討　議

第29卷第9號　昭和18年9月

機械的圖上計算法による複合三角網の迅速且つ嚴密なる調整計算に就て

（第29卷第1號，第2號及び第3號所載）

正會員　太田誠一郎*

板倉忠三氏の三角測量に於ける複合三角網の機械的圖上計算を，此度土木學會誌上に於て再び興味深く拜見し，こゝに私見を述べて討議に代へたいと考へます。

板倉氏は三角網の調整について，從來の如く，最小自乘法により，その條件方程式を取扱ひ，これからコリレート方程式を誘導されました。而して，この式の數値等が對稱的に配列の出來る事に着目して，その配列の仕方に對し一種の法則とも云ふ可きものをあげ，之を機械的に配列表示して，コリレート式の求め方を極めて手際よく取扱つて居られる。なほこのコリレート式の計算に當つては，圖上に於て秩序正しく處理して，極めて煩雜とされて居る一般三角網の調整方法を直截簡明に取扱ひ得たと述べて居られた。

之に對して以下私見を述べると，第一に板倉氏のこの方法は漸近法である。調整計算に漸近法を應用した事に對しては，實に感服の外はないが，ただ部材の應力計算とは，その精度に於て雲泥の差のある三角測量では，板倉氏も述べられて居る樣に，相當回數の反覆計算を行ひ，その測量の目的に應じ，充分の精度が得られる樣注意す可きである。

次に複雜なる三角網の調整に關し，機械的に圖上計算を行ふ事は，一見整然として，その計算の運びが容易の樣に見えるが，板倉氏の如く，その方法を考へた人か，若しくは，常々三角網の調整に從事して居る人であれば，その方法を暗記して，計算を迅速且つ便利に取扱ひ得るかも知れませんが，一般に，時々三角網の調整計算に遭遇する人には，その操作順序を機械的に熟知するまでには，相當の日數を要するものと考へられます。從つて，反つて之は理論的に扱ひ，例へば，代數式を列べた計算表を別に作製して，順序を追つて計算を進める方が一般に理解され易いと考へられます。卽ち，例題として揭げた計算例 1 の第 I 型複合三角網に於て，測點調整を切り離した場合には，(4) 式からコリレート式は，

(1)	$3K_{(1)}+K_1+K_2+K_3=w_{(1)}$
(5)	$3K_{(5)}+K_4+K_5+K_6=w_{(5)}$
1.	$K_{(1)}+3K_1+d_1K_{s_1}=w_1$
2.	$K_{(1)}+3K_2+d_2K_{s_1}=w_2$
3.	$K_{(1)}+3K_3+d_3K_{s_1}=w_3$
4.	$K_{(5)}+3K_4+d_4K_{s_5}=w_4$
5.	$K_{(5)}+3K_5+d_5K_{s_5}=w_5$
6.	$K_{(5)}+3K_6+d_6K_{s_5}=w_6$

* 仙臺高等工業學校教授

S_1　$d_1K_1+d_2K_2+d_3K_3+d_{s_1}K_{s_1}=w_{s_1}$

S_5　$d_4K_4+d_5K_5+d_6K_6+d_{s_5}K_{s_5}=w_{s_5}$

が得られる。

第 1 段（邊方程式を考へずに）

第 1 値

1.　$3K_1 = w_1$　$\therefore\ K_1=$

2.　$3K_2 = w_2$　$K_2=$

3.　$3K_3 = w_3$　$K_3=$

4.　$3K_4 = w_4$　$K_4=$

5.　$3K_5 = w_5$　$K_5=$

6.　$3K_6 = w_6$　$K_6=$

(1)　$3K_{(1)} = w_{(1)}$　$K_{(1)}=$

(5)　$3K_{(5)} = w_{(5)}$　$K_{(5)}=$

以上の計算に必要な $w_1, w_2, \cdots, w_6$ 及び $w_{(1)}, w_{(5)}$ 等の値は，豫め表-3 の如く作製して，これを用ふる事は勿論である。

