0.02)		
	5″	0.77(0.08)	1.00(0.06)	1.35(0.04)		
	10″	1.25(0.14)	1.61(0.11)	2.20(0.06)		
六箇の三角形より成るもの	1″	0.44(0.04)	0.49(0.05)	0.57(0.06)		
	2″	0.56(0.06)	0.61(0.06)	0.72(0.06)		
	5″	0.89(0.08)	0.97(0.08)	1.14(0.09)		
	10″	1.36(0.13)	1.57(0.14)	1.86(0.15)		
七箇の三角形より成るもの	1″	0.46(0.03)	0.52(0.06)	0.57(0.06)	0.50″(0.03)	
	2″	0.57(0.06)	0.63(0.07)	0.73(0.07)	0.63 (0.05)	
	5″	0.90(0.09)	1.00(0.12)	1.14(0.11)	0.99 (0.08)	
	10″	1.47(0.12)	1.63(0.19)	1.86(0.19)	1.62 (0.11)	
八箇の三角形より成るもの	1″	0.39(0.05)	0.43(0.06)	0.61(0.06)	0.45 (0.06)	
	2″	0.48(0.06)	0.56(0.06)	0.78(0.06)	0.56 (0.06)	
	5″	0.77(0.09)	0.88(0.09)	1.24(0.12)	0.88 (0.12)	
	10″	1.25(0.14)	1.43(0.16)	2.00(0.28)	1.44 (0.20)	
九箇の三角形より成るもの	1″	0.44(0.05)	0.49(0.06)	0.54(0.06)	0.43 (0.05)	0.45″(0.06)
	2″	0.55(0.06)	0.61(0.06)	0.67(0.09)	0.54 (0.06)	0.55 (0.08)
	5″	0.87(0.09)	0.97(0.10)	1.07(0.12)	0.87 (0.10)	0.90 (0.12)
	10″	1.42(0.14)	1.59(0.17)	1.73(0.20)	1.40 (0.17)	1.41 (0.20)
十箇の三角形より成るもの	1″	0.45(0.05)	0.51(0.06)	0.54(0.06)	0.47 (0.04)	0.45 (0.06)
	2″	0.56(0.06)	0.63(0.06)	0.67(0.08)	0.58 (0.06)	0.55 (0.06)
	5″	0.90(0.09)	1.00(0.09)	1.08(0.12)	0.94 (0.09)	0.89 (0.09)
	10″	1.46(0.15)	1.63(0.16)	1.76(0.20)	1.52 (0.13)	1.44 (0.15)

第8表，その1　影響値の有効桁数の変化と調整値との関係（有心閉六角形に対する一例）

(1) 観測値 l	(2) 精密な影響値を用いた場合			(3) 影響値の有効数字2桁限度の場合		
	コリレート	補正値	調整値	コリレート	補正値	調整値
l_1=66°-44'-31.7"	K_1=-8.351	-1.47"	66°-44'-30.28"	K_1=-8.536	-1.65"	66°-44'-30.05"
l_2=47°-17'-6.8"		-3.11"	47°-17'-3.69"		-2.95"	47°-17'-3.85"
l_3=65°-58'-26.8"		-0.72"	65°-58'-26.08"		-0.71"	65°-58'-26.09"
180°-0'-5.3"			180°-0'-0"			179°-59'-59.99"
w_1=+5.3"						w_1=-0.01"
l_4=50°-57'-34"	K_2=-6.961	-6.69"	50°-57'-27.31"	K_2=-6.971	-6.89"	50°-57'-27.11"
l_5=58°-26'-16.4"		-1.88"	58°-26'-14.52"		-1.85"	58°-26'-14.55"
l_6=70°-36'-17.5"		+0.67"	70°-36'-18.17"		+0.70"	70°-36'-18.20"
180°-0'-7.9"			180°-0'-0"			179°-59'-59.86"
w_2=+7.9"						w_2=-0.14"
l_7=65°-36'-12.8"	K_3=-8.555	-6.54"	65°-36'-6.26"	K_3=-8.550	-6.69"	65°-36'-6.11"
l_8=52°-55'-19.0"		-1.84"	52°-55'-17.16"		-1.69"	52°-55'-17.31"
l_9=61°-28'-37.5"		-0.92"	61°-28'-36.58"		-0.88"	61°-28'-36.62"
180°-0'-9.3"			180°-0'-0"			180°-0'-0.04"
w_3=+9.3"						w_3=+0.04"
l_{10}=57°-17'-50.7"	K_4=-2.318	+0.39"	57°-17'-51.09"	K_4=-2.275	+0.26"	57°-17'-50.96"
l_{11}=58°-35'-10.7"		+3.80"	58°-35'-14.50"		+3.96"	58°-35'-14.66"
l_{12}=64°-6'-49.1"		+5.31"	64°-6'-54.41"		+5.37"	64°-6'-54.47"
179°-59'-50.5"			180°-0'-0"			180°-0'-0.09"
w_4=-9.5"						w_4=+0.09"
l_{13}=75°-24'-46.2"	K_5=-4.374	-0.76"	75°-24'-45.44"	K_5=-4.454	-0.88"	75°-24'-45.32"
l_{14}=57°-42'-32.7"		+0.60"	57°-42'-33.30"		+0.67"	57°-42'-33.37"
l_{15}=46°-52'-38.0"		+3.26"	46°-52'-41.26"		+3.22"	46°-52'-41.22"
179°-59'-56.9"			180°-0'-0"			179°-59'-59.91"
w_5=-3.1"						w_5=-0.09"
l_{16}=42°-48'-9.2"	K_6=-8.634	-8.56"	42°-48'-0.64"	K_6=-8.536	-8.69"	42°-48'-0.51"
l_{17}=86°-14'-58.2"		-2.34"	86°-14'-55.86"		-2.28"	86°-14'-55.92"
l_{18}=50°-57'-4.5"		-1.00"	50°-57'-3.50"		-0.87"	50°-57'-3.63"
180°-0'-7.9"			180°-0'-0"			180°-0'-0.06"
w_6=+7.9"	K_7=-0.1362			K_7=-0.1468		w_6=+0.06"
$w_{(0)}$=-6.6"	$K_{(0)}$=+7.632		$w_{(0)}$=0	$K_{(0)}$=+7.669		$w_{(0)}$=+0.23"
$l_{(1)}$=207°-0'-25.8"	$K_{(1)}$=+8.110	+8.11"	207°-0'-33.91"	$K_{(1)}$=+8.053	+8.05"	207°-0'-33.85"
$w_{(1)}$=-6.3"			$w_{(1)}$=0			$w_{(1)}$=-0.18"
$l_{(2)}$=261°-45'-26.4"	$K_{(2)}$=+2.599	+2.60"	261°-45'-29.00"	$K_{(2)}$=+2.579	+2.58"	261°-45'-28.98"
$w_{(2)}$=+7.2"			$w_{(2)}$=0			$w_{(2)}$=-0.06"
$l_{(3)}$=235°-57'-35.9"	$K_{(3)}$=+3.314	+3.32"	235°-57'-39.22"	$K_{(3)}$=+3.258	+3.26"	235°-57'-39.16"
$w_{(3)}$=+5.1"			$w_{(3)}$=0			$w_{(3)}$=-0.18"
$l_{(4)}$=249°-46'-49.2"	$K_{(4)}$=+4.549	+4.55"	249°-46'-51.75"	$K_{(4)}$=+4.531	+4.53"	249°-46'-51.73"
$w_{(4)}$=-3.1"			$w_{(4)}$=0			$w_{(4)}$=0
$l_{(5)}$=225°-59'-55.7"	$K_{(5)}$=+4.361	+4.36"	226°-0'-0.06"	$K_{(5)}$=+4.370	+4.37"	226°-0'-0.07"
$w_{(5)}$=-7.4"			$w_{(5)}$=0			$w_{(5)}$=+0.05"
$l_{(6)}$=259°-29'-22.9"	$K_{(6)}$=+3.163	+3.16"	259°-29'-26.06"	$K_{(6)}$=+3.175	+3.18"	259°-29'-26.08"
$w_{(6)}$=+6.8"			$w_{(6)}$=0			$w_{(6)}$=-0.04"

備考　(1), (2)は計算例その1より抜萃

第8表，その2　影響値の有効桁数の変化と調整値との関係（有心開五角形に対する一例

(1) 観測値 l	(2) 精密な影響値を用いた場合 コリレート	補正値	調整値	(3) 影響値の有効数字2桁限度の場合 コリレート	補正値	調整値	(4) 影響値の有効数字3桁限度の場合 コリレート	補正値	調整値
l_1=66°-44'-31.7"	K_1=-8.211	-0.05"	66°-44'-31.65"	K_1=-8.003	+0.23"	66°-44'-31.93"	K_1=-8.214	-0.12"	66°-44'-31.58"
l_2=47°-17'-6.8"		-0.04"	47°-17'-6.76"		-0.49"	47°-17'-6.31"		-0.04"	47°-17'-6.76"
l_3=65°-58'-26.8"		-5.21"	65°-58'-21.59"		-5.02"	65°-58'-21.78"		-5.20"	65°-58'-21.60"
180°-0'-5.3"			180°-0'-0"			180°-0'-0.02"			179°-59'-59.94"
w_1=+5.3"						w_1=+0.02"			w_1=-0.06"
l_4=50°-57'-34.0"	K_2=-6.932	+0.47"	50°-57'-34.47"	K_2=-7.088	+0.88"	50°-57'-34.88"	K_2=-6.970	+0.46"	50°-57'-34.46"
l_5=58°-26'-16.4"		-4.44"	58°-26'-11.96"		-5.03"	58°-26'-11.37"		-4.46"	58°-26'-11.94"
l_6=70°-36'-17.5"		-3.93"	70°-36'-13.57"		-4.11"	70°-36'-13.39"		-3.97"	70°-36'-13.53"
180°-0'-7.9"			180°-0'-0"			179°-59'-59.64"			179°-59'-59.93"
w_2=+7.9"						w_2=-0.36"			w_2=-0.07"
l_7=65°-36'-12.8"	K_3=-4.197	-2.18"	65°-36'-10.62"	K_3=-4.124	-1.78"	65°-36'-11.02"	K_3=-4.196	-2.17"	65°-36'-10.63"
l_8=52°-55'-19.0"		-5.92"	52°-55'-13.08"		-6.39"	52°-55'-12.61"		-5.94"	52°-55'-13.06"
l_9=61°-28'-37.5"		-1.20"	61°-28'-36.30"		-1.14"	61°-28'-36.36"		-1.20"	61°-28'-36.30"
180°-0'-9.3"			180°-0'-0"			179°-59'-59.99"			179°-59'-59.99"
w_3=+9.3"						w_3=-0.01"			w_3=-0.01"
l_{10}=57°-17'-50.7"	K_4=+4.636	+2.28"	57°-17'-52.98	K_4=+4.565	+2.66"	57°-17'-53.36"	K_4=+4.635	+2.30"	57°-17'-53.00"
l_{11}=58°-35'-10.7"		-0.42"	58°-35'-10.28"		-0.88"	58°-35'-9.82"		-0.44"	58°-35'-10.26"
l_{12}=64°-6'-49.1"		+7.64"	64°-6'-56.74"		+7.55"	64°-6'-56.65"		+7.64"	64°-6'-56.74"
179°-59'-50.5"			180°-0'-0"			179°-59'-59.83"			180°-0'-0"
w_4=-9.5"						w_4=-0.17"			w_4=0
l_{13}=75°-24'-46.2"	K_5=+3.303	-2.14"	75°-24'-44.06"	K_5=+3.291	-1.92"	75°-24'-44.28"	K_5=+3.299	-2.15"	75°-24'-44.05"
l_{14}=57°-42'-32.7"		-1.06"	57°-42'-31.64"		-1.31"	57°-42'-31.39"		-1.05"	57°-42'-31.65"
l_{15}=46°-52'-38.0"		+6.30"	46°-52'-44.30"		+6.27"	46°-52'-44.27"		+6.30"	46°-52'-44.30"
179°-59'-56.9"			180°-0'-0"			179°-59'-59.94"			180°-0'-0"
w_5=-3.1"	K_5=-0.0210			K_5=+0.0124		w_5=-0.06"	K_5=-0.0204		w_5=0
$l_{(c)}$=50°-57'-4.5"	$K_{(c)}$=+3.000	+3.00"	50°-57'-7.50"	$K_{(c)}$=+2.980	+2.98"	50°-57'-7.48"	$K_{(c)}$=+3.000	+3.00"	50°-57'-7.50"
$w_{(c)}$=-3.6"			$w_{(c)}$=0			$w_{(c)}$=-0.07"			$w_{(c)}$=-0.03"
$l_{(1)}$=293°-15'-20.0"	$K_{(1)}$=+8.351	+8.35"	293°-15'-28.35"	$K_{(1)}$=+8.116	+8.12"	293°-15'-28.12"	$K_{(1)}$=+8.263	+8.26"	293°-15'-28.26"
$w_{(1)}$=-8.3"			$w_{(1)}$=0			$w_{(1)}$=+0.05"			$w_{(1)}$=-0.16"
$l_{(2)}$=261°-45'-11.0"	$K_{(2)}$=+7.767	+7.77"	261°-45'-18.77"	$K_{(2)}$=+7.750	+7.75"	261°-45'-18.75"	$K_{(2)}$=+7.768	+7.77"	261°-45'-18.77"
$w_{(2)}$=-8.2"			$w_{(2)}$=0			$w_{(2)}$=-0.06"			$w_{(2)}$=-0.01"
$l_{(3)}$=235°-57'-35.2"	$K_{(3)}$=+2.219	+2.22"	235°-57'-37.42"	$K_{(3)}$=+2.223	+2.22"	235°-57'-37.42"	$K_{(3)}$=+2.224	+2.22"	235°-57'-37.42"
$w_{(3)}$=+3.3"			$w_{(3)}$=0			$w_{(3)}$=-0.19"			$w_{(3)}$=-0.01"
$l_{(4)}$=249°-46'-56.0"	$K_{(4)}$=-2.063	-2.06"	249°-46'-53.94"	$K_{(4)}$=-2.069	-2.07"	249°-46'-53.93"	$K_{(4)}$=-2.064	-2.06"	249°-46'-53.94"
$w_{(4)}$=+5.7"			$w_{(4)}$=0			$w_{(4)}$=-0.10"			$w_{(4)}$=0
$l_{(5)}$=226°-0'-11.0"	$K_{(5)}$=-5.336	-5.34"	226°-0'-5.66"	$K_{(5)}$=-5.282	-5.28"	226°-0'-5.72"	$K_{(5)}$=-5.333	-5.33"	226°-0'-5.67"
$w_{(5)}$=+7.9"			$w_{(5)}$=0			$w_{(5)}$=-0.18"			$w_{(5)}$=-0.02"
$l_{(6)}$=302°-17'-33.0"	$K_{(6)}$=-4.641	-4.64"	302°-17'-28.36"	$K_{(6)}$=-4.437	-4.44"	302°-17'-28.56"	$K_{(6)}$=-4.623	-4.62"	302°-17'-28.38"
$w_{(6)}$=+5.7"			$w_{(6)}$=0			$w_{(6)}$=+0.05"			$w_{(6)}$=+0.03"

