

I-34

折れ板構造鋼板の終局強度特性

東北大学工学部 ○正 員 中沢 正利
東北大学工学部 正 員 倉西 茂

1. まえがき

板部材のある位置を折れ加工して板の面外剛度を高めてやることにより、薄板構造の強度を向上させ得ることが指摘されている。これまで筆者らは、浅い折れ角を持つ折れ板構造形式の腹板を有する桁構造の弾性座屈強度を調べ^{1),2)}、せん断座屈強度についてはあまり強度改善がないものの、その曲げ座屈強度が比較的小さい折れ角(15度程度)で飛躍的に向上し、水平補剛材を省略し得ることを明らかにしてきた。さらに、終局曲げ強度についても数値解析により若干のケースについて検討しているが³⁾、縦横比の影響等には言及していない。本研究では、より広範囲にわたって折れ板構造形式の鋼板を構造部材として実用化するため、さらに他の荷重条件および設計パラメータに対してその座屈強度あるいは終局強度特性を数値解析により調べたので報告する。

2. 圧縮に対する座屈強度特性

図-1に示す様な幅の等しい3枚の板よりなる折れ板構造が一樣圧縮荷重を受ける場合に対して線形座屈解析を行なった。これは中央部分パネルの座屈荷重に対する折れ角部の影響がパネルの両側で対称となる様に配慮したものである。境界条件は上下辺単純支持、載荷辺自由である。この構造は折れ角 $\theta = 5$ 度程度で部分パネルの局部座屈に移行し、比較的小さい角度でも充分な強度増加の得られることが判明した。また、局部座屈に移行した後の座屈強度は部分パネル単独の座屈強度と等しい一定値をとり、縦横比 $\alpha = 1.0, 3.0$ では座屈係数 $k_L = 36.0$ 、 $\alpha = 2.0$ では $k_L = 39.06$ となる。

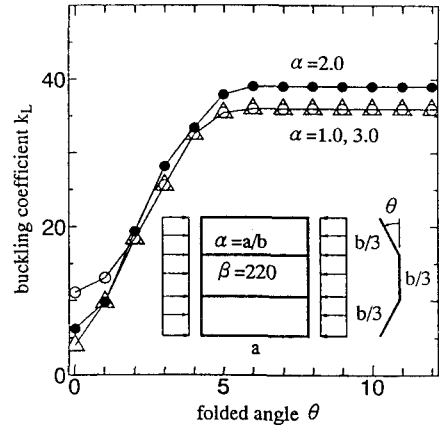


図-1 一樣圧縮応力を受ける折れ板構造の座屈強度

3. 曲げに対する終局強度特性

SM490材を対象に、四辺単純支持された幅厚比 $\beta = 220$ 、 $\alpha = 1.0$ の折れ板構造ウェブの曲げ強度を有限変位弾塑性解析により調べた。折れ角の位置は座屈解析の結果を踏まえて、桁高さの8割の位置にし解析を通じて一定とした。より安全側の終局強度を求めるため、左右辺では断面平面保持の条件ではなく、変位を自由として荷重を与え、折れ角の大きさ θ と終局曲げ強度 M_u の関係を図-2に示した。 M_Y は降伏曲げモーメントである。折れ角10度程度から顕著な曲げ強度の増加が認められ、これは図-3の応力分布に示す様に終局時の曲げ応力分布の違いに起因する。すなわち、圧縮側の折れ位置より上の部分パネルが負担する圧縮応力に差はないが、下パネルの特に引張り応力が発達して曲げ強度の増加に貢献するためである。折れ角が大きければ、引張り応力が大きく発達するまで構造系は平衡を保つということである。

図-4は折れ角を15度で一定とし、幅厚比を $\beta = 220, 256, 280$ と変化させて縦横比と終局曲げ強度の関係を調べた結果である。 M_p は全塑性モーメントである。平板の曲げ強度の特性と異なって、縦横比の大きい場合に高い終局曲げ強度が得られる理由は、図-5の終局時変形形状が示す様に、下側パネルの面外変形が縦横比の増加に伴って高次モードに移行し、結果として折れ角部が直線を保つ様に支持されるためである。この意味で、折れ板構造ウェブは一般の平板ウェブよりも大きな縦横比まで適用可能であることが示唆される。すなわち、垂直補剛材の配置間隔を大きくし得る可能性を有するが、これについては補剛材の必要剛度および設計との関連で議

