I-145　十字形平板の曲げ解析法について(続報)

大阪市立大学工学部　正員　倉田宗章
〃　〃　○谷平勉

§1. まえがき. 自由辺をもつ異形平板の解法として、Levy解を用いて自由境界を厳密に表現するような方法を、十字形の平板の場合について、種々検討を加えて来た。その中で一種のPoint-Matching法といえる方法を採用した場合が最も適当であるという結果を得、今回はその方法によって得たいくつかのデータを示す。

§2. 解法. 十字形状の平板を、図1(系I)と図2(系II)のようにそれぞれ分割することができる。図中の板Iおよび板IIのみについて、Levy解を適用し、それらを連立系として各々の不静定力(断面力)を決定できるので、残された部分の板を解く必要はない。接合部の変形を連続させるという方法ではなく、互いの不静定力が他の断面力に等しいという関係から問題を解くので、未知量は、力であるためLevy解の級数の収束性が非常に有利になる。自由辺に作用する力(未知不静定力)をスパンの区間のsin級数に展開できれば、あとは既製のLevy解を用いるだけである。故に、問題は不静定力をどのようにとるかということになる訳であるが、有限個の未知係数を持つ連続関数を用いた場合、収束性が非常に悪いという結果を得た。そこで図3のように接続部分をS個に等分し、各区間(巾d)の中央における各不静定力の値を未知量にとる($\overline{U}_i$)。これをスパンaの区間のフーリエsin級数 $\sum_{m=1}^{\infty} A_m \sin\frac{m\pi x}{a}$ に展開する際、$\overline{U}_i$ をその区間内で一定分布すると考えると、

$$A_m=\sum_{i=1}^{s} \overline{U}_i \cdot \sin\frac{m\pi x_i}{a}\cdot\frac{4\sin\frac{m\pi d}{2a}}{\frac{m\pi}{a}}.$$

となり、これを自由辺に作用させた場合、Levy解の計算過程で総和公式が使えるので、精度および計算時間についても非常に好都合である。各区間の中央点で$\overline{U}_i$をとるもう一つの理由は、自由辺凹角部(接合部分の端部、C点)で曲げモーメントが特異になるのでこれを避けるためである。この方法でもう一つ問題となるのは、一番端の不静定力$\overline{U}_1$が曲げモーメントである場合、C点のねじりモーメント(コーナーforce Rを算出するのに必要)が発散型の級数になることである。この式を吟味してみると、C点から微小距離はなれた点では一定値をとることがわかる。これはフーリエ級数の表現能力の問題であり、微小距離はなれた点の値を採用しても物理的に矛盾はない。これは全体のつり合もこわさないということから判定できる。種々の数値実験の結果、C点から微小距離はなれた点の値をとるよりも、むしろ、図3のように、力(最初の区間の曲げモーメントM_1)自身をδdだけずらせた方が具合がよいという結果を得た。

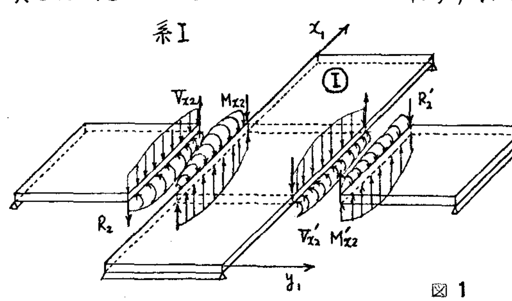

図 1

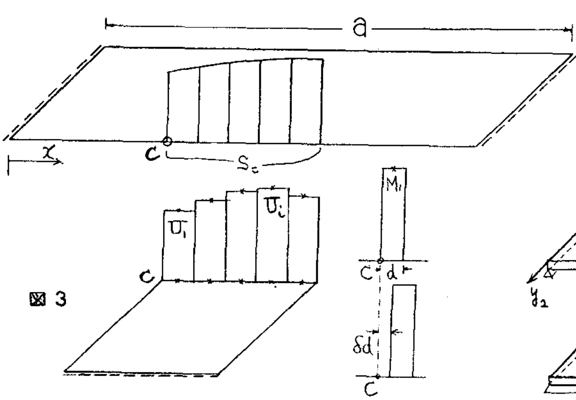

図 3

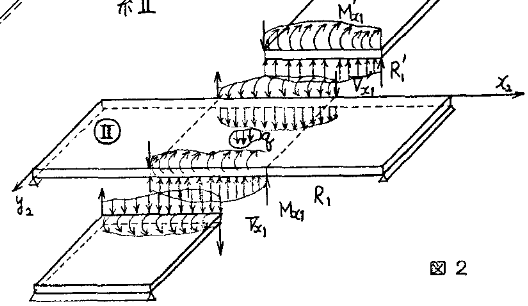

図 2

§3. 数値計算例。スパンと巾が3:1で互いに直交する形の場合について、等分布荷重、および中央集中荷重が載荷した場合の例を示す。ポアソン比0.3. 図4, 図5はSとδを変えた場合の精度を示したものである。ここでいう精度というのは、例えば集中荷重の場合のM_xについては、$\sum_{i=1}^{S} M_i d$ と全体のつり合から計算できる $\frac{p}{4}\cdot\frac{a}{3}$ との比である。Sにはあまり大きな数をとる必要はなく、むしろ10か15ぐらいで良い結果がえられるδはSのいかんにかゝわらず0.4~0.5ぐらいが妥当なようである。曲げモーメントについては5%以下の解を得ることができ、換算剪断力はそれよりやゝ精度が落る。しかしこの図で示した範囲のものでは、どの場合もたわみについては1%以下の程度の差しかみとめられない。その他のデータは講演時に示す。