備考. (1), (2)は計算例, その3より抜萃

第5表, その3 影響値の有効桁数の変化と調整値との関係(6箇の三角形より成る単列三角網に対する一例)

(1) 観測値 l	(2) 精密な影響値を用いた場合 コリレート	補正値	調整値	(3) 影響値の有効数字2桁限度の場合 コリレート	補正値	調整値	(4) 影響値の有効数字3桁限度の場合 コリレート	補正値	調整値
l_1=67°-35′-43″	K_1=−7.022	+0.52″	67°-35′-43.52″	K_1=−7.031	+0.58″	67°-35′-43.58″	K_1=−7.022	+0.50″	67°-35′-43.50″
l_2=67°-21′-7″		−1.26″	67°-21′-5.74″		−1.13″	67°-21′-5.87″		−1.25″	67°-21′-5.75″
l_3=45°-3′-15″		−4.26″	45°-3′-10.74″		−4.13″	45°-3′-10.87″		−4.27″	45°-3′-10.73″
180°-0′-5″			180°-0′-0″			180°-0′-0.32″			179°-59′-59.98″
ω_1=+5″						ω_1=+0.32″			ω_1=−0.02″
l_4=61°-36′-10″	K_2=−7.632	−3.49″	61°-36′-6.51″	K_2=−7.826	−3.61″	61°-36′-6.39″	K_2=−7.633	−3.49″	61°-36′-6.51″
l_5=48°-38′-10″		−7.72″	48°-38′-2.28″		−7.70″	48°-38′-2.30″		−7.72″	48°-38′-2.28″
l_6=69°-45′-52″		−0.79″	69°-45′-51.21″		−0.91″	69°-45′-51.09″		−0.79″	69°-45′-51.21″
180°-0′-12″			180°-0′-0″			179°-59′-59.78″			180°-0′-0″
ω_2=+12″						ω_2=−0.22″			ω_2=0
l_7=50°-29′-3″	K_3=+1.257	+10.21″	50°-29′-13.21″	K_3=+1.164	+10.09″	50°-29′-13.09″	K_3=+1.267	+10.23″	50°-29′-13.23″
l_8=66°-41′-17″		−3.65″	66°-41′-13.35″		−3.71″	66°-41′-13.29″		−3.63″	66°-41′-13.37″
l_9=62°-49′-30″		+3.44″	62°-49′-33.44″		+3.44″	62°-49′-33.44″		+3.44″	62°-49′-33.44″
179°-59′-50″			180°-0′-0″			179°-59′-59.82″			180°-0′-0.04″
ω_3=−10″						ω_3=−0.18″			ω_3=+0.04″
l_{10}=58°-12′-47″	K_4=+4.330	+8.10″	58°-12′-55.10″	K_4=+4.514	+8.30″	58°-12′-55.30″	K_4=+4.327	+8.10″	58°-12′-55.10″
l_{11}=51°-3′-0″		−1.64″	51°-2′-58.36″		−1.28″	51°-2′-58.72″		−1.64″	51°-2′-58.36″
l_{12}=70°-44′-6″		+0.54″	70°-44′-6.54″		+0.69″	70°-44′-6.69″		+0.54″	70°-44′-6.54″
179°-59′-53″			180°-0′-0″			180°-0′-0.71″			180°-0′-0″
ω_4=−7″						ω_4=+0.71″			ω_4=0
l_{13}=54°-33′-43″	K_5=−1.115	−3.09″	54°-33′-39.91″	K_5=−1.055	−3.15″	54°-33′-39.85″	K_5=−1.133	−3.09″	54°-33′-39.91″
l_{14}=67°-39′-3″		−0.91″	67°-39′-2.09″		−0.81″	67°-39′-2.19″		−0.93″	67°-39′-2.07″
l_{15}=57°-47′-23″		−5.00″	57°-47′-18.00″		−4.88″	57°-47′-18.12″		−5.02″	57°-47′-17.98″
180°-0′-9″			180°-0′-0″			180°-0′-0.16″			179°-59′-59.96″
ω_5=+9″						ω_5=+0.15″			ω_5=−0.04″
l_{16}=68°-35′-17″	K_6=+5.401	+2.52″	68°-35′-19.52″	K_6=+5.387	+2.52″	68°-35′-19.52″	K_6=+5.400	+2.52″	68°-35′-19.52″
l_{17}=43°-0′-0″		+5.82″	43°-0′-5.82″		+5.77″	43°-0′-5.77″		+5.84″	43°-0′-5.82″
l_{18}=68°-24′-28″		+6.66″	68°-24′-34.66″		+6.63″	68°-24′-34.63″		+6.66″	68°-24′-34.66″
179°-59′-45″			180°-0′-0″			179°-59′-59.72″			180°-0′-0.02″
ω_6=−15″	K_s=+0.1222			K_s=+0.1157		ω_6=−0.28″	K_s=+0.1222		ω_6=+0.02″
$l_{(1)}$=292°-24′-10″	$K_{(1)}$=+6.479	+6.48″	292°-24′-16.48″	$K_{(1)}$=+6.609	+6.61″	292°-24′-16.61″	$K_{(1)}$=+6.462	+6.46″	292°-24′-16.46″
$\omega_{(1)}$=−7″			$\omega_{(1)}$=0			$\omega_{(1)}$=+0.19″			$\omega_{(1)}$=−0.04″
$l_{(2)}$=253°-20′-40″	$K_{(2)}$=+2.754	+2.75″	253°-20′-42.75″	$K_{(2)}$=+2.899	+2.90″	253°-20′-42.90″	$K_{(2)}$=+2.757	+2.76″	253°-20′-42.76″
$\omega_{(2)}$=+5″			$\omega_{(2)}$=0			$\omega_{(2)}$=+0.16″			$\omega_{(2)}$=0
$l_{(3)}$=172°-23′-43″	$K_{(3)}$=+6.844	+6.84″	172°-23′-49.84″	$K_{(3)}$=+6.916	+6.92″	172°-23′-49.92″	$K_{(3)}$=+6.841	+6.84″	172°-23′-49.84″
$\omega_{(3)}$=−15″			$\omega_{(3)}$=0			$\omega_{(3)}$=−0.03″			$\omega_{(3)}$=+0.03″
$l_{(4)}$=190°-19′-27″	$K_{(4)}$=+2.178	+2.18″	190°-19′-29.18″	$K_{(4)}$=+2.274	+2.27″	190°-19′-29.27″	$K_{(4)}$=+2.174	+2.17″	190°-19′-29.17″
$\omega_{(4)}$=−6″			$\omega_{(4)}$=0			$\omega_{(4)}$=+0.30″			$\omega_{(4)}$=−0.01″
$l_{(5)}$=168°-1′-4″	$K_{(5)}$=−3.797	−3.80″	168°-1′-0.20″	$K_{(5)}$=−3.821	−3.82″	168°-1′-0.81″	$K_{(5)}$=−3.788	−3.79″	168°-1′-0.21″
$\omega_{(5)}$=+10″			$\omega_{(5)}$=0			$\omega_{(5)}$=+0.01″			$\omega_{(5)}$=+0.04″
$l_{(6)}$=182°-34′-28″	$K_{(6)}$=−3.879	−3.88″	182°-34′-24.12″	$K_{(6)}$=−3.827	−3.83″	182°-34′-24.17″	$K_{(6)}$=−3.891	−3.89″	182°-34′-24.11″
$\omega_{(6)}$=+8″			$\omega_{(6)}$=0			$\omega_{(6)}$=+0.52″			$\omega_{(6)}$=−0.03″
$l_{(7)}$=223°-56′-22″	$K_{(7)}$=+1.254	+1.25″	223°-56′-23.25″	$K_{(7)}$=+1.243	+1.24″	223°-56′-23.24″	$K_{(7)}$=+1.263	+1.26″	223°-56′-23.26″
$\omega_{(7)}$=−7″			$\omega_{(7)}$=0			$\omega_{(7)}$=+0.05″			$\omega_{(7)}$=−0.01″
$l_{(8)}$=316°-59′-51″	$K_{(8)}$=+3.180	+3.18″	316°-59′-54.18″	$K_{(8)}$=+2.991	+2.99″	316°-59′-53.99″	$K_{(8)}$=+3.194	+3.19″	316°-59′-54.19″
$\omega_{(8)}$=−9″			$\omega_{(8)}$=0			$\omega_{(8)}$=−0.21″			$\omega_{(8)}$=+0.03″

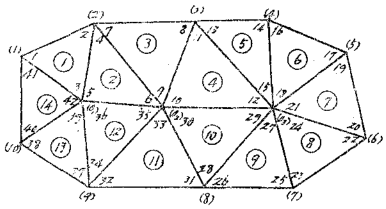
備考 (1), (2) は計算例その4より抜萃

Ⅲ 複合三角網の調整

複合三角網は，之を構成する個々の基本三角網が互に交錯して連続するもの即ち交錯型と，非交錯型及び折衷型とに分けられるが，交錯型に比較し，他の型は調整が容易であるから，玆では交錯型について説明し他は省略する。