第 2 値

1.　$K_{(1)}+3K_1=w_1$　$\therefore\ K_1=$

2.　$K_{(1)}+3K_2=w_2$　$K_2=$

⋮

6.　$K_{(5)}+3K_6=w_6$　$K_6=$

(1)　$3K_{(1)}+K_1+K_2+K_3=w_{(1)}$　$K_{(1)}=$

(5)　$3K_{(5)}+K_4+K_5+K_6=w_{(5)}$　$K_{(5)}=$

第 3 値

第 3 値以下は第 2 値の時と同じ式を用ひ，次々と新しく求めた値を入れて計算を進める。

第 2 段（邊方程式を考へる）。

第 1 値

S_1　$d_1K_1+d_2K_2+d_3K_3+d_{s_1}K_{s_1}=w_{s_1}$　$\therefore\ K_{s_1}=$

S_5　$d_4K_4+d_5K_5+d_6K_6+d_{s_5}K_{s_5}=w_{s_5}$　$K_{s_5}=$

この計算に必要な $d_i, d_{s_1}, d_{s_5}, w_{s_1}$ 及び w_{s_5} 等の値も，矢張り表-3 の如く豫め作製して置く。

第 2 値

1.　$K_{(1)}+3K_1+d_1K_{s_1}=w_1$　$\therefore\ K_1=$

2.　$K_{(1)}+3K_2+d_2K_{s_1}=w_2$　$K_2=$

⋮

6.　$K_{(5)}+3K_6+d_6K_{s_5}=w_6$　$K_6=$

(1)　$3K_{(1)}+K_1+K_2+K_3=w_{(1)}$　$K_{(1)}=$

(5)　$3K_{(5)}+K_4+K_5+K_6=w_{(5)}$　$K_{(5)}=$

S_1　$d_1K_1+d_2K_2+d_3K_3+d_{s_1}K_{s_1}=w_{s_1}$　$K_{s_1}=$

S_5 ˙　$d_4K_4+d_5K_5+d_6K_6+d_{S5}K_{S5}=w_{S5}$　$K_{S5}=$

第 3 値

第 3 値以下は第 2 値の時と同じ計算式を用ひ，次々と新しく求めた値で，計算を繰り返す事になるから，第 2 値の時の計算用紙を用意して計算を進める。

又板倉氏は，コリレート方程式を對稱的作表法によつて，極めて簡單に求められ，その説明も微に入り細に亙つて居られるが，これに使用する d_l 及び d_s 等の値を求める方法については詳しく説明して居ない樣である。尤も，d_l, d_s 等の求め方は，一應その算式を各型の三角網について擧げてあるから，考へれば計算が出來ないわけではないが，この算式は測點，三角形及び各角の命名番號に關係するものであるから，先づ第一に，その番號の付け方を一通り説明され，これに關聯して，d_l, d_s 等を求める算式なり，法則なりを説明されたら良いと考へる。從つて，第 2 號の圖-11 から圖-70 までの三角網に於ても，角度の番號のつけ方を示し，さらに d_l, d_s 等を求める算式を附記されゝば，一般によく理解され易いと思はれる。

最後に，四邊形の問題であるが，四邊形のうち測點條件をも考慮したものは，漸近法に依ることゝし，測點條件を單獨に處理し，又は省略し得る場合には，板倉氏の考へられた如く，條件方程式の選び方が，K_1, K_2 及び K_3 のいづれも，K_s で表し得る樣に聯立方程式を作る時に注意すれば (6) 式，これを邊方程式に代入して，たゞ一回の計算で直ちにその結果が求められる。但し條件方程式の選び方によつては，計算の煩雜な K の聯立方程式となるから注意を要する。

以前，計算器のなかつた時代には，この四邊形でも，相當の時間を要し，且つ誤算もあり勝ちであつたかも知れぬが，今日の如く計算器を使用出來る時代には，あまり問題とすべき計算とは考へられません。反つて Chamber 對數表から，$\log\sin\theta$ 及び表差の $\varDelta$ 等を求め，これを整理し，作表するに大部分の時を費すものと考へる。

なほ，この際序に述べると，表-3 の如き諸表に於て，對數や計算等に不審のものが多少ある。之等の表は寫眞凸版と思はれるから，印刷の時の誤植でない筈であつて，多分表の作製の時の記入違ひかと推考されます。

以上要約するに，

1. 板倉氏の方法は漸近法を應用し，之にスケッチ式を併用したものと云へる。

2. コリレート方程式と云はれるものゝ機械的作表法は，その著想には充分の敬意を拂ふものでありますが，その中に示される d_l, d_s 等の求め方について，今少し詳しく説明されん事を希望致します。

3. 機械的圖上計算があまりに機械的である爲，之を一通り理解するのに容易でない樣に考へられます。反つて前記の如く，漸近法を理論的，代數的に順序よく整理して，計算を進めて行く方が理解し易く一般的ではありませんか。若し必要があれば，適宜スケッチ法を併用するとして。又比較的簡單な四邊形の調整には，實用上あまり重寶な方法とは考へられません。

4. この方法を一旦熟知して置けば，例へば，陸地測量部の一部の人の樣に，常にこの方面の仕事に從事する方には，極めて有效適切な，而も便利な方法で，誤算も容易に發見され，この方法の發表で如何程勞力を節減し得るか測り難いものがあり，この方面の仕事に裨益するものゝ大なるものある事と確信致します。而して第 2 號の終りに掲げた，各種の複合三角網のコリレート方程式表の作製の御努力に對しては，敬服の外はありません。

（昭. 18. 5. 8. 受付）