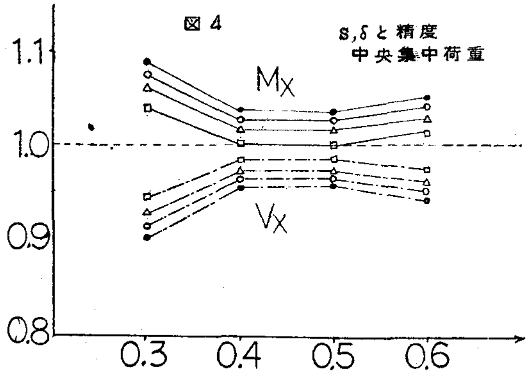

図 4 S,δと精度 中央集中荷重

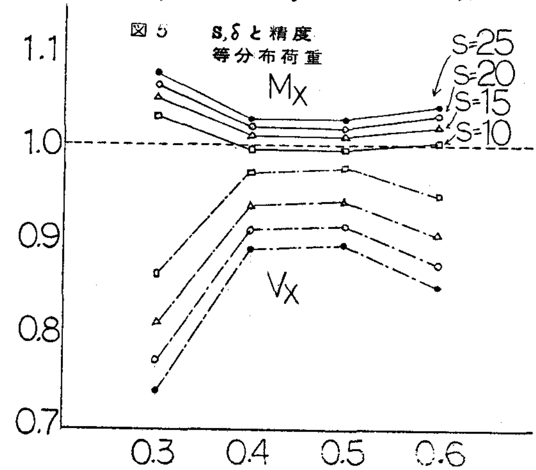

図 5 S,δと精度 等分布荷重

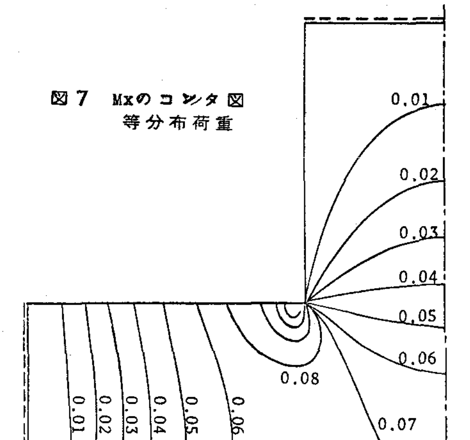

図 7 Mxのコンタ図 等分布荷重

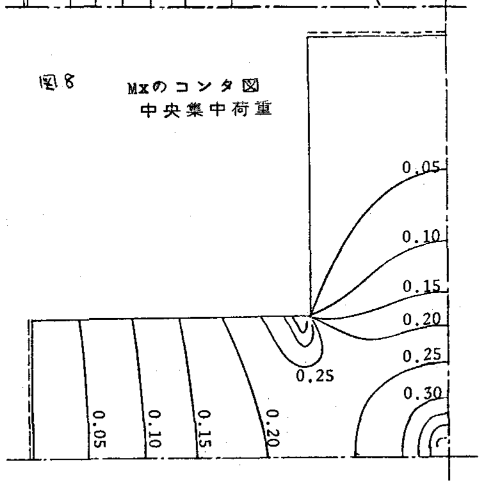

図 8 Mxのコンタ図 中央集中荷重

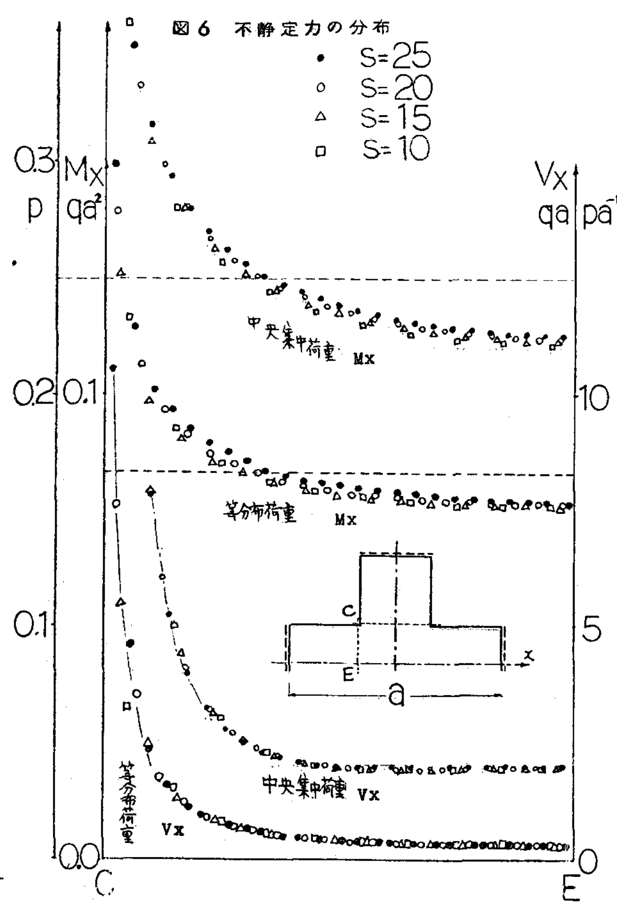

図 6 不静定力の分布