〔1〕 点，角及び辺の3条件を同時に満足するように調整する場合

第 14 図



1） 正規方程式

例えば第14図の様な場合に条件方程式は次の様になる。

点方程式（外周測点及び各中心点に1箇づつ）

$$
\left.\begin{array}{lll}
(1), & V_{(1)}+V_1+V_{41}+w_{(1)}=0 & \text{但し}\ l_{(1)}+l_1+l_{41}-360^\circ=w_{(1)} \\
(2), & V_{(2)}+V_2+\sum_{m=2}^{3}V_{3m-2}+w_{(2)}=0 & l_{(2)}+l_2+\sum_{m=2}^{3}l_{3m-2}-360^\circ=w_{(2)} \\
(3), & V_{(3)}+\sum_{m=3}^{4}V_{3m-1}+V_{13}+w_{(3)}=0 & l_{(3)}+\sum_{m=3}^{4}l_{3m-1}+l_{13}-360^\circ=w_{(3)} \\
(4), & V_{(4)}+V_{14}+V_{16}+w_{(4)}=0 & l_{(4)}+l_{14}+l_{16}-360^\circ=w_{(4)} \\
(5), & V_{(5)}+V_{17}+V_{19}+w_{(5)}=0 & l_{(5)}+l_{17}+l_{19}-360^\circ=w_{(5)} \\
(6), & V_{(6)}+V_{20}+V_{22}+w_{(6)}=0 & l_{(6)}+l_{20}+l_{22}-360^\circ=w_{(6)} \\
(7), & V_{(7)}+V_{23}+V_{25}+w_{(7)}=0 & l_{(7)}+l_{23}+l_{25}-360^\circ=w_{(7)} \\
(8), & V_{(8)}+V_{26}+\sum_{m=10}^{11}V_{3m-2}+w_{(8)}=0 & l_{(8)}+l_{26}+\sum_{m=10}^{11}l_{3m-2}-360^\circ=w_{(8)} \\
(9), & V_{(9)}+V_{32}+\sum_{m=12}^{13}V_{3m-2}+w_{(9)}=0 & l_{(9)}+l_{32}+\sum_{m=12}^{13}l_{3m-2}-360^\circ=w_{(9)} \\
(10), & V_{(10)}+V_{38}+V_{40}+w_{(10)}=0 & l_{(10)}+l_{38}+l_{40}-360^\circ=w_{(10)} \\
(0_1), & V_3+V_5+\sum_{m=12}^{14}V_{3m}+w_{(01)}=0 & l_3+l_5+\sum_{m=12}^{14}l_{3m}-360^\circ=w_{(01)} \\
(0_2), & \sum_{m=2}^{3}V_{3m}+V_{10}+\sum_{m=10}^{12}V_{3m}+w_{(02)}=0 & \sum_{m=2}^{3}l_{3m}+l_{10}+\sum_{m=10}^{12}l_{3m}-360^\circ=w_{(02)} \\
(0_3), & \sum_{m=4}^{9}V_{3m}+V_{29}+w_{(03)}=0 & \sum_{m=4}^{9}l_{3m}+l_{29}-360^\circ=w_{(03)}
\end{array}\right\}\cdots\cdots(21)
$$

角方程式，（各三角形に1箇づつ）

$$V_{3m-2}+V_{3m-1}+V_{3m}+w_m=0,\ \text{但し}\ l_{3m-2}+l_{3m-1}+l_{3m}-180^\circ=w_m\ (m=1,2,\cdots 14)\cdots\cdots(22)$$

辺方程式，〔(0_1)，(0_2)，(0_3) に1箇づつ〕

$$(S_1),\quad \left(\sum_{m=1}^{2}d_{3m-2}V_{3m-2}+d_{35}V_{35}+\sum_{m=13}^{14}d_{3m-2}V_{3m-2}\right)-\left(d_2V_2+d_6V_6+d_{34}V_{34}\right.$$

$$+\sum_{m=13}^{14} d_{3m-1}V_{3m-1}\Big)+w_{s1}=0,\quad 但し\ \Big(\sum_{m=1}^{2}\log\sin l_{3m-2}+\log\sin l_{35}+\sum_{m=13}^{14}\log\sin l_{3m-2}\Big)$$

$$-\Big(\log\sin l_2+\log\sin l_6+\log\sin l_{34}+\sum_{m=13}^{14}\log\sin l_{3m-1}\Big)=w_{s1}$$

(S_2), $$\Big(d_5V_5+d_7V_7+d_{11}V_{11}+d_{29}V_{29}+\sum_{m=11}^{12}d_{3m-2}V_{3m-2}\Big)-\Big(d_4V_4+d_8V_8+d_{12}V_{12}+d_{28}V_{28}$$

$$+d_{32}V_{32}+d_{36}V_{36}\Big)+w_{s2}=0,\quad 但し\ \Big(\log\sin l_5+\log\sin l_7+\log\sin l_{11}+\log\sin l_{29}$$

$$+\sum_{m=11}^{12}\log\sin l_{3m-2}\Big)-\Big(\log\sin l_4+\log\sin l_8+\log\sin l_{12}+\log\sin l_{28}+\log\sin l_{32}$$

$$+\log\sin l_{36}\Big)=w_{s2}$$

(S_3), $$\sum_{m=4}^{10}d_{3m-2}V_{3m-2}-\Big(\sum_{m=4}^{9}d_{3m-1}V_{3m-1}+d_{30}V_{30}\Big)+w_{s3}=0,\quad 但し\ \sum_{m=4}^{10}\log\sin l_{3m-2}$$

$$-\Big(\sum_{m=4}^{9}\log\sin l_{3m-1}+\log\sin l_{30}\Big)=w_{s3}$$

……………………………(23)

最小二乗法の原理により

$$W=[V^2]-2K_{(1)}(V_{(1)}+V_1+V_{41}+w_{(1)})-\cdots\cdots-2K_{(10)}(V_{10}+V_{38}+V_{40}+w_{(10)})-2K_{(01)}(V_3$$

$$+V_5+\sum_{m=12}^{14}V_{3m}+w_{(01)})-\cdots\cdots2K_{(03)}(\sum_{m=4}^{6}V_{3m}+V_{29}+w_{(03)})-2K_{s1}\Big\{(\sum_{m=1}^{2}d_{3m-2}V_{3m-2}+d_{35}V_{35}$$

$$+\sum_{m=12}^{14}d_{3m-2}V_{3m-2})-(d_2V_2+d_6V_6+d_{34}V_{34}+\sum_{m=13}^{14}d_{3m-1}V_{3m-1})+w_{s1}\Big\}-\cdots\cdots$$

$$-2K_{s3}\Big\{\sum_{m=4}^{10}d_{3m-2}V_{3m-2}-(\sum_{m=4}d_{3m-1}V_{3m-1}+d_{30}V_{30})+w_{s1}\Big\}=最小とするために\ \frac{\partial W}{\partial V}=0$$

より補正値が求められる。

補 正 値

外角,　$V_{(m)}=K_{(m)}$　　但し　$(m)=(1),(2),\cdots\cdots(10)$,

内角,

交錯三角形内のもの

$V_4=K_2+d_4K_{s1}-d_4K_{s2}+K_{(2)}$　　$V_5=K_2+d_5K_{s2}+K_{(01)}$　　$V_6=K_2-d_6K_{s1}+K_{(02)}$

$V_{10}=K_4+d_{10}K_{s3}+K_{(02)}$　　$V_{11}=K_4+d_{11}K_{s2}-d_{11}K_{s3}+K_{(3)}$　　$V_{12}=K_4-d_{12}K_{s2}+K_{(03)}$

$V_{28}=K_{10}+d_{28}K_{s3}-d_{28}K_{s2}+K_{(8)}$　　$V_{29}=K_{10}+d_{29}K_{s2}+K_{(03)}$　　$V_{30}=K_{10}-d_{30}K_{s3}+K_{(02)}$

$V_{34}=K_{12}+d_{34}K_{s2}-d_{34}K_{s1}+K_{(9)}$　　$V_{35}=K_{12}+d_{35}K_{s1}+K_{(02)}$　　$V_{36}=K_{12}-d_{36}K_{s2}+K_{(01)}$

交錯三角形外のもの

之は基本三角網の場合と同様に

辺等式に関係のない角の補正値＝(その角の属する三角形の角コリレート)＋(その角の属する測点の点コリレート)　　例えば　$V_3=K_1+K_{(01)}$　　$V_9=K_3+K_{(02)}$

辺等式に関係する角の補正値＝（その角の属する三角形の角コリレート）±d×（その角が関係する辺コリレート）＋（その角が属する測点の点コリレート）

例えば　$V_1=K_1+d_1K_{s1}+K_{(1)}$　　$V_2=K_1-d_2K_{s1}+K_{(2)}$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots(24)$$

(24)式で交錯三角形内の角の補正値が基本三角網の場合と比較して異るのは，之等の角は隣接する基本三角網の辺等式に関係するためで，此の場合は，基本三角網に分離して独立に求めた補正値の同じコリレートが重複しない様に寄せ集めれば，正式の計算手続きを経なくても図上から直ちに求める事ができる。例えば V_4 は，(O_1) を中心とする五角形から $V_4=K_{(2)}+K_2+d_4K_{s1}$ を，(O_2) を中心とする六角形から $V_4=K_{(2)}+K_2-d_4K_{s2}$ を求め，之より $V_4=K_{(2)}+K_2+d_4K_{s1}-d_4K_{s2}$ を得る。条件式 (21),(22),(23),に補正値 (24) を代入すれば正規方程式が求められ之を表示すると第9表になる。

第9表（コリレート正規方程式）

方程式		左辺																															右辺	
		点コリレート													角コリレート														辺コリレート			[illegible]		
種別	記号	$K_{(1)}$	$K_{(2)}$	$K_{(3)}$	$K_{(4)}$	$K_{(5)}$	$K_{(6)}$	$K_{(7)}$	$K_{(8)}$	$K_{(9)}$	$K_{(10)}$	$K_{(O_1)}$	$K_{(O_2)}$	$K_{(O_3)}$	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}	K_{14}	K_{s1}	K_{s2}	K_{s3}	w		
点方程式	(1)	3													1													1	[illegible]			$w_{(1)}$	0	
	(2)		4												1	1	1												[illegible]	[illegible]		$w_{(2)}$	0	※
	(3)			4													1		1											[illegible]	[illegible]	$w_{(3)}$	0	※
	(4)				3																										[illegible]	$w_{(4)}$	0	
	(5)																														[illegible]	$w_{(5)}$	0	
	(6)																														[illegible]	$w_{(6)}$	0	
	(7)							3																							[illegible]	$w_{(7)}$	0	
	(8)								4																1					[illegible]	[illegible]	$w_{(8)}$	0	※
	(9)									4															1	1	1		[illegible]	[illegible]		$w_{(9)}$	0	※
	(10)										3																1	1	[illegible]			$w_{(10)}$	0	
	(O_1)											5			1	1										1	1	1		[illegible]		$w_{(O_1)}$	0	※
	(O_2)												6			1	1	1						1	1	1			[illegible]		[illegible]	$w_{(O_2)}$	0	※
	(O_3)													7				1						1						[illegible]		$w_{(O_3)}$	0	※
角方程式	1	1	1									1			3														[illegible]			w_1	0	
	2		1									1	1																[illegible]	[illegible]		w_2	0	※
	3		1	1									1																	[illegible]		w_3	0	
	4												1	1																[illegible]	[illegible]	w_4	0	※
	5			1																											[illegible]	w_5	0	
	6																														[illegible]	w_6	0	
	7																														[illegible]	w_7	0	
	8																														[illegible]	w_8	0	
	9								1																						[illegible]	w_9	0	
	10												1	1																[illegible]	[illegible]	w_{10}	0	※
	11								1	1			1																	[illegible]		w_{11}	0	
	12									1		1	1																[illegible]	[illegible]		w_{12}	0	※
	13									1	1	1																	[illegible]			w_{13}	0	
	14	1									1	1																3	[illegible]			w_{14}	0	
辺方程式	S_1	[illegible]	[illegible]							[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]										[illegible]	[illegible]	[illegible]	d_{s1}^2	[illegible]		w_{s1}	0	※
	S_2		[illegible]	[illegible]					[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]						[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]	d_{s2}^2	[illegible]	w_{s2}	0	※
	S_3			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]				[illegible]					[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]						[illegible]	d_{s3}^2	w_{s3}	0	※

