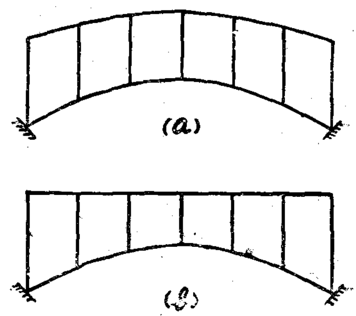
(16)　フイーレンデール型無鉸拱橋の解法　（20分）

九州大学　内　田　一　郎

圖-1（a）の如きフイーレンデール型無鉸拱橋を，節点間の拱肋を直線とみなして撓角法を用ひて解いたものである。未知数としては各節点の節点回轉角，各部材の部材回轉角及び支点の垂直反力，水平反力，モーメントを採る。各格間の上下弦材及び垂直材に依り構成される閉合四辺形に対して，各辺の部材の部材回轉に依る変位の水平成分及び垂直成分の和が夫々０であるといふ條件を適用すれば，各格間に於て上弦材の部材回轉角は下弦材の部材回轉角を以て表はす事が出來，又各垂直材の部材回轉角は下弦材の部材回轉角，中央の垂直材の部材回轉角及び水平垂直反力を以て表はす事が出來るといふ結果が出て來る。



即ち未知数としての部材回轉角は一格間に一つ，全垂直材に対して一つといふ事になる。かくの如く先ず未知数を減らして後，次の５種の條件を用いて彈性連立方程式を作製する。

（１）支点に集る部材の端モーメントと支点モーメントとの間の釣合。

（２）節点に集る各部材の端モーメントの間の釣合。

（３）橋の左半分に於ては，格間の右端の垂直切断面に於けるその断面より左方の力に対する釣合，又橋の右半分に於ては，格間の左端の垂直切断面に於けるその断面より右方の力に対する釣合。

（４）垂直材の上下両端の水平切断面に於ける剪断面と垂直材の端モーメントとの間の釣合。

（５）両支点は水平方向にも垂直方向にも移動しない。

かくして求めた彈性連立方程式は表示する事に依りその作製の煩雑を避ける事が出來る。圖-1（b）の如き上弦材が床組の時の様に水平な場合に対しては，上弦材の水平となす角度を０とする事に依り上に求めた彈性連立方程式をそのまゝ適用出來る。彈性連立方程式を解くには反復漸近法又は係数マトリックスを用いる方法に依る。

本研究に対しては文部省より科学研究費の補助を受けて居る。

---

(17)　曲ゲモーメント分配法による２方向板の解法について　（20分）

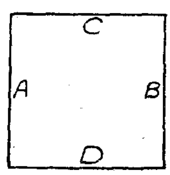
京都大学　成　岡　昌　夫

1.　モーメント分配法は 1932 年に H. Cross の提案したラーメンの新解法である。これは撓角法によつて撓角，撓度を未知数とする連立多元１次方程式を解く代りに，分割率，分割モーメント及び到達モーメントを用いて，曲ゲモーメント分布を反復計算によつて漸近的に求めんとするものであつて，この反復度数を多くすれば次第に正確値に近い値を得るものである。

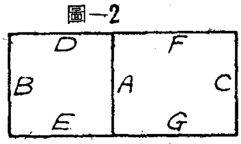
2.　１方向板の解法は過去において多数の学者が発表しており，著者もさきに撓角法による解法を提案したことがある。２方向板については従來あまり論じられていないようであるから，著者の誘導した撓角法公式を基にして板に応用すべきモーメント分配法を考究したものである。

3.　圖-1 において（ABCD），（ABC），（AC），（A）の各辺固定の場合の固定辺のモーメントを求め，これを固定端モーメントとする。又 C，D を單純支持としてAにモーメントが作用

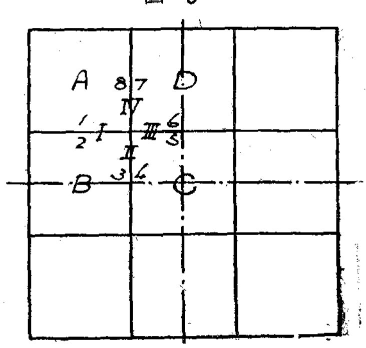
圖—1



圖—2



圖—3



した場合，Bを固定するに要するモーメント及びAあるいはBにモーメントの作用する場合，C,Dを固定するに要するモーメントを求める。これらが到達モーメントとなる。

次に 圖-2 において D,E,F,G を單純支持として B,C を固定することによつてラーメンの場合と同様に分割率が求められ，辺Aにおける固定端モーメントの差である固定モーメントに分割率を乗じて分割モーメントが得られる。

