

並列梯形ラーメンの二,三の性状並びに影響線について*

正員 星 治 雄**

ON SOME CHARACTERS AND INFLUENCE LINES OF PARALLEL TRAPEZOIDAL RIGID FRAMES

By Haruo Hoshi, C.E. Member

Synopsis: When parallel trapezoidal rigid frames are connected with cross beams, each main beam takes its share of deformation and stress mutually, by the distributing action of cross beams, as in ladder girders. The rate of the distributing action depends on i) inclination of frame legs, ii) ratio of flexural rigidity of main beam to that of cross beam, iii) ratio of the distances between the main beams and the cross beams and iv) other factors, etc. Taking the above facts into consideration, some properties of these structures and the method of drawing the influence lines are discussed and a numerical example is presented.

要 旨 並列梯形ラーメンを横桁で連結した場合、梯子桁の場合と同じように、横桁による荷重の配分作用によつて、各主桁は相互に変形ならびに応力を分担する。その状況はラーメンの脚の角度、主桁と横桁との曲げ剛性比、主桁間隔と横桁間隔との比、その他によつて異なってくる。そのような見地において、並列梯形ラーメンの若干の性状を検討し、かつ影響線の作成について述べ、計算例を添えたものである。

1. 緒 論

立体ラーメンの解法については、従来多くの研究が発表せられている。これを実際に適用する際には、その釣合条件式の立て方、並びに釣合条件式による連立方程式の解法手段などが重要な問題となつてくる。従つて、実際の構造物を解くには、以上に対する十分なる考慮が必要である。なおまた、移動荷重を取りあつかう場合は、固定荷重のみを取り扱う場合とは異なつた考慮が必要で、連立方程式の係数行列の逆行列を求めるのが最も好都合であると思われる。

しかし、いずれにしても、構造物の複雑さの程度を増せば、それにつれて労力は急激に大きくなる。それで不静定次数がある程度内ならば、精密計算式を実用的に適用、実施することができるが、不静定度が余り高ければ、略算法が考慮されねばならない。一方これとは別に、不静定次数の高いものが、簡単な構造よりも、はたして実用的に高度の価値および効果を有するかどうかとも検討するべき問題である。要はその構造に対する定性的性質を十分に見究めて、合目的であつて、しかも有利な形状、寸法並びに構法を知る必要がある。

そこで相当利用度の高いと考えられる並列梯形ラーメン（梯形ラーメンを並列して、横桁で連結して、立体ラーメンとしたもの）について若干の考察を試みた。

主桁の仮想断面としては、ねじり剛性の大きいものを採用した。その理由は、横桁の曲げ剛性並びにねじり剛性は主桁の荷重配分に大きい影響をおよぼさないが、主桁のねじり剛性は相当大きい影響を有するからである。例えば、箱桁はI桁の場合に比して、荷重配分にいちじるしい効果を示す。I桁を使用した格子桁橋において（プレート・ガーダー並列の単純桁橋として設計されたものにおいてさえ）、実験の結果、相当量の荷重配分を示しているのは、床版との共同作用によるのであつて、格子の骨組のみでは荷重配分の割合は小である。本文としては床版との共同作用を考えないで、骨組だけを独立させて考慮するのであるから、主桁としては特にねじり剛性の大きいものを想定した。

2. 解法概要

並列梯形ラーメンの解法は変形法により、その釣合条件式を誘導するのに次のようにした¹⁾。

任意の位置にある立体ラーメンの1部材について、まず図-1のように直交座標軸をとり、それに対する関係式を求め、次に任意の直交座標軸への変換を行い、座標軸に対して任意の位

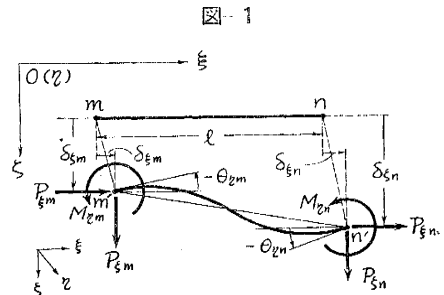


図-1

* 土木学会, 昭和 31 年度年次大会において一部発表

** 徳島大学教授, 工学部土木工学教室

置にある部材に対する一般式を提示した。その際、取り扱う力、モーメント、変形、変位などをあらわす各ベクトル量の符号は、すべて座標軸の方向に準拠するものとする。

図-1 について、任意の1部材 mn の $\xi\zeta$ 面内での変形（空間における実変形の $\xi\zeta$ 面への投影）を考える。さて点 m に力 $P_{\zeta m}$ およびモーメント $M_{\eta m}$ が作用して、部材 mn が図のように変形および変位を受けた場合、その曲げ変形は

$$-B_{\eta} \frac{d^2 \zeta}{d \xi^2} = -M_{\eta m} - P_{\zeta m} \cdot \xi \dots\dots\dots (1)$$

