

論 說 報 告

第 20 卷 第 0 號 昭和 9 年 6 月

特 殊 架 構 論

第 2 編 梯 形 架 構

准 員 工 學 士 横 道 英 雄*

Treatise on the Special Beams (Part II)

By Hideo Yokomiti, C. E., Assoc. Member.

内 容 梗 概

本編は第 1 編 (第 20 卷第 2 號所載) の續編にして、所謂特殊架構即ち山形、梯形、弧形の 3 架構の中梯形架構に就て論じたものである。

梯形架構の解法は、根本表式として撓角撓度式を用ひ條件式として節點方程式、層方程式、斜材方程式及び徑方程式を用ふ。この中後の 2 式は著者の新たに導いたものであつて、徑方程式に就ては既に第 1 編に於て述べし所である。又これ等の條件式を用ふるに當り著者は機械的作表法の應用を可能ならしめたものである。

| 目 次 | 頁 |
|--------------------|----|
| 第 2 編 梯形架構 | 1 |
| 1. 基本表式 | 2 |
| 2. 固定脚單層梯形架構 | 8 |
| 3. 鉸脚單層梯形架構 | 13 |
| 4. 高層多徑間梯形架構 | 15 |
| 5. 作表例 | 15 |

第 2 編 梯 形 架 構

吾人は第 1 編に於て山形架構に對する解法を見たのであるが、梯形架構に對しても原則としてはこれと同様である。即ち撓角撓度式の適用に依りて、未知量は撓角 (本論にては $-2E$ 倍せるものを φ とした) 及び撓度 (その $-6E$ 倍を μ とする) であつて、その數量に等しい丈の條件式を作るのである。撓度に關してはその架構の幾何學的關係よりして、その數量を著しく減ぜしむる事後述の如くであるが、しかしかくするも山形架構に比すれば、各徑間毎に 1 個づゝ餘計に存在する事になり、從て新たに斜材方程式を導いたのである。

未知量の數と條件式の數とが同一なる以上問題は解決したのであるが、その實際的な手段として機械的作表法を用ひた。徑間の數及び層の數の多い場合にはこれに若くものはないと思はれるのである。著者の本論を得たのは實に、鷹部屋博士御提案の機械的作表法を矩形架構より特殊架構にまで應用擴張せんとする意圖より出でしものである。尙ほ又單層單徑間の如き簡單なものに對しては、3 曲能率式を應用し、これと基本條件式と結合して一般公式を導き得るもこの事に就ては出來れば後編に述べたいと思つてゐる。

* 北海道廳技手、帶廣治水事務所勤務

1. 基本表式

(1) 概 説

梯形架構に於ても第1編山形架構に於けるが如く基本表式は先づ撓角撓度式⁽¹⁾より出發する。即ち直線材に對して

$$M_{ab} = \xi_{ab}(2\varphi_a + \varphi_b + \mu_{ab}) - C_{ab} \dots\dots\dots (1)$$

$$M_{ba} = \xi_{ab}(2\varphi_b + \varphi_a + \mu_{ab}) - C_{ba}$$

$$M_{ab} = \xi_{ab}(1.5\varphi_a + \mu'_{ab}) - H_{ab} \dots\dots\dots (2)$$

但し $\xi_{ab} = \text{剛率} = \frac{J}{l}$, $\varphi_a, \varphi_b = a, b$ 端に於ける撓角の $2E$ 倍 }
 $\mu_{ab} = \text{材の廻轉角の } -6E \text{ 倍}, \mu'_{ab} = 0.5 \mu_{ab}$ }
 $C_{ob}, C_{ba} = \text{荷重項}, H_{ab} = C_{ab} + \frac{1}{2} C_{ba}$ }
 (3)

であつて、(1)式は兩端彈性固定、(2)式はb端が鉸端の場合である。

次に梯形架構に於ける諸部材の μ を考へるに、第1圖に於て先づ柱材に就き

$$\mu_i = \mu_1 + \phi \dots\dots\dots (4)$$

$$\phi = -6E \frac{\Delta l}{h} \dots\dots\dots (5)$$

なる事は山形架構の場合と同様である。次に變形後の梯形 2-3-4-5 を考へるに節點 5 には垂直移動なき爲、材 2-3, 3-4 及び 4-5 の廻轉角をそれぞれ θ_2, θ_3 及び θ_4 とすれば明かに

$$\alpha\theta_2 + \gamma\theta_3 + \beta\theta_4 = 0$$

なるべく、又同點の水平移動量は Δl となれば

$$f\theta_2 - f\theta_4 = \Delta l$$

にして、然るに (3) より $\mu = -6E\theta$ であり又 (5) 式の ϕ を用ふる事よりして上の兩式は次式を與へる。

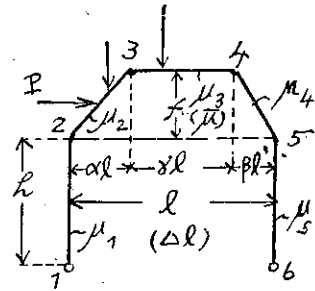
$$\left. \begin{aligned} \mu_2 &= -\lambda_\gamma \bar{\mu} + \lambda_\beta \phi \\ \mu_4 &= -\lambda_\gamma \bar{\mu} - \lambda_\alpha \phi \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

$$\lambda_\alpha = \frac{\alpha}{\alpha + \beta} \frac{h}{f}, \quad \lambda_\beta = \frac{\beta}{\alpha + \beta} \frac{h}{f}, \quad \lambda_\gamma = \frac{\gamma}{\alpha + \beta} \dots\dots\dots (7)$$

上式に於ては水平材の μ を特に $\bar{\mu}$ と置いてある。又 λ_α 及び λ_β は山形架構の場合⁽²⁾と全く同じであり λ_γ は新らしい。(4) 及び (b) 式に依つて梯形架構の單徑間のものに對する μ の未知量は 3 個となつた。多徑間の場合は各徑間毎に $\bar{\mu}$ 及び ϕ の 2 個宛が増加する丈である。

次に條件方程式としては先づ節點方程式、層方程式及び徑方程式が用ひられる。これ等は第1編にて説明した通りであるが、徑方程式の係數及び荷重項に少し變化がある事を次に述べやう。梯形架構に於ては更に斜材方程式なる條件方程式が導かれた。これは新たに増加した未知量 $\bar{\mu}$ (即ち水平材の廻轉角の $-6E$ 倍) に對する條件式の不足を補ふものであつて後に説明しやう。

第 1 圖



(1) 撓角撓度式に於ては曲能率は時計廻轉の方向を、移動及び撓角は同廻轉に依り生ぜるものを正量とする事は無論である。

(2) 土木學會誌, 第20卷第2號昭和9年2月, 113頁, (7)式

(2) 徑方程式

第1編(13)式に依れば第 r 徑方程式は

$$3a_r M_{Lr} - 3b_r M_{Rr} + \sum_{i=r+1}^{n+1} (\bar{M}_i + \underline{M}_i) + 3c_r \phi_r = -3 \frac{c_r}{h} L_r - h \sum_{i=r+1}^n P_i \dots\dots\dots(8)$$

で表はされ、又同編(9)及び(10)式に依りて

$$a = \frac{A}{3C}h, \quad b = \frac{B}{3C}h, \quad c = \frac{1}{3C}h^2 \dots\dots\dots(9)$$

$$\left. \begin{aligned} A &= 6 \int_0^l \frac{l-x}{l} \frac{y}{J \cos \alpha} dx \\ B &= 6 \int_0^l \frac{x}{l} \frac{y}{J \cos \alpha} dx \\ C &= 6 \int_0^l \frac{y^2}{J \cos \alpha} dx \\ L &= 6 \int_0^l \frac{M_0 y}{J \cos \alpha} dx \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(10)$$

である。(8)式に於て M_L 及び M_R は考へる徑間の梯形材を切斷する時左右兩端にて梯形材に働く曲能率(即ち左及び右斜材の下材端に於ける曲能率)であり、 \bar{M}_i 及び \underline{M}_i は左から第 i 番目徑間の右柱材の上及び下材端に於ける曲能率であり、 P_i は同じ徑間の梯形材に働く水平荷重である。梯形材に對し(9)及び(10)式を計算すれば次の如くである。

(A) A, B, C, a, b, c の計算

(a) 一般非對稱形の場合(第2圖参照)

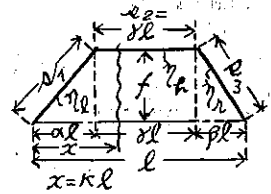
$$\begin{aligned} 0 \leq k < \alpha & \quad y = f \frac{k}{\alpha}, & J_1 \cos \alpha_1 = J_1 \frac{\alpha l}{s_1} = \frac{\alpha l}{\eta_l} \\ \alpha \leq k \leq \alpha + \gamma & \quad y = f, & J_2 \cos \alpha_2 = J_2 \frac{\gamma l}{s_2} = \frac{\gamma l}{\eta_h} \\ \alpha + \gamma \leq k \leq 1 & \quad y = f \frac{1-k}{\beta}, & J_3 \cos \alpha_3 = J_3 \frac{\beta l}{s_3} = \frac{\beta l}{\eta_r} \end{aligned}$$

但し $\eta = \frac{s}{J} = \frac{1}{\xi} \dots\dots\dots(11)$

にして η は剛率 ξ の逆數である。上の關係を(10)式に代入して計算すれば

$$\left. \begin{aligned} A &= 6 \int_0^l \frac{l-x}{l} \frac{y}{J \cos \alpha} dx = 6f \left[\frac{\eta_l}{\alpha^2} \int_0^\alpha (1-k)k dk + \frac{\eta_h}{\gamma} \int_\alpha^{\alpha+\gamma} (1-k) dk + \frac{\eta_r}{\beta^2} \int_{\alpha+\gamma}^1 (1-k)^2 dk \right] \\ &= f \left[(3-2\alpha)\eta_l + 3(\gamma+2\beta)\eta_h + 2\beta\eta_r \right] \\ B &= 6 \int_0^l \frac{x}{l} \frac{y}{J \cos \alpha} dx = 6f \left[\frac{\eta_l}{\alpha^2} \int_0^\alpha k^2 dk + \frac{\eta_h}{\gamma} \int_\alpha^{\alpha+\gamma} k dk + \frac{\eta_r}{\beta^2} \int_{\alpha+\gamma}^1 (1-k)k dk \right] \\ &= f \left[2\alpha\eta_l + 3(\gamma+2\alpha)\eta_h + (3-2\beta)\eta_r \right] \\ C &= 6 \int_0^l \frac{y^2}{J \cos \alpha} dx = 6f^2 \left[\frac{\eta_l}{\alpha^3} \int_0^\alpha k^2 dx + \frac{\eta_h}{\gamma} \int_\alpha^{\alpha+\gamma} dk + \frac{\eta_r}{\beta^3} \int_{\alpha+\gamma}^1 (1-k)^2 dk \right] \\ &= 2f^2 \left[\eta_l + 3\eta_h + \eta_r \right] \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(12)$$

