

图-1 断面图(1/2)

よ、乙構成とした線部材のラナニとし、各版に

対してはたわみ角の公式を用いている。各版の内端力 (M_1, M_2, Q_1, Q_2) は [5] と表わし各版の端部での変位 (Q_1, Q_2, w_1, w_2) は [2] とし、たわみ角公式によって得られた Stiffness Matrix は [2] とすれば、

$$[F_s] = [k_s][D_s] \dots\dots\dots (1)$$

と書くことが出来る。(図-2参照)

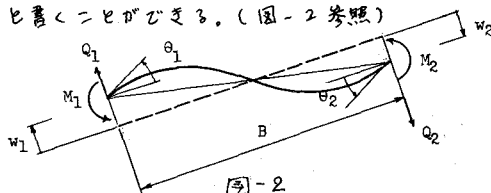


图-2

版に垂直な変位の場合は 箱げり断面を各版に (註. 添字 1, 2 は各版の edge の番号である.)

(2) 版の面内の変位による版の解析

版の面内の変位による場合には各版は初等はり

理論によって解析する。すなわち変位の形式を

(i) 長手方向の伸び、(ii) 横方向の伸び、(iii) せん断による変形、(iv) 曲げせん断による変形の4つの場合に分けて考える。T, Pをそれぞれ長手方向力、横方向力とし、u, vをそれぞれ長手方向変位、横方向変位とする。各版の内端力(T₁, T₂, P₁, P₂)を[F_p]と表わし、各版の変位(u₁, u₂, v₁, v₂)を[D_p]とし、得る小の Stiffness Matrix を[k_p]とすれば、

$$[F_p] = [k_p][D_p] \dots \dots \dots (2)$$

と書くことができる。

式(1)(2)を結合すると箱げたを構成する第n番目の版に対しては

$$\begin{bmatrix} F_s \\ F_p \end{bmatrix}_i = \begin{bmatrix} k_s & 0 \\ 0 & k_{p,i} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_s \\ D_p \end{bmatrix}_i \dots \dots \dots (3)$$

すなわち、[F]_i=[k]_i[D]_i.....(3)'

各版で得られた式(3)は各版が結合する節点において釣合条件と変位条件を満足せねばならない。

このために(3)'を座標変換すると

$$[F]_i = [A]_i[k]_i[A]_i^T[D]_i = [\bar{k}]_i[\bar{D}]_i \dots \dots \dots (4)$$

ここで [A]_i: 変換行列

[F]_i, [D]_i はそれぞれ共通な座標系に変換したときの第n番目の版の力と変位である。

式(4)は

$$\begin{bmatrix} \bar{F}_1 \\ \bar{F}_2 \end{bmatrix}_i = \begin{bmatrix} \bar{k}_{11} & \bar{k}_{12} \\ \bar{k}_{21} & \bar{k}_{22} \end{bmatrix}_i \begin{bmatrix} \bar{D}_1 \\ \bar{D}_2 \end{bmatrix}_i \dots \dots \dots (5)$$

ここで添字1, 2は版の edge 番号を表わす。

$$[R]_i = [\bar{F}]_i + [\bar{F}]_j + [\bar{F}]_g \dots \dots \dots (6)$$

ここで[R]_iは節点iに作用する節点力

また変位の条件は

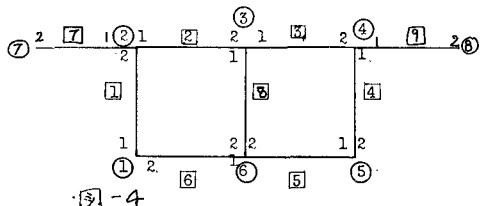
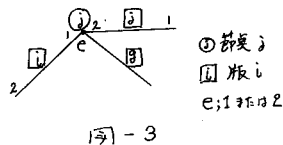
$$[\Delta]_i = [\bar{D}]_i = [\bar{D}]_j = [\bar{D}]_g \dots \dots \dots (7)$$