となる。これを1度および2度積分して、点 m, n における境界条件

$$\left. \begin{aligned} (\zeta)_{\xi=0} &= \delta \zeta_m & \left(\frac{d \zeta}{d \xi} \right)_{\xi=0} &= -\theta_{\eta m} \\ (\zeta)_{\xi=l} &= \delta \zeta_n & \left(\frac{d \zeta}{d \xi} \right)_{\xi=l} &= -\theta_{\eta n} \end{aligned} \right\}$$

を入れると、次の関係式を得る。

$$\left. \begin{aligned} P_{\zeta m} &= \frac{12 B_{\eta}}{l^3} (\delta \zeta_m - \delta \zeta_n) - \frac{6 B_{\eta}}{l^2} (\theta_{\eta m} + \theta_{\eta n}) \\ M_{\eta m} &= -\frac{6 B_{\eta}}{l^2} (\delta \zeta_m - \delta \zeta_n) + \frac{2 B_{\eta}}{l} (2 \theta_{\eta m} + \theta_{\eta n}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

$\xi\eta$ 面に対しても全く同じような関係式が得られる。

いま $\xi\zeta$ 面において、図-1 のように変形、変位をうけた状態で部材の両端を拘束した場合、点 m の拘束に作用する力およびモーメントをそれぞれ $\mathfrak{P}_{\zeta m}$, $\mathfrak{M}_{\eta m}$ と置くと

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{P}_{\zeta m} &= -\frac{12 B_{\eta}}{l^3} (\delta \zeta_m - \delta \zeta_n) + \frac{6 B_{\eta}}{l^2} (\theta_{\eta m} + \theta_{\eta n}) \\ \mathfrak{M}_{\eta m} &= \frac{6 B_{\eta}}{l^2} (\delta \zeta_m - \delta \zeta_n) - \frac{2 B_{\eta}}{l} (2 \theta_{\eta m} + \theta_{\eta n}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

同じようにして $\xi\eta$ 面に対しては

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{P}_{\eta m} &= -\frac{12 B_{\zeta}}{l^3} (\delta \eta_m - \delta \eta_n) + \frac{6 B_{\zeta}}{l^2} (\theta_{\zeta m} + \theta_{\zeta n}) \\ \mathfrak{M}_{\zeta m} &= \frac{6 B_{\zeta}}{l^2} (\delta \eta_m - \delta \eta_n) - \frac{2 B_{\zeta}}{l} (2 \theta_{\zeta m} + \theta_{\zeta n}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

次に軸方向力およびねじりに対しては

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{P}_{\xi m} &= -\frac{EF}{l} (\delta \xi_m - \delta \xi_n) \\ \mathfrak{M}_{\xi m} &= -\frac{C}{l} (\theta_{\xi m} - \theta_{\xi n}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

となる。上式中

- B_{η} : $\xi\zeta$ 面内にある部材のその面に関する曲げ剛性
- B_{ζ} : $\xi\eta$ 面内にある部材のその面に関する曲げ剛性
- C : 部材のねじり剛性

次に ξ, η, ζ 軸に対し、方向余弦がそれぞれ $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1; \alpha_2, \beta_2, \gamma_2; \alpha_3, \beta_3, \gamma_3$ であるような新しい直交座標軸 x, y, z に座標変換を行う。すると $\mathfrak{P}, \mathfrak{M}, \delta, \theta$ などの諸量の新旧座標軸に関する関係式は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{M}_x &= \alpha_1 \mathfrak{M}_{\xi} + \beta_1 \mathfrak{M}_{\eta} + \gamma_1 \mathfrak{M}_{\zeta} \\ \mathfrak{M}_y &= \alpha_2 \mathfrak{M}_{\xi} + \beta_2 \mathfrak{M}_{\eta} + \gamma_2 \mathfrak{M}_{\zeta} \\ \mathfrak{M}_z &= \alpha_3 \mathfrak{M}_{\xi} + \beta_3 \mathfrak{M}_{\eta} + \gamma_3 \mathfrak{M}_{\zeta} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

$$\left. \begin{aligned} \mathfrak{P}_x &= \alpha_1 \mathfrak{P}_{\xi} + \beta_1 \mathfrak{P}_{\eta} + \gamma_1 \mathfrak{P}_{\zeta} \\ \mathfrak{P}_y &= \alpha_2 \mathfrak{P}_{\xi} + \beta_2 \mathfrak{P}_{\eta} + \gamma_2 \mathfrak{P}_{\zeta} \\ \mathfrak{P}_z &= \alpha_3 \mathfrak{P}_{\xi} + \beta_3 \mathfrak{P}_{\eta} + \gamma_3 \mathfrak{P}_{\zeta} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