表中 $d_{s1}^2=$[illegible]，$d_{s2}^2=$[illegible]，$d_{s3}^2=$[illegible]

第9表で共通測点と交錯三角形関係の式（※をつけたもの）は基本三角網の場合と異なるが，之も所定の三角網を基本三角網に分離して独立に正規方程式を求め，之等各式のコリレートを重複しない様に配列して，係数を一部修正すれば図上から直ちに機械的に作製される。即ち

点方程式の点コリレートの係数は，基本三角網と同じく所定の三角網の測点の観測角の数と等しく，その他は，その測点が関係するすべての基本三角網毎に独立に求めた正規方程式のコリレート関係をその儘集めて，重複しない様に配列する。例えば点方程式(2)については，(0_1)を中心とする有心五角形から $3K_{(2)}+K_1+K_2+(d_4-d_2)K_{s1}$ と，(0_2)を中心とする有心六角形からの $3K_{(2)}+K_2+K_3+(d_7-d_4)K_{s2}$ より，結局 $4K_{(2)}+K_1+K_2+K_3+(d_4-d_2)K_{s1}+(d_7-d_4)K_{s2}+w_{(2)}=0$ が得られる。

角方程式は，その三角形が関係するすべての基本三角網について求めた正規方程式のコリレートを重複しない様に配列する。例えば三角形②については，(0_1)を中心とする有心五角形から $K_{(0)}+K_{(02)}+K_{(2)}+3K_2+(d_4-d_6)K_{s1}$ と，(0_2)を中心とする有心六角形からの $K_{(01)}+K_{(02)}+K_{(2)}+3K_2+(d_5-d_4)K_{s2}$ より，結局 $K_{(01)}+K_{(02)}+3K_2+(d_4-d_6)K_{s1}+(d_5-d_4)K_{s2}+w_2=0$ が得られる。

辺方程式は，一つの基本三角網について独立に正規方程式を作り，之に隣接基本三角網の辺コリレート関係（註 隣接三角網の辺コリレートに対する係数は，その三角網と隣接三角網の中心とを結ぶ線の対角の d^2 を加えて負号をつけたもの）を附加する。例えば辺方程式 S_1 は，(0_1)を中心とする有心五角形から求めた $(d_1-d_{41})K_{(1)}+(d_4-d_2)K_{(2)}+(d_{35}-d_6)K_{(02)}+(d_{37}-d_{34})K_{(9)}+(d_{40}-d_{38})K_{(10)}+(d_1-d_2)K_1+(d_4-d_6)K_2+(d_{35}-d_{34})K_{12}+(d_{37}-d_{38})K_{13}+(d_{40}-d_{41})K_{14}+d^2_{s1}K_{s1}$ に，(0_1)と(0_2)を結ぶ線の対角の $-(d^2_4+d_{34}^2)K_{s2}$ を附加する。

2)　コリレート計算法

この場合は繰返し計算法による。

第1近似値

第1段，　所定の三角網を基本三角網に分離し，その三角網毎に前記基本三角網の調整法を適用して，辺コリレート K_{sm}，中心点のコリレート $K_{(0m)}$，外周測点のコリレート $K_{(m)}$，三角形のコリレート K_m の順序で求めるが，此の場合，個々の三角形及び測点が，所求の $K_{(m)}$ 及び K_m が属する箇所から離れるに従つて影響が少なくなるから，$K_{(m)}$ 及び $K_{(m)}$ の第1近似値計算には，コリレート影響表図中で，影響の小さい要素は省略し，且つ K_{sm} の値が小さい場合は，他のコリレートの第1近似値計算には之も無視してもよい。

第2段，　第1段で求めた所定の三角網の $\Sigma K_{(m)}$ と $\Sigma w_m - \{\Sigma w_{(m)} + \Sigma w_{(0m)}\}$ との差が微少でない限りは，この両者の差を三角網の外周測点数で割つて第1段の $K_{(m)}$ の値に分配修正し，之を $K_{(m)}$ の第1近似値とする。第2段のこの修正法は，$K_{(m)}$ の第2，第3…… の各近似値を求める場合にも（上の両者の差が微少でない限り）行う方が収斂が速かである。

第2近似値

第1段

$$K_{sm} = -\frac{1}{d_{sm}^2}\Bigg[+w_{sm} + \Sigma\left\{\begin{pmatrix}(0_m)\text{を中心とする基本三角網の外周}\\\text{測点の点コリレートの第1近似値}\end{pmatrix}\times\begin{pmatrix}\text{それ等の測点でその基本三角網の}\\\text{辺等式に関係する隣接2角の}\,d\,\text{の差}\end{pmatrix}\right\} + \Sigma\left\{\begin{pmatrix}(0_m)\text{を中心とする基本三角網の三}\\\text{角形の角コリレートの第1近似値}\end{pmatrix}\times\begin{pmatrix}\text{それ等の三角形内でその基本三角網の}\\\text{辺等式に関係する2角の}\,d\,\text{の差}\end{pmatrix}\right\} - \Sigma\left\{\underline{\begin{pmatrix}\text{その基本三角網の中心と隣接三角}\\\text{網の中心を結ぶ線の対角の}\,d^2\,\text{の和}\end{pmatrix}\times\begin{pmatrix}\text{その基本三角網に隣接する他の基本}\\\text{三角網の辺コリレートの第1近似値}\end{pmatrix}}\right\}\Bigg]$$

$$K_m = -\frac{1}{3}\Bigg[+w_m + \begin{pmatrix}\text{その三角形の3頂点の点コ}\\\text{リレートの第1近似値の和}\end{pmatrix} + \Sigma\left\{\begin{pmatrix}\text{その三角形が属する基本三角網}\\\text{の辺コリレートの第2近似値}\end{pmatrix}\times\begin{pmatrix}\text{その三角形内でその辺コリレ}\\\text{ートに関係する2角の}\,d\,\text{の差}\end{pmatrix}\right\}\Bigg]$$

$$K_{(0m)} = -\frac{1}{(0_m)\text{の周囲の観測角の数}}\Bigg[w_{(0m)} + \begin{pmatrix}\text{測点}(0_m)\text{を頂点とする各三角形}\\\text{の角コリレートの第2近似値の和}\end{pmatrix} + \underline{\Sigma\left\{\begin{pmatrix}\text{隣接する基本三角網の辺}\\\text{コリレートの第2近似値}\end{pmatrix}\times\begin{pmatrix}\text{測点}(0_m)\text{で隣接する基本三角網の辺}\\\text{コリレートに関係する2角の}\,d\,\text{の差}\end{pmatrix}\right\}}\Bigg]$$

$$K_{(m)} = -\frac{1}{\text{測点}(m)\text{の周囲の観測角の数}}\Bigg[+w_{(m)} + \begin{pmatrix}\text{測点}(m)\text{を頂点とする各三角形の}\\\text{角コリレートの第2近似値の和}\end{pmatrix} + \Sigma\left\{\begin{pmatrix}\text{その測点が属する基本三角網}\\\text{の辺コリレートの第2近似値}\end{pmatrix}\times\begin{pmatrix}\text{測点}(m)\text{でその辺コリレート}\\\text{に関係する2角の}\,d\,\text{の差}\end{pmatrix}\right\}\Bigg]$$

〔備考〕 1，下線の部分は交錯三角形の為に出来る。

2，$K_{(m)}$ を求める式で Σ のあるのは共通測点（2），（3），（8），（9）だけ。

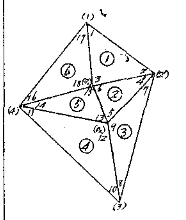
第2段，　第1近似値を求める場合の第2段と同じ手続きで第1段の $K_{(m)}$ の値を修正する。

第3近似値は第2近似値を求める際の第1及び第2近似値の代りにそれぞれ第2及び第3近似値を使用して計算する。以下この方法を繰返し所要の精度に達するまで繰返す。

計算例,その7

第10表(計算例その7)