第 2 圖



従て

$$\left. \begin{aligned} a &= \frac{A}{3C}h = \frac{h}{6f} \left[(3-2\alpha)\eta_l + 3(\gamma+2\beta)\eta_n + 2\beta\eta_r \right] / (\eta_l + 3\eta_n + \eta_r) \\ b &= \frac{B}{3C}h = \frac{h}{6f} \left[2\alpha\eta_l + 3(\gamma+2\alpha)\eta_n + (3-2\beta)\eta_r \right] / (\eta_l + 3\eta_n + \eta_r) \\ c &= \frac{1}{3C}h^2 = \frac{h^2}{6f^2} \frac{1}{(\eta_l + 3\eta_n + \eta_r)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (13)$$

(b) 對稱形の場合

對稱梯形材にして従て $\alpha = \beta$, $2\alpha + \gamma = 2\beta + \gamma = 1$, 且つ $\eta_l = \eta_r = \eta = \frac{1}{E}$ ならば

$$A = B = 3f(\eta + \eta_n), \quad C = 2f^2(2\eta + 3\eta_n) \dots\dots\dots (14)$$

$$a = b = \frac{h}{2f} \frac{\eta + \eta_n}{2\eta + 3\eta_n}, \quad c = \frac{h^2}{6f^2} \frac{1}{2\eta + 3\eta_n} \dots\dots\dots (15)$$

(B) 荷重項 L の計算

荷重項 L は (10) 式より求められる。その計算過程は A, B, C 等を求めしと同様なればこれを略しその結果のみを次に掲げる。

(a) 垂直集中荷重

(1) 斜材上にある時 (第3圖参照) 一般非對稱形の場合

$$L = f l_1 \left[\left\{ \frac{3l - 2l_1}{l} \frac{a}{l_1} - \left(\frac{a}{l_1} \right)^3 \right\} \eta_l + 3 \frac{l_2 + 2l_3}{l} \frac{a}{l_1} \eta_n + \frac{2l_3}{l} \eta_r \right] P \dots\dots\dots (16)$$

對稱形従つて $l_1 = l_3$ にして且つ $\eta_l = \eta_r = \eta$ の場合

$$L = f l_1 \left[\left\{ 3 \frac{a}{l_1} - \left(\frac{a}{l_1} \right)^3 \right\} \eta + 3\eta_n \right] P \dots\dots\dots (17)$$

(2) 水平材上にある時 (第4圖参照) 一般非對稱形の場合

$$\left. \begin{aligned} L &= f l_2 \left[\frac{2l_1}{l} \left(\frac{l_2 + l_3}{l_2} - \frac{a}{l_2} \right) \eta_l + 3 \left\{ \frac{l_1}{l} \left(\frac{l_2 + 2l_3}{l_2} + \frac{l_2 + 2l_3}{l} \frac{a}{l_2} - \left(\frac{a}{l_2} \right)^3 \right\} \eta_n \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + \frac{2l_3}{l} \left(\frac{l_1}{l_2} + \frac{a}{l_2} \right) \eta_r \right] P \right. \\ &\dots\dots\dots (18) \end{aligned} \right\}$$

對稱形にして同上の場合

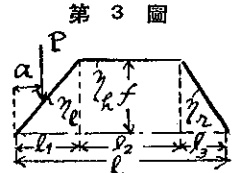
$$L = f l_2 \left[2 \frac{l_1}{l_2} \eta + 3 \left\{ \frac{l_1}{l_2} + \frac{a}{l_2} - \left(\frac{a}{l_2} \right)^3 \right\} \right] P \dots\dots\dots (19)$$

(b) 垂直等布荷重

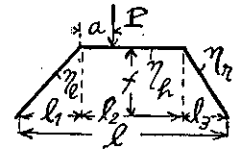
(1) 斜材上にある時 (第5圖参照) 一般非對稱形の場合

$$\left. \begin{aligned} L &= f l_1^2 \left[\left\{ \frac{3l - 2l_1}{2l} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_1^2} - \frac{1}{4} \frac{a_2^4 - a_1^4}{l_1^4} \right\} \eta_l \right. \\ &\quad \left. + \frac{3l_2 + 6l_3}{2l} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_1^2} \eta_n + \frac{l_3}{l} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_1^2} \eta_r \right] P \left. \right\} \dots\dots\dots (20) \end{aligned}$$

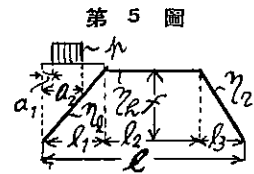
對稱形にして同上の場合



第3圖



第4圖

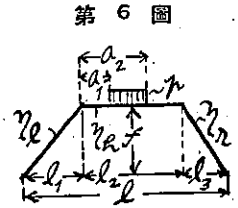


第5圖

$$L = fl_1^2 \left[\left\{ \frac{3}{2} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_1^2} - \frac{1}{4} \frac{a_2^4 - a_1^4}{l_1^4} \right\} \eta + \frac{3}{2} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_1^2} \eta_h \right] p \dots\dots\dots(21)$$

(2) 水平材上にある時 (第6圖参照) 一般非對稱形の場合

$$L = fl_2^2 \left[\left\{ \frac{2l_1}{l} \frac{l_2 + l_3}{l_2} \frac{a_2 - a_1}{l_2} - \frac{l_1}{l} \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_2^2} \right\} \eta_l \right. \\ \left. + 3 \left\{ \frac{l_1}{l} \frac{l_1 + 2l_3}{l_2} \frac{a_2 - a_1}{l_2} + \frac{l_2 + 2l_3}{2l} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_2^2} - \frac{1}{3} \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_2^3} \right\} \eta_h \right. \\ \left. + \left\{ \frac{2l_1}{l} \frac{l_3}{l_2} \frac{a_2 - a_1}{l_2} + \frac{l_3}{l} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_2^2} \right\} \eta_r \right] p \dots\dots\dots(22)$$



第6圖

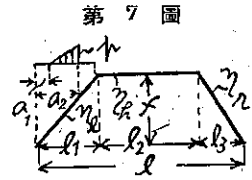
對稱形にして同上の場合

$$L = fl_2^2 \left[\frac{2l_1}{l_2} \frac{a_2 - a_1}{l_2} \eta + 3 \left\{ \frac{l_1}{l_2} \frac{a_2 - a_1}{l_2} + \frac{1}{2} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_2^2} - \frac{1}{3} \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_2^3} \right\} \eta_h \right] p \dots\dots\dots(23)$$

(c) 垂直等變荷重

(1) 斜材上にある時 (第7圖参照) 一般非對稱形の場合

$$L = \frac{fl_1^3}{a_2 - a_1} \left[\left\{ \frac{3l - 2l_1}{2l} \frac{(a_2 a_2^2 - a_1^2)}{l_1^3} - \frac{3l - 2l_1}{3l} \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_1^3} \right\} \right. \\ \left. - \frac{1}{4} \frac{a_2(a_2^4 - a_1^4)}{l_1^5} + \frac{1}{5} \frac{a_2^5 - a_1^5}{l_1^5} \right\} \eta_l \\ + \left\{ \frac{3}{2} \frac{l_2 + 2l_3}{l} \frac{a_2(a_2^2 - a_1^2)}{l_1^3} - \frac{l_2 + 2l_3}{l} \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_1^3} \right\} \eta_h \\ + \left\{ \frac{l_3}{l} \frac{a_2(a_2^2 - a_1^2)}{l_1^3} - \frac{2}{3} \frac{l_3}{l} \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_1^3} \right\} \eta_r \right] p \dots\dots\dots(24)$$



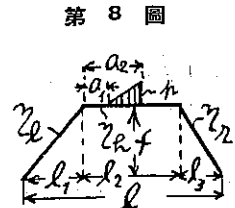
第7圖

對稱形にして同上の場合

$$L = \frac{fl_1^3}{a_2 - a_1} \left[\left\{ \frac{3}{2} \frac{a_2(a_2^2 - a_1^2)}{l_1^3} - \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_1^3} - \frac{1}{4} \frac{a_2(a_2^4 - a_1^4)}{l_1^5} + \frac{1}{5} \frac{a_2^5 - a_1^5}{l_1^5} \right\} \eta \right. \\ \left. + \left\{ \frac{3}{2} \frac{a_2(a_2^2 - a_1^2)}{l_1^3} - \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_1^3} \right\} \eta_h \right] p \dots\dots\dots(25)$$

(2) 水平材上にある時 (第8圖参照) 一般非對稱形の場合

$$L = \frac{fl_2^3}{a_2 - a_1} \left[\left\{ \frac{2l_1}{l} \frac{l_2 + l_3}{l_2} \frac{a_2(a_2 - a_1)}{l_2^2} - \frac{l_1}{l} \frac{l_2 + l_3}{l_2} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_2^2} \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{l_1}{l} \frac{a_2(a_2^3 - a_1^3)}{l_2^3} + \frac{2}{3} \frac{l_1}{l} \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_2^3} \right\} \eta_l \right. \\ \left. + 3 \left\{ \frac{l_1}{l} \frac{l_2 + 2l_3}{l_2} \frac{a_2(a_2 - a_1)}{l_2^2} - \frac{1}{2} \frac{l_1}{l} \frac{l_2 + 2l_3}{l_2} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_2^2} \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{1}{2} \frac{l_2 + 2l_3}{l} \frac{a_2(a_2^2 - a_1^2)}{l_2^3} - \frac{1}{3} \frac{l_2 + 2l_3}{l} \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_2^3} \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{1}{3} \frac{a_2(a_2^3 - a_1^3)}{l_2^4} + \frac{1}{4} \frac{a_2^4 - a_1^4}{l_2^4} \right\} \eta_h \right. \\ \left. + \left\{ \frac{2l_1}{l} \frac{l_3}{l_2} \frac{a_2(a_2 - a_1)}{l_2^2} - \frac{l_1}{l} \frac{l_3}{l_2} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_2^2} \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{l_3}{l} \frac{a_2(a_2^2 - a_1^2)}{l_2^3} - \frac{2}{3} \frac{l_3}{l} \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_2^3} \right\} \eta_r \right] p \dots\dots\dots(26)$$



第8圖

對稱形にして同上的場合

$$J = \frac{fl_2^3}{a_2 - a_1} \left[\left\{ \frac{2l_1 a_2 (a_2 - a_1)}{l_2} - \frac{l_1 a_2^2 - a_1^2}{l_2^2} \right\} \eta + \right. \\ \left. + 3 \left\{ \frac{l_1 a_2 (a_2 - a_1)}{l_2^2} - \frac{1}{2} \frac{l_1 a_2^2 - a_1^2}{l_2} - \frac{1}{3} \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_2^2} - \frac{1}{3} \frac{a_2 (a_2^2 - a_1^2)}{l_2^3} + \frac{1}{4} \frac{a_2^4 - a_1^4}{l_2^4} \right\} \eta_h \right] p \quad (27)$$

(d) 水平集中荷重 (第9圖参照)

この場合第1編に於て既に注意せし如く、水平荷重は左の支端にて水平支持せられたるものと考へて M_0 を作る。即ち

$$M_0 = -P \frac{d}{l} x + Py \quad 0 \leq x \leq a \\ = P \frac{d}{l} (l - x) \quad a \leq x \leq l$$

であつてこれを (10) 式に入れて

一般非對稱形

$$L = f^2 \left[\left\{ \frac{3l - 2l_1}{l} \frac{a}{l_1} - \left(\frac{a}{l_1} \right)^3 \right\} \eta + 3 \frac{l_2 + 2l_1}{l} \frac{a}{l_1} \eta_h + \frac{2l_2}{l} \frac{a}{l_1} \eta_r \right] P \quad (28)$$