および

$$\left. \begin{aligned} \delta_{\xi} &= \alpha_1 \delta_x + \alpha_2 \delta_y + \alpha_3 \delta_z \\ \delta_{\eta} &= \beta_1 \delta_x + \beta_2 \delta_y + \beta_3 \delta_z \\ \delta_{\zeta} &= \gamma_1 \delta_x + \gamma_2 \delta_y + \gamma_3 \delta_z \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

$$\left. \begin{aligned} \theta_{\xi} &= \alpha_1 \theta_x + \alpha_2 \theta_y + \alpha_3 \theta_z \\ \theta_{\eta} &= \beta_1 \theta_x + \beta_2 \theta_y + \beta_3 \theta_z \\ \theta_{\zeta} &= \gamma_1 \theta_x + \gamma_2 \theta_y + \gamma_3 \theta_z \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8)$$

以上において、式(5)、(6)に(2)、(3)、(4)の関係を入れ、式中の変形量には式(7)、(8)に示される関係式を入れる。そしてその結果を整理すると次のようになる。

$$\begin{aligned}
 \mathfrak{F}_{xm} &= -\frac{12}{l^3}[(\beta_1^2 B_{\zeta} + \tau_1^2 B_{\eta})(\delta_{xm} - \delta_{xn}) + (\beta_1 \beta_2 B_{\zeta} + \tau_1 \tau_2 B_{\eta})(\delta_{ym} - \delta_{yn}) + (\beta_1 \beta_3 B_{\zeta} + \tau_1 \tau_3 B_{\eta})(\delta_{zm} - \delta_{zn})] \\
 &\quad + \frac{6}{l^2}[(\beta_1 \tau_1 (B_{\zeta} + B_{\eta})(\theta_{xm} + \theta_{xn}) + (\beta_1 \tau_2 B_{\zeta} + \beta_2 \tau_1 B_{\eta})(\theta_{ym} + \theta_{yn}) + (\beta_1 \tau_3 B_{\zeta} + \beta_3 \tau_1 B_{\eta})(\theta_{zm} + \theta_{zn})] \\
 \mathfrak{F}_{ym} &= -\frac{12}{l^3}[(\beta_1 \beta_2 B_{\zeta} + \tau_1 \tau_2 B_{\eta})(\delta_{xm} - \delta_{xn}) + (\beta_2^2 B_{\zeta} + \tau_2^2 B_{\eta})(\delta_{ym} - \delta_{yn}) + (\beta_2 \beta_3 B_{\zeta} + \tau_2 \tau_3 B_{\eta})(\delta_{zm} - \delta_{zn})] \\
 &\quad + \frac{6}{l^2}[(\beta_2 \tau_1 B_{\zeta} + \beta_1 \tau_2 B_{\eta})(\theta_{xm} + \theta_{xn}) + (\beta_2 \tau_2 (B_{\zeta} + B_{\eta})(\theta_{ym} + \theta_{yn}) + (\beta_2 \tau_3 B_{\zeta} + \beta_3 \tau_2 B_{\eta})(\theta_{zm} + \theta_{zn})] \\
 \mathfrak{F}_{zm} &= -\frac{12}{l^3}[(\beta_1 \beta_3 B_{\zeta} + \tau_1 \tau_3 B_{\eta})(\delta_{xm} - \delta_{xn}) + (\beta_2 \beta_3 B_{\zeta} + \tau_2 \tau_3 B_{\eta})(\delta_{ym} - \delta_{yn}) + (\beta_3^2 B_{\zeta} + \tau_3^2 B_{\eta})(\delta_{zm} - \delta_{zn})] \\
 &\quad + \frac{6}{l^2}[(\beta_3 \tau_1 B_{\zeta} + \beta_1 \tau_3 B_{\eta})(\theta_{xm} + \theta_{xn}) + (\beta_3 \tau_2 B_{\zeta} + \beta_2 \tau_3 B_{\eta})(\theta_{ym} + \theta_{yn}) + (\beta_3 \tau_3 (B_{\zeta} + B_{\eta})(\theta_{zm} + \theta_{zn})] \\
 \mathfrak{M}_{xm} &= -\frac{C}{l}[\alpha_1^2(\theta_{xm} - \theta_{xn}) + \alpha_1 \alpha_2(\theta_{ym} - \theta_{yn}) + \alpha_1 \alpha_3(\theta_{zm} - \theta_{zn})] \\
 &\quad + \frac{6}{l^2}[\beta_1 \tau_1 (B_{\eta} + B_{\zeta})(\delta_{xm} - \delta_{xn}) + (\beta_1 \tau_2 B_{\eta} + \beta_2 \tau_1 B_{\zeta})(\delta_{ym} - \delta_{yn}) + (\beta_1 \tau_3 B_{\eta} + \beta_3 \tau_1 B_{\zeta})(\delta_{zm} - \delta_{zn})] \\
 &\quad - \frac{2}{l}[(\beta_1^2 B_{\eta} + \tau_1^2 B_{\zeta})(2\theta_{xm} + \theta_{xn}) + (\beta_1 \beta_2 B_{\eta} + \tau_1 \tau_2 B_{\zeta})(2\theta_{ym} + \theta_{yn}) \\
 &\quad + (\beta_1 \beta_3 B_{\eta} + \tau_1 \tau_3 B_{\zeta})(2\theta_{zm} + \theta_{zn})] \\
 \mathfrak{M}_{ym} &= -\frac{C}{l}[\alpha_1 \alpha_2(\theta_{xm} - \theta_{xn}) + \alpha_2^2(\theta_{ym} - \theta_{yn}) + \alpha_2 \alpha_3(\theta_{zm} - \theta_{zn})] \\
 &\quad + \frac{6}{l^2}[(\beta_2 \tau_1 B_{\eta} + \beta_1 \tau_2 B_{\zeta})(\delta_{xm} - \delta_{xn}) + (\beta_2 \tau_2 (B_{\eta} + B_{\zeta})(\delta_{ym} - \delta_{yn}) + (\beta_2 \tau_3 B_{\eta} + \beta_3 \tau_2 B_{\zeta})(\delta_{zm} - \delta_{zn})] \\
 &\quad - \frac{2}{l}[(\beta_1 \beta_2 B_{\eta} + \tau_1 \tau_2 B_{\zeta})(2\theta_{xm} + \theta_{xn}) + (\beta_2^2 B_{\eta} + \tau_2^2 B_{\zeta})(2\theta_{ym} + \theta_{yn}) \\
 &\quad + (\beta_2 \beta_3 B_{\eta} + \tau_2 \tau_3 B_{\zeta})(2\theta_{zm} + \theta_{zn})] \\
 \mathfrak{M}_{zm} &= -\frac{C}{l}[\alpha_1 \alpha_3(\theta_{xm} - \theta_{xn}) + \alpha_2 \alpha_3(\theta_{ym} - \theta_{yn}) + \alpha_3^2(\theta_{zm} - \theta_{zn})] \\
 &\quad + \frac{6}{l^2}[(\beta_3 \tau_1 B_{\eta} + \beta_1 \tau_3 B_{\zeta})(\delta_{xm} - \delta_{xn}) + (\beta_3 \tau_2 B_{\eta} + \beta_2 \tau_3 B_{\zeta})(\delta_{ym} - \delta_{yn}) + (\beta_3 \tau_3 (B_{\eta} + B_{\zeta})(\delta_{zm} - \delta_{zn})] \\
 &\quad - \frac{2}{l}[(\beta_1 \beta_3 B_{\eta} + \tau_1 \tau_3 B_{\zeta})(2\theta_{xm} + \theta_{xn}) + (\beta_2 \beta_3 B_{\eta} + \tau_2 \tau_3 B_{\zeta})(2\theta_{ym} + \theta_{yn}) \\
 &\quad + (\beta_3^2 B_{\eta} + \tau_3^2 B_{\zeta})(2\theta_{zm} + \theta_{zn})]
 \end{aligned} \tag{9}$$

