THE APPLICATION OF THEORY OF INFLUENCE EQUATIONS FOR THE ANALYSIS OF TALL BUILDING FRAMES.

(第 20 卷第 11 號所載)

准員 工學士 横 道 英 雄

筆者は嚮に著者の同樣な論文に就て討論する所がありましたが今回再びその機を得たのであります。

著者は本誌第 18 卷第 9 號に於て所謂 "influence equation" の根本原理に就き發表され，爾來數回に渉りてその應用に就き力說する所があつたが，その勞は大いに多とすべきも一面には大いに檢討すべき所も存する樣に思はれる。特に著者の題目たる "influence equation" そのものに就いては，該方程式は總ての架構に通用さるべき一般式ではなくして只單に "こう云ふ風に不要の未知量を消去すれば欲する未知量(例へば材端モーメント又は不靜定反力)のみを含むこう云ふ式となる‥‥" と云ふ手段の提唱にすぎず，その具體化されし式は架構の種類に依り形式を異にし，又その作製手段も場合々々に應じて特別の工夫を餘儀なくされると云ふ事がいへるのであります。又いかに特別の工夫をするとも山形，梯形及び弧形架構の如きものに對しては如何ともし難い。又所謂 "influence equation" を作る手段に於ても何等新味を見出し得ず，用ふる基本式は撓角撓度式であり用ふる條件或は節點方程式及び撓度方程式である。而して消去法に依りて最後に得べき "influence equation" には劃一的な規則正しき形式なく且つ動もすれば迅速と簡便をも缺き勝ちであるとすれば，何を以て著者が從來のいづれの方法も laborous であり numerous and simutaneous であり "is far from practical use" とさへ斷言し，獨り著者案のみ "simpler and most practical" と力說せらるるや理解に苦しむ處が多いのであります。次に今回の論文に就き少しく討議してみませう。

1. 高層架構に於ける垂直荷重

茲に於て著者は一近似計算法として架構の水平移動を無視すべき事を提唱してゐる。高層架構を取扱ふに際して先づ以て節點には水平移動生ぜずとして計算を進め第一の近似値を得んとする事は著者の論を俟つ迄もなく從來の定石であつて設計に際して何人も之を慣はしとしてゐると思はれる。それは扨置き次に著者は任意の一桁に荷重を乘せて近似的にその桁の兩材端曲能率を求め之を節點の廻りに分配し順次他の材端に傳導させて行つた。而して特に著者の力說する所は，かくする事に依りて或特定點に於ける曲能率の最大値を與ふべき荷重狀態を察知し得と云ふ事であつて Table 4 は或る 2 點に對する各位置の荷重の影響を示したものである。而して設計資料として Table 6 を提案してゐる。この Table 6 は大いに參考になるものであるが單にこの表を得る目的ならば色々な方法もある。或材端曲能率の最大値を與ふべき荷重狀態を知らんとするには著者案の如く，一々實際に荷重を動かして計算するの迂遠な方法をなすまでもなく次に述ぶる如き方法に依れば直ちに總べての點に就き夫々 M_{max} を與ふべき荷重狀態を知る事が出來る。

出來る丈け簡略に申述べるに，先づ架構には水平移動從つて撓度は生じないものとする。換言すれば垂直對稱荷重を最初に假定する。任意の材端曲能率は

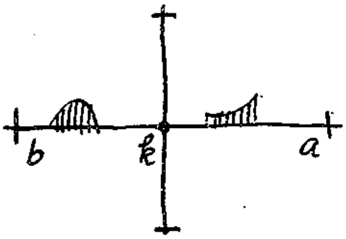
$$M_{ij}=\xi_{ij}(2\varphi_i+\varphi_j)-C_{ij} \quad \cdots\cdots(1)$$

で表される。ξ は I/l の事である。次に節點 k に於て

$$\tau_k = C_{ka} - C_{kb} = C_{k右} - C_{k左} \quad \cdots\cdots (2)$$

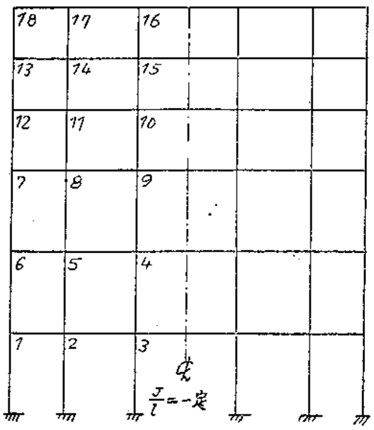
なる τ_k を規約します (第 1 圖)。C_{ka}, C_{kb} は撓角撓度式に於ける荷重項であつて普通用ひられるものであり，著者流に從ふと α 及び β であります。又この τ_k は k 點に於ける節點方程式の右邊に相當するものであつて，鷹部屋博士は剛率 ξ の一定なる而して垂直對稱荷重を受けし高層架構例へば第 2 圖の任意節點の撓角 φ_i と荷重項 τ_k との間に第 3 圖の如き關係がある事を發表された。*