對稱形, 同上

$$L = f^2 \left[\left\{ 3 \frac{a}{l_1} - \left(\frac{a}{l_1} \right)^3 \right\} \eta + 3 \frac{a}{l_1} \eta_h \right] P \quad (29)$$

(e) 水平等布荷重 (第10圖参照)

一般非對稱形

$$L = f^3 \left[\left\{ \frac{3l - 2l_1}{2l} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_1^2} - \frac{1}{4} \frac{a_2^4 - a_1^4}{l_1^4} \right\} \eta + \right. \\ \left. + \frac{3}{2} \frac{l_2 + 2l_1}{l} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_1^2} \eta_h + \frac{l_2}{l} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_1^2} \eta_r \right] P \quad (30)$$

對稱形, 同上

$$L = f^3 \left[\left\{ \frac{3}{2} \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_1^2} - \frac{1}{4} \frac{a_2^4 - a_1^4}{l_1^4} \right\} \eta + 3 \frac{a_2^2 - a_1^2}{l_1^2} \eta_h \right] P \quad (31)$$

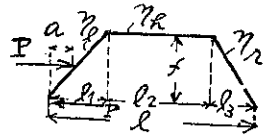
(f) 水平等變荷重 (第11圖参照)

一般非對稱形

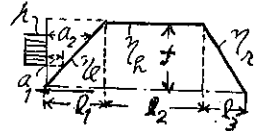
$$L = \frac{f^3 l_1}{a_2 - a_1} \left[\left\{ \frac{3l - 2l_1}{2l} \frac{a_2 (a_2^2 - a_1^2)}{l_1^3} - \frac{3l - 2l_1}{3l} \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_1^3} \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{1}{4} \frac{a_2 (a_2^4 - a_1^4)}{l_1^4} + \frac{1}{5} \frac{a_2^5 - a_1^5}{l_1^5} \right\} \eta + \left\{ 3 \frac{l_2 + 2l_1}{l} \frac{a_2 (a_2^2 - a_1^2)}{l_1^3} \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{l_2 + 2l_1}{l} \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_1^3} \right\} \eta_h \right. \\ \left. + \left\{ \frac{l_2}{l} \frac{a_2 (a_2^2 - a_1^2)}{l_1^3} - \frac{2}{3} \frac{l_2}{l} \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_1^3} \right\} \eta_r \right] p \quad (32)$$

對稱形, 同上

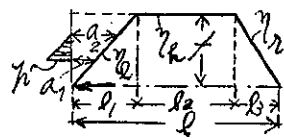
第9圖



第10圖



第11圖



$$L = \frac{f^3 l_1}{a_2 - a_1} \left[\left\{ \frac{3}{2} \frac{a_2(a_2^2 - a_1^2)}{l_1^3} - \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_1^3} - \frac{1}{4} \frac{a_2(a_2^4 - a_1^4)}{l_1^5} + \frac{1}{5} \frac{a_2^5 - a_1^5}{l_1^5} \right\} \eta \right. \\ \left. + \left\{ \frac{3}{2} \frac{a_2(a_2^2 - a_1^2)}{l_1^3} + \frac{a_2^3 - a_1^3}{l_1^3} \right\} \eta_n \right] P \quad \dots\dots\dots(33)$$

以上の(16)~(33)の諸式に依りて種々の場合の荷重状態に對してLを計算し得べく第1表及び第2表はその一部を示す。

(3) 斜材方程式

第1圖より梯形材 2-3-4-5 を取出して考へれば第12圖に示す如くである。即ち切斷點2には曲能率 M_{23} (假りに正量と定めると時計廻轉の方向を取る。點5に於ける M_{54} も同様である) と垂直反力及び不靜定水平反力 H と外與水平力に等しき水平反力 P (これは既述の如く外與水平力は左支端にて支持せられるものとするを以て) とが働き、他の點にては M_{34} , H 及び垂直反力である。梯形材中の任意點に於ける曲能率は左端よりの横距を x とすれば

第1表 非對稱梯形材のL

| No | 荷重状態 | L |
|----|------|--|
| 1 | | $f l_1 \left[\frac{2f-2l_1}{l} \eta_r + \frac{3l_2+6l_3}{l} \eta_k + \frac{2l_3}{l} \eta_a \right] P$ |
| 2 | | $\frac{m+1}{2n} f l_1 \left[(5m+1-4\frac{l_2}{l}) \eta_k + \frac{6l_2+2l_3}{l} \eta_r + \frac{4l_3}{l} \eta_a \right] P$ |
| 3 | | $f l_1 \left[\frac{5l-4l_1}{4l} \eta_r + \frac{3l_2+6l_3}{2l} \eta_k + \frac{l_3}{l} \eta_a \right] W$ |
| 4 | | $2f l_1 \left[\frac{27n-20l}{60l} \eta_r + \frac{l_2+2l_3}{2l} \eta_k + \frac{l_3}{3l} \eta_a \right] W$ |
| 5 | | $2f l_1 \left[\frac{12l-10l_1}{15l} \eta_r + \frac{2l_2+6l_3}{2l} \eta_k + \frac{2}{3} \frac{l_3}{l} \eta_a \right] W$ |
| 6 | | $f l_2 \left[\frac{l_1}{l} \frac{l_2+2l_3}{l_2} \eta_r + 3 \left\{ \frac{l_2+2l_3}{l} \frac{l_2+2l_3}{l_2} \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{2n-1}{6n} \right\} \eta_r + \frac{l_3}{l} \frac{l_2+2l_3}{l_2} \right] (n-1) P$ |

| No | 荷重状態 | L |
|----|------|---|
| 7 | | $f l_2 \left[\frac{l_1}{l} \frac{l_2+2l_3}{l_2} \eta_r + \frac{1}{2l} \left\{ (l_2+l_3) + 10l_3 \right. \right. \\ \left. \left. + l_2^2 \right\} \eta_k + \frac{l_3}{l} \frac{l_2+2l_3}{l_2} \eta_a \right] W$ |
| 8 | | $2f l_2 \left[\frac{1}{2} \left(\frac{3}{2} + \frac{l_2}{l_1} \right) \eta_r + \frac{3}{2} \left\{ \frac{l_2+2l_3}{l} \left(\frac{1}{3} + \frac{l_1}{l_2} \right) - \frac{1}{6} \right\} \eta_k \right. \\ \left. + \frac{l_3}{l} \left(\frac{1}{3} + \frac{l_1}{l_2} \right) \eta_a \right] W$ |
| 9 | | $f \left[\frac{1}{4l} \left\{ l_1(l_1+2l_2+2l_3)^2 + l_1^2(l_2+l_3) \right\} \eta_k + \frac{1}{6} \left(\frac{l_1}{l_2} \right) \eta_a \right. \\ \left. + \frac{1}{2} (2l_2 l_1 + 6l_3 l_2) \eta_r + \frac{1}{4l} \left\{ l_1(l_1+2l_2+2l_3) \eta_r + \frac{1}{3} l_1^2 \right\} \right]$ |
| 10 | | $\frac{1}{2} \left[\left(3 - \frac{2l_1}{l} - \frac{n-1}{2n} \right) \eta_r + 3 \frac{l_2+2l_3}{l} \eta_k + 2 \frac{l_3}{3l} \eta_a \right] \times (n-1) P$ |
| 11 | | $f^2 \left[\left(\frac{5}{4} - \frac{l_1}{l} \right) \eta_r + \frac{3}{2} \frac{l_2+2l_3}{l} \eta_k + \frac{l_3}{l} \eta_a \right] W$ |
| 12 | | $2f^2 \left[\left(\frac{9}{20} - \frac{l_1}{3l} \right) \eta_r + \frac{l_2+2l_3}{2l} \eta_k + \frac{l_3}{3l} \eta_a \right] W$ |

$$M_x = \frac{l-x}{l} M_{23} - \frac{x}{l} M_{54} - Hy + M_{0x}$$

である。但し M_{0x} は同點に於ける外與垂直及び水平荷重に依る曲能率である。

又 M_{0x} は内側に應張力の生ずるものを正とする。

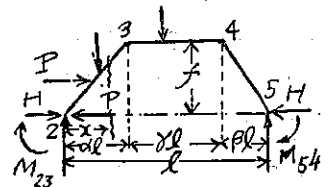
従て M_{32} 及び M_{45} は

$$-M_{32} = (\beta + \gamma) M_{23} - \alpha M_{54} - fH + M_{03}$$

$$M_{45} = \beta M_{23} - (\alpha + \gamma) M_{54} - fH + M_{04}$$

なるべく兩式より次式を得。

第12圖



第2表 對稱梯形材のL

| NO | 荷重状態 | L | NO | 荷重状態 | L |
|----|------|---|----|------|--|
| 1 | | $fl_1 \left[\frac{2l_1}{8} \eta + 3\gamma \eta_R \right] E$ | 2 | | $fl_1 [2\eta + 3\eta_R] \times E$ |
| 3 | | $\frac{m-1}{4n} fl_1 [(15m+1)\eta + 6\eta_R] E$ | 10 | | $fl_2 \left[2\frac{h}{2} \eta + 3 \left(\frac{1}{6} + \frac{h}{2l_2} \right) \eta_R \right] W$ |
| 4 | | $fl_1 \left[4 + 3\frac{h}{l_1} - 3 \left(\frac{h}{l_1} \right)^2 \right] \eta + 6\eta_R E$ | 11 | | $\frac{f}{2} \left[(5l_1^2 + 4hl_2) \eta + (6h^2 + 6hl_2 + 3l_2^2) \eta_R \right] \times W$ |
| 5 | | $\frac{fl_1}{4} [5\eta + 6\eta_R] W$ | 12 | | $f^2 [2\eta + 3\eta_R] E$ |
| 6 | | $fl_1 \left[\frac{2}{10} \eta + \eta_R \right] W$ | 13 | | $\frac{n-1}{2} f^2 \left[(3 - \frac{n-1}{2n}) \eta + 3\eta_R \right] E$ |
| 7 | | $fl_1 \left[\frac{8}{5} \eta + 2\eta_R \right] W$ | 14 | | $\frac{f^2}{4} [5\eta + 6\eta_R] W$ |
| 8 | | $(n-1) fl_2 E \left[2\frac{h}{2} \eta + 3 \left(\frac{h}{2} + \frac{\eta+1}{6n} \right) \eta_R \right]$ | 15 | | $\frac{f^2}{10} [9\eta + 10\eta_R] W$ |

$$\gamma(M_{03} + M_{04}) + (M_{02} + M_{05}) = -M_{01} + M_{06} \quad \dots\dots\dots (34)$$

又は $\gamma \sum M_{\uparrow} + \sum M_{\downarrow} = -M_{0左} + M_{0右}$

上式を斜材方程式と名づく、各径間毎に1個の式を得べし。こゝに注意すべきは、若し兩斜材が直立したりとすれば $\gamma=1$ なるべく、又 $M_{0右}$ は消失し $M_{0左}$ は水平荷重に對してのみ存しこれを M とすれば (34) 式は

$$\sum (M_{\uparrow} + M_{\downarrow}) = -M$$

となり、これ矩形架構に於ける最上層に對する層方程式⁽³⁾となる。即ち斜材方程式は層方程式を擴張したものと見らる。(34) 式は梯形材が屋層にある場合なれども、中間層となりし時にも同形の式を得べく、只この際 M_0 の内容を擴張するを要す。

