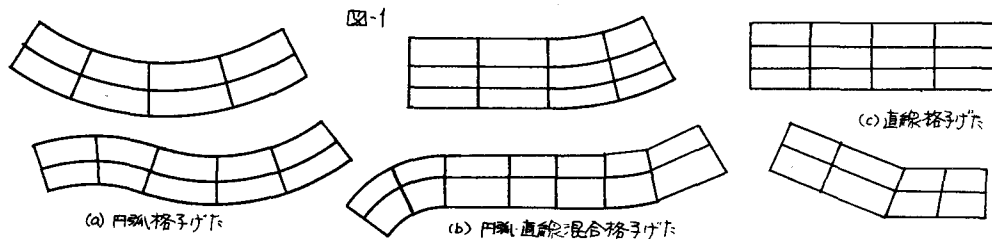


ここに言う円弧格子ゲタとは主ゲタが円弧部材で作られる格子、直線格子ゲタとは主ゲタが直線部材によって作られる格子である。これに対して、主ゲタが円弧部材と直線部材の併用によって作られる格子があるが、これも考慮することとし円弧直線混合格子と名付ける。このような格子は多種多様の形状をとる。図-1はその一例である。

本研究は、直線は円弧の特別な場合であるとの考えのもとに、変形法を用いて、これら3種類の格子の解析相互間の関係と明らかにするとともに、円弧格子の解法は簡単に操作で円弧直線混合格子、直線格子の解析に用いることが出来ることを示して、これら構造の解析法と統括し簡便化しようとするものである。なお、荷重は格子と合致面に直角な方向から作用するものとする。



1. 基本式 ここでは変形法を用いるが、円弧部材に適用される式は次のようになる^{*}。この式は、いわば、従来の直線部材に対して用いられてきた式と拡張改良した形のものであって、式中の記号は図-2に示す通りで、たわみ角と θ^r 、ねじり角と θ^t 、部材角を R として、 $2E\theta^r = \varphi^r$ 、 $2E\theta^t = \varphi^t$ 、 $-6ER = \psi$ としている。 C は荷重項である。

$$\left. \begin{aligned} M_{ab}^r &= K [R_1 \varphi_a^r + R_2 \varphi_b^r - \beta_1 \varphi_a^t - \beta_2 \varphi_b^t + C_2 \psi] + C_{ab}^r \\ M_{ba}^r &= K [R_2 \varphi_a^r + R_1 \varphi_b^r + \beta_2 \varphi_a^t + \beta_1 \varphi_b^t + C_2 \psi] + C_{ba}^r \end{aligned} \right\} (1)$$

$$\left. \begin{aligned} M_{ab}^t &= K [-\beta_1 \varphi_a^r + \beta_2 \varphi_b^r + \mathcal{D}_1 \varphi_a^t + \beta_3 \varphi_b^t + \mathcal{E}_2 \psi] + C_{ab}^t \\ M_{ba}^t &= K [-\beta_2 \varphi_a^r + \beta_1 \varphi_b^r + \beta_3 \varphi_a^t + \mathcal{D}_1 \varphi_b^t - \mathcal{E}_2 \psi] + C_{ba}^t \end{aligned} \right\} (2)$$

$$V_{ab} 2dr = V_{ba} 2dr = K [-C_1 (\varphi_a^r + \varphi_b^r) - \mathcal{E}_1 (\varphi_a^t - \varphi_b^t) - \mathcal{F} \psi] + C \quad (3)$$

式中の φ および ψ の係数は、部材の中心角 (2α) 、曲げおよび

ねじり剛度 $(EI, GJ; \frac{EI}{GJ} = \lambda)$ で表されるものであり、たとえ λ/R_1 は次の(4)のように表わされる。

$$R_1 = \frac{[2\alpha^2 \{ \alpha(1+\lambda) - (1-\lambda) \frac{\sin 2\alpha}{4} \} - \alpha \lambda \sin^2 2\alpha]}{2 \{ \alpha(1+\lambda) \{ \alpha^2(1+\lambda) - 2\lambda \sin^2 \alpha \} - (1-\lambda) \sin^2 \alpha \{ \alpha(1-\lambda) \cos^2 \alpha + \lambda \sin 2\alpha \} \}} \quad (4)$$

なお、これら係数の極限値と求めると、

$$\left. \begin{aligned} \lim_{\alpha \rightarrow 0} R_1 &= 2, \quad \lim_{\alpha \rightarrow 0} R_2 = 1, \quad \lim_{\alpha \rightarrow 0} \beta_1 = \lim_{\alpha \rightarrow 0} \beta_2 = 0, \quad \lim_{\alpha \rightarrow 0} C_1 = 3, \quad \lim_{\alpha \rightarrow 0} C_2 = 1, \\ \lim_{\alpha \rightarrow 0} \beta_3 &= -\frac{1}{2\lambda}, \quad \lim_{\alpha \rightarrow 0} \mathcal{D}_1 = \frac{1}{2\lambda}, \quad \lim_{\alpha \rightarrow 0} \mathcal{E}_1 = \lim_{\alpha \rightarrow 0} \mathcal{E}_2 = 0, \quad \lim_{\alpha \rightarrow 0} \mathcal{F} = 2 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

