

I - 39

駐車場用デッキプレートのたわみ挙動

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、変形性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 $b=1220\text{mm}$ のリブ付きアンチスリップ鋼板（片面型）である。板厚は $t=3.2, 4.5\text{mm}$ の2種類である。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、そのフランジに供試体を載せた。載荷板として $150\times 150\times 10\text{mm}$ のゴム板の上に同寸法の鋼板を用い、小梁上を単純支持としてスパン中央点に単一集中荷重を作用させた。測定はダイヤルゲージ（最小読み $1/100\text{mm}$ ）を用いて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、 $t=4.5\text{mm}$ で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 $P=2tf$ 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。

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

ここに、 $f_n(y)$ は節線の未知変位 δ_n （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。

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

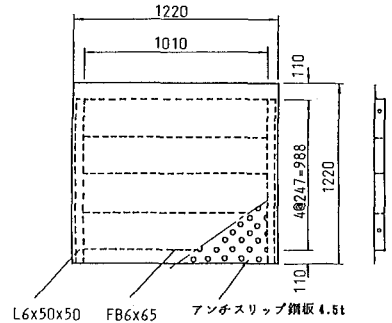


図-1 供試体

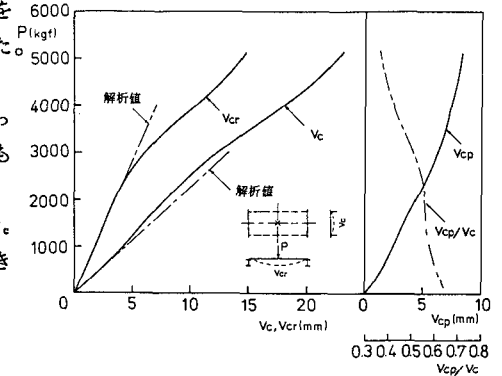


図-2 荷重-たわみ曲線

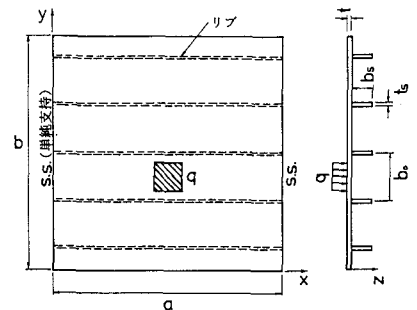


図-3 解析に用いたリブ付き鋼板

ここに、 $[K_p+K_s]$ は板と補剛材の剛性マトリックス、 $\{\delta\}$ 、 $\{F\}$ 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 $m=16$ （载荷パネル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、 $t=4.5\text{mm}$ で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。载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、载荷パネル中央での鋼板の鉛直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あり、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。

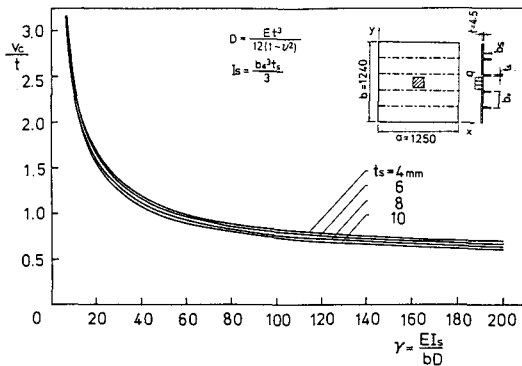


図-6 鉛直たわみと曲げ剛比の関係

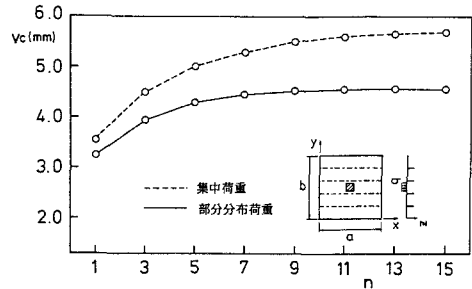


図-4 変位関数の級数項における解の収束

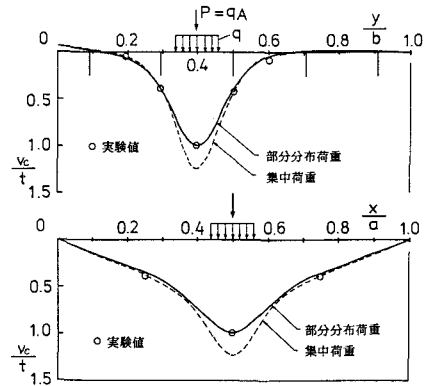


図-5 たわみ形

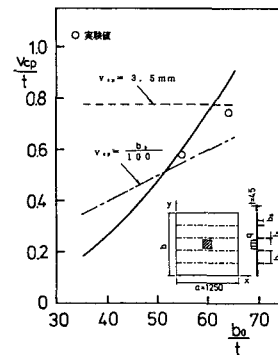


図-7 局部たわみと補剛材間隔の関係

図-7は鋼板の局部たわみ量 v_{cp} とリブの配置間隔 b_0 の関係を調べたものである。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 $v_{cp} \leq b_0/100$ （または 3.5mm ）を満たすことが要求されており、本実験で用いた床版形式の最適補剛材間隔は約 230mm （ $b_0/t=52$ ）になることがわかる。また、図中には実験値がプロットしてあり、供試体（ $b_0/t=55$ ）は、ほぼ最適な補剛材間隔を有している。

参考文献

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