(34) 式に於ける $M_{0右}$ 及び $M_{0左}$ は外與荷重により直ちに求め得らるも便宜上第3表及び第4表にその一部を示しておいた。

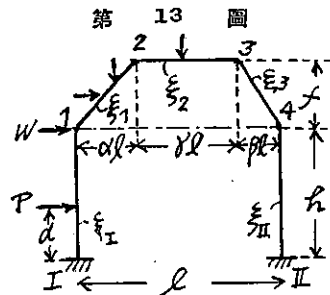
2. 固定脚單層梯形架構

(1) 單層單徑間の場合 (第13圖参照)

(a) 一般非對稱形の場合

本節以下にて述ぶる所は機械的作業法に依る解法に就てはあつて今述べんとする所もその下準備である。

第13圖に於て未知量は、節繼に於ける撓角(實はその2E倍)の ϕ が4



(3) 土木學會誌第20卷第2號112頁(5)及び(5')式

第3表 非対称梯形材の $M_{0左}$, $M_{0右}$

| No | 荷重状態 | $M_{0左}$ | $M_{0右}$ | $-M_{0左} + M_{0右}$ |
|----|------|--|--|--|
| 1 | | $\frac{l_2+l_3}{l} a P$ | $\frac{l_3}{l} a P$ | $\frac{l_2}{l} a P$ |
| 2 | | $a P$ | $a P$ | 0 |
| 3 | | $\frac{l_1(l_2+l_3)}{l} P$ | $\frac{l_1 l_3}{l} P$ | $-\frac{l_1 l_2}{l} P$ |
| 4 | | $\frac{n-1}{2} \frac{l_1(l_2+l_3)}{l} P$ | $\frac{n-1}{2} \frac{l_1 l_3}{l} P$ | $-\frac{n-1}{2} \frac{l_1 l_2}{l} P$ |
| 5 | | $\frac{l_1(l_2+l_3)}{2l} W$ | $\frac{l_1 l_3}{2l} W$ | $-\frac{l_1 l_2}{2l} W$ |
| 6 | | $\frac{2}{3} \frac{l_1(l_2+l_3)}{l} W$ | $\frac{2}{3} \frac{l_1 l_3}{l} W$ | $-\frac{2}{3} \frac{l_1 l_2}{l} W$ |
| 7 | | $\frac{1}{3} \frac{l_1(l_2+l_3)}{l} W$ | $\frac{1}{3} \frac{l_1 l_3}{l} W$ | $-\frac{1}{3} \frac{l_1 l_2}{l} W$ |
| 8 | | $\frac{l_1}{l} (l_2+l_3-a) P$ | $\frac{l_3}{l} (l_1+a) P$ | $\frac{a l_1 + a l_3 - l_1 l_2}{l} W$ |
| 9 | | $\frac{l_1}{l} (l_2+2l_3) P$ | $\frac{l_3}{l} (l_2+2l_1) P$ | $\frac{l_2(l_3-l_1)}{l} P$ |
| 10 | | $\frac{n-1}{2} \frac{l_1(l_2+l_3)}{l} P$ | $\frac{n-1}{2} \frac{l_3}{l} (l_2+2l_1) P$ | $\frac{n-1}{2} \frac{l_2(l_3-l_1)}{l} P$ |

| No | 荷重状態 | $M_{0左}$ | $M_{0右}$ | $-M_{0左} + M_{0右}$ |
|----|------|---------------------------------------|---------------------------------|--|
| 11 | | $\frac{l_1}{2l} (l_2+2l_3) W$ | $\frac{l_3}{2l} (2l_2+3l_1) W$ | $\frac{2}{3} \frac{l_2(l_3-l_1)}{l} W$ |
| 12 | | $\frac{l_1}{2l} (l_2+2l_3) W$ | $\frac{l_3}{2l} (l_2+2l_1) W$ | $\frac{1}{2} \frac{l_2(l_3-l_1)}{l} W$ |
| 13 | | $\frac{l_1}{2l} (l_2+l_3) W$ | $\frac{l_3}{2l} (l_1+l_2) W$ | $\frac{1}{2} \frac{l_2(l_3-l_1)}{l} W$ |
| 14 | | $\frac{l_1 l_3}{l} d P$ | $\frac{l_3}{l} d P$ | $-\frac{l_1 l_2}{l} d P$ |
| 15 | | $\frac{l_2+l_3}{l} f P$ | $\frac{l_3}{l} f P$ | $-\frac{l_2}{l} f P$ |
| 16 | | $\frac{l_2+l_3}{l} d W$ | $\frac{l_3}{l} d W$ | $-\frac{l_2}{l} d W$ |
| 17 | | $\frac{l_2+l_3}{2l} f W$ | $\frac{l_3}{2l} f W$ | $-\frac{l_2}{2l} f W$ |
| 18 | | $\frac{l_2+l_3}{3l} f W$ | $\frac{l_3}{3l} f W$ | $-\frac{l_2}{3l} f W$ |
| 19 | | $\frac{l_2+l_3}{l} f P$ | $\frac{l_3}{l} f P$ | $-\frac{l_2}{l} f P$ |
| 20 | | $\frac{n-1}{2} \frac{l_2+l_3}{l} f P$ | $\frac{n-1}{2} \frac{l_3}{l} P$ | $-\frac{n-1}{2} \frac{l_2}{l} f P$ |

個、部材の廻轉角(實はその $-6E$ 倍) μ に関しては(4)及び(6)式によりて柱材 1 I の μ 、水平材 2S の μ 及びこの徑間の ϕ の 3 個にして合計 7 個である。これに對し條件式は節點方程式 4 個、層方程式、斜材方程式及び徑方程式各 1 個宛にて合計 7 個なるを以て解く事を得。

機械的作表法とはこれ等の條件式に撓角撓度式を代入して一定の形式の表を作成して未知量を求むるものにして山形架構に就ては第 1 編に於て既に説明した如くであつて、梯形架構に於ても新たに水平材の μ が未知量として増加し従て條件式は斜材方程式が出て來た以外には殆ど變る所はないのである。

先づ各材端曲能率を撓角撓度式にて表さんに(1)式より

$$\left. \begin{aligned}
 M_{11} &= \xi I (\varphi_1 + \mu) - C_{11}, & M_{11} &= \xi I (2\varphi_1 + \mu) + C_{11}, \\
 M_{11a} &= \xi \Pi (\varphi_1 + \mu + \phi), & M_{111} &= \xi \Pi (2\varphi_1 + \mu), \\
 M_{12} &= \xi_1 (2\varphi_1 + \varphi_2 - \lambda \gamma \bar{\mu} + \lambda \beta \phi) - C_{12}, & M_{21} &= \xi_1 (2\varphi_2 + \varphi_1 - \lambda \gamma \mu + \lambda \beta \phi) + C_{21}, \\
 M_{22} &= \xi_2 (2\varphi_2 + \varphi_3 + \bar{\mu}) - C_{22}, & M_{32} &= \xi_2 (2\varphi_2 + \varphi_3 + \bar{\mu}) + \rho_{32}, \\
 M_{33} &= \xi_3 (2\varphi_3 + \varphi_4 - \lambda \gamma \bar{\mu} - \lambda \alpha \phi) - C_{33}, & M_{43} &= \xi_3 (2\varphi_3 + \varphi_4 - \lambda \gamma \bar{\mu} - \lambda \alpha \phi) + C_{43}
 \end{aligned} \right\} \dots\dots(a)$$

を得べし。上式中柱材 4-II, 斜材 1-2 及び 3-4 の μ は(4)及び(6)式よりそれぞれ $\mu + \phi$, $-\lambda \gamma + \lambda \beta \phi$ 及び $-\lambda \gamma - \lambda \alpha \phi$ を以て置き換へてある。

第 5 表は(a)式を條件式に代入して得られるものなるも、これを説明すれば次の如し(第 1 編 2. 以下参照せられたし)。

第4表 對稱梯形材の $M_{0左}$, $M_{0右}$

| NO | 荷重状態 | $M_{0左}$ | $M_{0右}$ | $-M_{0左} + M_{0右}$ |
|----|------|--|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | | $\frac{h_1 h_2}{l} a P$ | $\frac{h_1}{l} a P$ | $-\frac{h_2}{l} a P$ |
| 2 | | $a P$ | $a P$ | 0 |
| 3 | | $\frac{h_1(h_1+h_2)}{l} P$ | $\frac{h_1^2}{l} P$ | $-\frac{h_1 h_2}{l} P$ |
| 4 | | $\frac{n-1}{2} \frac{h_1(h_1+h_2)}{l} P$ | $\frac{n-1}{2} \frac{h_1^2}{l} P$ | $-\frac{n-1}{2} \frac{h_1 h_2}{l} P$ |
| 5 | | $\frac{h_1(h_1+h_2)}{2l} W$ | $\frac{h_1^2}{2l} W$ | $-\frac{h_1 h_2}{2l} W$ |
| 6 | | $\frac{2}{3} \frac{h_1(h_2+h_1)}{l} W$ | $\frac{2}{3} \frac{h_1^2}{l} W$ | $-\frac{2}{3} \frac{h_1 h_2}{l} W$ |
| 7 | | $\frac{h_1(h_1+h_2)}{3l} W$ | $\frac{1}{3} \frac{h_1^2}{l} W$ | $-\frac{1}{3} \frac{h_1 h_2}{l} W$ |
| 8 | | $\frac{h_1}{l} (h_1+h_2-a) P$ | $\frac{h_1}{l} (h_1+a) P$ | $\frac{h_2}{l} (2a-h_2) P$ |
| 9 | | $h_1 P$ | $h_2 P$ | 0 |
| 10 | | $\frac{n-1}{2} h_1 P$ | $\frac{n-1}{2} h_2 P$ | 0 |

| NO | 荷重状態 | $M_{0左}$ | $M_{0右}$ | $-M_{0左} + M_{0右}$ |
|----|------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 11 | | $\frac{h_1}{3l} (3h_1+h_2) W$ | $\frac{h_2}{3l} (3l+2h_2) W$ | $\frac{h_1 h_2}{3l} W$ |
| 12 | | $\frac{h_1}{2} W$ | $\frac{h_2}{2} W$ | 0 |
| 13 | | $\frac{h_1}{2l} (h_1+h_2) W$ | $\frac{h_2}{2l} (h_1+h_2) W$ | 0 |
| 14 | | $\frac{h_1+h_2}{l} d P$ | $\frac{h_1}{l} d P$ | $-\frac{h_2}{l} d P$ |
| 15 | | $\frac{h_1+h_2}{l} f P$ | $\frac{h_1}{l} f P$ | $-\frac{h_2}{l} f P$ |
| 16 | | $\frac{h_1+h_2}{l} d P$ | $\frac{h_1}{l} d P$ | $-\frac{h_2}{l} d P$ |
| 17 | | $\frac{h_1+h_2}{2l} f W$ | $\frac{h_1}{2l} f W$ | $-\frac{h_2}{2l} f W$ |
| 18 | | $\frac{h_1+h_2}{3l} f W$ | $\frac{h_1}{3l} f W$ | $-\frac{h_2}{3l} f W$ |
| 19 | | $\frac{h_1+h_2}{l} f P$ | $\frac{h_1}{l} f P$ | $-\frac{h_2}{l} f P$ |
| 20 | | $\frac{n-1}{2} \frac{h_1+h_2}{l} f P$ | $\frac{n-1}{2} \frac{h_1}{l} f P$ | $-\frac{n-1}{2} \frac{h_2}{l} f P$ |

(1) 節點方程式 各節點毎に $\sum M=0$ を作れば可にして第5表中の No. 1~4である。これは實際に作れば直ちに出来る。但し

$\rho_1 = 2 \times$ (節點1に集まる部材の ξ の和), etc.