式(9)、(10)は部材端 m, n において、点 m に変位 $\delta_{xm}, \delta_{ym}, \delta_{zm}$ 、回転 $\theta_{xm}, \theta_{ym}, \theta_{zm}$ ；点 n に変位 $\delta_{xn}, \delta_{yn}, \delta_{zn}$ 、回転 $\theta_{xn}, \theta_{yn}, \theta_{zn}$ を与えた状態で拘束したとき、部材の変形のために点 m において、拘束に作用する力及びモーメントである。

従つて、注目する節点 m における釣合条件式は

$$\left. \begin{aligned}
 \Sigma \mathfrak{F}_{xm} + P_{xm} &= 0 \\
 \Sigma \mathfrak{F}_{ym} + P_{ym} &= 0 \\
 \Sigma \mathfrak{F}_{zm} + P_{zm} &= 0 \\
 \Sigma \mathfrak{M}_{xm} + M_{xm} &= 0 \\
 \Sigma \mathfrak{M}_{ym} + M_{ym} &= 0 \\
 \Sigma \mathfrak{M}_{zm} + M_{zm} &= 0
 \end{aligned} \right\} \tag{11}$$

となる²⁾。ただし P_{xm}, P_{ym}, P_{zm} および M_{xm}, M_{ym}, M_{zm} は点 m に作用する外力およびモーメントのそれぞれの方角に関する成分である。

3. 演算に対する仮定並びに考慮

計算例並びに性状検討のための計算は次のような仮定並びに考慮の下に行つた。

(1) 主桁の曲げ剛性 B_1 とねじり剛性 C_1 との比は一定であるとした。それは箱桁として有利と考えられる通常の断面形状においては、 B_1 と C_1 との比に大きい差異は生じないと考え、しかもその附近の B_1/C_1 の値の小