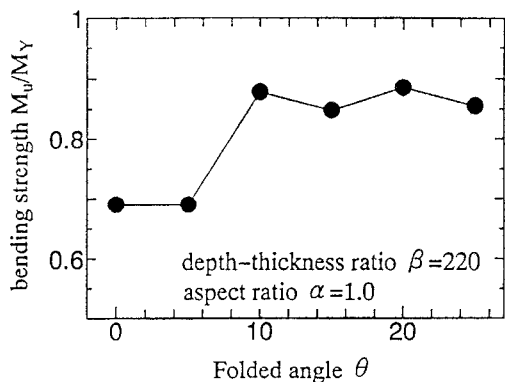


図-2 折れ角と終局曲げ強度の関係

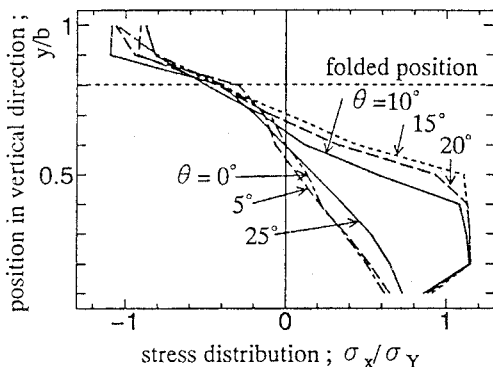


図-3 折れ板構造ウェブの終局時曲げ応力分布

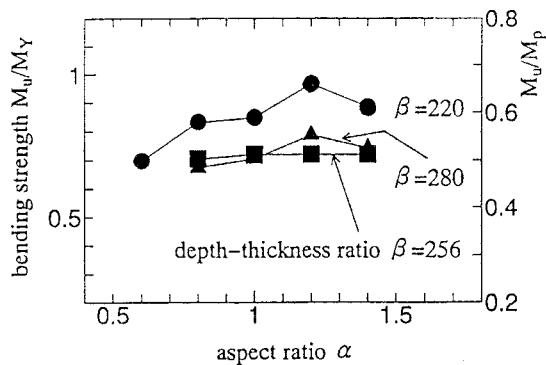


図-4 縦横比と終局曲げ強度の関係 ($\theta = 15^\circ$)

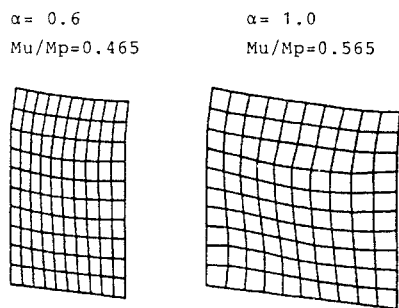


図-5 終局時変形形状 ($\beta = 220$)

論すべきであろう。一方、幅厚比が大きくなるとやはり強度は低下してくるが、終局曲げ強度の急激な低下は見られず安定な強度特性を示すことを確認した。

4. まとめ

折れ板構造形式の鋼板の実用化を目指し、これまでに検討されていない荷重条件およびパラメータに対してその座屈強度あるいは終局強度特性を調べた。その結果、圧縮座屈についてはかなり小さい折れ角から座屈強度の増加が期待できること、終局曲げ強度については折れ角 10 度程度から強度増加が見込める力学的意味について検討し、縦横比および幅厚比の変化に対しても曲げ強度が安定していることが分かった。

参考文献

- 1) 倉西 茂: 新しい断面形状のアレートガーダー, 第 40 回年講, pp.915-916, S60.9.
- 2) 小野寺, 倉西, 岩熊: 折板構造ウェブの座屈強度設計について, 第 41 回年講, pp.225-226, S61.11.
- 3) 横田, 倉西, 岩熊: 折板構造ウェブの強度特性に関する研究, 第 43 回年講, pp.210-211, S63.10.