にして、 $-\mu$ の欄にては斜材の ξ は前以て ξ_1 及び ξ_2 whichever も $\lambda \gamma$ 倍して置くを要し'を附したのはその意味である。 $\lambda \gamma$ は(7)式より與へらる。次に(a)式を見るに斜材の材端曲能率の式にて μ は常に負の符號を有するを以て $-\mu$ の欄の斜材の ξ は常に正の符號を有すべきであるが、反之(a)式より水平材の ξ は同じ欄にて負の符號を有すべき事が分るを以て、この欄の ξ_1', ξ_2' は $+\xi_1', +\xi_2'$ と $-\xi_2'$ との和を示すものとす。即ち以上より

$-\mu$ の欄: $\xi_1' = \lambda \gamma \xi_1, \xi_2' = \lambda \gamma \xi_2, \xi_3' = \xi_1' - \xi_2, \xi_4' = \xi_2' - \xi_2 \dots$ (b)

次に ϕ の欄にては(a)式を見ても分る様に、斜材の ξ は $\lambda \alpha$ 倍(右斜材)及び $\lambda \beta$ 倍(左斜材)される可きで、'を附してこれを示す事前編同様である。 $\lambda \alpha, \lambda \beta$ は(7)式が與へる。又この欄にては右斜材の ξ_2 は常に負の符號を有すべきで従て $n \xi_2'$ は $\xi_{n-1} - \xi_2'$ であつて $\xi_{n+1} + \xi_2'$ ではない。以上より

$\xi_1' = \lambda \beta \xi_1, \xi_2' = \lambda \alpha \xi_2, n \xi_2' = \xi_{n-1} - \xi_2' \dots$ (c)

(2) 層方程式 前編(5)式より一般に

$\sum M_{上} + \sum M_{下} = -Q, \quad Q = S^4 + M \dots$ (35)

第5表 固定脚層層單徑間非對稱梯形架橋

| NO | i 層 式 定 義 | | | | | | | -i 層 式 定 義 |
|----|-----------|----------------------|-----------------------|----------|------------|----------|----------|---|
| | ρ_1 | ρ_2 | ρ_3 | ρ_4 | μ | $-\mu$ | ϕ | |
| 1 | ξ_1 | ξ_2 | | | ξ_1 | ξ_2 | ξ_1 | $C_{12} - C_{21}$ |
| 2 | ξ_1 | ξ_2 | ξ_3 | | $2\xi_1$ | ξ_1 | ξ_1 | $C_{23} - C_{32}$ |
| 3 | | ξ_2 | ξ_3 | ξ_4 | $2\xi_2$ | $-\xi_2$ | $-\xi_2$ | $C_{34} - C_{43}$ |
| 4 | | | ξ_3 | ρ_4 | ξ_3 | ξ_3 | ξ_3 | $-C_{43}$ |
| 5 | ξ_1 | | | | ξ_{22} | x | x | $-\frac{1}{2} \rho_1 + \frac{1}{2} (C_{12} + C_{21})$ |
| 6 | ξ_1 | ξ_1' | ξ_2' | ξ_3 | | S | a | x |
| 7 | ξ_1 | $\frac{1}{2} \xi_1'$ | $-\frac{1}{2} \xi_2'$ | ξ_3 | | x | a' | x |

にして本例にては $M_{11}+M_{21}+M_{31}+M_{41}=-Q$ となりこれに (a) 式を代入して両邊を 3 にて除せば表中の No. 5 を得べし、但し

$$\left. \begin{aligned} Y &= \frac{2}{3}(\xi_1 + \xi_{11}), \quad x = \frac{2}{3}\xi_{11} \\ Q &= (P_1 + W)h + P_2d \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (d)$$

(3) 斜材方程式 (34) 式より

$$\gamma(M_{12} + M_{43}) + (M_{21} + M_{34}) = -M_{02} + M_{03}$$

これに (a) 式を入れて

$$\left. \begin{aligned} (1+2\gamma)(\xi_1\varphi_1 + \xi_3\varphi_3) + (2+\gamma)(\xi_1\varphi_2 + \xi_3\varphi_3) - (1+\gamma)(\lambda_\gamma\xi_1 + \lambda_\gamma\xi_3)\bar{\mu} + (1+\gamma)(\lambda_\beta\xi_1 - \lambda_\alpha\xi_3)\phi \\ = -M_{02} + M_{03} + \gamma(C_{12} - C_{43}) + (C_{34} - C_{21}) \end{aligned} \right\} \dots (e)$$

を得べく、兩邊を $1+2\gamma$ にて除して

$$\left. \begin{aligned} \xi_1'' &= \frac{2+\gamma}{1+2\gamma}\xi_1, & \xi_3'' &= \frac{2+\gamma}{1+2\gamma}\xi_3, \\ S &= \frac{1+\gamma}{1+2\gamma}(\lambda_\gamma\xi_1 + \lambda_\gamma\xi_3) = \frac{1+\gamma}{1+2\gamma}(\xi_1' + \xi_3') \dots\dots (-\bar{\mu} \text{ の欄}) \\ s &= \frac{1+\gamma}{1+2\gamma}(\lambda_\beta\xi_1 - \lambda_\alpha\xi_3) = \frac{1+\gamma}{1+2\gamma}(\xi_1' - \xi_3') \dots\dots (\phi \text{ の欄}) \\ t &= \frac{1}{1+2\gamma} \left\{ -M_{02} + M_{03} + \gamma(C_{12} - C_{43}) + (C_{34} - C_{21}) \right\} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (f)$$

とすれば表中の No. 6 を得。これを見るに ξ'' は φ_2, φ_3 等の肩點に於ける撓角の欄にある事を知る。又 S 及び s の中の ξ' は (b) 及び (c) 式の ξ' である。

(4) 徑方程式 (8) 式を用ひてこの場合は

$$3aM_{12} - 3bM_{41} + (M_{21} + M_{34}) + 3c\phi = -3\frac{c}{h}L$$

を得べく、これに (a) 式を代入して兩邊を 3 にて除せば表中の No. 7 を得る事明かなり。但し

$$\left. \begin{aligned} \xi_1'' &= 2a\xi_1, \quad \xi_3'' = 2b\xi_3, \quad \xi_3'' = \xi_{11} - \xi_3'', \\ s' &= a\lambda_\gamma\xi_1 - b\lambda_\gamma\xi_3 \\ \bar{X} &= c + x + a\lambda_\beta\xi_1 + b\lambda_\alpha\xi_3 \\ \tau_1 &= aC'_{12} + bC'_{43} - \frac{c}{h}L \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (g)$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{X} &= c + x + a\lambda_\beta\xi_1 + b\lambda_\alpha\xi_3 \\ \tau_1 &= aC'_{12} + bC'_{43} - \frac{c}{h}L \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (h)$$

とす。 a, b, c は (13) 式に既に計算してあり、 x は (d) 式に同じく、又徑方程式に於ては右斜材の ξ_3 は φ の欄にては負號を有す。表の No. 7 を見るに φ_2 及び φ_3 即ち肩點に於ける撓角の欄にては $1/2$ の係數がついてゐる。 $1/2 \xi''$ は (g) 式より $a\xi$ 又は $b\xi$ の事なるも、 a 倍又は b 倍したものをとらず、特に $2a$ 又は $3b$ 倍したものを ξ'' としたのは前編の規約⁽⁴⁾を守つたのである。

第 5 表より $\varphi, \mu, \bar{\mu}$ 及び ϕ を求めて (a) 式に代入すれば材端曲能率を求め得べし。

(b) 對稱形の場合

對稱形とは例へば第 13 圖にて $\alpha = \beta$ にして且つ $\xi_1 = \xi_3$ なる事を意味するのである。

⁽⁴⁾ 土木學會誌第 20 卷第 2 號第 1 編(119)頁(33)式, 121 頁(d)式等

入する。次に μ 以下の欄であるが、元來節點方程式は $\sum M=0$ なればその節點に集まる部材の μ 丈が問題になり、又 (k) 式から各部材の μ の項が判るを以て自然に第 6 表が出来る筈である。例へば μ の欄にては、 μ は柱材にしかないから節點 1, 4, 7, 10 に於ける節點方程式即ち No. 1, 4, 7, 10 にしか記入されてないし、 $-\mu_1$ ならばその徑間丈の No. 1, 2, 3, 4 にしかなく、 ϕ_1 ならば、その徑間に關係する No. 1~4 と柱材の關係する No. 7, 10 にしかないと云つた風である。荷重項は無論判る。

(2) 層方程式 これは No. 11 である。これは $\sum(M_L+M_T)=Q$ と云ふ條件式を作りて兩邊を 3 で除せば出来る。 \sum は柱材の上下兩材端曲能率の總和であるから、(k) 式を見れば判る様に μ は 4 度、 ϕ_1 は 3 度、 ϕ_2 は 2 度、重複し ϕ_3 は 1 回である。總てこの事が X, x の内容によく表れてゐる。

$$\left. \begin{aligned} X &= \frac{2}{3}(\xi_I + \xi_{II} + \xi_{III} + \xi_{IV}) \\ x_1 &= \frac{2}{3}(\xi_{II} + \xi_{III} + \xi_{IV}) \\ x_2 &= \frac{2}{3}(\xi_{III} + \xi_{IV}) \\ x_3 &= \frac{2}{3}\xi_{IV} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

(3) 斜材方程式 表中 No. 12~14 である。作り方は前記の (1) (a) の (3) を参照せられたい。結局 φ の欄は、No. 1~10 の $-\mu$ の欄と全く對稱の位置に記入すればよい。只 $\varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \varphi_5, \varphi_6, \varphi_7, \varphi_8$ の肩點に於ける撓角の欄にては (") を附し、これは (f) 式により各徑間毎に $2+\gamma/1+2\gamma$ 倍する事を意味する。又 S, s 及び t も同式より判る。

(4) 徑方程式 表中 No. 15~17 である。作り方は (1) (a) の (4) を参照の事。これは φ の欄は No. 1~10 の ϕ の欄の項と對稱位置に記入すればよい。 ξ'' は (g) 式と同様で各徑間毎に右及び左斜材の ξ をそれぞれ $2a_1$ 及び $2b_1, 2a_2$ 及び $2b_2, 2a_3$ 及び $2b_3$ 倍する事を意味する。又 $II\xi'_1 = \xi_{II} - \xi'_1, III\xi'_2 = \xi_{III} - \xi'_2, IV\xi'_3 = \xi_{IV} - \xi'_3$ である。次に μ 以下の欄も對角線を軸として對稱に記入し \bar{X}, s' は (h), (g) 式にて與へられる。荷重項 τ も然り。本例が對稱形となれば s 及 s' が消失する。その外は變化なきも只内容が簡單となる。(1) (b) 参照。

(3) 單層多徑間梯形架構

徑間數如何に増加するも (2) の時と同様にして作表し得。

3. 鉸脚單層梯形架構

單層梯形架構が鉸脚の場合は前編山形架構の場合と全く同様にして作表する。

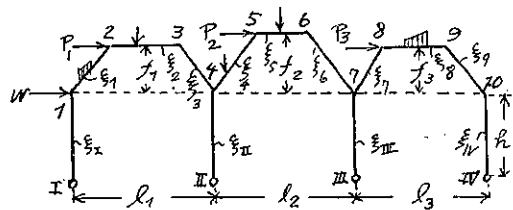
今第 15 圖の如き單層 3 徑間の鉸脚梯形架構に就きて説明するに、柱材の材端曲能率は (2) 式により與へられ、この (2) 式中には撓度の 0.5 倍の項を含むを以て、前章 2.

