

大阪工業大学

正員 岡村 宏一

東洋技研コンサルタント

正員 ○石川一美

1. まえがき; 筆者はすでに、たわみを生ずるリブ付き板の問題を扱うにあたり、基礎式中に含まれるたわみとともに物理量を比較的小さい有限領域で平均化する線形化の手法を用いた。

ところで、部分的な横荷重を受けるリブ付き板では、たわみを生ずるパネルは比較的小さい範囲に限られ、他の部分は微小変形を生ずる場合も考えられる。今回はこのような見地に立って、リブで囲まれる一つのパネルに横荷重が作用した場合、この部分のみにたわみを伴う物理量を考慮し他の部分ではそれらを無視する近似的な手法による解析を行ない、その妥当性について検討してみた。

2. 解析; 図-1に示す厚さ h の板の微小エレメントについて、リブとの合成面に作用する不静定力として、鉛直力 Q_u 、 x, y 方向の水平せん断力をそれぞれ、 S_x, S_y とすれば、たわみ w を伴う板の基礎式(はつき)のように書かれる。

$$\Delta \Delta w = \frac{1}{D} \left\{ Q_0 - Q_u - \frac{h}{2} \left(\frac{\partial S_x}{\partial x} + \frac{\partial S_y}{\partial y} \right) + h \pi(x, y) \right\} \quad \text{----- (1)}$$

$$\Delta \Delta \phi = \frac{1}{h} \left\{ \nu \left(\frac{\partial S_x}{\partial x} + \frac{\partial S_y}{\partial y} \right) - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[S_x dx - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \int S_y dy \right] + E \Lambda(x, y) \right\} \quad \text{--- (2)}$$

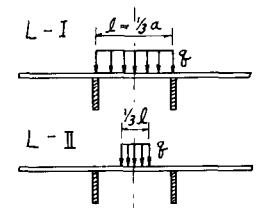
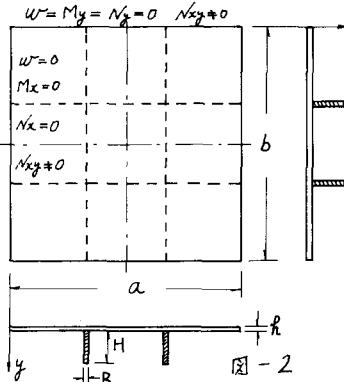
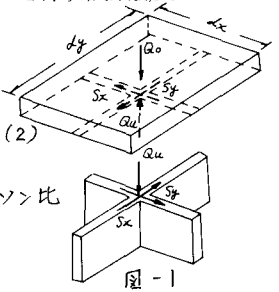
ただし、 ϕ : 応力関数、 D : 板の曲げ剛度 $= E h^3 / 12(1-\nu^2)$ 、 E : 弾性係数、 ν : ポアソン比である。式中、 $\pi(x, y)$ 、 $\Lambda(x, y)$ は、たわみを伴う膜作用に関する非線形項で

$$\pi(x, y) = \left(\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{1}{h} \int S_x dx \right) \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 \phi}{\partial x \partial y} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} + \left(\frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} + \frac{1}{h} \int S_y dy \right) \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}$$

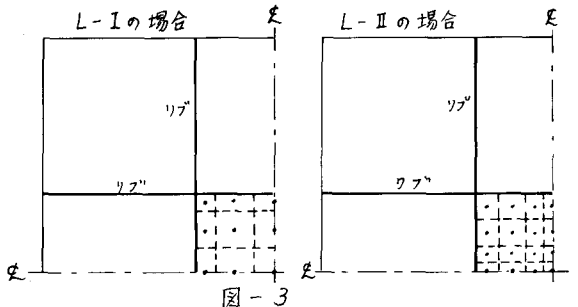
$$\Lambda(x, y) = \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}$$

と書かれる。そこで前述のように、式(1)、(2)に含まれる非線形項 $\pi(x, y)$ 、 $\Lambda(x, y)$ をたわみが顕著に生ずると思われるパネルにのみ考慮し、他の微小変形とみなせるパネルについては、これらを無視するという解析を行なった。

3. 解析データ; 図-2に、板の諸条件を示す。リブは等間隔の格子状に配置し、板の境界条件は周辺単純支持とした。また荷重は、中央のパネルに等分布荷重が作用する場合(L-I)と、同じパネルに格間(l)の $1/3$ にわたる部分荷重が作用する場合(L-II)の2つのケースを考えた。図-3は、非線形項 $\pi(x, y)$ 、 $\Lambda(x, y)$ を考慮するネットの分割を示している。すなわち、荷重ケース; L-Iの場合は 5×5 分割とし、荷重ケース; L-IIの場合は 7×7 分割とした。図-4は、荷重ケース; L-I、L-IIについて、リブの高さ(H)を $10h$ 、 $8h$ 、 $6h$ と変化させた場合の、荷重と板中央のたわみ、軸力、およびモーメントの関係を示したもの



辺長比 $a/b = 1.0$
板厚 $h = 0.005a$
リブ幅 $B = h$
リブ高さ H
弾性係数 $E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$



