

I-64

自走式立体駐車場の床版パネルの曲げ挙動

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

都市部の駐車場不足は深刻な問題である。このため、空間利用と経済性の観点から薄鋼板や冷間成形部材を床版として用いた簡易の自走式立体駐車場が普及してきた。この形式では荷重として普通乗用車を対象としており、耐荷力よりも薄板(厚さ2.3, 3.2mm)構造としてのたわみ特性が重要な検討事項となる。本研究では、冷間成形部材による床版構造の実験を行い、荷重-変形挙動と曲げ耐荷力を調べた。

2. 実験内容

(1) 供試体

材質は JIS規格のSPHC熱間圧延軟鋼帯であり、供試体は図-1に示すように表面に押抜き穴(開口率5%)を有する丸穴タイプと表面をシマ模様加工した縞柄タイプの冷間成形部材である。単一パネルは板幅 $B=200\text{mm}$ 、高さ $H_1=60\text{mm}$ 、板厚 $t=3.2\text{mm}$ のリップ付き非対称の溝形断面であり、これをH形鋼梁の上に直接並べて床を構成する。

(2) 実験方法

鋼製支持台に小梁H-248×124×5×8を置き、供試体を図-1のように床版付けクランプで200mmピッチで小梁のフランジに連結した。載荷板として150×150×10mmのゴム板の上に同寸法の鋼版を用い、小梁間を単純ばりとしてスパン長 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)を用いて載荷パネル及び隣接パネルの鉛直たわみを測定した。

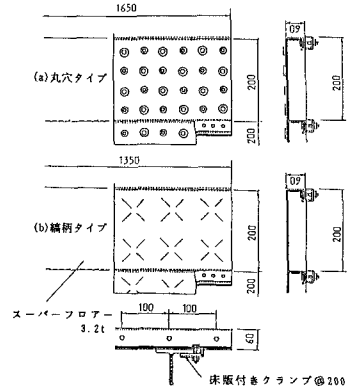


図-1 供試体

3. 荷重-変形挙動

(1) 単一パネルの場合

図-2は、丸穴と縞柄タイプの単一材をスパン長 $L=120\text{cm}$ の単純ばりとして、スパン中央に集中荷重 P を載荷した場合の荷重-鉛直たわみ関係である。鉛直たわみ v_c は荷重直下であり、断面の局部変形が一番大きい点の値である。この図から、弾性範囲内のたわみ性状は両タイプともほとんど同様であり、むしろ丸穴タイプの方が縞柄タイプよりも13%

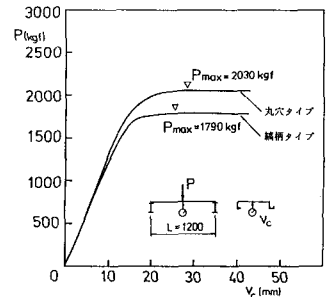


図-2 単一パネルの曲げ耐荷力

程度の大きな曲げ耐荷力を示していることから、丸穴付きによる影響はないと思われる。最終的な崩壊形はスパン中央断面の下端における横穴での曲げによる引張破断であった。

(2) 3枚パネルの場合

図-3は、丸穴タイプに対しスパン長 $L=135\text{cm}$ で単一パネルと3枚パネルの載荷実験から得られた荷重-鉛直たわみ関係を比較したものである。3枚パネルでは、載荷パネルと隣接パネルが下側フランジのリップで重ね合わさっているため、単一パネルに比べてたわみ量も小さく、かつ曲

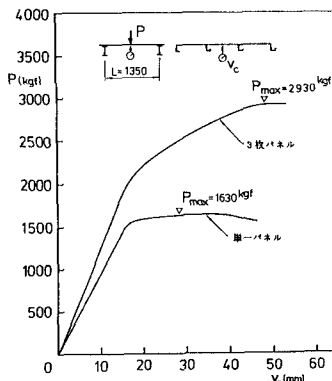


図-3 丸穴タイプの曲げ耐荷力

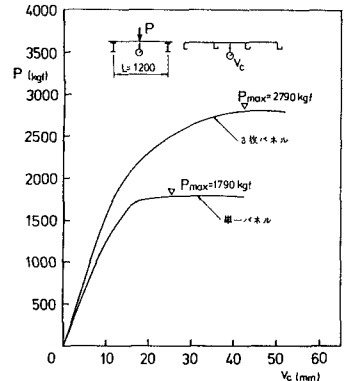


図-4 縞柄タイプの曲げ耐荷力

げ耐荷力も1.8倍に増加している。同様に、楕柄タイプのスパン長 $L=120\text{cm}$ で得られた結果を図-4に示す。このように、複数のパネル構成をとることにより、載荷パネルのたわみ量の減少と耐荷力の向上が確保されていることがわかる。したがって、パネル構成をただ単に重ね合わせるだけでなく、横方向連結をボルト接合や点溶接することによって、たわみ量の減少がより期待できると思われる。