$EF_1 = 2.2 \times 10^6 \text{ kg}$ $EF_2 = 0$

上式中、添字1は主桁に関する諸量、添字2は横桁に関する諸量を示し、 B_1', B_2' はそれぞれの横曲げ剛性である。なお B_2', C_2 および横桁の軸方向力はこれらを無視した。以上の数値を使用して表-1の連立方程式を解き、図示の荷重に対する両主桁の曲げモーメント図を描くと図-2(b)のようになる。

5. 若干の性状並びに考察

図-2のような並列梯形ラーメンにおいて、(a) 角 ϕ を変化した場合、(b) l_2/l_1 を変化した場合、(c) B_2/B_1 を変化した場合、などについて各変形量の有様を考察した。その大要は次のとおりである。

(a) 脚の傾斜角 ϕ の変化による各変形量の状況

単一鉛直格点荷重が作用する場合、 $\phi = 90^\circ \rightarrow 0^\circ$ のものについて各節点の変位 δ および回転角 θ の変化の状況は図-3, 4, 5 のようである。以上より注目すべき点は

1. δ_x については変形量の配分効果は ϕ の減少とともに増大する。
2. 並列梯形ラーメンの各相当格点の主桁方向水平変位量の和、例えば $\delta_{x1} + \delta_{x1'}$ は単一梯形ラーメンにおける、この格点の水平変位量に等しい。
3. δ_{x1} と δ_{x2} との間の縦距の差は部材 12 における軸方向力に比例するが、これも角 ϕ の減少と共に増大する。

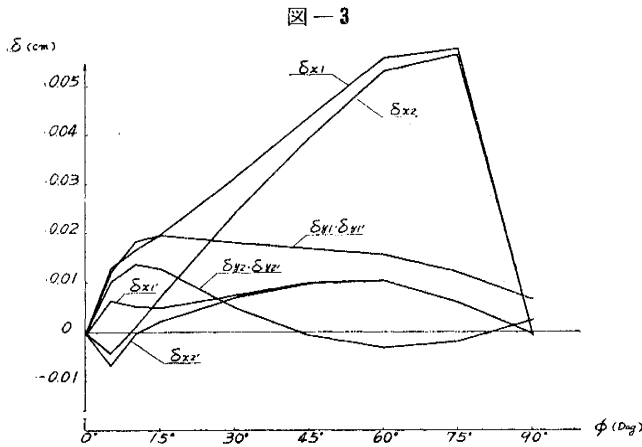


図-3

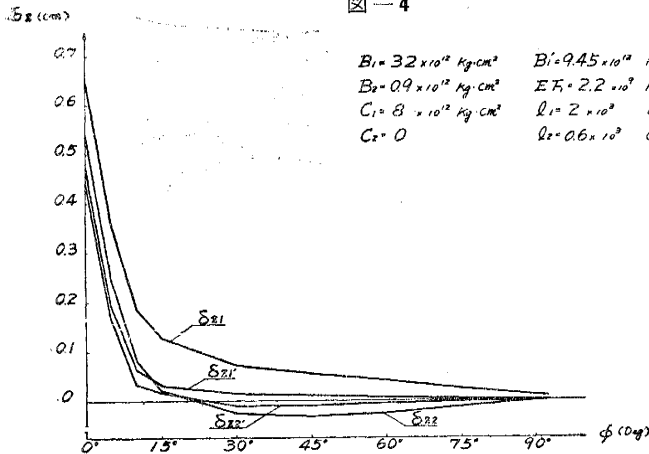


図-4

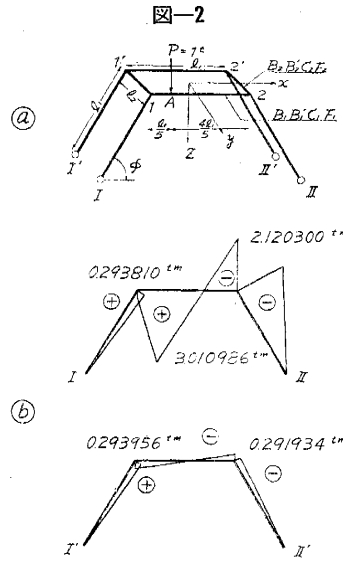


図-2

4. δ_y については ϕ がおよそ $45^\circ \sim 80^\circ$ 間では δ_{y1} と δ_{y2} とは変位方向が相反する。これは θ_x の図表と相関している。

5. δ_z については、荷重の作用しない方の相当格点2および2'のタワミはラーメンが相当に扁平になるまでは負であり、荷重作用点については ϕ が大きいと荷重配分が悪い。

6. $\phi = 90^\circ$ のときの δ_z は部材の軸方向力による部材変形を示し、 $\phi = 0^\circ$ のときのタワミは梯子桁のそれである。

