

U形リブ付きデッキプレートの曲げ挙動

名城大学大学院 学生員 ○近藤 益弘
 名城大学 正 員 久保 全弘
 (株) トーア 高島 哲也

1. まえがき

都市部の駐車場不足を解消するために、三層の自走式立体駐車場の建設が認められるようになってきた。そのため、従来の簡易構造より大きな剛性を有する床版で設計する必要がある。本報告では、文献1)に引き続き、駐車場床版に利用する閉断面U形リブ付き縞鋼板の曲げ実験を行い、グレーチングによる開口部の有無による荷重-たわみ性状の相違、耐荷力および崩壊形などについて調べた。

2. 実験内容

(1) 試験体

材質はJIS規格のSPHC熱間圧延軟鋼板である。

試験体は、図-1に示すように板厚3.2mmの縞鋼板をU形リブ(板厚3.2mm)で補剛した床版(全幅1040mm, 全長3740mm)であり、図-1(a)に示す無開口の床版(試験体A)と図-1(b)に示す幅中央部のU形リブ間にグレーチング(幅140mm, 長さ1000mm)を3本配置した開口部を有する床版(試験体B)である。両試験体とも、両端と中央断面の下面には添接板FB-9×75が点溶接されている。

(2) 実験方法

図-2に示すように、鋼製支持台に小梁H-294×200×8×12を置き、試験体を両端部の添接板を介してボルト(M12)で連結した。載荷板は150×150×10mmのゴム板の上に同寸法の鋼板を用い、単一集中荷重Pを小梁間(連結スパン $L=3625$ mm)の中央断面のU形リブ間(板パネル)に作用させた。たわみは、ダイヤルゲージ(最小読み1/100mm)を図-2に示すように板パネルまたはU形リブの

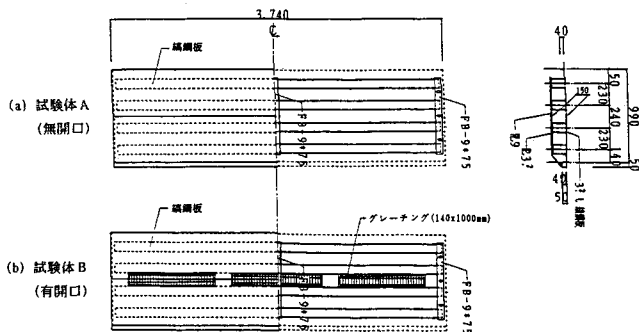


図-1 試験体

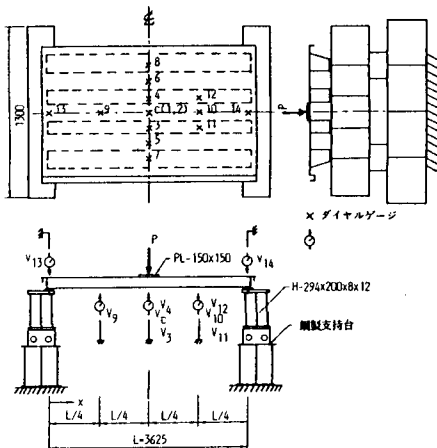


図-2 実験方法

合計14箇所に取り付け、各荷重段階で停止読みして計測した。また、二軸ひずみゲージを載荷点近傍の床版とリブ下面に貼り付け、ひずみを測定した。

3. 実験結果

(1) 荷重-たわみ関係

破壊実験によって得られたスパン中央断面における板パネルの荷重-たわみ関係を図-3

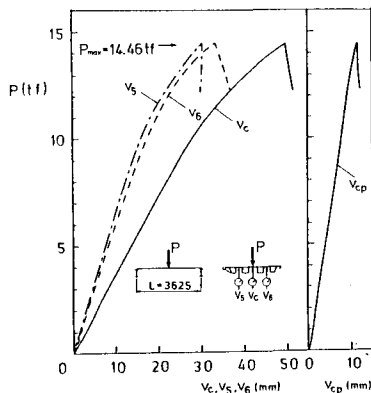


図-3 荷重-たわみ曲線(試験体A)

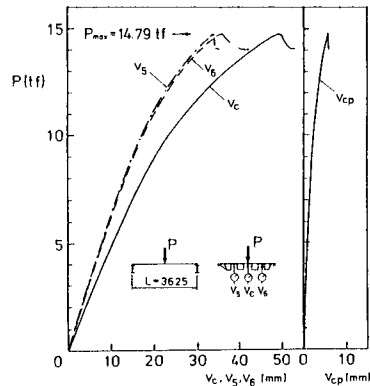


図-4 荷重-たわみ曲線(試験体B)