第 1 圖

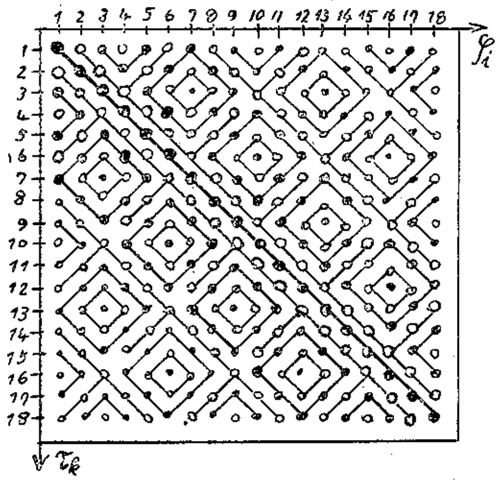


第 3 圖に於て黑星は τ_k の φ_i に及ぼす positive effect を示し，白星は同じく negative effect を示し，その星の大小はその影響の程度の大小を示すのである。同圖を見ると，黑星と白星とが交互に配列されてゐるのに氣が付くのであるが，之は實際に架構の力學的性質から云ふも首肯されるであらう。然るに τ_k は(2)式よりして $C_{k右}$ と $-C_{k左}$ の和であるから，τ_k が φ_i に對し positive effect を有する事は則ちその節點の右にある荷重は '+'，左にある荷重は '−' の effect を有する事となる。故に若し考へる點の撓角 φ_i に關して '+' 又は '−' の影響を與ふる荷重の位置に黑又は白の星印を，考へてゐる架構に實際に鉛筆にて印を附すれば非常に判り易い。

第 2 圖
任意對稱垂直荷重を受けるものとす



第 3 圖

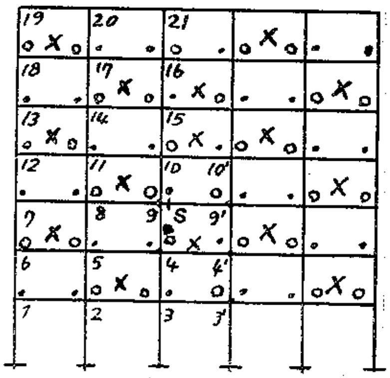


一例として原著の Fig. 5 の S 點に於ける M_{max} を求めるに，同圖を第 4 圖の如く示すときは $M_{99'}$ の最大値を求める事となる。

$$M_{99'} = \xi_{99'}(2\varphi_9 + \varphi_{9'}) - C_{99'}$$

然るに假定に依り垂直對稱荷重を受けし變形をなすものとするを以て $\varphi_9 = -\varphi_{9'}$ であるから(實際には必ずしもこの假定をとるに及ばぬが)，

第 4 圖 φ_9 の影響示圖



○ は $-|\varphi_9|$ を與ふ點を示す
● は $+|\varphi_9|$ を與ふ點 〃

* F. Takabeya: Analysis of Rectangular Building Frames and Contour Line Representation of Loading Effects, 北大紀要 Vol. 2, No. 4., 昭和 5 年 3 月.

$$M_{99'}=\xi_{99'}\times\varphi_9-C_{99'}$$

となるを以て，$M_{99'}$ の正及び負號の最大値は φ_9 の負及び正號の最大値である。然るに φ_9 に對する荷重の影響は上述の如く黒，白の星印が交互して配置せらるゝを以て第 4 圖の如くなるべく，從つて荷重の位置も自ら定るのであつて，例へば $-M_{max}$ を與ふべき荷重位置は圖中に × 印を附せる桁である。

而して各位置の影響の程度は考へる點 9 よりの距離に比例するを以て欲する精度に應じて適當數の荷重位置を採用すれば可である。既に荷重が定まりし後は最も簡易，迅速且つ正確の方法を以て M を計算し續いて他の諸量即ち直應力及び剪力等を求むれば可である。

以上に依つて或點の M_{max} を與へる荷重位置は容易に之を察する事が出來るのであつて，敢て著者案に依る迄もない。而も著者は，直接未知量として曲能率を用ひる爲，或既知曲能率を他へ分配，傳導するに際し徒らに未知量としての曲能率の數を増加せしめ，大いに複雜を來たしてゐるのは甚だ殘念である。寧ろ未知量としては撓角を用ひ，各節點毎に 1 個の未知量を取扱ひ，最初に近似値を計算して之を平均せしめて行く方法，即ち鷹部屋博士の提案せられし“撓角分配法”* に若くはない。同理論に就きてはこゝに詳論するの時間を有しないのであるが，その根本理論は“機械的作表法”より出でたものであつて，之を圖上に於て計算し得せしめ，以て實用的解法としての價値を益々發揮されたものである。

2. 高層架構にかける水平荷重

この問題に就き著者は近似解法として柱材に於ける虚點の位置を假定して各材端曲能率を求め，次に之を欲する程度迄補訂して行く方法を提唱して居られる。

かくの如く水平荷重を受けたる高層架構を解くに際して柱材に於ける虚點の位置を假定する事は從來幾多の文獻に依りて論議研究されある所であつて，今更こゝにその可否優劣を論ずべき限りでないと思はれる。只こゝに注意を喚起したい事は著者案が將來幾多の方法に比して必らずしも簡易迅速であると斷じ得ない事であつて，その例として申せば原著に於ける例題たる Fig. 20 と全く同一の例題に就き鷹部屋博士が北大紀要 Vol. 2, No. 4 (昭和 5 年 3 月) に於て博士の“機械的作表法”に依りて計算せられて居りますが，同文獻を見ますと逐似近似計算法に依り第 3 回目に於て殆ど眞値を與へ，その誤差最大 3% であつて著者計算値の誤差最大 16% に及べるに比較すれば上述の如く思はれるのであります。又それに費す勞力の問題も兩者比較すれば自ら明かであると存ずるのであります。

以上不備乍ら簡單に討議を申述べた次第であります。

---

* 鷹部屋福平：撓角分配法に依る高層ラーメンの實用解法，建築雜誌第 48 輯第 591 號，昭和 9 年 11 月.