

立体駐車場用のリブ付き鋼床板の曲げ挙動

名城大学大学院 学生員 ○近藤 益弘
 名城大学 正 員 久保 全弘
 平岩産業（株） 山田修一郎

1. まえがき

本報告では、文献1)に引き続き、自走式立体駐車場に用いられるリブ付き薄鋼板の曲げ試験を行い、変形状と崩壊形を調べた。また、有限帯板法による荷重－変形解析を行い、変形におよぼすリブ剛度と配置間隔などについて検討した。

2. 実験内容

(1) 供試体

材質は、JIS規格のSPHC熱間圧延軟鋼板であり、供試体は図－1に示すように表面に押抜き穴（開口率6%）を有する板長 $a=1220\text{mm}$ 、板幅 $b=1220\text{mm}$ 、板厚 $t=4.5\text{mm}$ のリブ付きアンチスリップ鋼板（片面型）である。補剛板は、外枠材として $L6 \times 50 \times 50$ が点溶接され、配置間隔 $b_0=247\text{mm}$ の縦リブ（FB6 $\times$ 65）によって4パネルに区切られている。

(2) 実験方法

鋼製支持台に、小梁H-248 $\times$ 124 $\times$ 5 $\times$ 8を置き、小梁のフランジに供試体を載せた。載荷板として150 $\times$ 150 $\times$ 10mmのゴム板の上に同寸法の鋼板を用い、小梁間を単純梁としてスパン長 L の中央点と4等分点に単一集中荷重を作用した場合について載荷実験を行った。測定は、ダイヤルゲージ（最小読み 1/100mm）を用いてリブ載荷パネルおよび隣接パネルの鉛直たわみを測定した。

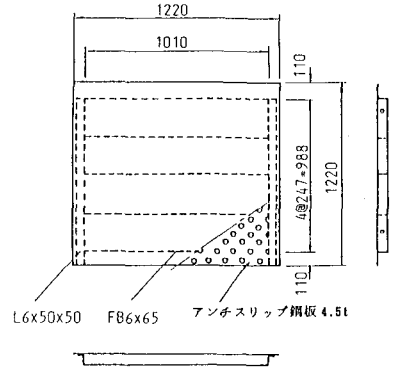
3. 実験結果

図－2は、スパン中央載荷による破壊実験によって得られた鉛直たわみ量 v_c とリブのたわみ量 v_{cr} を調べたものである。リブのたわみは約 $P=2\text{tf}$ まで良い直線性を示し、約 2.5tf で降伏している。また、鋼板の局部たわみ量（ $v_{cp}=v_c-v_{cr}$ ）は、 v_c の36～64%もあるため、荷重直下では v_{cp} を無視できないことがわかる。

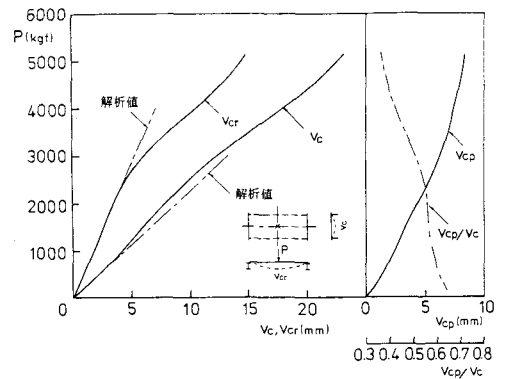
4. 理論解析

本研究では、有限帯板法を用いてリブ付き鋼板の荷重－変形解析を行った。図－3に示すように、スパン方向の端部（ $x=0, a$ ）で単純支持され、幅方向（ y 軸方向）に間隔 b_0 でリブが配置された板を対象とする。帯板のたわみ曲面を、次のような変位関数で表す。

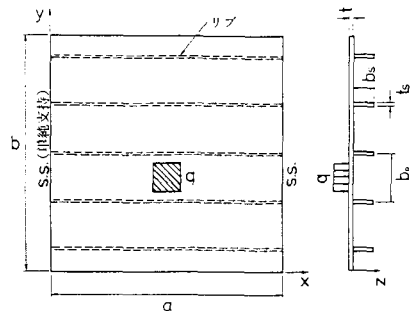
$$w = \sum_{n=1}^{\infty} f_n(y) \sin \frac{n\pi x}{a} \quad (1)$$