観測値 l	$\log \sin l$	1秒に対する表差 d	d^2	dの差(図形関係)	dの差(測点関係)	コリレート K	改正値 v	調整値 M	$\log \sin M$	v^2	dv
① l_1=35°-32'-20" l_2=44°-6'-52" l_3=100°-20'-40" 179°-59'-52" w_1=-8"	9.7643670 9.8426677	29.48 21.72	869.0704 471.7384	d_1-d_2=+7.76	d_1-d_{17}=+15.11	K_1=+4.716	+3.62" +1.55" +2.83"	35°-32'-23.62" 44°-6'-53.55" 100°-20'-42.83" 180°-0'-0"	9.7643776 9.8426711	13.1044 2.4025 8.0656	+106.7176 +33.6660
② l_4=47°-4'-28" l_5=46°-22'-35" l_6=86°-32'-53" 179°-59'-56" w_2=-4"	9.8646529 9.8596711	19.58 20.07	383.3764 402.8049	d_4-d_5=-0.49	d_5-d_{14}=-[illegible]	K_2=+3.024	+5.00" -2.10" +1.11"	47°-4'-33.00" 46°-22'-32.90" 86°-32'-54.11" 180°-0'-0.01"	9.8646627 9.8596669	25.0000 4.4100 1.2321	+97.9000 -42.1470
⑤ l_{13}=49°-39'-0" l_{14}=34°-40'-39" l_{15}=95°-40'-24" 180°-0'-3" w_5=+3"	9.8820140 9.7550792	17.88 30.45	319.6944 927.2025	$d_{13}-d_{14}$=-12.57	$d_{13}-d_5$=-2.19	K_5=+1.959	+1.16" -4.18" +0.03"	49°-39'-1.16" 34°-40'-34.82" 95°-40'-24.03" 180°-0'-0.01"	9.8220161 9.7550664	1.3456 17.4724 0.0009	+20.7408 -127.2810
⑥ l_{16}=46°-52'-57" l_{17}=55°-41'-8" l_{18}=77°-26'-0" 180°-0'-5" w_6=+5"	9.8632752 9.9169570	19.72 14.37	388.8784 206.4969	$d_{16}-d_{17}$=+5.35	$d_{16}-d_4$=-10.73	K_6=+0.915	+1.15" -5.18" -0.97"	46°-52'-58.15" 55°-41'-2.82" 77°-25'-59.03"	9.8632975 9.9169495	1.3225 26.8324 0.9216	+22.6780 -74.4366
$w_{(01)}=l_3+l_6+l_{15}+l_{18}$ -360°=-3" $\Sigma w_m=w_1+w_2+w_5+w_6$ =-4"	w_{s1}=-459 (但し以外数字の単位は秒)		d_{s1}^2=3969.2823 $(d_3^2+d_{16}^2)$ =1310.5789	Σ=+0.05		$K_{(01)}$=-1.887 K_{s1}=+0.1156		180°-0'-0" $M_3+M_6+M_{15}+M_{18}$ =360°-0'-0"	$(\sum \log \sin M_{3m-2}$ $+\sum \log \sin M_{3m-2})-$ $(\sum \log \sin M_{3m-1}$ $+\sum \log \sin M_{3m-1})=0$		$(\sum d_{3m-2}v_{3m-2}$ $+\sum d_{3m-2}v_{3m-2})$ $-(\sum d_{3m-1}v_{3m-1}$ $+\sum d_{3m-1}v_{3m-1})$ =+458.2350 ≒$-w_{s1}$
② l_6=86°-32'-53" l_4=47°-4'-28" l_5=46°-22'-35" 179°-59'-56" w_2=-4"	9.9992113 9.8646529	1.27 19.58	1.6129 383.3764	d_6-d_4=-18.31	d_7-d_4=+27.19	K_2=+3.024	+1.11" +5.00" -2.10"	86°-32'-54.11" 47°-4'-33.00" 46°-22'-32.90" 180°-0'-0.01"	9.9992115 9.8646626		+1.4097 +97.9000
③ l_7=24°-14'-50" l_8=24°-55'-19" l_9=130°-49'-54" 180°-0'-3" w_3=+3"	9.6134999 9.6246177	46.75 45.30	2185.5625 2052.0900	d_7-d_8=+1.45	d_7-d_8=-3.67	K_3=-1.178	-1.87" +1.89" -3.02"	24°-14'-48.13" 24°-55'-20.89" 130°-49'-50.98" 180°-0'-0"	9.6134891 9.6246857	3.4969 3.5721 9.1204	-87.4225 +85.6170
④ l_{10}=26°-49'-0" l_{11}=20°-2'-20" l_{12}=133°-8'-35" 179°-59'-55" w_4=-5"	9.6543086 9.5348606	41.63 57.72	1733.0569 3331.5984	$d_{10}-d_{11}$=-16.09	$d_{10}-d_1$=-27.27	K_4=+2.805	+3.01" +2.03" -0.04"	26°-49'-3.01" 20°-2'-22.03" 133°-8'-34.96" 180°-0'-0"	9.6543211 9.5348723	9.0601 4.1209 0.0016	+125.3063 +117.1716
⑤ l_{14}=34°-40'-39" l_{15}=95°-40'-24" l_{13}=49°-39'-0" 180°-0'-3" w_5=+3"	9.7550792 9.9978675	30.45 -2.08	927.2025 4.3214	$d_{14}-d_{15}$=+32.53	$d_{14}-d_{13}$=+3.35	K_5=+1.959	-4.18" +0.03" +1.16"	34°-40'-34.82" 95°-40'-24.03" 49°-39'-1.16"	9.7550664 9.9978674		-127.2810 -0.0624
$w_{(02)}=l_5+l_9+l_{12}+l_{13}$ -360°=+4"	w_{s2}=+388 (但し以外数字の単位は秒)		d_{s2}^2=10618.8260 $(d_5^2+d_{14}^2)$ =1310.0789	Σ=-2.42		$K_{(02)}$=-2.54 K_{s2}=-0.0365		180°-0'-0.01" $M_5+M_9+M_{12}+M_{13}$ =360°-0'-0"	$(\log \sin M_6+\log \sin M_7$ $+\log \sin M_{10}+\log \sin M_{14})$ $-(\log \sin M_5+\log \sin M_8$ $+\log \sin M_{11}+\log \sin M_{15})$ =0		$(d_6v_6+d_7v_7+d_{10}v_{10}$ $+d_{14}v_{14})-(d_5v_5+d_8v_8$ $+d_{11}v_{11}+d_{15}v_{15})$ =-388.61374≒$-w_{s2}$
(1) l_{01}=268°-46'-38" w_{01}=+6" (2) l_{02}=244°-33'-46" w_{02}=-4" (3) l_{03}=308°-15'-35" w_{03}=-6" (4) l_{04}=258°-24'-7" w_{04}=+5"				$M_{16}+M_1+M_{17}$ =359°-59'-59.99" $M_{18}+M_6+M_4+M_{11}$ =360°-0'-0" $M_{12}+M_9+M_{10}$ =360°-0'-0" $M_{10}+M_{11}+M_4+M_{16}$ =359°-59'-59.99"		K_{01}=-4.453 K_{02}=-2.136 K_{03}=+1.093 K_{04}=-2.079	-4.45" -0.69" +1.10" -2.01"	268°-46'-33.65" 244°-33'-45.31" 308°-15'-36.10" 258°-24'-4.99"		19.8025 0.4761 1.2100 4.0401 Σ=187.0187	



$r=\pm 0.6744\sqrt{\frac{187.0187}{14}}=\pm 2.26''$

コリレートの計算

第1近似値

第1段,
$$K_{s1} \fallingdotseq -\frac{w_{s1}}{d_{s1}^2}=-\frac{-459}{3969.2823}=+0.1156$$

$$K_{s2} \fallingdotseq -\frac{w_{s2}}{d_{s2}^2}=-\frac{388}{10618.8260}=-0.0365$$

本例ではこの様に K_{sm} の第1近似値が小さいから各コリレートの第1近似値の計算には K_{sm} の項を無視し，且つ所求のコリレートの属する位置から離れて影響の少ない三角形及び測点の影響値も省略する。

$K_{(01)}$ は (0_1) を中心とする有心開四角形に(6)式を適用すると

$$K_{(01)}=\frac{1}{4}\left(-2.5w_{(01)}+1.5w_m-\Sigma w_{(m)}\right)=\frac{1}{4}\left\{-2.5\times(-3.0)+1.5\times(-4.0)\right.$$

$$\left.\begin{matrix} w_{(1)} & w_{(2)} & w_{(02)} & w_{(4)} \\ -(6.0 & -4.0 & +4.0 & +3.0) \end{matrix}\right\} = -1.88$$

その他のコリレートは基本三角網のコリレート影響表図を利用すると,

$$K_{(1)} = \frac{1}{105}\{-47w_{(1)} - 7(w_{(2)} + w_{(4)}) + 18(w_1 + w_6) + 3(w_2 + w_5)\} + 0.4K_{(01)}$$

$$= \frac{1}{105}\{-47\times 6 - 7\times(4+3) + 18\times(-8+5) + 3\times(-4+3)\} + 0.4\times(-1.88) = -3.91$$

(0_2)は, (0_1)を中心とする四角形の外周測点と考えて

$$K_{(2)} = \frac{1}{105}\{-47w_{(2)} - 7(w_{(1)} + w_{(02)}) + 18(w_1 + w_2) + 3(w_5 + w_6)\} + 0.4K_{(01)}$$

$$= \frac{1}{105}\{-47\times(-4.) - 7\times(6+4) + 18\times(-8-4) + 3\times(3+5)\} + 0.4\times(-1.88)$$

$$= -1.57$$

$$K_{(02)} = \frac{1}{105}\{-47w_{(02)} - 7(w_{(2)} + w_{(4)}) + 18(w_2 + w_5) + 3(w_1 + w_6)\} + 0.4K_{(01)}$$

$$= \frac{1}{105}\{-47\times 4 - 7\times(-4+3) + 18\times(-4+3) + 3\times(5-8)\} + 0.4\times(-1.88) = -2.73$$

同じ方法で

$$K_{(4)} = \frac{1}{105}\{-47\times 3 - 7\times(4+6) + 18\times(3+5) + 3\times(-8.-4.)\} + 0.4\times(-1.88) = -1.78$$

$$K_{(3)} = +1.29$$

$$K_1 = \frac{1}{105}\{-47w_1 - 7(w_2 + w_6) + 18(w_{(1)} + w_{(2)}) + 3(w_{(4)} + w_{(6)})\} - 0.6K_{(01)}$$

$$= \frac{1}{105}\{-47\times(-8) - 7\times(-4+5) + 18\times(6-4) + 3\times(3+4)\} - 0.6\times(-1.88) = +5.17$$

$$K_2 = \frac{1}{105}\{-47w_2 - 7(w_1 + w_5) + 18(w_{(2)} + w_{(02)}) + 3(w_{(1)} + w_{(4)})\} - 0.6K_{(01)}$$

$$= \frac{1}{105}\{-47\times(-4) - 7\times(-8+3) + 18\times(-4.+4) + 3\times(6+3)\} - 0.6\times(-1.88)$$

$$= +3.50$$

同様にして　　$K_5 = +0.98$　　$K_6 = +0.87$

又　$K_3 = \frac{1}{105}\{-47w_3 - 7(w_2 + w_4) + 18(w_{(2)} + w_{(3)}) + 3(w_{(4)} + w_{(5)})\} - 0.6K_{(02)}$

$$= \frac{1}{105}\{-47\times 3 - 7\times(-4+5) + 18\times(-4-6) + 3\times(-3-3)\} - 0.6\times(-2.73) = -0.82$$

同様にして　　$K_4 = +2.76$

第2段,　第1段で求めた $\sum_{(m)=(1)}^{(4)} K_{(m)} = -5.97$,　又 $\sum_{m=1}^{6} w_m - \left\{\sum_{(m)=(1)}^{(4)} w_{(m)} + \sum_{(0m)=(01)}^{(0_2)} w_{(0m)}\right\}$
$=(-8-4+3-5+3+5) - \{(6-4-6+3)+(-3+4)\} = -6.0$ でこの両者の差は微少であるか

ら此の場合は $K_{(m)}$ の修正を行わないで第1段の値をそのまま $K_{(m)}$ の第1近似値とする。

第 2 近 似 値

第1段，

$$K_{s1}=-\frac{1}{d_{s1}^2}\{+w_{s1}+K_{(1)}(d_1-d_{17})+K_{(2)}(d_4-d_2)+K_{(02)}(d_{13}-d_5)+K_{(4)}(d_{16}-d_{14})$$

$$+K_1(d_1-d_2)+K_2(d_4-d_5)+K_5(d_{13}-d_{14})+K_6(d_{16}-d_{17})-(d_4^2+d_{14}^2)K_{s2}\}$$

$$=-\frac{1}{3969.2823}\{-459+(-3.91)\times 15.11+(-1.57)\times(-2.14)\times(-2.73)\times(-2.19)$$

$$+(1.78)\times(-10.73)+5.17\times 7.76+3.50\times(-0.49)+0.98\times(-12.57)+0.87\times 5.35$$

$$-1310.5987\times(-0.0365)\}=+0.1036$$ 同様に

$$K_{s2}=-\frac{1}{10618.8260}\Big\{+388+\underset{(2)}{1.57\times 27.17}+\underset{(3)}{1.29\times(-3.67)}+\underset{(4)}{(-1.78)\times(-27.27)}$$

$$+\underset{(0_1)}{(-1.88)\times 3.35}+\underset{②}{3.50\times(-0.49)}+\underset{③}{(-0.82)\times 1.45}+\underset{④}{2.76\times(-16.09)}$$

$$\underset{⑤}{+0.98\times 32.53}-1310.5987\times 0.1036\Big\}=-0.0299$$

$$K_1=-\frac{1}{3}\left\{-w_1+\left(\begin{array}{l}\text{三角形①の3頂点の点コリ}\\\text{レートの第1近似値の和}\end{array}\right)+(d_1-d_{17})(K_{s1}\text{の第2近似値})\right\}$$

$$=-\frac{1}{3}\times\{-8.0+(-3.91-1.57-1.88)+7.76\times 0.1036\}=+4.85$$

$$K_2=-\frac{1}{3}\{-4+(-1.57-2.73-1.88)+(-0.49)\times 0.1036-18.31\times(-0.0299)\}=+3.23$$