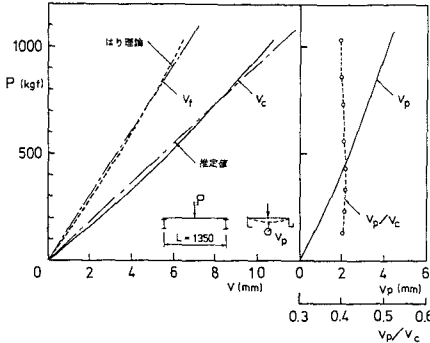


図-5 単一パネル(丸穴タイプ)のたわみ成分

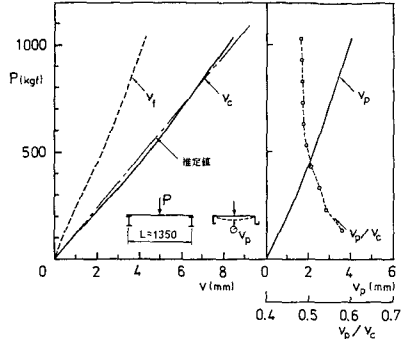


図-6 複数パネル(丸穴タイプ)のたわみ成分

4. 弾性たわみの推定

(1) たわみ特性

この床材は薄板であるため、作用荷重直下では断面変形が生じ、初等はり理論のみではたわみ量を算定できない。図-5は、単一パネル(丸穴タイプ、 $L=135\text{cm}$)の鉛直たわみ量 v_c とその成分を荷重 $P=1\text{tf}$ (実際設計でのたわみ検証基準値)の範囲で調べたものである。はりとしての全体のたわみを左右の下フランジで実測した値の平均値 v_r で代表させると、載荷点直下における上フランジの板としての局部たわみ量は $v_p=v_c-v_r$ で求められる。この図から v_r は、はり理論による計算値でほぼ推定できるが、 v_p/v_c は40%もあるため荷重直下では v_p を無視できないことがわかる。図-6は3枚パネルの結果であり、 v_p は単一パネルとほとんど同一量であるが、 v_r は隣接パネルによるたわみ拘束があるため単一パネルの78%に減少し、 v_p/v_c は逆に48~58%に増大している。

(2) 弾性たわみの算定式

載荷点直下における上フランジの局部たわみ v_p を板理論による解析結果をもとに近似算定式を検討した。図-7に示すように、上フランジを一枚の帯板(幅 $b=B-t$ 、板厚 t)と考え、長さ方向の両端では単純支持、側辺では単純支持と固定の2種類を仮定した。荷重の作用形式は板の中央で集中荷重 P の場合と部分分布荷重 $p_0=P/A$ ($A=15 \times 15=225\text{cm}^2$)の場合について解析した。その結果、この図の集中荷重 P で側辺固定とした場合の解析値で評価できることがわかった。次に、板理論解析は複雑であるので、両端固定の等価なはり($I=ht^3/12$)に置換して考えると、有効な断面幅は $h=0.8b$ に相当する。以上より、本研究で対象とした床パネルの局部たわみを考慮した弾性たわみの算定式として次式が提案できる。

$$v_c = v_r + v_p = \frac{\alpha PL^3}{48EI_x} \left[1 + 3 \left(\frac{I_x}{ht^3} \right) \left(\frac{b}{L} \right)^3 \right] \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 I_x は断面2次モーメントであり、 $h=0.8b$ 、単一パネル： $\alpha=1$ 、複数パネル： $\alpha=0.78$ の係数を用いる。図-5、6には、式(1)による v_c の推定値が記入してあり、載荷パネルの弾性たわみ量の算定に十分利用できるとと思われる。

5. あとがき

この種の構造設計規定では、 $P=1\text{tf}$ 時までのたわみ性状が線形を保ち、かつ許容たわみ $v_c \leq l/100$ を満たすことが要求されている。本実験に用いた床版形式の限界スパン長は式(1)から約2mとなる。

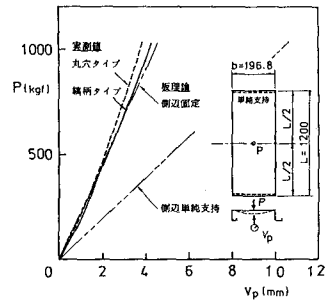


図-7 局部たわみの実測値と板理論の比較