図－1 供試体



図－2 荷重－たわみ曲線



図－3 解析に用いたリブ付き鋼板

ここに、 $f_n(y)$ は節線の未知変位 δ_i (たわみとたわみ角) を含む3次の多項式である。そして、全ポテンシャルエネルギー最小の原理を適用することにより、次に示す全体剛性方程式をガウスの消去法を用いて解く。

$$[K_p + K_s]\{\delta\} = \{P\} \quad (2)$$

ここに、 $[K_p + K_s]$ は板と補剛材の剛性マトリックス、 $\{\delta\}$ 、 $\{P\}$ は変位ベクトルおよび荷重ベクトルである。

5. 考察

図-4は、4辺単純支持の正方形板 ($a=b=122\text{cm}$) で荷重の作用形式として中央集中荷重 P と部分分布荷重 $q=P/A$ ($A=15 \times 15=225\text{cm}^2$) が作用した場合の2種類について、式(1)の変位関数の級数項 n による解の収束を調べたものである。幅方向 (y 軸方向) の要素分割数が $m=16$ (載荷パネル 8分割) の場合、どちらの荷重形式も $n=11$ 項程度でたわみの一定値が得られる。解析結果を実験による荷重-たわみ曲線と比較すると図-2のようになり、良い一致を示している。

図-5は、作用荷重直下における x, y 軸方向のたわみ形を集中荷重と部分分布荷重について比較したものである。載荷パネルにおけるリブの鉛直たわみは、どちらの荷重形式でもほぼ等しい。一方、載荷パネル中央での鋼板のたわみは集中荷重の方が部分分布荷重よりも1.23倍大きく、集中荷重では評価できないことがわかる。また、図中には実験値がプロットしており、解析値とよく一致している。図-6は、板中央の鉛直たわみ v_c とリブの曲げ剛比 γ の関係を示す。この図から、リブの板厚 t_s を大きくしてもその減少効果は小さく、 $\gamma=45 \sim 60$ で板厚程度の v_c に収めることができる。また、リブの厚さ t_s を一定にして γ を増しても、 v_c の減少効果には、一定限度があることがわかる。なお、実験に用いたリブは $t_s=6\text{mm}$ 、 $b_s=65\text{mm}$ であり、 $\gamma=54$ に相当する。

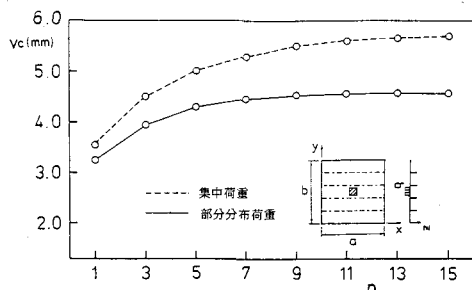


図-4 変位関数の級数項における解の収束

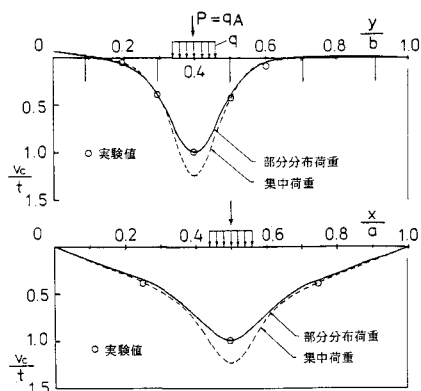


図-5 たわみ形

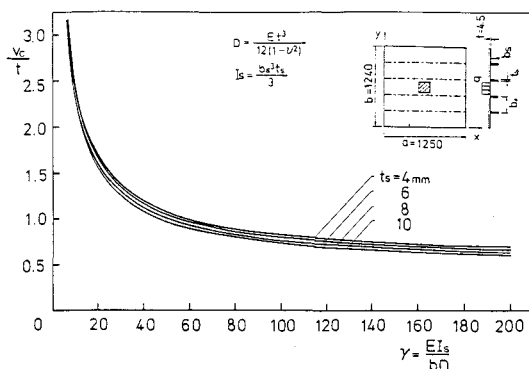


図-6 鉛直たわみと曲げ剛比の関係

6. あとがき

板のたわみは、前述の剛比の他にリブの配置間隔も重要な影響を及ぼす。この種の構造設計規定では、 $P=1\text{tf}$ までのたわみ性状が線形を保ち、かつ許容局部たわみ量 $v_{c,0} \leq b_0/100$ (または 3.5mm) を満たすことが要求されているが、今後は、それらの点を考慮した実験的検討も必要である。

参考文献

- 1) 近藤・久保・山田：自走式立体駐車場用の床板パネルの曲げ挙動，土木学会第47会年次学術講演会講演概要集，第1部，pp. 304～305, 1992-9.