

スカ-7&3770丁
SS400
FCV7 EA9430

第30回 日本接着学会年次大会

講演要旨集

1992

会 期 : 平成4年6月23日・24日

会 場 : 品川区立総合区民会館「きゅりあん」

共催・協賛

応 用 物 理 学 会
強 化 プ ラ ス チ ッ ク 協 会
近 畿 化 学 協 会
高 分 子 学 会
色 材 協 会
自 動 車 技 術 協 会
織 維 学 会
精 密 工 学 会
電 気 学 会
土 木 学 会
日 本 化 学 会
日 本 機 械 学 会

日 本 建 築 学 会
日 本 航 空 宇 宙 学 会
日 本 ゴ ム 協 会
日 本 材 料 学 会
日 本 電 子 材 料 技 術 協 会
日 本 複 合 材 料 学 会
日 本 木 材 学 会
日 本 木 材 加 工 技 術 協 会
日 本 レ オ ロ ジ ー 学 会
日 本 バ イ オ マ テ リ ア ル 学 会
日 本 セ ラ ミ ッ ク ス 協 会
溶 接 学 会



日 本 接 着 学 会

スカーフ接着継手および重ね合せ接着継手の破壊条件

(日本車輛) 鈴木 靖昭 ○石塚 孝志 水谷 裕二

On Fracture Conditions of Adhesive Scarf and Lap Joints of Steel Plates

Yasuaki Suzuki, ○Takashi Ishizuka, Yuji Mizutani (Nippon Sharyo, Ltd.)

1. まえがき 角度の異なるスカーフ継手および被着材厚さの異なる重ね合せ継手の接着強度の測定を行い、それらの継手の破壊条件に対し検討を加えた。

2. 実験 図1の形状のスカーフ継手、バット継手(スカーフ角 $\theta = 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$, 被着材S35C), および図2の重ね合せ継手(被着材厚さ $t = 0.75, 1.1, 1.6, 5.0\text{mm}$, 被着材SS41)を製作した。接着面の寸法は、いずれの試験片も $12.7\text{mm} \times 12.7\text{mm}$ である。

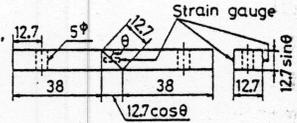


図1 スカーフ接着継手試験片

被着材表面をWAI-60の石を用いて研削し、MEKによる5分間、3回の超音波洗浄後、エポキシ系接着剤ナビロックEA9430(豊田合成)により接着層厚さを 0.1mm として接着した。硬化条件は $30^\circ\text{C}/24\text{H} + 80^\circ\text{C}/10\text{H}$ である。スカーフ継手の場合は図1のように、重ね合せ継手の場合は図2の接着端面の中心に荷重方向に 45° の角度をなすように、ゲージ長がそれぞれ5および2mmの大ひずみゲージをはりつけて、ひずみの測定を行った。

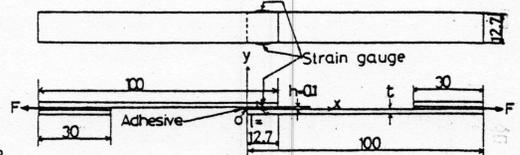


図2 重ね合せ接着継手試験片

荷重-ひずみ線図の代表的な例を図3および図4に示す。これらの曲線を折れ線で近似し、降伏荷重 F_v を求めた。図5にはスカーフ継手・バット継手の引張接着強度 $\sigma_v (= F_v / \text{荷重方向に垂直な断面積})$, 図6には重ね合せ継手の引張せん断接着強度 $\tau_v (= F_v / \text{接着面積})$ の実験結果を示す。

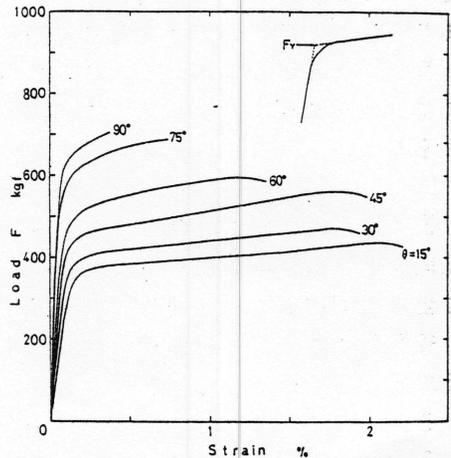


図3 スカーフ継手の荷重-ひずみ線図

3. 検討

スカーフ継手およびバット継手の接着層における応力集中域は、自由端から接着層厚さの数倍入った点までで、大部分の領域ではほぼ一定応力状態であり、それらの応力は図7の近似式により与えられることが知られている¹⁾。本研究の場合のように、接着層厚さが薄い継手の破壊は、ほぼ図7の応力が一定値に達した時に起こるという結果が得られている²⁾。図7の各式からvon Misesの相当応力 σ_{eq} および最大主応力 σ_1 が次式のように導かれる。

$$\sigma_{eq} = \sigma_v \cdot \sin\theta \sqrt{\left(\frac{1-2\nu_v}{1-\nu_v}\right)^2 \cdot \sin^2\theta + 3\cos^2\theta} \dots (1)$$