同様の方法で　$K_3=+0.02$　$K_4=+2.58$　$K_5=+1.89$　$K_6=+0.67$

$$K_{(01)}=-\frac{1}{(0_1)\text{の周囲の観測角の数}}\left\{-w_{(01)}+\left(\begin{array}{l}(0_1)\text{の周囲の三角形の角コリ}\\\text{レートの第2近似値の和}\end{array}\right)\right.$$

$$\left.+(d_6-d_{15})K_{s2}\right\}=-\frac{1}{4}\{-3.0+(+4.85+3.23+1.89+0.67)+3.35\times(-0.0299)\}$$

$$=-1.89$$

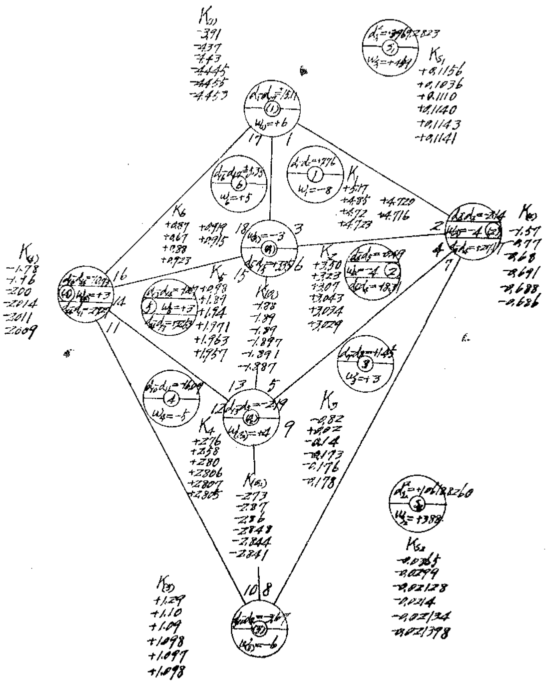
$$K_{(02)}=-\frac{1}{4}\{+4.0+(+3.23+0.02+2.58+1.89)-(-2.19)\times 0.1036\}=-2.89$$

$$K_{(1)}=-\frac{1}{3}\{+6.0+(+4.85+0.67)+15.11\times 0.1036\}=-4.37$$

同様の方法で　$K_{(2)}=-0.77$　$K_{(3)}=+1.10$　$K_{(4)}=-1.96$

第2段，　第1段で求めた $\sum_{(m)=(1)}^{(4)}K_{(m)}=-6.0$ は $\sum_{m=1}^{6}w_m-\left\{\sum_{(m)=(1)}^{(4)}w_{(m)}+\sum_{m=1}^{2}w_{(0m)}\right\}$ と等しいから第1段の $K_{(m)}$ をその儘第2近似値とする。計算の経過は第15図に示してある。

第 15 図



〔2〕 点，角及び辺の３条件の内で外周測点の点調整を同時に行わない場合

此の場合の補正値及び正規方程式は前記（24）式及び第9表から外周測点関係を省略すればよい。

補 正 値

交錯三角形内のもの

$V_4=K_2+d_4K_{s1}-d_4K_{s2}$,　　$V_{11}=K_4+d_{11}K_{s2}-d_{11}K_{s3}$,

$V_{28}=K_{10}+d_{28}K_{s3}-d_{28}K_{s2}$,　　$V_{34}=K_{12}+d_{34}K_{s2}-d_{34}K_{s1}$

V_5, V_6, V_{10}, V_{12}, V_{29}, V_{30}, V_{35}, V_{36}は(24)式と同じ。

交錯三角形外のもの

辺等式に関係のない角，………(24)式と同じ

辺等式に関係する角

$$V=\begin{pmatrix}\text{その角の属する三角}\\\text{形の角コリレート}\end{pmatrix}\pm d\times\begin{pmatrix}\text{その角が関係す}\\\text{る辺コリレート}\end{pmatrix}$$

例えば　$V_1=K_1+d_1K_{s1}$,　　$V_7=K_3+d_7K_{s2}$,　　$V_2=K_1-d_2K_{s1}$, ………

（24′）

第11表（コリレート正規方程式）

方程式		左辺																					右辺
		点コリレート			角コリレート														辺コリレート			閉合差	
種別	記号	$K_{(a_1)}$	$K_{(a_2)}$	$K_{(a_3)}$	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}	K_{14}	K_{S_1}	K_{S_2}	K_{S_3}	ω	辺
点方程式	(a_1)	5			1	1										1	1	1		d_5-d_{36}		$\omega_{(a_1)}$	0
	(a_2)		6			1	1	1						1	1	1			$d_{35}-d_6$			$\omega_{(a_2)}$	0
	(a_3)			7				1						1						$d_{29}-d_{12}$		$\omega_{(a_3)}$	0
角方程式	1	1			3														d_1-d_2			ω_1	0
	2	1	1																d_5-d_6	d_5-d_4		ω_2	0
	3		1																	d_7-d_8		ω_3	0
	4		1	1																$d_{11}-d_{12}$	$d_{10}-d_{11}$	ω_4	0
	5																				$d_{13}-d_{14}$	ω_5	0
	6																				$d_{16}-d_{17}$	ω_6	0
	7																				$d_{19}-d_{20}$	ω_7	0
	8																				$d_{22}-d_{23}$	ω_8	0
	9																				$d_{25}-d_{26}$	ω_9	0
	10		1	1																$d_{28}-d_{29}$	$d_{29}-d_{30}$	ω_{10}	0
	11		1																	$d_{31}-d_{32}$		ω_{11}	0
	12	1	1																$d_{33}-d_{34}$	$d_{35}-d_{36}$		ω_{12}	0
	13	1																	$d_{37}-d_{38}$			ω_{13}	0
	14	1																3	$d_{40}-d_{41}$			ω_{14}	0
辺方程式	S_1		$d_{35}-d_6$		d_1-d_2	d_5-d_6										$d_{35}-d_{36}$	$d_{37}-d_{38}$	$d_{40}-d_{41}$	$d_{S_1}^2$	$-(d_4^2+d_{36}^2)$		ω_{S_1}	0
	S_2	d_5-d_{36}		$d_{29}-d_{12}$		d_5-d_4	d_7-d_8	$d_{11}-d_{12}$						$d_{28}-d_{29}$	$d_{31}-d_{32}$	$d_{35}-d_{36}$			$-(d_5^2+d_{36}^2)$	$d_{S_2}^2$	$-(d_{11}^2+d_{29}^2)$	ω_{S_2}	0
	S_3		d_5-d_{30}					$d_{10}-d_{11}$	$d_{13}-d_{14}$	$d_{16}-d_{17}$	$d_{19}-d_{20}$	$d_{22}-d_{23}$	$d_{25}-d_{26}$	$d_{29}-d_{30}$						$-(d_{11}^2+d_{29}^2)$	$d_{S_3}^2$	ω_{S_3}	0

コリレートの計算法

此の場合はコリレート正規方程式を各基本方程式群に分解すると第12表の様になる。

第12表

方程式		左辺								右辺
種別	記号	$K_{(a_1)}$	K_1	K_2	K_{12}	K_{13}	K_{14}	K_{S_1}	閉合差項 ω	辺
点方程式	(a_1)	5	1	1	1	1	1		$\overline{w}_{(a_1)}$	0
角方程式	1	1	3					d_1-d_2	ω_1	0
	2	1		3				d_5-d_6	$\overline{w}_2$	0
	12	1			3			$d_{33}-d_{34}$	$\overline{w}_{12}$	0
	13	1				3		$d_{37}-d_{38}$	ω_{13}	0
	14	1					3	$d_{40}-d_{41}$	ω_{14}	0
辺方程式	S_1		d_1-d_2	d_5-d_6	$d_{35}-d_{36}$	$d_{37}-d_{38}$	$d_{40}-d_{41}$	$d_{S_1}^2$	$\overline{w}_{S_1}$	0

$\overline{w}_{(a_1)}=(d_5-d_{36})K_{S_2}+\omega_{(a_1)}$

$\overline{w}_2=K_{(a_2)}+(d_5-d_4)K_{S_2}+\omega_2$

$\overline{w}_{12}=(d_{35}-d_{36})K_{S_2}+K_{(a_2)}+\omega_{12}$

$\overline{w}_{S_1}=(d_{35}-d_6)K_{(a_2)}-(d_4^2+d_{36}^2)K_{S_2}+\omega_{S_1}$

方程式		左辺									右辺
種別	記号	$K_{(a_2)}$	K_2	K_3	K_4	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{S_2}	閉合差項 ω	辺
点方程式	(a_2)	6	1	1	1	1	1	1		$\overline{w}_{(a_2)}$	0
角方程式	2	1	3						d_5-d_4	$\overline{w}_2'$	0
	3	1		3					d_7-d_8	ω_3	0
	4	1			3				$d_{11}-d_{12}$	$\overline{w}_4$	0
	10	1				3			$d_{28}-d_{29}$	$\overline{w}_{10}$	0
	11	1					3		$d_{31}-d_{32}$	ω_{11}	0
	12	1						3	$d_{35}-d_{36}$	$\overline{w}_{12}'$	0
辺方程式	S_2		d_5-d_4	d_7-d_8	$d_{11}-d_{12}$	$d_{28}-d_{29}$	$d_{31}-d_{32}$	$d_{35}-d_{36}$	$d_{S_2}^2$	$\overline{w}_{S_2}$	0

$\overline{w}_{(a_2)}=(d_{35}-d_6)K_{S_1}+(d_5-d_{30})K_{S_3}+\omega_{(a_2)}$

$\overline{w}_2'=K_{(a_1)}+(d_4-d_6)K_{S_1}+\omega_2$

$\overline{w}_4=K_{(a_3)}+(d_{10}-d_{11})K_{S_3}+\omega_4$

$\overline{w}_{10}=K_{(a_3)}+(d_{29}-d_{30})K_{S_3}+\omega_{10}$

$\overline{w}_{12}'=K_{(a_1)}+(d_{33}-d_{34})K_{S_1}+\omega_{12}$

$\overline{w}_{S_2}=(d_5-d_{36})K_{(a_1)}+(d_{29}-d_{12})K_{(a_3)}-(d_5^2+d_{36}^2)K_{S_1}-(d_{11}^2+d_{29}^2)K_{S_3}+\omega_{S_2}$

方程式		左辺										右辺
種別	記号	$K_{(a_3)}$	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{S_3}	閉合差項 ω	辺
点方程式	(a_3)	7	1	1	1	1	1	1	1		$\overline{w}_{(a_3)}$	0
角方程式	4	1	3							$d_{10}-d_{11}$	$\overline{w}_4'$	0
	5	1		3						$d_{13}-d_{14}$	ω_5	0
	6	1			3					$d_{16}-d_{17}$	ω_6	0
	7	1				3				$d_{19}-d_{20}$	ω_7	0
	8	1					3			$d_{22}-d_{23}$	ω_8	0
	9	1						3		$d_{25}-d_{26}$	ω_9	0
	10	1							3	$d_{29}-d_{30}$	$\overline{w}_{10}'$	0
辺方程式	S_3		$d_{10}-d_{11}$	$d_{13}-d_{14}$	$d_{16}-d_{17}$	$d_{19}-d_{20}$	$d_{22}-d_{23}$	$d_{25}-d_{26}$	$d_{29}-d_{30}$	$d_{S_3}^2$	$\overline{w}_{S_3}$	0

$\overline{w}_{(a_3)}=(d_{29}-d_{12})K_{S_2}+\omega_{(a_3)}$

$\overline{w}_4'=K_{(a_2)}+(d_{11}-d_{12})K_{S_2}+\omega_4$

$\overline{w}_{10}'=(d_{28}-d_{29})K_{S_2}+\omega_{10}$

$\overline{w}_{S_3}=(d_5-d_{30})K_{(a_2)}-(d_{11}^2+d_{29}^2)K_{S_2}+\omega_{S_3}$

第12表の方程式群に前記基本三角網の（7′）及び（8）式を適用すると次の様になる。

K_s,　((7′)を適用)

(0$_1$)三角網より

$$K_{s1}=\frac{K_{(01)}\{(d_1-d_2)+(d_4-d_6)+(d_{35}-d_{34})+(d_{37}-d_{38})+(d_{40}-d_{41})\}+\{(d_1-d_2)w_1}{3d^2{}_{s1}-\{(d_1-d_2)^2+(d_4-d_6)^2+(d_{35}-d_{34})^2}\rightarrow$$

$$\rightarrow\frac{+(d_4-d_6)W_2+(d_{35}-d_{34})W_{12}+(d_{37}-d_{38})w_{13}+(d_{40}-d_{41})w_{14}\}-3W_{s1}}{+(d_{37}-d_{38})^2+(d_{40}-d_{41})^2\}}$$