(2) に於て用ひし $\mu, \phi_1, \phi_2, \phi_3$ の代りに

$$\mu' = 0.5 \mu, \phi_1' = 0.5 \phi_1, \phi_2' = 0.5 \phi_2, \phi_3' = 0.5 \phi_3 \dots\dots\dots (a)$$

を用ふる事よりして各部材材端曲能率は

第 15 圖



たのであるが、この場合は両邊に2/3を乗ずる(山形架構の時と同様である)。(5) かくすれば従てφの欄のε''は斜材のεが2a, 2b倍でなくて4a, 4b倍されてゐる事を示す事になる。又Xの内容は

$$\left. \begin{aligned} \bar{X}_1 &= x_1 + 4(c_1 + a_1 \lambda_{\beta 1} \xi_1 + b_1 \lambda_{\alpha 1} \xi_2) \\ \bar{X}_2 &= x_2 + 4(c_2 + a_2 \lambda_{\beta 2} \xi_3 + b_2 \lambda_{\alpha 2} \xi_4) \\ \bar{X}_3 &= x_3 + 4(c_3 + a_3 \lambda_{\beta 3} \xi_7 + b_3 \lambda_{\alpha 3} \xi_8) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (c)$$

であつて、第2項が4倍されてゐるの違ひがある。又x, s', τは前同様であつて、只s'とτは2倍されてある。

第8表 3層2徑間梯形架構

| No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 1 | ε ₁ | ε ₂ | ε ₃ | ε ₄ | ε ₅ | ε ₆ | ε ₇ | ε ₈ | ε ₉ | ε ₁₀ | ε ₁₁ | ε ₁₂ | ε ₁₃ | ε ₁₄ | ε ₁₅ | ε ₁₆ | ε ₁₇ | ε ₁₈ | ε ₁₉ | ε ₂₀ | ε ₂₁ | ε ₂₂ | ε ₂₃ | ε ₂₄ | ε ₂₅ | ε ₂₆ | ε ₂₇ | ε ₂₈ | ε ₂₉ | ε ₃₀ | ε ₃₁ | ε ₃₂ | ε ₃₃ | ε ₃₄ | ε ₃₅ | ε ₃₆ | ε ₃₇ | ε ₃₈ | ε ₃₉ | ε ₄₀ | ε ₄₁ | ε ₄₂ | ε ₄₃ | ε ₄₄ | ε ₄₅ | ε ₄₆ | ε ₄₇ | ε ₄₈ | ε ₄₉ | ε ₅₀ | ε ₅₁ | ε ₅₂ | ε ₅₃ | ε ₅₄ | ε ₅₅ | ε ₅₆ | ε ₅₇ | ε ₅₈ | ε ₅₉ | ε ₆₀ | ε ₆₁ | ε ₆₂ | ε ₆₃ | ε ₆₄ | ε ₆₅ | ε ₆₆ | ε ₆₇ | ε ₆₈ | ε ₆₉ | ε ₇₀ | ε ₇₁ | ε ₇₂ | ε ₇₃ | ε ₇₄ | ε ₇₅ | ε ₇₆ | ε ₇₇ | ε ₇₈ | ε ₇₉ | ε ₈₀ | ε ₈₁ | ε ₈₂ | ε ₈₃ | ε ₈₄ | ε ₈₅ | ε ₈₆ | ε ₈₇ | ε ₈₈ | ε ₈₉ | ε ₉₀ | ε ₉₁ | ε ₉₂ | ε ₉₃ | ε ₉₄ | ε ₉₅ | ε ₉₆ | ε ₉₇ | ε ₉₈ | ε ₉₉ | ε ₁₀₀ |
| 2 | ε ₁ | ε ₂ | ε ₃ | ε ₄ | ε ₅ | ε ₆ | ε ₇ | ε ₈ | ε ₉ | ε ₁₀ | ε ₁₁ | ε ₁₂ | ε ₁₃ | ε ₁₄ | ε ₁₅ | ε ₁₆ | ε ₁₇ | ε ₁₈ | ε ₁₉ | ε ₂₀ | ε ₂₁ | ε ₂₂ | ε ₂₃ | ε ₂₄ | ε ₂₅ | ε ₂₆ | ε ₂₇ | ε ₂₈ | ε ₂₉ | ε ₃₀ | ε ₃₁ | ε ₃₂ | ε ₃₃ | ε ₃₄ | ε ₃₅ | ε ₃₆ | ε ₃₇ | ε ₃₈ | ε ₃₉ | ε ₄₀ | ε ₄₁ | ε ₄₂ | ε ₄₃ | ε ₄₄ | ε ₄₅ | ε ₄₆ | ε ₄₇ | ε ₄₈ | ε ₄₉ | ε ₅₀ | ε ₅₁ | ε ₅₂ | ε ₅₃ | ε ₅₄ | ε ₅₅ | ε ₅₆ | ε ₅₇ | ε ₅₈ | ε ₅₉ | ε ₆₀ | ε ₆₁ | ε ₆₂ | ε ₆₃ | ε ₆₄ | ε ₆₅ | ε ₆₆ | ε ₆₇ | ε ₆₈ | ε ₆₉ | ε ₇₀ | ε ₇₁ | ε ₇₂ | ε ₇₃ | ε ₇₄ | ε ₇₅ | ε ₇₆ | ε ₇₇ | ε ₇₈ | ε ₇₉ | ε ₈₀ | ε ₈₁ | ε ₈₂ | ε ₈₃ | ε ₈₄ | ε ₈₅ | ε ₈₆ | ε ₈₇ | ε ₈₈ | ε ₈₉ | ε ₉₀ | ε ₉₁ | ε ₉₂ | ε ₉₃ | ε ₉₄ | ε ₉₅ | ε ₉₆ | ε ₉₇ | ε ₉₈ | ε ₉₉ | ε ₁₀₀ |
| 3 | ε ₁ | ε ₂ | ε ₃ | ε ₄ | ε ₅ | ε ₆ | ε ₇ | ε ₈ | ε ₉ | ε ₁₀ | ε ₁₁ | ε ₁₂ | ε ₁₃ | ε ₁₄ | ε ₁₅ | ε ₁₆ | ε ₁₇ | ε ₁₈ | ε ₁₉ | ε ₂₀ | ε ₂₁ | ε ₂₂ | ε ₂₃ | ε ₂₄ | ε ₂₅ | ε ₂₆ | ε ₂₇ | ε ₂₈ | ε ₂₉ | ε ₃₀ | ε ₃₁ | ε ₃₂ | ε ₃₃ | ε ₃₄ | ε ₃₅ | ε ₃₆ | ε ₃₇ | ε ₃₈ | ε ₃₉ | ε ₄₀ | ε ₄₁ | ε ₄₂ | ε ₄₃ | ε ₄₄ | ε ₄₅ | ε ₄₆ | ε ₄₇ | ε ₄₈ | ε ₄₉ | ε ₅₀ | ε ₅₁ | ε ₅₂ | ε ₅₃ | ε ₅₄ | ε ₅₅ | ε ₅₆ | ε ₅₇ | ε ₅₈ | ε ₅₉ | ε ₆₀ | ε ₆₁ | ε ₆₂ | ε ₆₃ | ε ₆₄ | ε ₆₅ | ε ₆₆ | ε ₆₇ | ε ₆₈ | ε ₆₉ | ε ₇₀ | ε ₇₁ | ε ₇₂ | ε ₇₃ | ε ₇₄ | ε ₇₅ | ε ₇₆ | ε ₇₇ | ε ₇₈ | ε ₇₉ | ε ₈₀ | ε ₈₁ | ε ₈₂ | ε ₈₃ | ε ₈₄ | ε ₈₅ | ε ₈₆ | ε ₈₇ | ε ₈₈ | ε ₈₉ | ε ₉₀ | ε ₉₁ | ε ₉₂ | ε ₉₃ | ε ₉₄ | ε ₉₅ | ε ₉₆ | ε ₉₇ | ε ₉₈ | ε ₉₉ | ε ₁₀₀ |
| 4 | ε ₁ | ε ₂ | ε ₃ | ε ₄ | ε ₅ | ε ₆ | ε ₇ | ε ₈ | ε ₉ | ε ₁₀ | ε ₁₁ | ε ₁₂ | ε ₁₃ | ε ₁₄ | ε ₁₅ | ε ₁₆ | ε ₁₇ | ε ₁₈ | ε ₁₉ | ε ₂₀ | ε ₂₁ | ε ₂₂ | ε ₂₃ | ε ₂₄ | ε ₂₅ | ε ₂₆ | ε ₂₇ | ε ₂₈ | ε ₂₉ | ε ₃₀ | ε ₃₁ | ε ₃₂ | ε ₃₃ | ε ₃₄ | ε ₃₅ | ε ₃₆ | ε ₃₇ | ε ₃₈ | ε ₃₉ | ε ₄₀ | ε ₄₁ | ε ₄₂ | ε ₄₃ | ε ₄₄ | ε ₄₅ | ε ₄₆ | ε ₄₇ | ε ₄₈ | ε ₄₉ | ε ₅₀ | ε ₅₁ | ε ₅₂ | ε ₅₃ | ε ₅₄ | ε ₅₅ | ε ₅₆ | ε ₅₇ | ε ₅₈ | ε ₅₉ | ε ₆₀ | ε ₆₁ | ε ₆₂ | ε ₆₃ | ε ₆₄ | ε ₆₅ | ε ₆₆ | ε ₆₇ | ε ₆₈ | ε ₆₉ | ε ₇₀ | ε ₇₁ | ε ₇₂ | ε ₇₃ | ε ₇₄ | ε ₇₅ | ε ₇₆ | ε ₇₇ | ε ₇₈ | ε ₇₉ | ε ₈₀ | ε ₈₁ | ε ₈₂ | ε ₈₃ | ε ₈₄ | ε ₈₅ | ε ₈₆ | ε ₈₇ | ε ₈₈ | ε ₈₉ | ε ₉₀ | ε ₉₁ | ε ₉₂ | ε ₉₃ | ε ₉₄ | ε ₉₅ | ε ₉₆ | ε ₉₇ | ε ₉₈ | ε ₉₉ | ε ₁₀₀ |
| 5 | ε ₁ | ε ₂ | ε ₃ | ε ₄ | ε ₅ | ε ₆ | ε ₇ | ε ₈ | ε ₉ | ε ₁₀ | ε ₁₁ | ε ₁₂ | ε ₁₃ | ε ₁₄ | ε ₁₅ | ε ₁₆ | ε ₁₇ | ε ₁₈ | ε ₁₉ | ε ₂₀ | ε ₂₁ | ε ₂₂ | ε ₂₃ | ε ₂₄ | ε ₂₅ | ε ₂₆ | ε ₂₇ | ε ₂₈ | ε ₂₉ | ε ₃₀ | ε ₃₁ | ε ₃₂ | ε ₃₃ | ε ₃₄ | ε ₃₅ | ε ₃₆ | ε ₃₇ | ε ₃₈ | ε ₃₉ | ε ₄₀ | ε ₄₁ | ε ₄₂ | ε ₄₃ | ε ₄₄ | ε ₄₅ | ε ₄₆ | ε ₄₇ | ε ₄₈ | ε ₄₉ | ε ₅₀ | ε ₅₁ | ε ₅₂ | ε ₅₃ | ε ₅₄ | ε ₅₅ | ε ₅₆ | ε ₅₇ | ε ₅₈ | ε ₅₉ | ε ₆₀ | ε ₆₁ | ε ₆₂ | ε ₆₃ | ε ₆₄ | ε ₆₅ | ε ₆₆ | ε ₆₇ | ε ₆₈ | ε ₆₉ | ε ₇₀ | ε ₇₁ | ε ₇₂ | ε ₇₃ | ε ₇₄ | ε ₇₅ | ε ₇₆ | ε ₇₇ | ε ₇₈ | ε ₇₉ | ε ₈₀ | ε ₈₁ | ε ₈₂ | ε ₈₃ | ε ₈₄ | ε ₈₅ | ε ₈₆ | ε ₈₇ | ε ₈₈ | ε ₈₉ | ε ₉₀ | ε ₉₁ | ε ₉₂ | ε ₉₃ | ε ₉₄ | ε ₉₅ | ε ₉₆ | ε ₉₇ | ε ₉₈ | ε ₉₉ | ε ₁₀₀ |