ここで[Δ]_iは節点iにおける変位である。

式(6)(7)を用いると、たとえば図-4に示す二

連箱げたに対しては最終的な方程式は、つぎのよ

うになる。



$$\begin{bmatrix} [R]_1 \\ [R]_2 \\ [R]_3 \\ [R]_4 \\ [R]_5 \\ [R]_6 \\ [R]_7 \\ [R]_8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [K]_{11} & [K]_{12} & & & & & & \\ +[K]_{21} & [K]_{22} & & & & & & \\ [K]_{31} & [K]_{32} & [K]_{33} & & & & & \\ +[K]_{41} & +[K]_{42} & +[K]_{43} & [K]_{44} & & & & \\ [K]_{51} & [K]_{52} & [K]_{53} & [K]_{54} & [K]_{55} & & & \\ +[K]_{61} & +[K]_{62} & +[K]_{63} & +[K]_{64} & +[K]_{65} & [K]_{66} & & \\ [K]_{71} & [K]_{72} & [K]_{73} & [K]_{74} & [K]_{75} & [K]_{76} & [K]_{77} & \\ +[K]_{81} & +[K]_{82} & +[K]_{83} & +[K]_{84} & +[K]_{85} & +[K]_{86} & +[K]_{87} & [K]_{88} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [\Delta]_1 \\ [\Delta]_2 \\ [\Delta]_3 \\ [\Delta]_4 \\ [\Delta]_5 \\ [\Delta]_6 \\ [\Delta]_7 \\ [\Delta]_8 \end{bmatrix} \dots \dots \dots (8)$$

$$[R] = [K][\Delta] \dots \dots \dots (8)'$$

節点荷重によつて変位[Δ]は式(8)によつて解くことができる。

荷重および変位はフーリエ級数に展開する。横軸方向力および変位はつぎの形式である。

$$p(x) = \sum_{n=1}^{\infty} p_n \sin \frac{n\pi x}{L}$$

その他の力および変位は

$$q(x) = \sum_{n=1}^{\infty} q_n \sin \frac{n\pi x}{L}$$

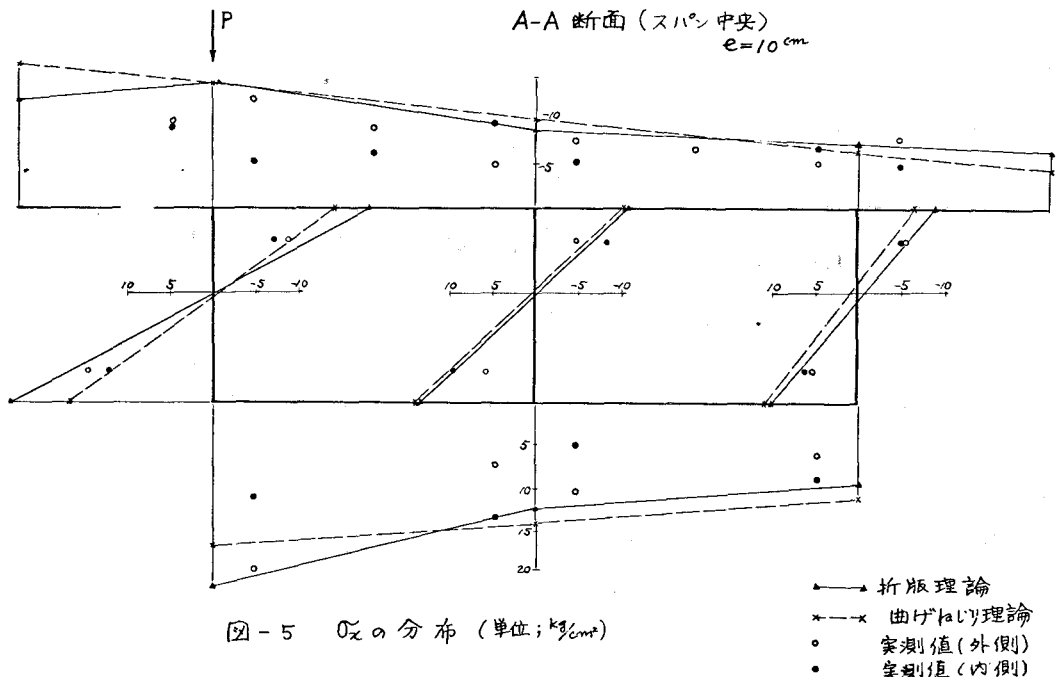
L: スパン長

2. 研究結果の概要

最初に述べた模型の各部応力の理論値を上記折版理論により求めた。計算は京都大学計算センターの電子計算機(KDC-2, プログラム用語: FORTRAN IV)によって行ない、フーリエ級数を第8項まで計算した。一例として偏心距離 $e = 10\text{ cm}$ の場合について、スパン中央断面における橋軸方向応力 σ_x の、折版理論による理論値および曲げねじり理論による理論値と実験値を図-5に示す。実験値は各ウェッジへの荷重配分の悪いことを示しているが、とくにこの傾向を折版理論による理論値が明確に表わしている。図-5は $\alpha = 38.5^\circ$ の断面における横断面モーメントの分布を示したもので、実験値は横方向の応力より逆算したものである。偏心距離 $e = 0\text{ cm}$ および $e = 10\text{ cm}$ の場合は、明らかに荷重直下のウェッジの沈下によるモーメントが現れ、実験値は折版理論による理論値と同様の傾向を示している。しかし $e = 5\text{ cm}$ の場合は荷重点におけるモーメントは実験値より相当大きい値を示している。これは集中荷重のフーリエ級数への展開は収れんが速く、本計算では第8項までしか計算していないためであると思われる。