* 詳細は“円弧部材をもつ平面構造物のモーメント分配法” 山本宏, 土木学会論文報告集 No. 174, 1970-2

などとなって、式(1)、(2)、(3)は直線部材に対する周知の諸式に一致する。極限値と $\alpha=0$ のところ
にプロットすることとして、これら係数のグラフの一例を図3に示す。この図からもわかるように、
円弧部材に対してはその部材の α と λ に対する係数値を用い、直線部材の場合には $\alpha=0$ の係数値
を用いればよいのであって、円弧部材と直線部材の取り扱いとは非

常に簡単になるのである。すなわち、円弧の特別の場合が直線であるという幾何学的条件は、構造解析でも成立し、円弧部材の式
はその特別の場合として直線部材の式を含んでいるのである。

2. 円弧格子げたの解析 図-4(a)の円弧格子げたの解析につ
いて考察する。図-4(b)は格子の m 節点の近傍を取り出したもの
であるが釣合条件式、適合条件式は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} A_m \varphi_m^r + B_o \varphi_o^r + B_k \varphi_k^r + D_k \varphi_k^r + D_r \varphi_r^r + E_m \varphi_m^t - F_k \varphi_k^t + F_r \varphi_r^t \\ + G_k \varphi_{mk} + G_r \varphi_{mr} = \Delta_m \\ H_m \varphi_m^r - L_r \varphi_r^r + L_k \varphi_k^r + N_m \varphi_m^t + O_k \varphi_k^t + O_r \varphi_r^t + K_o \varphi_o^t \\ + K_k \varphi_k^t - P_i \varphi_{mi} + P_k \varphi_{mk} + K_o \varphi_{mo} + K_k \varphi_{mk} = \Upsilon_m \\ Q_m \varphi_m^r - R_k \varphi_k^r + R_r \varphi_r^r + S_m \varphi_m^t - T_k \varphi_k^t - T_r \varphi_r^t - V_k \varphi_k^t \\ + T_o \varphi_o^t - W_k \varphi_{mk} + W_o \varphi_{mo} - Y_k \varphi_{mk} + Y_r \varphi_{mr} = \delta_m \\ I_r \varphi_r + Y_a 2d_a \varphi_a - Y_d 2d_d \varphi_d = -6E(\delta_a - \delta_d) \end{aligned} \right\} (6)$$

上式中 φ および ψ の係数は先の式(1)、(2)、(3)に現われた
係数と K で表されるもので、次のような形をとる。 $\equiv$ は等
を示すわけ、

$$\left. \begin{aligned} A_m &= \frac{K_o}{2\lambda_o} + \frac{K_k}{2\lambda_k} + (K \cdot \lambda_i)_{mk} + (K \cdot \lambda_i)_{mr} \\ B_o &= \left(-\frac{K}{2\lambda}\right)_{mi} \\ D_i &= (K \cdot \lambda_i)_{mi} \\ E_m &= (K \cdot \beta_i)_{mr} - (K \cdot \beta_i)_{mk} \\ F_i &= (K \cdot \beta_2)_{mi} \\ G_i &= (K \cdot C_2)_{mi} \\ \Delta_m &= -(C_{mk}^r + C_{mr}^r) \\ N_m &= 2(K_o + K_k) + (K \cdot \beta_i)_{mk} + (K \cdot \beta_i)_{mr} \\ O_i &= (K \cdot \beta_2)_{mi} \\ P_i &= (K \cdot E_2)_{mi}, \quad \Upsilon_m = -(C_{mk}^t + C_{mr}^t + C_{mo}^t + C_{mh}^t) \quad \text{等である。} \end{aligned} \right\} (7)$$

なお、 δ_a, δ_d はそれぞれ a, d 点の垂直変位、 $Y_a, 2d_a$ は部材 a の半径と中心角を示す。この式を
もとにして作った図-4の格子の Stiffness Matrix が次の式(8)である。ただし、節点番号と部材番
号は図-4(a)の番号でつける。この Matrix をみると element の並び方に規則性があることがわかる。
したがって、この規則を電子計算機に記憶させておけば、element の計算を含めて Matrix そのもの
を電子計算機に作らせることが可能である。しかも input data は簡単なものであらし、計算は迅
速に進められる。