(試験体A), 図-4(試験体B)にそれぞれ示す。載荷点直下の鉛直たわみ(v_c)は隣接パネル(v_s, v_e)より大きく, 試験体Aでは $P=8\text{tf}$, 試験体Bでは $P=7\text{tf}$ 程度まで良い直線性を示している。最大荷重は, 試験体A: $P_{max}=14.46\text{tf}$, 試験体B: $P_{max}=14.79\text{tf}$ であり, 開口部(グレーチング)の有無にかかわらず, 良い耐荷性能を有している。なお, 図中には載荷点直下の局部分たわみ $[v_{c,p}=v_c-(v_3+v_4)/2]$ が与えてあり, 局所的な変形性能はグレーチングを有する試験体Bの方が試験体Aより良い。最終的には, 両試験体とも載荷点のすぐ横側で鋼板およびU形リブの座屈変形が生じ, 崩壊した。

(2) 荷重-ひずみ関係

図-5には, 試験体AおよびBの荷重-ひずみ関係が比較してある。 $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ は床版上面のスパンおよび板幅方向のひずみを, $\varepsilon_3, \varepsilon_4$ はリブ下面のスパンおよび板幅方向のひずみをそれぞれ表す。この図から, リブ下面のひずみが床版上面より先に降伏している。また, グレーチングを有する試験体Bの方がひずみが小さい。

4. 解析結果との比較

本報告では, 有限帯板法による線形解析および汎用構造解析プログラムMARCによる非線形解析を用いて, 荷重-たわみ関係を検討した。有限帯板法では, U形リブを曲げ剛性(断面2次モーメント $I_s=1348.94\text{cm}^4$)およびねじり剛性(箱形断面と考えた場合のSt.venantのねじり定数 $J=546.72\text{cm}^4$)をもつ1本の帯板に置換し, 影響の少ない反り剛性を無視する。なお, 板幅方向の要素分割数は $m=16$, 変位関数の級数項は $n=29$ 項を用いた。MARCによる有限要素法では, 床版はスパン方向および板幅方向に対称であるので, その1/4部分を3次元モデルに置換して解析した。使用した要素は, 板の解析に有効と考えられる4辺形厚肉線形シェル要素を用い, 要素分割数は $m=260$ (鋼板100分割, U形リブ160分割)である。

図-6は, 作用荷重($P=1\text{tf}$)直下における x, y 軸方向のたわみ形を比較したものである。両解析法とも, 載荷パネルのリブ間で鉛直たわみが増大し, その最大値 v_c は有限帯板法の方がMARCより1.44倍大きい。なお, 図中には試験体A, Bの実験値がプロットしてあり, 有限帯板法では載荷パネルの両側リブの鉛直たわみは実験値と比較的一致しているが, それ以外の点では相違がみられる。これに対し, MARCによる解析結果は実験値と良く一致している。 v_c の実験値が若干小さいのは, 中央断面の下面に取り付けた添接板によって断面変形が多少拘束されたものと思われる。また, 両試験体ともリブのたわみはほぼ同じであるが, 試験体Bの v_c

は試験体Aの約71%であり, グレーチングを有する方が, むしろ局部分たわみが減少していることがわかる。

5. あとがき

この種の構造設計規定では, 荷重 $P=1\text{tf}$ 時におけるリブ間(b_0)の局部分たわみが $v_{c,p} \leq 3.5\text{mm}$ または $v_{c,p}/b_0 \leq 1/100$ を, かつスパンの最大たわみが $v_c/L \leq 1/250$ を満たすことが要求されており, 両試験体とも許容値を十分満足している。

参考文献

- 1) 近藤・久保・山田: 駐車場用デッキプレートのたわみ挙動, 土木学会第48回年次学術講演会講演概要集, 第1部, pp. 226~227, 1993-9.

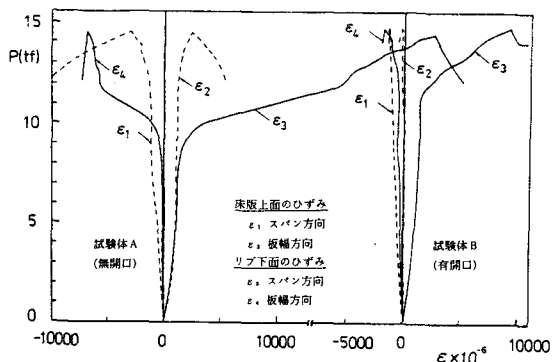


図-5 荷重-ひずみ曲線

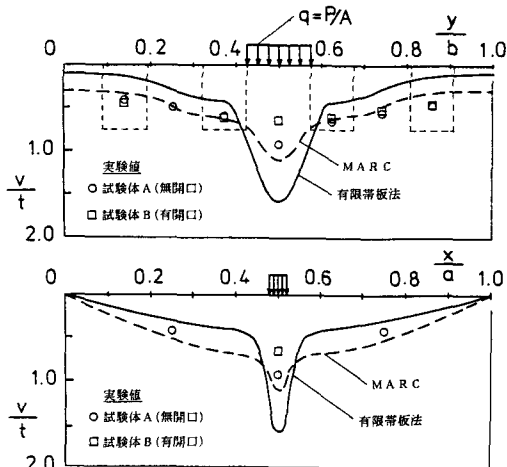


図-6 たわみ形