本研究により得られた結果からつぎのことがいえる。

(1) 2連箱けり橋では、荷重が作用した場合断面は変形しており、曲げねじり理論を箱数の多い箱けり橋に適用することには疑問がある。(2) 折版理論による理論値は比較的实验値によくあう。しかし横断面の曲げモーメントに関してはフーリエ級数の項数に問題があり、とくに載荷々重の近傍では級数の収れん性が悪いから項数を増して計算する必要があると思われる。しかし変位によつて得られる橋軸方向応力 σ_x は比較的収れん性がよい。(3) 横断面の曲げモーメントは変位沈下を考慮すれば断面を線部材のラーメンとして計算してもよい。



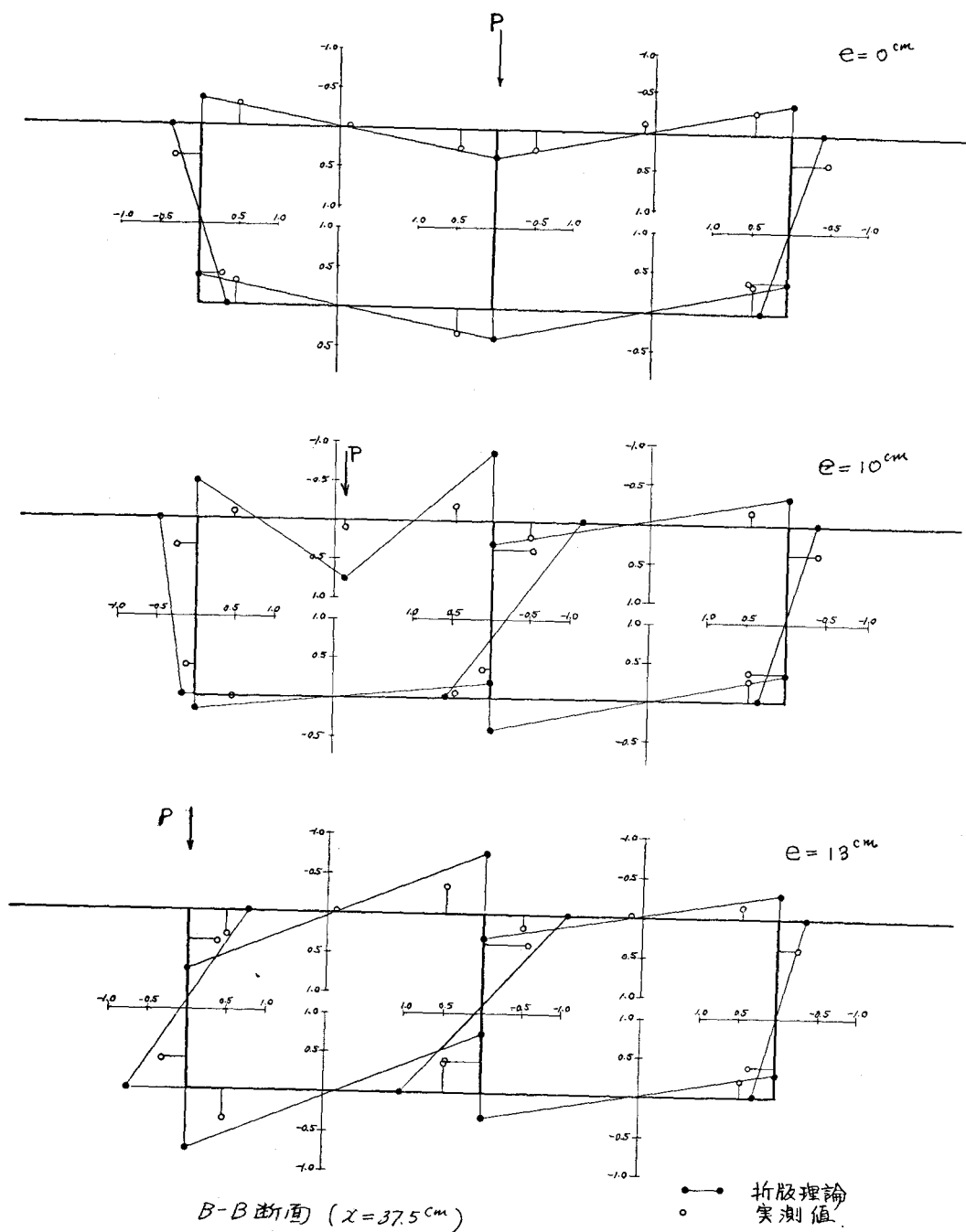


図-6 横断面モーメント分布 (単位; $\text{kg} \cdot \text{cm} / \text{cm}$).