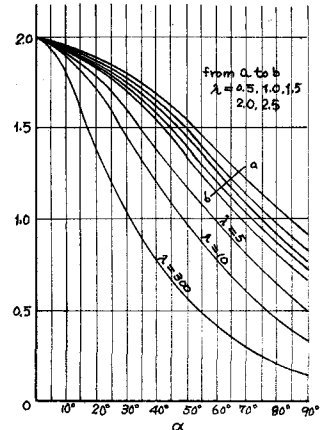


図-3. λ_i

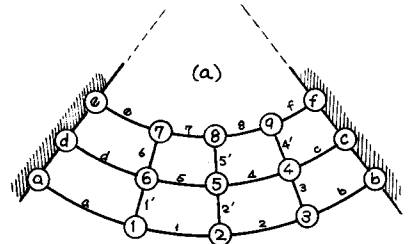
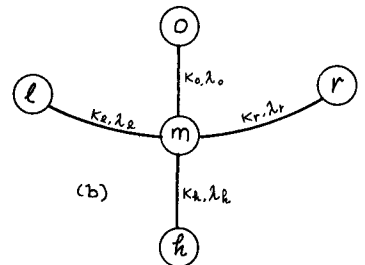
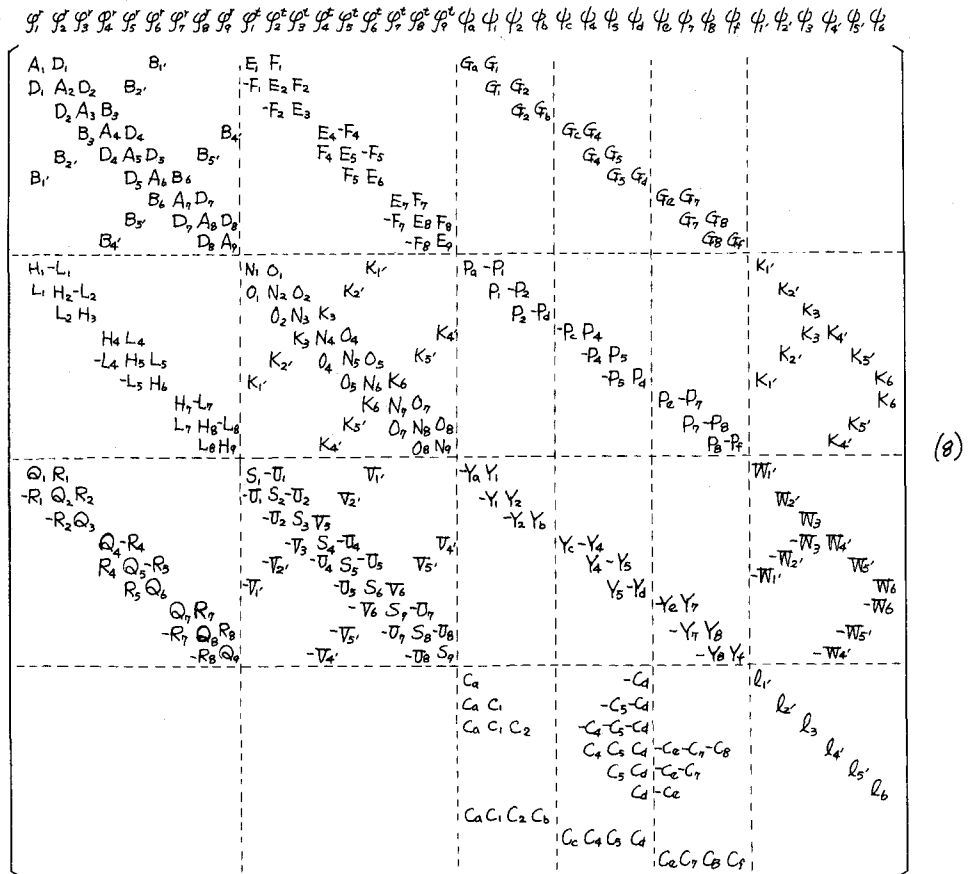


図-4





なお、elementの計算は式(7)に示したようにして求めることができるが、この時、

(a) 円弧部材の α と ϵ による係数を用いて計算すればよいのである。

(b) ただし、一部直線部材と主ゲタ中に有する円弧直線混合格子の場合には、その直線部材に対しては $\alpha=0$ の係数値を使用すればよい。

(c) さらに、全部材について $\alpha=0$ の係数値を用いれば、直線格子のMatrixと得ることができる。

このように、円弧格子ゲタのStiffness Matrixは円弧直線混合格子ならぬに直線格子ゲタのStiffness Matrixを含んでいるわけであって、相互の関連は $\alpha=0$ の係数値もどのように用いられるかにかかっている。この場合の要領は上記の(a),(b),(c)に示すように操作は簡単である。いいかえれば各種の格子の解析はこのように総括、集大成されるのであって、数多い多種多様の形状の格子の取り扱いも非常に簡便化されるのである。

ただ、ここには図4(a)のような直交格子について述べたが、S字型(図-1)、バタ型、斜交格子等々も同様に考へることができる。むしろ、斜交型の一般任意形状の格子の特別の場合として、ここに述べたような形状の直交格子のMatrixが誘導されるのである。