| 6 | ε ₁ | ε ₂ | ε ₃ | ε ₄ | ε ₅ | ε ₆ | ε ₇ | ε ₈ | ε ₉ | ε ₁₀ | ε ₁₁ | ε ₁₂ | ε ₁₃ | ε ₁₄ | ε ₁₅ | ε ₁₆ | ε ₁₇ | ε ₁₈ | ε ₁₉ | ε ₂₀ | ε ₂₁ | ε ₂₂ | ε ₂₃ | ε ₂₄ | ε ₂₅ | ε ₂₆ | ε ₂₇ | ε ₂₈ | ε ₂₉ | ε ₃₀ | ε ₃₁ | ε ₃₂ | ε ₃₃ | ε ₃₄ | ε ₃₅ | ε ₃₆ | ε ₃₇ | ε ₃₈ | ε ₃₉ | ε ₄₀ | ε ₄₁ | ε ₄₂ | ε ₄₃ | ε ₄₄ | ε ₄₅ | ε ₄₆ | ε ₄₇ | ε ₄₈ | ε ₄₉ | ε ₅₀ | ε ₅₁ | ε ₅₂ | ε ₅₃ | ε ₅₄ | ε ₅₅ | ε ₅₆ | ε ₅₇ | ε ₅₈ | ε ₅₉ | ε ₆₀ | ε ₆₁ | ε ₆₂ | ε ₆₃ | ε ₆₄ | ε ₆₅ | ε ₆₆ | ε ₆₇ | ε ₆₈ | ε ₆₉ | ε ₇₀ | ε ₇₁ | ε ₇₂ | ε ₇₃ | ε ₇₄ | ε ₇₅ | ε ₇₆ | ε ₇₇ | ε ₇₈ | ε ₇₉ | ε ₈₀ | ε ₈₁ | ε ₈₂ | ε ₈₃ | ε ₈₄ | ε ₈₅ | ε ₈₆ | ε ₈₇ | ε ₈₈ | ε ₈₉ | ε ₉₀ | ε ₉₁ | ε ₉₂ | ε ₉₃ | ε ₉₄ | ε ₉₅ | ε ₉₆ | ε ₉₇ | ε ₉₈ | ε ₉₉ | ε ₁₀₀ |
| 7 | ε ₁ | ε ₂ | ε ₃ | ε ₄ | ε ₅ | ε ₆ | ε ₇ | ε ₈ | ε ₉ | ε ₁₀ | ε ₁₁ | ε ₁₂ | ε ₁₃ | ε ₁₄ | ε ₁₅ | ε ₁₆ | ε ₁₇ | ε ₁₈ | ε ₁₉ | ε ₂₀ | ε ₂₁ | ε ₂₂ | ε ₂₃ | ε ₂₄ | ε ₂₅ | ε ₂₆ | ε ₂₇ | ε ₂₈ | ε ₂₉ | ε ₃₀ | ε ₃₁ | ε ₃₂ | ε ₃₃ | ε ₃₄ | ε ₃₅ | ε ₃₆ | ε ₃₇ | ε ₃₈ | ε ₃₉ | ε ₄₀ | ε ₄₁ | ε ₄₂ | ε ₄₃ | ε ₄₄ | ε ₄₅ | ε ₄₆ | ε ₄₇ | ε ₄₈ | ε ₄₉ | ε ₅₀ | ε ₅₁ | ε ₅₂ | ε ₅₃ | ε ₅₄ | ε ₅₅ | ε ₅₆ | ε ₅₇ | ε ₅₈ | ε ₅₉ | ε ₆₀ | ε ₆₁ | ε ₆₂ | ε ₆₃ | ε ₆₄ | ε ₆₅ | ε ₆₆ | ε ₆₇ | ε ₆₈ | ε ₆₉ | ε ₇₀ | ε ₇₁ | ε ₇₂ | ε ₇₃ | ε ₇₄ | ε ₇₅ | ε ₇₆ | ε ₇₇ | ε ₇₈ | ε ₇₉ | ε ₈₀ | ε ₈₁ | ε ₈₂ | ε ₈₃ | ε ₈₄ | ε ₈₅ | ε ₈₆ | ε ₈₇ | ε ₈₈ | ε ₈₉ | ε ₉₀ | ε ₉₁ | ε ₉₂ | ε ₉₃ | ε ₉₄ | ε ₉₅ | ε ₉₆ | ε ₉₇ | ε ₉₈ | ε ₉₉ | ε ₁₀₀ |
| 8 | ε ₁ | ε ₂ | ε ₃ | ε ₄ | ε ₅ | ε ₆ | ε ₇ | ε ₈ | ε ₉ | ε ₁₀ | ε ₁₁ | ε ₁₂ | ε ₁₃ | ε ₁₄ | ε ₁₅ | ε ₁₆ | ε ₁₇ | ε ₁₈ | ε ₁₉ | ε ₂₀ | ε ₂₁ | ε ₂₂ | ε ₂₃ | ε ₂₄ | ε ₂₅ | ε ₂₆ | ε ₂₇ | ε ₂₈ | ε ₂₉ | ε ₃₀ | ε ₃₁ | ε ₃₂ | ε ₃₃ | ε ₃₄ | ε ₃₅ | ε ₃₆ | ε ₃₇ | ε ₃₈ | ε ₃₉ | ε ₄₀ | ε ₄₁ | ε ₄₂ | ε ₄₃ | ε ₄₄ | ε ₄₅ | ε ₄₆ | ε ₄₇ | ε ₄₈ | ε ₄₉ | ε ₅₀ | ε ₅₁ | ε ₅₂ | ε ₅₃ | ε ₅₄ | ε ₅₅ | ε ₅₆ | ε ₅₇ | ε ₅₈ | ε ₅₉ | ε ₆₀ | ε ₆₁ | ε ₆₂ | ε ₆₃ | ε ₆₄ | ε ₆₅ | ε ₆₆ | ε ₆₇ | ε ₆₈ | ε ₆₉ | ε ₇₀ | ε ₇₁ | ε ₇₂ | ε ₇₃ | ε ₇₄ | ε ₇₅ | ε ₇₆ | ε ₇₇ | ε ₇₈ | ε ₇₉ | ε ₈₀ | ε ₈₁ | ε ₈₂ | ε ₈₃ | ε ₈₄ | ε ₈₅ | ε ₈₆ | ε ₈₇ | ε ₈₈ | ε ₈₉ | ε ₉₀ | ε ₉₁ | ε ₉₂ | ε ₉₃ | ε ₉₄ | ε ₉₅ | ε ₉₆ | ε ₉₇ | ε ₉₈ | ε ₉₉ | ε ₁₀₀ |
| 9 | ε ₁ | ε ₂ | ε ₃ | ε ₄ | ε ₅ | ε ₆ | ε ₇ | ε ₈ | ε ₉ | ε ₁₀ | ε ₁₁ | ε ₁₂ | ε ₁₃ | ε ₁₄ | ε ₁₅ | ε ₁₆ | ε ₁₇ | ε ₁₈ | ε ₁₉ | ε ₂₀ | ε ₂₁ | ε ₂₂ | ε ₂₃ | ε ₂₄ | ε ₂₅ | ε ₂₆ | ε ₂₇ | ε ₂₈ | ε ₂₉ | ε ₃₀ | ε ₃₁ | ε ₃₂ | ε ₃₃ | ε ₃₄ | ε ₃₅ | ε ₃₆ | ε ₃₇ | ε ₃₈ | ε ₃₉ | ε ₄₀ | ε ₄₁ | ε ₄₂ | ε ₄₃ | ε ₄₄ | ε ₄₅ | ε ₄₆ | ε ₄₇ | ε ₄₈ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

$$\rho_1=2\xi_1+\xi_1=0.06, \quad \rho_2=2(\xi_1+\xi_2)=0.08, \quad \rho_3=2(\xi_2+\xi_3)=0.10, \quad \rho_4=2(\xi_3+\xi_4)=0.8$$

又 $\alpha = \frac{2}{6} = 0.333, \quad \beta = \frac{1}{6} = 0.167, \quad \gamma = \frac{3}{6} = 0.5$

(7) より $\lambda_\alpha = \frac{0.333}{0.333+0.167} \frac{6}{2} = 2, \quad \lambda_\beta = \frac{0.167}{0.333+0.167} \frac{6}{2} = 1, \quad \lambda_\gamma = \frac{0.5}{0.333+0.167} = 1$

(13) より $a = \frac{6}{6 \times 2} \frac{(3-2 \times 0.333) \times 50 + 3(0.5+2 \times 0.167)50 + 2 \times 0.167 \times 33.33}{50+3 \times 50+33.33} = 0.542$

$$b = \frac{6}{6 \times 2} \frac{2 \times 0.333 \times 50 + 3(0.5+2 \times 0.333)50 + (3-2 \times 0.167)33.33}{50+3 \times 50+33.33} = 0.637$$

$$c = \frac{6^2}{6 \times 2^2} \frac{1}{50+3 \times 50+33.33} = 0.0064$$

故に No. 1~4 の $-\bar{\mu}$ の欄にては

$$\xi_1' = \lambda_\gamma \xi_1 = 1 \times 0.02 = 0.02, \quad \xi_2' = \lambda_\gamma \xi_2 = 0.03$$

$${}_2\xi_1' = \xi_1' - \xi_2 = 0.02 - 0.02 = 0$$

$${}_2\xi_3' = \xi_3' - \xi_2 = 0.03 - 0.02 = 0.01$$

同じく ϕ の欄にては

$$\xi_1' = \lambda_\beta \xi_1 = 1 \times 0.02 = 0.02$$

$$\xi_3' = \lambda_\alpha \xi_3 = 2 \times 0.03 = 0.06$$

$${}_11\xi_3' = \xi_{11} - \xi_3' = 0.01 - 0.06 = -0.05$$

又 No. 6 の φ の欄にて

$$\xi_1'' = \frac{2+\gamma}{1+2\gamma} \xi_1 = \frac{2+0.5}{1+2 \times 0.5} \times 0.02 = 0.025, \quad \xi_3'' = \frac{2+\gamma}{1+2\gamma} \xi_3 = 0.0375$$