を10 h 、8 h 、6 h と変化させた場合の、荷重と板中央のたわみ、軸力、およびモーメントの関係を示したもの

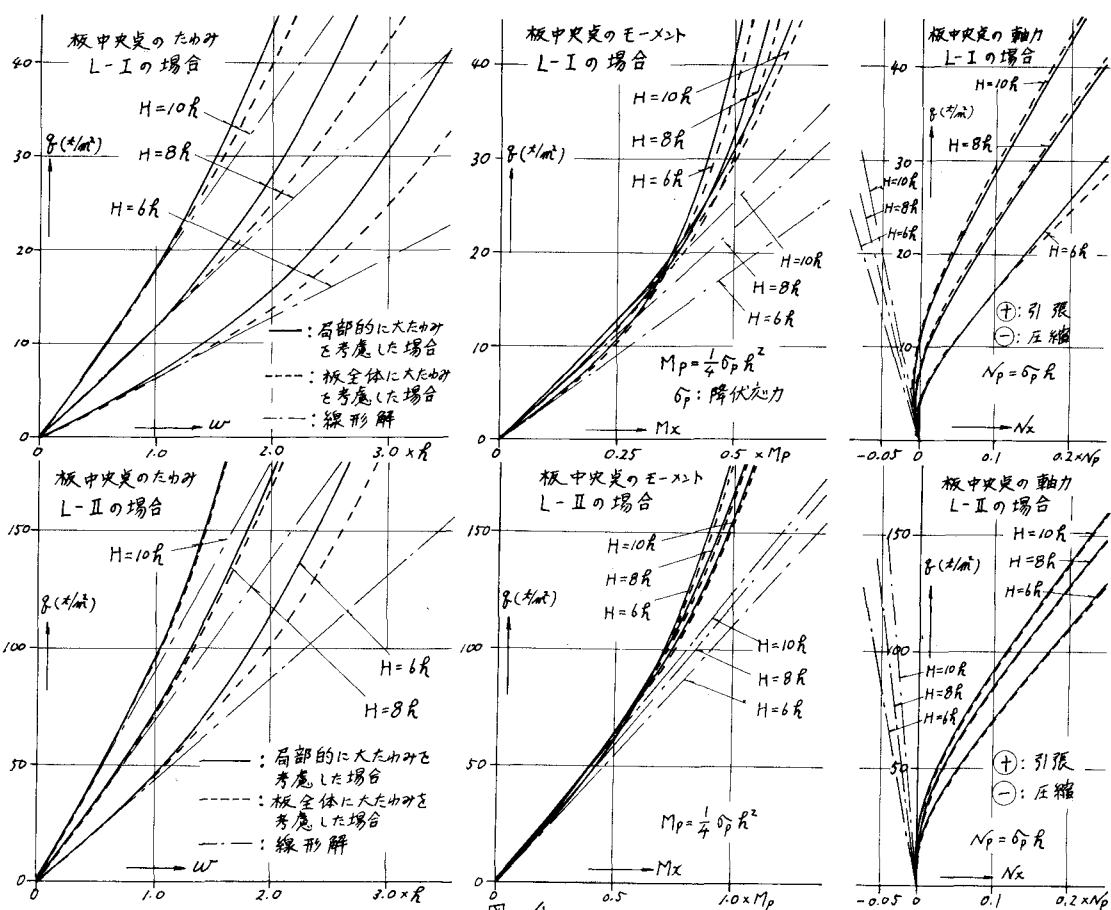


図-4

で、実線は局所的なたわみを考慮した場合であり、破線は板全体にたわみを考慮した場合、また、一点破線は線形解を示している。荷重ケース；L-Iの場合について見ると、たわみに関しては、剛比の小さい場合にかなりの差異が見受けられるが、断面力に関しては、たわみほどの差異は見られない。L-IIについて見ると、リブの高さが $6r$ の場合には若干の差異があるが、これは剛比 (EI_r/I) 、 I_r はリブの断面二次モーメント)が1.0程度の場合に相当し、実際上考えられる剛比の付近ではよく一致している。図-5は、各荷重ケースについて、ある荷重段階における断面力の分布を示したものである。以上の解析データから、リブで囲まれたパネル上に部分荷重が作用した場合、実際に使用される剛比を持つリブ付き板においては、局所的なたわみを考慮した解析が可能であるという結果を得た。

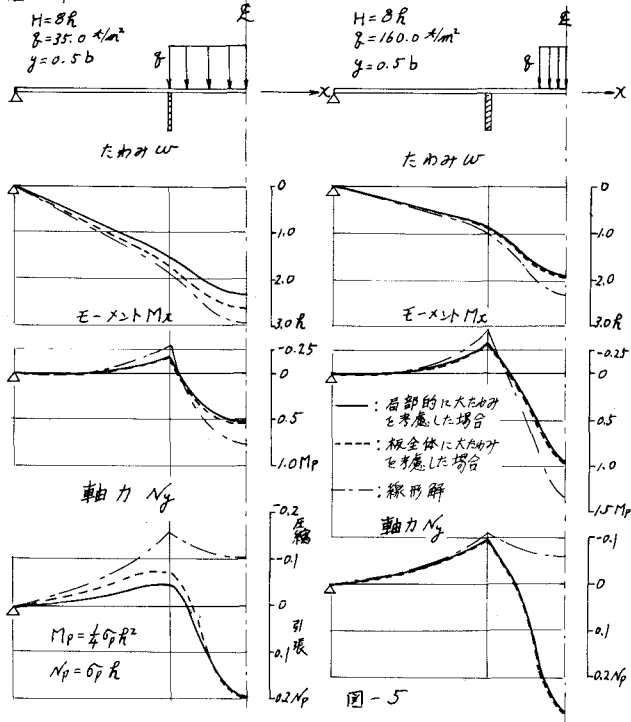


図-5