(b) l_2/l_1 の変化による各変形量の状況

$\phi = 60^\circ$ の場合、 $l_2/l_1 = 0.1 \sim 1.0$ の間について、それに応じる各変位および回転角の変化を見れば、その状況は図-6, 7の通りで、注目すべき点としては、

1. δ_x については荷重の作用する方の主桁と作用しない方の主桁との水平変位の配分の有様は梯子桁におけるタワミ θ の変化の状況と似ていて、 δ_{x1} と δ_{x2} との差、すなわち軸方向力の影響はほとんど一定である。

2. δ_z については、 δ_{z1} と $\delta_{z1'}$

図-5

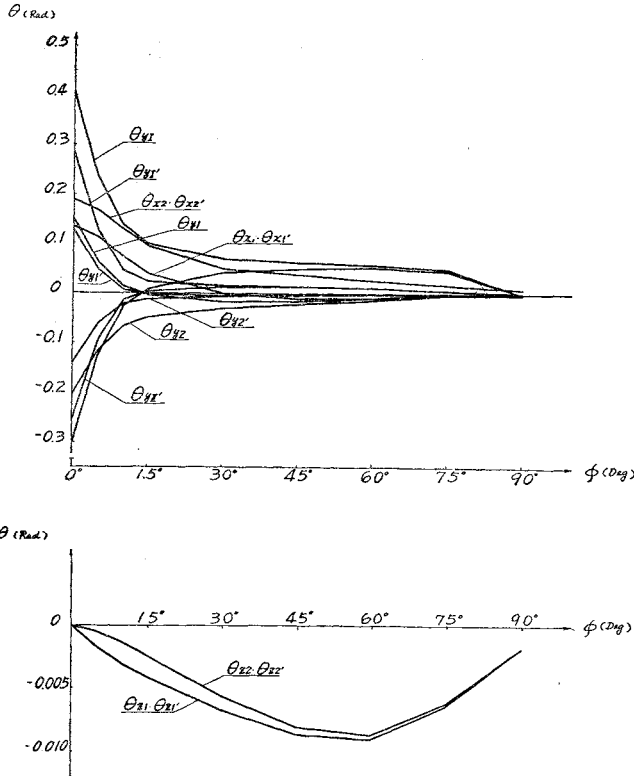
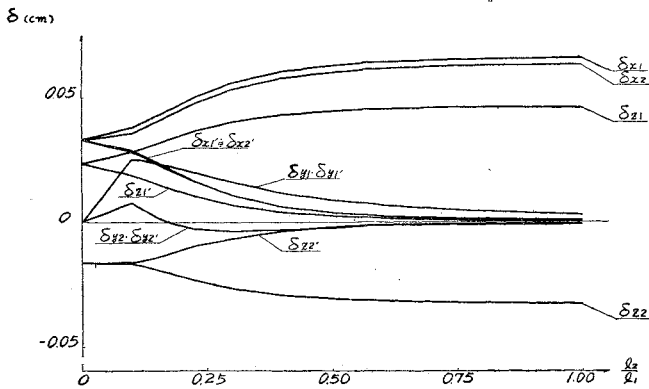


図-6

$\phi = 60^\circ$ $B_1 = 32 \times 10^{12} \text{ kg cm}^2$ $B_1' = 9.45 \times 10^{12} \text{ kg cm}^2$
 $B_2 = 0.9 \times 10^{12} \text{ kg cm}^2$ $EF = 2.2 \times 10^8 \text{ kg}$
 $C = 8 \times 10^{12} \text{ kg cm}^2$ $l_1 = 2 \times 10^2 \text{ cm}$



桁の横曲げ剛性 B_2' を無視しているの、これは省略されている***。

次に断面力の影響線は梯子桁に対して発表したところ³⁾と同じように、格点の拘束力の影響線を利用して、これを求めることができる。すなわち格点における拘束力を外力と考えた基本的梯形ラーメンとして、その影響線

との関係および δ_{z1} の変化の状況は、梯子桁における δ_1 と δ_1' との関係および δ_2 の変化の状況と同じようである。

3. δ_{z2} と δ_{z2}' との関係も上述と同じようであるが、その値は負である。

(c) B_2/B_1 の変化による各変位量の状況

$\phi = 60^\circ$ の場合について、 B_2/B_1 を変化させて、それに応じる各変位および回転角の変化の状況は大体次のとおりである(図-8,9)。

1. δ_z については梯子桁の場合と同じようであるが、 δ_{z2} は負である。ある程度以上 B_2 が大きくなれば荷重配分によぼす影響は小となり、梯子桁と同じ傾向である。