(0$_2$)三角網より

$$K_{s2}=\frac{K_{(02)}\{(d_5-d_4)+(d_7-d_8)+(d_{11}-d_{12})+(d_{29}-d_{28})+(d_{31}-d_{32})+(d_{34}-d_{36})\}}{3d^2{}_{s2}-\{(d_5-d_4)^2+(d_7-d_8)^2+(d_{11}-d_{12})^2}\rightarrow$$

$$\rightarrow\frac{+\{(d_5-d_4)W_2'+(d_7-d_8)w_3+(d_{11}-d_{12})W_4+(d_{29}-d_{28})W_{10}+(d_{31}-d_{32})w_{11}}{+d_{29}-d_{28})^2+(d_{31}-d_{32})^2+(d_{34}-d_{36})^2\}}\rightarrow$$

$$\rightarrow\frac{+(d_{34}-d_{36})W_{12}'\}-3W_{s2}}{}$$

(0$_3$)三角網より

$$K_{s3}=\frac{K_{(03)}\{(d_{10}-d_{11})+(d_{13}-d_{14})+(d_{16}-d_{17})+(d_{19}-d_{20})+(d_{22}-d_{23})+(d_{25}-d_{26})}{3d^2{}_{s3}-\{(d_{10}}\rightarrow$$

$$\rightarrow\frac{+(d_{28}-d_{30})\}+\{(d_{10}-d_{11})W_4'+(d_{13}-d_{14})w_5+(d_{16}-d_{17})w_6+(d_{19}-d_{20})w_7}{-d_{11})^2+(d_{13}-d_{14})^2+(d_{16}-d_{17})^2+(d_{19}-d_{20})^2+(d_{22}-d_{23})^2+(d_{25}-d_{26})^2}\rightarrow$$

$$\rightarrow\frac{+(d_{22}-d_{23})w_8+(d_{25}-d_{26})w_9+(d_{28}-d_{30})W_{10}'\}-3W_{s3}}{+(d_{28}-d_{30})^2\}}$$

$K_{(0)}$,　((8)式を適用)

(0$_1$)三角網より

$$K_{(01)}=\frac{1}{2\times5}\Big[\{(d_1-d_2)+(d_4-d_6)+(d_{35}-d_{34})+(d_{37}-d_{38})+(d_{40}-d_{41})\}K_{s1}$$
$$+(w_1+W_2+W_{12}+w_{13}+w_{14})-3W_{(01)}\Big]$$

(0$_2$)三角網より

$$K_{(02)}=\frac{1}{2\times6}\Big[\{(d_5-d_4)+(d_7-d_8)+(d_{11}-d_{12})+(d_{29}-d_{28})+(d_{34}-d_{36})\}K_{s2}$$
$$+(W_2'+w_3+W_4+w_{11}+W'_{12})-3W_{(02)}\Big]$$

(0$_3$)三角網より

$$K_{(03)}=\frac{1}{2\times7}\Big[\{(d_{10}-d_{11})+(d_{13}-d_{14})+(d_{16}-d_{17})+(d_{19}-d_{20})+(d_{22}-d_{23})+(d_{25}-d_{26})$$
$$+(d_{28}-d_{30})\}K_{s3}+(W_4'+w_5+w_6+w_7+w_8+w_9+W'_{10})-3W_{(03)}\Big]$$

即ち第14図の様な場合は，コリレートは20箇も存在する為に同時解法は複雑となるが，以上の様に各基本三角網に分離して，その各々に基本三角網の K_s 及び $K_{(0)}$ を求める式を適用

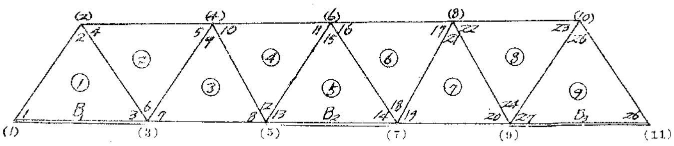
すれば，一挙に点及び辺コリレートだけに減少し，且つ式及びコリレートを K_{S1}～K_{S3}，$K_{(01)}$～$K_{(03)}$ の順に配列すれば，次の様にコリレートの係数は左肩からの対角線係数を軸として対称になるから，この式の作製ならびに検算上にも便利である。

方程式	左			辺				右辺
	K_{S1}	K_{S2}	K_{S3}	$K_{(01)}$	$K_{(02)}$	$K_{(03)}$	既知辺	
K_{S1}式	**A**	G	H	I	J	K	α_{S1}	0
K_{S2}式	G	**B**	L	M	N	O	α_{S2}	0
K_{S3}式	H	L	**C**	P	Q	R	α_{S3}	0
$K_{(01)}$式	I	M	P	**D**	S	T	$\alpha_{(01)}$	0
$K_{(02)}$式	J	N	Q	S	**E**	U	$\alpha_{(02)}$	0
$K_{(03)}$式	K	O	R	T	U	**F**	$\alpha_{(03)}$	0

A，B，……T，Uはコリレートの係数で既知数

単列三角網が連続する場合は左表の太線内は削除される。

計算例，その8（単列三角網が交錯して連続する場合）



$B_1 \sim B_2$ 間

観測角

$l_1 = 37°-51'-12''$　　$\log\sin l_1 = 9.7879153$　　$d_1 = 27.08$　　$d_1^2 = 733.3264$
$l_2 = 100°-29'-39''$　　$\log\sin l_2 = 9.9926743$　　$d_2 = -3.90$　　$d_2^2 = 15.2100$
$l_3 = 41°-39'-15''$
$180°-0'-6''$　　$w_1 = +6.0''$

$l_4 = 42°-28'-23''$　　$\log\sin l_4 = 9.8294604$　　$d_4 = 22.98$　　$d_4^2 = 528.0804$
$l_5 = 46°-42'-\ 7''$　　$\log\sin l_5 = 9.8620097$　　$d_5 = 19.83$　　$d_5^2 = 393.2289$
$l_6 = 90°-49'-34''$
$180°-0'-4''$　　$w_2 = +4''$

$l_7 = 49°-16'-52''$　　$\log\sin l_7 = 9.8796230$　　$d_7 = 18.13$　　$d_7^2 = 328.6969$
$l_8 = 42°-38'-55''$　　$\log\sin l_8 = 9.8309095$　　$d_8 = 22.87$　　$d_8^2 = 523.0369$
$l_9 = 88°-\ 4'-16''$
$180°-0'-3''$　　$w_3 = +3.0''$

$l_{10} = 40°-40'-20''$　　$\log\sin l_{10} = 9.8140682$　　$d_{10} = 24.50$　　$d_{10}^2 = 600.2500$
$l_{11} = 36°-32'-19''$　　$\log\sin l_{11} = 9.7747828$　　$d_{11} = 28.42$　　$d_{11}^2 = 807.6964$
$l_{12} = 102°-47'-16''$
$179°-57'-55''$　　$w_4 = -5''$

$l_{13} = 34°-52'-33''$
$l_{14} = 42°-42'-40''$　　$\log\sin l_{14} = 9.8314232$　　$d_{14} = 22.80$　　$d_{14}^2 = 519.8400$
$l_{15} = 102°-24'-43''$　　$\log\sin l_{15} = 9.9877290$　　$d_{15} = -4.63$　　$d_{15}^2 = 21.4369$
$179°-59'-56''$　　$w_5 = -4''$

$B_1 = 159.462^m$　　$\log B_1 = 2.2026572$
$B_2 = 162.878^m$　　$\log B_2 = 2.2118625$
$w_{S1} = -2089$　　$d_{S1}^2 = 4470.8028$

$d_1-d_2=+30.98$	$(d_1-d_2)^2=959.7604$	$(d_1-d_2)w_1=+185.88$
$d_4-d_5=+3.15$	$(d_4-d_5)^2=9.9225$	$(d_4-d_5)w_2=+12.60$
$d_7-d_8=-4.74$	$(d_7-d_8)^2=22.4676$	$(d_7-d_8)w_3=-14.22$
$d_{10}-d_{11}=-3.92$	$(d_{10}-d_{11})^2=15.3664$	$(d_{10}-d_{11})w_4=+19.60$
$d_{15}-d_{14}=-27.43$	$(d_{15}-d_{14})^2=752.4049$	$(d_{15}-d_{14})W_5=-955.3869K_{s2}+313.58$
	$\Sigma=1757.9218$	$\Sigma=-955.3869K_{s2}+313.58$

$B_2 \sim B_3$ 間

$l_{13}=\ 34°-52'-33''$		$\log\sin l_{13}=9.7572441$	$d_{13}=\ 30.20$	$d_{13}^2=912.0440$
$l_{14}=\ 42°-42'-40''$		$\log\sin l_{15}=9.9897290$	$d_{15}=-4.63$	$d_{15}^2=\ 21.4369$
$l_{15}=102°-24'-43''$				
$179°-59'-56''$	$w_5=-4''$			
$l_{16}=\ 40°-\ 5'-40''$		$\log\sin l_{16}=9.8089192$	$d_{16}=25.00$	$d_{16}^2=625.0000$
$l_{17}=\ 37°-50'-30''$		$\log\sin l_{17}=9.7878015$	$d_{17}=27.10$	$d_{17}^2=734.4100$
$l_{18}=102°-\ 3'-48''$				
$179°-59'-58''$	$w_6=-2''$			
$l_{19}=\ 42°-\ 5'-19''$		$\log\sin l_{19}=9.8262557$	$d_{19}=23.30$	$d_{19}^2=542.8900$
$l_{20}=\ 39°-17'-53''$		$\log\sin l_{20}=9.8016469$	$d_{20}=25.70$	$d_{20}^2=661.5184$
$l_{21}=\ 98°-36'-42''$				
$179°-59'-54''$	$w_7=-6''$			
$l_{22}=\ 38°-43'-32''$		$\log\sin l_{22}=9.7962903$	$d_{22}=26.27$	$d_{22}^2=690.1129$
$l_{23}=\ 45°-45'-\ 5''$		$\log\sin l_{23}=9.8551064$	$d_{23}=20.52$	$d_{23}^2=421.0704$
$l_{24}=\ 95°-31'-28''$				
$180°-\ 0'-\ 5''$	$w_8=+5''$			
$l_{25}=\ 92°-57'-\ 5''$		$\log\sin l_{25}=9.9994236$	$d_{25}=-1.08$	$d_{25}^2=1.1664$
$l_{26}=\ 41°-\ 8'-32''$		$\log\sin l_{26}=9.8181799$	$d_{26}=\ 24.10$	$d_{26}^2=580.8100$
$l_{27}=\ 45°-54'-15''$				
$179°-59'-52''$	$w_9=-8''$			
$B_2=162.878''$		$\log B_2=2.2118625$		
$B_3=140.521^m$		$\log B_3=2.1477413$		
		$w_{s2}=-2096$		$d_{s2}^2=5190.4550$

$d_{13}-d_{15}=+34.83$	$(d_{13}-d_{15})^2=1213.1289$	$(d_{13}-d_{15})W'_5=-955.3869K_{s1}-139.32$
$d_{16}-d_{17}=-2.10$	$(d_{16}-d_{17})^2=4.4100$	$(d_{16}-d_{17})w_6=+4.20$
$d_{19}-d_{20}=2.42$	$(d_{19}-d_{20})^2=5.8564$	$(d_{19}-d_{20})w_7=+14.52$
$d_{22}-d_{23}=+5.75$	$(d_{22}-d_{23})^2=33.0625$	$(d_{22}-d_{23})w_8=+28.75$
$d_{25}-d_{26}=-25.18$	$(d_{25}-d_{26})^2=634.0324$	$(d_{25}-d_{26})w_9=+201.44$
	$\Sigma=1890.4902$	$\Sigma=-955.3869K_{s1}+109.5900$

$$W_{s1}=w_{s1}-d_{15}^2K_{s2}=-2089.00-21.4369K_{s2}$$

$$W_{s2}=w_{s2}-d_{15}^2K_{s2}=-2096.0000-21.4369K_{s2}$$

第17表（正規方程式）

方程式 種別	記号	左辺 角コリレート K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	辺コリレート K_{s1}	K_{s2}	w	右辺
角方程式	1	3									d_1-d_2		w_1	0
	2										d_4-d_5		w_2	0
	3										d_7-d_8		w_3	0
	4										$d_{10}-d_{11}$		w_4	0
	5										$d_{15}-d_{14}$	$d_{13}-d_{15}$	w_5	0
	6											$d_{16}-d_{17}$	w_6	0
	7											$d_{19}-d_{20}$	w_7	0
	8											$d_{22}-d_{23}$	w_8	0
	9									3		$d_{25}-d_{26}$	w_9	0
辺程方式	S_1	d_1-d_2	d_4-d_5	d_7-d_8	$d_{10}-d_{11}$	$d_{15}-d_{14}$					d_{s1}^2	$-d_{15}^2$	w_{s1}	0
	S_2					$d_{13}-d_{15}$	$d_{16}-d_{17}$	$d_{19}-d_{20}$	$d_{22}-d_{23}$	$d_{25}-d_{26}$	$-d_{15}^2$	d_{s2}^2	w_{s2}	0

