

(792) 樹脂ラミネート鋼板の疲労特性の評価
 - 複合型制振鋼板の開発 (第6報) -

日本鋼管(株) 中央研究所 ○香川裕之 栗原正好

1. 緒言 : 前報¹⁾で樹脂ラミネート制振鋼板の曲げ疲労強度と剪断密着力との関係を検討したのにひきつづき, 本報では, 曲げ疲労負荷による鋼板と鋼板とのはく離寿命の推定, ならびに樹脂ラミネート鋼板の疲労破壊形態の推定法の提案を行った。

2. 供試材および試験方法 : 供試材の構成および剪断密着力を Table 1 に示す。鋼板の引張強さは A, B, C材が 29 kgf/mm^2 , D材が 60 kgf/mm^2 である。曲げ疲労試験を, A, D材は室温で, B, C材は室温および 90°C でそれぞれ実施した。また, 剪断引張疲労試験を, B材に関し室温および 90°C で実施した。

3. はく離寿命の評価 : 樹脂ラミネート鋼板に曲げ疲労負荷を加えた場合, はく離は接着面上の繰返し剪断応力により生じると考えられる。剪断応力振幅 τ_a , 疲労試験実施温度での剪断密着力 S , 疲労はく離寿命 N_s の間には, 剪断引張疲労試験の結果より, (1)式の関係が得られた。

$$\tau_a = (0.68 S) N_s^{-0.109} \quad (1)$$

従って, 疲労はく離寿命と曲げ負荷による曲げ応力振幅との関係は, (1)式に, 弾性はり計算により求められる曲げ応力振幅と剪断応力振幅との関係を代入する事により, 推定する事ができる。はく離寿命の推定結果例を D材について Fig.1 に示す。図中, ○印は実験結果を, 実線は推定結果をそれぞれ示す。両者の間には良い一致が得られた。

4. 疲労破壊形態の評価 : 樹脂ラミネート鋼板に曲げ疲労負荷が加わっている場合を考え, 単位板幅あたりに作用する剪断荷重振幅, 曲げモーメント振幅を F_a , M_a とする。ここで, 通常薄鋼板の曲げ負荷による疲労限 $(\sigma_a)_L$ は, 鋼板の引張強さを σ_u として(2)式で与えられる²⁾

$$(\sigma_a)_L = 0.436 \sigma_u + 5.21 ; 30 \leq \sigma_u \leq 65 \quad (2)$$

一方, 樹脂ラミネート鋼板のはく離の疲労限 $(\tau_a)_L$ は, (1)式に $N_s = 10^7$ を代入して, (3)式で与えられる。

$$(\tau_a)_L = 0.118 S \quad (3)$$

(2)(3)式を弾性はり計算により F_a , M_a を用いた表示にすると, 板厚を t として, (4)(5)式の関係が得られる。

$$M_a \text{の疲労限 } (M_a)_L = t^2 (0.073 \sigma_u + 0.87) \quad (4)$$

$$F_a \text{の疲労限 } (F_a)_L = 0.079 t S \quad (5)$$

また, 鋼板と鋼板とが完全に2枚にはく離した場合, 曲げ剛性は $1/2$ に低下し, 鋼板破断の疲労限 $(M_a)'_L$ も $1/2$ に低下する。

$$(M_a)'_L = \frac{1}{2} (M_a)_L = t^2 (0.036 \sigma_u + 0.43) \quad (6)$$

(4)式より $M_a / \{t^2 (0.073 \sigma_u + 0.87)\} \geq 1$ の時鋼板が破断し, (5)式より $F_a / (0.079 t S) \geq 1$ の時疲労はく離する。また(6)式より, $M_a / \{t^2 (0.073 \sigma_u + 0.87)\} \geq 0.5$ の時, 疲労はく離後鋼板が破断する。これらの推定線図を Fig.2 の破線で示す。図中のプロット点は実験結果であり, 黒印は鋼板が破断したデータ, 半黒印ははく離のみ生じたデータ, 白印は破断もはく離も生じなかったデータを示す。実験結果と推定結果とは良い一致を示した。

Table 1. Construction and shear adhesion strength

Type	Construction (mm) Steel/Resin/Steel	Shear Adhesion Strength (kgf/cm ²)	
		R.T.	90 C
A	0.8/0.15/0.8	102	
B	0.8/0.15/0.8	147	30
C	0.8/0.10/0.8	158	64
D	3.2/0.10/3.2	102	

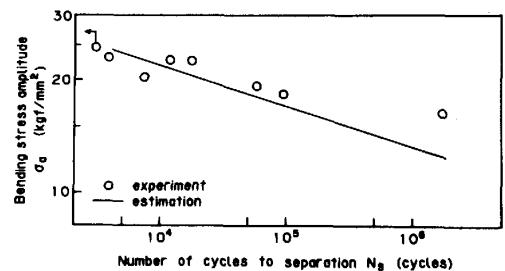


Fig.1. Comparison of estimated separation life with experimental results

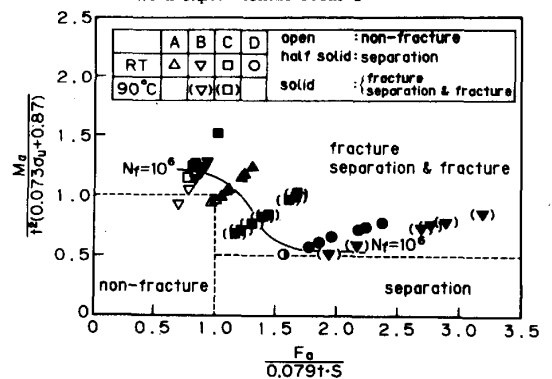


Fig.2. Estimation of failure modes