2. δ_x についてもほぼ同様であつて、ある程度以上の B_2 の増大は荷重配分によぼす効果が僅少になる。

6. 置換荷重および影響線

先に梯子桁について、計算を簡易化するために、その基本的単純バリに対する置換荷重³⁾を求めたのと同じように、並列梯形ラーメンの基本的梯形ラーメンに対する置換荷重を求めることができる。置換荷重は実際荷重に格点の拘束力を重ね合わせたもので、図-10は格点1における拘束力の影響線⁴⁾である。従つてこれを利用して、置換荷重を求めることができる。例えば、格点1に $P=1$ が作用するときの置換荷重の絶対値はそれぞれ 1, 1', 2, 2' における影響線の縦距から直ちに求められる。ただしこの場合、基本形が梯形ラーメンであるから、水平拘束力の影響が加味されるべきであるが、横

*** 横行の横曲げ剛性の影響——

上述の計算例の場合において、 $B_2' = 0$ の代りに $B_2' = 1/10 B_2$ と仮定すれば、荷重作用点の曲げモーメントは $M_A = 2.912 \text{ tm}$ で、元の値 3.011 tm と比較して約 3.3% の差異で、安全側である。この B_2' を無視すると、計算が非常に簡単になる。それで横曲げ剛性の省略による影響について詳しく述べるべきであるが、これは近く別に発表する予定である。

図-7

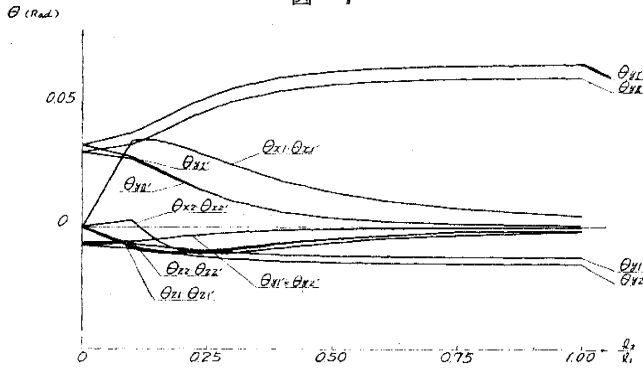


図-8

$\phi = 60^\circ$ $B_1 = 32 \times 10^4 \text{ kg-cm}^2$ $B_1' = 945 \times 10^4 \text{ kg-cm}^2$
 $C_1 = 8 \times 10^4 \text{ kg-cm}^2$ $EI = 2.2 \times 10^9 \text{ kg}$
 $l_1 = 2 \times 10^3 \text{ cm}$ $l_2 = 0.6 \times 10^3 \text{ cm}$

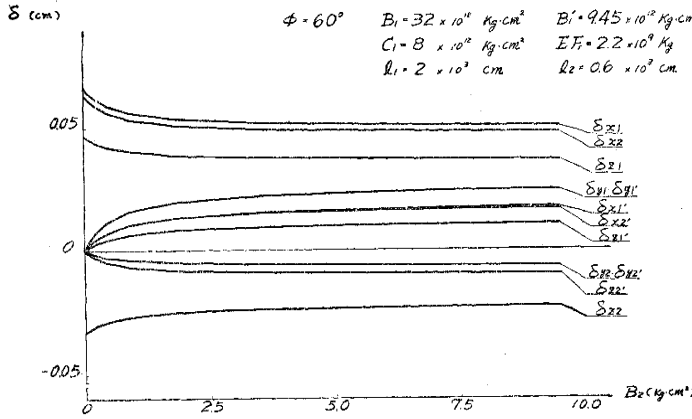
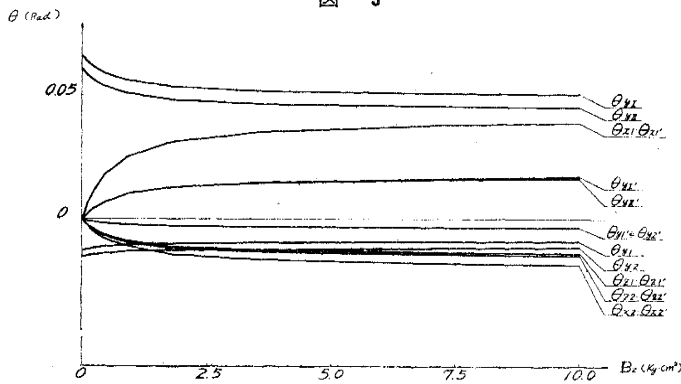


図-9



(6) 梯子桁とその基本的単純バリとの関係は、並列梯形ラーメンとその基本的梯形ラーメンとの関係と同様である。

(7) 本文は箱桁のようなねじり剛性の大きい注桁を想定して、その骨組のみについて考えたのであるが、主桁がI形断面のようにねじり剛性が小である場合は、床版との共同作用を考慮に入れる必要上フランジの有効幅が問題となることはいうまでもない。