No. 7 の φ の欄にて

$$\xi_1'' = 2a\xi_1 = 2 \times 0.542 \times 0.02 = 0.0217, \quad \xi_3'' = 2b\xi_3 = 2 \times 0.637 \times 0.03 = 0.0382,$$

$${}_11\xi_3'' = 0.01 - 0.0382 = -0.0282$$

又次に

$$\bar{X} = \frac{3}{3}(\xi_1 + \xi_{11}) = \frac{2}{3}(0.01 + 0.01) = 0.0133, \quad x = \frac{2}{3}\xi_{11} = \frac{2}{3} \cdot 0.01 = 0.0067$$

$$S = \frac{1+\gamma}{1+2\gamma}(\lambda_\gamma \xi_1 + \lambda_\gamma \xi_3) = \frac{1+0.5}{1+2 \times 0.5}(0.02+0.03) = 0.0375$$

$$s = \frac{1+\gamma}{1+2\gamma}(\lambda_\beta \xi_1 - \lambda_\alpha \xi_3) = \frac{1+0.5}{1 \times 2 \times 0.5}(0.02 - 0.06) = -0.03$$

$$s' = a\lambda_\gamma \xi_1 - b\lambda_\gamma \xi_3 = 0.542 \times 0.02 - 0.637 \times 0.03 = -0.0084$$

$$\bar{X} = c + x + a\lambda_\beta \xi_1 + b\lambda_\alpha \xi_3 = 0.0064 + 0.0067 + 0.542 \times 0.02 + 0.637 \times 0.06 = 0.0622$$

次に荷重項にては

$$C_{12} = C_{21} = \frac{p l^2}{12} = \frac{1.2 \times 2^2}{12} = 0.4, \quad C_{23} = C_{32} = \frac{1.2 \times 3^2}{12} = 0.9, \quad C_{34} = C_{43} = \frac{1.2 \times 1^2}{12} = 0.1$$

又 M_{02}, M_{03} に関しては第3表 No. 13 より

$$-M_{02} + M_{03} = \frac{l_2(l_1 - l_2)}{2l} W = \frac{3(2-1)}{2 \times 6} \times 6 \times 1.2 = 1.8$$

故に

$$t = \frac{1}{1+2\gamma} \left\{ -M_{02} + M_{03} + \gamma(C_{12} - C_{43}) + (C_{34} - C_{21}) \right\}$$

第9表 例1

| No | 方程式を以て | | | | | | | 方程式 |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|----------|-----------|-------------------|
| | φ_1 | φ_2 | φ_3 | φ_4 | μ | $-\mu$ | ϕ | |
| 1 | ξ_1 | ξ_1 | | | ξ_1 | ξ_1 | ξ_1 | C_{12} |
| 2 | ξ_1 | ξ_2 | ξ_2 | | | $2\xi_1$ | ξ_1 | $C_{23} - C_{21}$ |
| 3 | | ξ_2 | ξ_3 | ξ_3 | | $2\xi_1$ | $-\xi_2$ | $C_{34} - C_{32}$ |
| 4 | | | ξ_3 | ξ_4 | ξ_4 | $2\xi_1$ | $2\xi_2$ | $-C_{42}$ |
| 5 | ξ_1 | | | ξ_2 | X | | x | c |
| 6 | ξ_1 | ξ_1 | ξ_2 | ξ_2 | | S | s | f |
| 7 | ξ_1 | ξ_1 | ξ_2 | ξ_2 | x | x | \bar{X} | t |

$$= \frac{1}{1+2 \times 0.5} \{ 1.8 + 0.5(0.4 - 0.1) + (0.1 - 0.4) \} = 0.825$$

又 L は第 1 表 No. 9 より

$$L = 2 \left[\frac{1}{4 \times 6} \{ 2(2+2 \times 3+2 \times 1)^2 + 2^2(3+1) \} 50 + \frac{1}{2} (3 \times 3 \times 6 + 6 \times 2 \times 1 - 2 \times 3^2) 50 \right. \\ \left. + \frac{1}{4 \times 6} \{ 1(1+2 \times 3+2 \times 2)^2 + 1^2(3+2) \} 33.33 \right] \times 1.2 = 4140$$

故に

$$\tau = aC_{12} + bC_{33} - \frac{c}{h}L \\ = 0.542 \times 0.4 + 0.637 \times 0.1 - \frac{0.0064}{6} \times 4140 \\ = -4.14$$

かくて第 10 表を得。これより逐次近似計算法にて略値を求めしに

$$\varphi_1 = 15.4, \quad \varphi_2 = 66.1, \quad \varphi_3 = -92.8, \quad \varphi_4 = -85.6, \\ \mu = 134.6, \quad -\bar{\mu} = 1.97, \quad \phi = -163.3$$

従て各節點曲能率は

$$M_{11} = \xi_1(\varphi_1 + \mu) = 1.500mt \\ M_{11} = \xi_1(2\varphi_1 + \mu) = 1.654mt \\ M_{11} = \xi_{II}(\varphi_4 + \mu + \phi) = -1.133mt \\ M_{11} = \xi_{II}(2\varphi_4 + \mu + \phi) = -1.989mt \\ M_{12} = \xi_1(2\varphi_1 + \varphi_2 - \lambda\gamma\bar{\mu} + \lambda\beta\phi) - C_{12} = -1.669mt \\ M_{21} = \xi_1(2\varphi_2 + \varphi_1 - \lambda\gamma\bar{\mu} + \lambda\beta\phi) + C_{21} = 0.145mt \\ M_{23} = \xi_2(2\varphi_2 + \varphi_3 + \bar{\mu}) - C_{23} = -0.151mt \\ M_{32} = \xi_2(2\varphi_3 + \varphi_2 + \bar{\mu}) + C_{32} = -1.529mt \\ M_{34} = \xi_2(2\varphi_3 + \varphi_4 - \lambda\gamma\bar{\mu} - \lambda\alpha\phi) - C_{34} = 1.502mt \\ M_{43} = \xi_3(2\varphi_4 + \varphi_3 - \lambda\gamma\bar{\mu} - \lambda\alpha\phi) + C_{43} = 1.977mt$$

となる。多少の誤差は略値故許さるべきなり。曲能率示圖は第 18 圖の如くである。

例 2. 固定脚 3 層 1 徑間對稱梯形架構

第 19 圖に於て

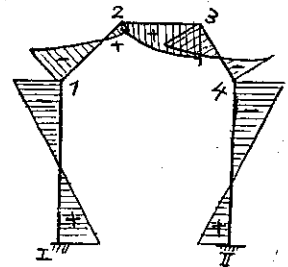
$$J_1 = J_{II} = 0.05m^4 \quad \xi_1 = \xi_{II} = 0.01 \\ J_1' = J_2 = 0.04m^4 \quad \xi_1' = \xi_2 = 0.008 \\ J_3' = J_4 = 0.03m^4 \quad \xi_3' = \xi_4 = 0.006 \\ J_5 = 0.064m^4 \quad \xi_5 = 0.008 \\ J_6 = 0.056m^4 \quad \xi_6 = 0.007 \\ J_6 = J_7 = 0.0283m^4 \quad \xi_6 = \xi_7 = 0.01 \quad \gamma_6 = \gamma_7 = 100 \\ J_8 = 0.04m^4 \quad \xi_8 = 0.01 \quad \gamma_8 = 100$$

とする。第 11 表は直ちに作製し得べし。その數値は

第 10 表 例 1

| No | 方程式左辺 | | | | | | 方程式右辺 | |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|--------------|-------|--------|
| | φ_1 | φ_2 | φ_3 | φ_4 | μ | $-\bar{\mu}$ | | ϕ |
| 1 | 6 | 2 | | | 1 | 2 | 2 | 0.4 |
| 2 | 2 | 8 | 2 | | | 0 | 2 | 0.5 |
| 3 | | 2 | 10 | 3 | | 1 | -6 | -0.8 |
| 4 | | | 3 | 8 | 1 | 3 | -5 | -0.1 |
| 5 | 1 | | | | 1 | 1.33 | 4.47 | 0 |
| 6 | 2 | 25 | 3.75 | 3 | | 3.75 | -3 | 0.825 |
| 7 | 2.77 | 1.69 | -7.91 | -2.82 | 0.67 | -0.67 | 6.22 | -4.14 |

第 18 圖



$$\frac{1}{3}Q_3 = \frac{1}{3}S_2 l_3 = \frac{5}{3}(4+7) = 18.333$$

t は架構条件及び荷重状態共に對稱なれば消失する。

次に第2表 No. 11 と No. 12 より

$$L = \frac{2}{2} [(5 \times 2^2 + 4 \times 2 \times 4)100 + (6 \times 2^2 + 6 \times 2 \times 4 + 4^2)100] \times 1.2 + 2^2[2 \times 100 + 3 \times 100] \times 4 = 24800$$

$$r = 0.5 \times 0.5 + 0.5 \times 0.5 - \frac{0.0021}{5} \times 24800 = -9.92$$

かくて第12表を得る。これを解けば撓角撓度式より各節點に於ける曲能率を求め得べし。

第12表 例2

| NO | 方程式 元 22 | | | | | | | | | | | 方程式 右 22 | |
|----|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|---------|
| | q_1 | q_2 | q_3 | q_4 | q_5 | q_6 | q_7 | q_8 | M_1 | M_2 | M_3 | | ϕ |
| 1 | 5.2 | 0.8 | | 0.8 | | | | | 1 | 0.8 | | | 16 |
| 2 | 0.8 | 5.2 | 0.8 | | | | | | 1 | 0.8 | | | -16 |
| 3 | | 0.8 | 4.2 | 0.7 | | | | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.1 | | -16 |
| 4 | | | 0.7 | 4.2 | 0.6 | | | | 0.8 | 0.6 | | | 16 |
| 5 | | | | 0.6 | 3.2 | 1 | | | | 0.6 | 1 | 1.25 | 0.5 |
| 6 | | | | | 1 | 4 | 1 | | | | 0 | 1.25 | 1.5 |
| 7 | | | | | | 1 | 4 | 1 | | | 0 | -1.25 | -1.5 |
| 8 | | | 0.6 | | | | 1 | 3.2 | | 0.6 | 1 | -1.25 | -1.5 |
| 9 | 1 | 1 | | | | | | | 1.33 | | | | -57.666 |
| 10 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | | | | | 1.07 | | | | -35 |
| 11 | | | 0.6 | 0.6 | 0.6 | | | 0.6 | | 0.8 | 0.4 | | -18.333 |
| 12 | | | | | 1 | 1.25 | 1.25 | 1 | | | 1.5 | 0 | 0 |
| 13 | | | 0.6 | | 1 | 1.5 | -1.5 | -1.4 | | 0.4 | 5 | 1.86 | -9.12 |