以上は全くラーメンと同様の考え方によるものであるが，板の場合には等分布荷重，満載の場合を例にとると $n=1,3,5,\cdots\cdots$ の場合について計算することを必要とするので計算はやゝ複雑となる。

4. 計算例　H. Marcus の解いたのと同一例題について考えよう。圖-3 は縦横3径間の方向板で等分布荷重満載とし，支持梁の曲ゲ剛サが無限大で從つて支持梁は撓まないものとし，又その振りは無視することにする。固定端モーメントを C，固定モーメントを M，分割モーメントを $\varDelta$，到達モーメントを Oにて表すこととする。この2方向板は対称であるから 1/4 のみを考えるとよい。Aについては2辺固定，B,Dについては3辺固定，Cについては4辺固定の場合の固定端モーメントを求め，これより $M_I=M_{IV}$，$M_{II}=M_{III}$ を求める。I の拘束解除により $\varDelta_1$，$\varDelta_2$ を求めこれより O_8, O_3 を計算する。次にIIにおいては$M_{II}=(C_3+O_3)-C_4$より $\varDelta_3$，$\varDelta_4$，同時に O_2, O_5 を求める。同様にしてIVに至り $M_{IV}=(C_7+O_7)-(C_8+O_8)$より $\varDelta_7$，$\varDelta_8$，O_6, O_1 を求めて第1次の拘束解除を終る。第2次の拘束解除においては第1次解除によつて生じた到達モーメントのみについて行えばよいわけである。以下同様にして計算を行うと固定モーメントは急激に減少するので適当なところで計算を打切るわけである。以上のようにしてラーメンの節点モーメントにあたる連続辺のモーメントが求められたわけで，板内部の撓み，モーメントは容易に求められる。

以上の計算は到達モーメント計算用補助紙で以つて板の図上にて行うのであつて，利点とするところはラーメンの場合と同様巧妙なる図上機械的計算にある。

---

(18)　モーメント分配法の擴張について　(20分)

九州大学　村　上　正

ラーメンの便利な計算法の一つに Cross のモーメント分配法がある。この Cross 法の応用範囲を円弧部材を含むラーメンへ拡張することを研究して，その可能なことを知つた。

1. 基本公式　一様断面（2次モーメント I）の円弧部材 AB に対して用うべき撓角法基本公式は(1)，

$$\left.\begin{aligned} M_{AB}&=2EK\{(k+1)\theta_A+k\theta_B-(2k+1)R\}+\lambda H+C_{AB}\\ M_{BA}&=2EK\{k\theta_A+(k+1)\theta_B-(2k+1)R\}-\lambda H+C_{BA}\end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots(1)$$

又，そのスパンCの変化 $\varDelta C$ は

$$2EK\,\varDelta C=2EK\lambda(\theta_A-\theta_B)-2\mu H+\lambda(C_{AB}-C_{BA})+2N/s\cdots\cdots\cdots(2)$$

こゝに，

E: 部材々料の彈性係数　　K: 部材剛度（I/s, s=弧 AB の軸長）

θ: 考ふる端の節点（廻轉）角　　R: 部材（廻轉）角

C, N: 荷重項（表として與へる）　　H: 水平反力

k, λ, μ: 円弧の寸法によつて決まる常数

2. モーメントの分配率と到達率　こゝに，節点 a で剛結された幾つかの円弧材と直線材がある。各部材の他端は固定され，荷重は働らかないものとする。節点 a にモーメントを加へて，撓角 θ を與えるとき，直線材 a—i の端モーメントは，

$$M_{ai}=4EK_{ai}\theta,\qquad M_{ia}=2EK_{ai}\theta$$

円弧材 a—s の端モーメントは，$\varDelta C=0$ の関係を考慮して計算すると，

$$M_{as}=2EK_{as}\left(1+k_{as}+\frac{\lambda^2{}_{as}}{2\mu_{as}}\right)\theta,\qquad M_{sa}=-2EK_{as}\left(\frac{\lambda^2{}_{as}}{2\mu_{as}}-k_{as}\right)\theta$$

これよりモーメントの分配率がわかる。即ち，

---

(1) 九州大学工学彙報第 22 巻第1号参照