$w_m=(l_{3m-2}+l_{3m-1}+l_{3m})-180^\circ$　（但し $m=1,2,\cdots\cdots 9$,）

$w_{s1}=(\log B_1-\log B_2)+\left(\sum_{m=1}^{5}\log\sin l_{3m-2}+\log\sin l_{15}\right)-\left(\sum_{m=1}^{5}\log\sin l_{3m-1}\right)$

$w_{s2}=(\log B_2-\log B_3)+\sum_{m=5}^{9}\log\sin l_{3m-2}-\left(\sum_{m=6}^{9}\log\sin l_{3m-1}+\log\sin l_{15}\right)$

d_{15}^2＝共通基線B_2の対角のdの二乗

$d_{s1}^2=\sum_{m=1}^{4}(d_{3m-2}^2+d_{3m-1}^2)+d_{14}^2+d_{15}^2$,　　$d_{s2}^2=d_{13}^2+d_{15}^2+\sum_{m=6}^{9}(d_{3m-2}^2+d_{3m-1}^2)$

正規方程式を各基本三角網毎に分離

（基線B_1～B_2間）

方程式 種別	記号	左辺 K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_{s1}	w	右辺
角方程式	1	3					d_1-d_2	w_1	0
	2		3				d_4-d_5	w_2	0
	3			3			d_7-d_8	w_3	0
	4				3		$d_{10}-d_{11}$	w_4	0
	5					3	$d_{15}-d_{14}$	$\overline{w}_5$	0
辺方程式	S_1	d_1-d_2	d_4-d_5	d_7-d_8	$d_{10}-d_{11}$	$d_{15}-d_{14}$	d_{s1}^2	$\overline{w}_{s1}$	0

$\overline{w}_5=w_5+(d_{13}-d_{15})K_{s2}$

$\overline{w}_{s1}=w_{s1}-d_{15}^2K_{s2}$

（基線B_2～B_3間）

方程式 種別	記号	左辺 K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{s2}	w	右辺
角方程式	5	3					$d_{13}-d_{15}$	$\overline{w}_5'$	0
	6		3				$d_{16}-d_{17}$	w_6	0
	7			3			$d_{19}-d_{20}$	w_7	0
	8				3		$d_{22}-d_{23}$	w_8	0
	9					3	$d_{25}-d_{26}$	w_9	0
辺方程式	S_2	$d_{13}-d_{15}$	$d_{16}-d_{17}$	$d_{19}-d_{20}$	$d_{22}-d_{23}$	$d_{25}-d_{26}$	d_{s2}^2	$\overline{w}_{s2}$	0

$\overline{w}_5'=(d_{15}-d_{14})K_{s1}+w_5$

$\overline{w}_{s2}=w_{s2}-d_{15}^2K_{s1}$

2組の方程式群に（15）式を適用すると

$$K_{s1}=\frac{\{(d_1-d_2)w_1+(d_4-d_5)w_2+(d_7-d_8)w_3+(d_{10}-d_{11})w_4+(d_{15}-d_{14})W_5\}-3W_{s1}}{3d_{s1}{}^2-\{(d_1-d_2)^2+(d_4-d_5)^2+(d_7-d_8)^2+(d_{10}-d_{11})^2+(d_{15}-d_{14})^2\}}$$

$$=\frac{(+313.58-955.3869K_{s2})-3\times(-2089.00-21.4369K_{s2})}{3\times 4470.8028-1757.9128}$$

$$K_{s2}=\frac{\{(d_{13}-d_{15})W_5'+(d_{16}-d_{17})w_6+(d_{19}-d_{20})w_7+(d_{22}-d_{23})w_8+(d_{25}-d_{26})w_9\}-3W_{s2}}{3d^2{}_{s2}-\{(d_{13}-d_{15})^2+(d_{16}-d_{17})^2+(d_{19}-d_{20})^2+(d_{22}-d_{23})^2+(d_{25}-d_{26})^2\}}$$

$$=\frac{(-955.3869K_{s1}+109.59)-3\times-2096.00-21.4369K_{s1})}{3\times 5190.4550-1890.4902}$$

上の2式より　　$13.079K_{s1}+1.0K_{s2}-7.3850=0$

$+1.0K_{s1}+15.3532K_{s2}-7.1796=0$

これより　$K_{s1}=+0.53154$　　$K_{s2}=+0.43301$

従て　　$K_1=-\frac{1}{3}\{(d_1-d_2)K_{s1}+w_1\}=-\frac{1}{3}(30.98\times 0.53154+6.0)=-7.489$

同様の方法で　$K_2=-1.892$　　$K_4=+2.3612$　　$K_6=+0.9698$　　$K_7=+2.3493$

$K_8=-2.4966$　　$K_9=+6.3010$

$$K_5=-\frac{1}{3}\{(d_{15}-d_{14})K_{s1}+(d_{13}-d_{15})K_{s2}+w_2\}$$

$$=-\frac{1}{3}\{(-27.43)\times 0.53154+34.83\times 0.43301-4.0\}=+1.1662$$

補 正 値

交錯三角形内　$V_{13}=K_5+d_{13}K_{s2}=+1.1662+30.2\times0.43301=+14.24''$

$V_{14}=K_5-d_{14}K_{s1}=+1.1662-22.8\times0.53154=-10.95''$

$V_{15}=K_5+d_{15}K_{s1}-d_{15}K_{s2}=+1.1662+(-4.63)\times0.53154-(-4.63)\times0.43301=+0.71''$

交錯三角形以外

辺等式に関係ある角で

未知辺の対角は　$V_{3m-2}=K_m+d_{3m-2}K_{s1}$　(但し $m=1\sim4$) 及び　$V_{3m-2}=K_m+d_{3m-2}K_{s2}$

(但し $m=6\sim9$)　により　$V_1=+6.91''$　$V_4=+10.32''$　$V_7=+9.48''$　$V_{10}=+15.38''$

$V_{16}=+11.79''$　$V_{19}=+12.44''$　$V_{22}=+8.88''$　$V_{25}=+5.38''$

既知辺の対角は　$V_{3m-1}=K_m-d_{3m-1}K_{s1}$　(但し $m=1\sim4$)　及び　$V_{3m-1}=K_m-d_{3m-1}K_{s2}$

(但し $m=6\sim9$)　により $V_2=-5.42''$　$V_5=-12.43''$　$V_8=-12.32''$　$V_{11}=-12.74''$

$V_{17}=-10.76''$　$V_{20}=-8.79''$　$V_{23}=-11.38''$　$V_{26}=-4.13''$

辺等式に関係のない角は　$V_{3m}=K_m$　(但し $m=1\sim4,\ 6\sim9$)　により,　$V_3=-7.49''$

$V_6=-1.89''$　$V_9=-0.16''$　$V_{12}=+2.36''$　$V_{18}=+0.97''$　$V_{21}=+2.35''$

$V_{24}=-2.50''$　$V_{27}=+6.30''$

調 整 値

$M_1=37°-51'-18.91''$	$M_4=42°-28'-33.32''$	$M_7=49°-17'-1.48''$
$M_2=100°-29'-33.58''$	$M_5=46°-41'-54.57''$	$M_8=42°-38'-42.68''$
$M_3=41°-39'-7.51''$	$M_6=90°-49'-32.11''$	$M_9=88°-4'-15.84''$
$180°-0'-0''1$	$180°-0'-0''$	$180°-0'-0''$
$M_{10}=40°-40'-35.38''$	$M_{13}=34°-52'-47.24''$	$M_{16}=40°-5'-51.79''$
$M_{11}=36°-32'-6.26''$	$M_{14}=42°-42'-29.05''$	$M_{17}=37°-50'-19.24''$
$M_{12}=102°-47'-18.36''$	$M_{15}=102°-24'-43.71''$	$M_{18}=102°-3'-48.97''$
$180°-0'-0''$	$180°-0'-0''$	$180°-0'-0''$
$M_{19}=42°-5'-31.44''$	$M_{22}=38°-43'-40.88''$	$M_{25}=92°-57'-10.83''$
$M_{20}=39°-17'-44.21''$	$M_{23}=45°-44'-53.62''$	$M_{26}=41°-8'-27.87''$
$M_{21}=98°-36'-44.35''$	$M_{24}=95°-31'-25.50''$	$M_{27}=45°-54'-21.30''$
$180°-0'-0''$	$180°-0'-0''$	$180°-0'-0''$

$$r=\pm0.6745\sqrt{\frac{2165.6959}{11}}=\pm9.45''$$

IV 結　　び

以上は主として平面三角網を点，角及び辺の３条件を同時に満足するように調整する場合について説明し，之に附随して，３条件の内から外周測点の点条件を省略した場合について述べたもので要点は次の通りである。

基本三角網

〔1〕 点，角及び辺の3条件を同時に満足するように調整する場合

1） 基本三角網の各型式について，外周測点と各三角形，及び有心開多角形の中心点のコリレートに対するコリレート影響表図を作り，之からコリレートを求める式を作製した。このコリレート影響表図には各三角網とも，それぞれの特質があるから，その特質を利用すれば作製の途中の検算が容易であり，特に有心多角形は，その影響値には固有の規則正しい連鎖関係があるから機械的に求めることが出来る。なお，有心多角形及び単列三角網の影響値は，三角形が増すにつれて桁数が増し，コリレートを求める計算の手数が増加する傾きがあるので，之等の三角網については，一般の三角測量に用いられる範囲のものに対して，その有効数字の桁数を制限して簡単化した場合に，コリレート及び補正値等に及ぼす影響と，調整値が三角形閉合誤差に及ぼす影響とを検討した。

2） 交叉四辺形は，調整に用いる事の出来る角条件と辺条件の種類が多いため，その組合せによつては調整計算に難易があるので，之等を吟味して角条件の一つの組合せを提案し，この組合せによつて調整計算をした。

〔2〕 3条件の内から，外周測点の点条件を省略した場合

此の条件の場合は正規方程式が簡単となるので，之から直ちに基礎コリレートを求める式を導いた。この式を用いると，三角形の数が増しても計算の基礎的要素（即ち辺等式に関係する角の正弦対数とその表差及び三角形の閉合誤差の数）が増加するだけで，計算上の手続きに対する影響は比較的に少く，又この式は複合三角網の調整計算にも適用できる。

複合三角網

〔1〕 3条件を同時に満足するように調整する場合

此の場合のコリレートは繰返し計算によつて求めるが，収斂を早くするために，原則的には各近似値ともに手続きを2段に分けて行う。即ち第1段では，第1近似値を求めるには基本三角網のコリレート影響表図を利用し，第2近似値以上は所定の三角網にイテラチオン法を用い，第2段は各近似値ともに，三角網の特質を利用して，第1段で求めた外周測点の点コリレートの修正だけを行う。

〔2〕 3条件の内から，外周測点の点条件を省略した場合

三角網の基礎コリレートを求めるために，所定の三角網を基本三角網に分離し，それぞれに基本三角網の式を適用して調整する。

終りに本文作製にあたり参照した前記の各文献の著者に対し衷心より謝意を表す。