附記 本文の計算および図面作成に対し、当教室助手湯浅、楠木、児島の諸君の御協力を得た。ここに厚く謝意を表する。

を求めればよい。ここに拘束力としては $R_x, R_y, R_z, M_x, M_y, M_z$ であるが、平面構造である基本的梯形ラーメンに対する、その面内の外力としては R_x, R_y であり、このうち M_y は横桁のねじり剛性を無視すれば省略され、 R_x も上述のような仮定の下では省略される。従つて拘束力としては R_z のみを考慮することになる。まず拘束力の影響線を作成し(図-10)、その影響を単位荷重 $P=1$ による影響と組み合わせればよい。この場合も両梯形ラーメンの影響線の縦距を重ね合わせると、基本的梯形ラーメン単独のときの影響線と一致する。ここに一例として、図-2(a)の場合の点1および点Aの曲げモーメントの影響線を提示した(図-11)。(ただし脚には動荷重は作用しないものとする)(影響線の縦距の単位は cm)。

7. 結 言

(1) このような立体構造の精密解が比較的簡単に得られることを示した。

(2) 並列梯形ラーメンの性状の概要を提示した。

(3) 主桁のねじり剛性の影響は、その値が比較的小であつても、これを全く無視することは適当でない。

(4) 図-3ないし図-9に示した図表は設計の予備計算に役立つものである。

(5) さきに梯子桁に対して発表した結言¹⁾の大部分はこの場合にも、そのまま当てはまる。

図-10 拘束力 R_{21} の影響線

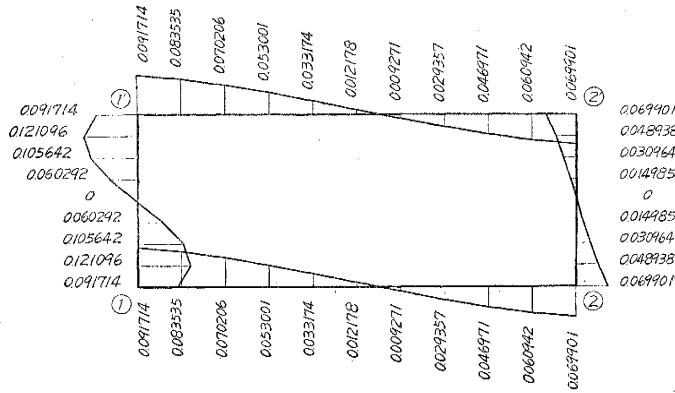


図-11(a) 点1の曲げモーメントの影響線

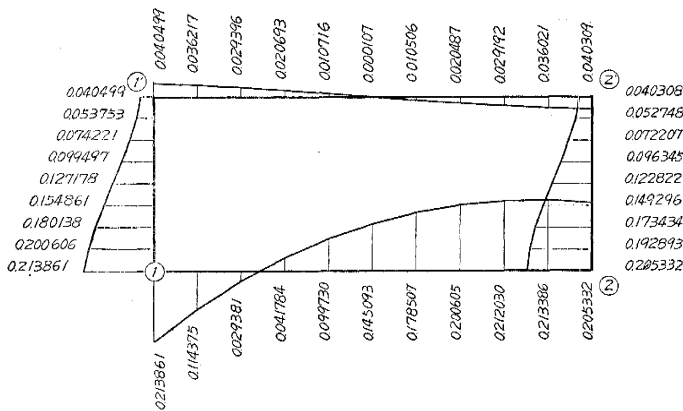
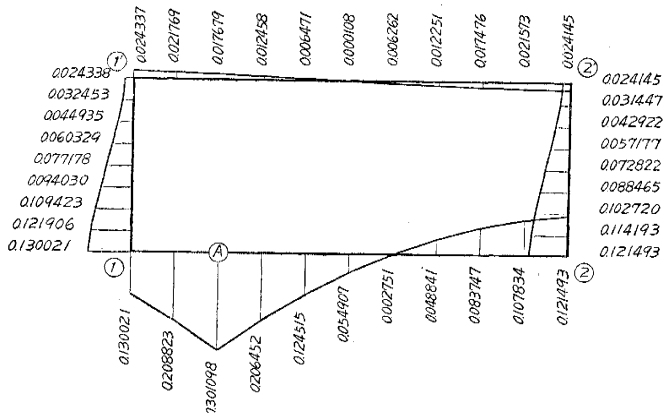


図-11(b) 点Aの曲げモーメントの影響線



参考文献その他

- 1) 若者がさきに格子について発表した解法を拡張したものである。“橋梁床組の計算について” 土木学会誌, 37 卷, 8 号 (1952)
- 2) 式 (11) は簡単のため、節点荷重のみについて誘導したが、中間荷重については、さきに発表したところにより (土木学会誌, 39 卷 5 号), すべて節点荷重として取り扱うことができる。また撓角法の荷重項を使用することもできる。
- 3) 星治雄; 梯子桁の荷重配分について, 土木学会論文集, 35 号 (1956)
- 4) その求め方はさきに梯子桁について下記により発表したところと同様である。“梯子桁の影響線” 土木技術, 11 卷 11 号 (1956)
- 5) 4) の文献

(昭.32.10.24)