

(822) 軽量ラミネート鋼板の曲げ剛性 (軽量ラミネート鋼板の成形特性の追究-4)

トヨタ自動車(株)第5技術部 仲川政宏
 新日本製鐵(株)薄板研究センター 江島 瑞男
 名古屋技術研究部 ○木野信幸, 堀田 孝

1. 緒言

ポリプロピレン, ナイロンなどの樹脂を鋼板でサンドイッチした構成をとる軽量ラミネート鋼板は, 比剛性(曲げ剛性/比重)に優れた軽量化素材である。このため, 軽量化率を決定する曲げ剛性および比重はラミネート鋼板の最も重要な特性の1つである。しかし, 表皮鋼板の差厚, 異材質化, あるいは異金属化など, ラミネート鋼板の構成の複雑化に対し, その剛性は明らかではない。本報告では, 従来の剛性計算式を拡張し, あらゆる板厚, 材質構成のラミネート鋼板の剛性計算式を作成し, 実験によりその検証を行い, ラミネート鋼板の剛性の予測可否を検討した。さらに, そこから導かれるラミネート鋼板の剛性, 軽量化率の特徴について報告する。

2. 剛性計算

力のつり合い式より曲げ中立軸を求め, それを用いて曲げこわさ(単位曲率で曲げるのに必要な曲げモーメント)を求める。計算では, せん断変形を無視した。結果は,

$$\text{曲げ中立軸: } y_c = \frac{(E_1 - E_2)y_1^2 + (E_2 - E_3)y_2^2 + E_3h^2}{2\{(E_1 - E_2)y_1 + (E_2 - E_3)y_2 + E_3h\}} \quad \dots\dots(1)$$

$$\text{曲げこわさ: } D = \frac{1}{3}\{(E_1 - E_2)(y_1 - y_c)^3 + (E_2 - E_3)(y_2 - y_c)^3 + E_1y_c^3 + E_3(h - y_c)^3\} \quad \dots\dots(2)$$

Fig. 1 に, 上式で用いた記号の意味を示す。

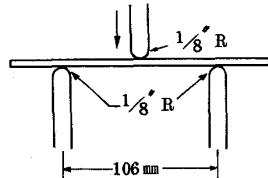
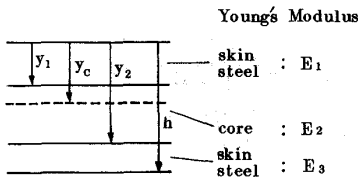


Fig. 1 Meaning of symbols.

Fig. 2 Experimental method.

3. 実験方法

0.18 mm から 0.32 mm 厚さの種々の鋼板(引張強さ45キロ~60キロ級ハイテンおよびSPCE)および0.22~0.50 mm厚さのアルミニウム板(A 1100-0材)を表皮鋼板とし, 芯材にナイロン6およびポリプロピレンを用い, ホットプレス法により種々のラミネート鋼板を作成した。これを長さ150 mm, 幅25mmに切断し, 3点曲げ(Fig. 2)で曲げこわさを求めた。

4. 実験結果および考察

実験と計算の曲げこわさの比較を Fig. 3 に示す。単一鋼板, あらゆる構成のラミネート鋼板は, グラフ上でほぼ1つの直線上にのり, (1), (2)式が妥当であることを示す。これは逆に, ラミネート鋼板の剛性はほぼ理論値どおり確保できることを示す。なお, すべての実験値が計算値を下まわるのは測定系に起因すると考えられる。(2)式より, 剛性の観点からラミネート鋼板の軽量化限界は約70%であることがわかる(Fig. 4)。

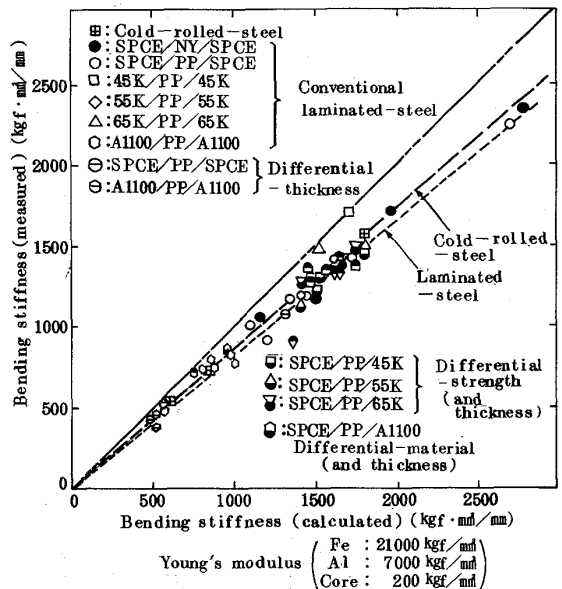


Fig. 3 Comparison between measured bending stiffness and calculated bending stiffness.

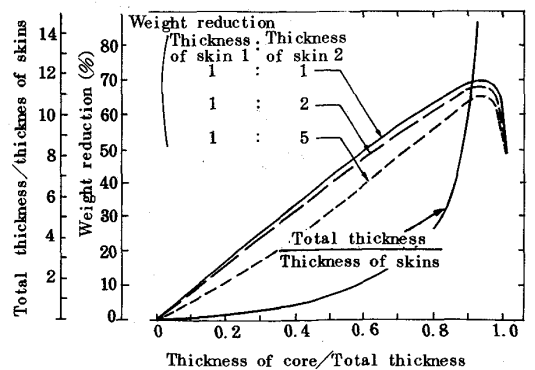


Fig. 4 Weight reduction of laminated-steel.