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_v \cdot \sin\theta}{2} \left[\frac{1}{1-\nu_v} \cdot \sin\theta + \sqrt{\left(\frac{1-2\nu_v}{1-\nu_v}\right)^2 \cdot \sin^2\theta + 4\cos^2\theta} \right] \dots (2)$$

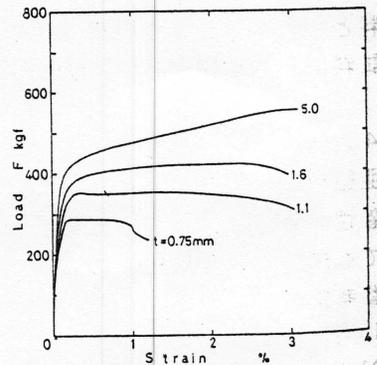


図4 重ね合せ継手の荷重-ひずみ線図

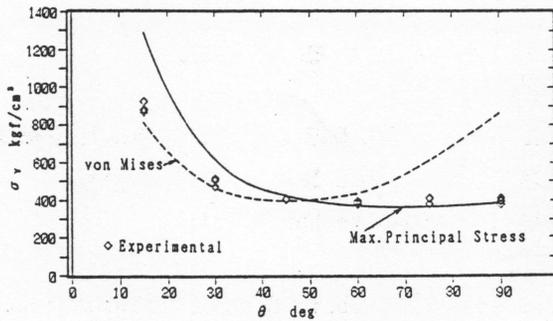


図5 スカーフ継手の引張接着強度 σ_v

また、重ね合せ継手においては σ_{\perp} は次式のようになる。

$$\sigma_{\perp} = 3 \sqrt{\frac{1}{2} \tau_v} \sqrt{3} \tau_{xy} \dots (3)$$

図8および図9には、図5の σ_v 実験値の平均値を用いて、(1)式および(2)式から求めた σ_{\perp} および σ_{\parallel} の値を示す。両図とも、 θ が 5.5° で折れ曲がる直線となり、 σ_{\perp} は $\theta < 5.5^\circ$ で、 σ_{\parallel} は $\theta > 5.5^\circ$ ではほぼ一定値を示しており、それらの傾

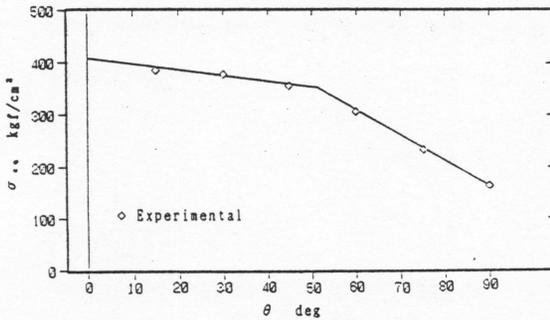


図8 スカーフ継手の接着層の降伏時の σ_{\perp}

域での破壊条件をほぼ示していると推定される。図8の $\theta < 5.5^\circ$ においても、 σ_{\perp} は完全には一定値を示さず、 θ の減少にともなって少し増加傾向を示しており、この接着剤の降伏は完全にvon Misesの条件によるのではなく、静水圧の影響を受けていることが推定される。

$\theta = 4.5^\circ$ の σ_v の実験値の平均値を(3)式の σ_{\perp} に代入して得た σ_{\parallel} を用いて、各 θ における $\sigma_v (= \sigma_{\parallel})$ の値を(1)式から逆算し、図5に併記した。また同図には、同様にして $\theta = 9.0^\circ$ の σ_v の実験値の平均値と(2)式とから求めた各 θ における $\sigma_v (= \sigma_{\parallel})$ の値を併記した。

図10には、図6の重ね合せ接着強度 τ_v の平均値を用いて、(3)式から求めた σ_{\perp} の値を示す。 $t = 5.0\text{mm}$ の場合に比べ、 $t = 1.6 \sim 0.75\text{mm}$ においては、接着層自由端近傍の応力集中の増大により τ_v が減少している。被着材厚さが厚い $t = 5.0\text{mm}$ の継手における応力集中は、スカーフ継手の場合のように自由端近傍のみに生じると考えられるが、 $\sigma_{\perp} = 464\text{kgf/cm}^2$ であり、図8のスカーフ継手において $\theta = 0^\circ$ へ外挿して得られる $\sigma_{\perp} = 410\text{kgf/cm}^2$ より少し大きい。これは試験片製作日の相違等による接着層中へ混入した気泡量の差等に起因するものと思われる。またバルク接着剤の引張降伏応力は 310kgf/cm^2 であり³⁾、前記の値よりかなり低い、これは接着剤の体積の差による寸法効果であると考えられる。

文献 1) 鈴木, 日本機械学会論文集, 30-449, A, 57 (1984). 2) 鈴木, 日本機械学会論文集, 51-463, A, 925 (1985). 3) 鈴木, 第29回日本接着学会年次大会講演要旨集, P.175 (1991).

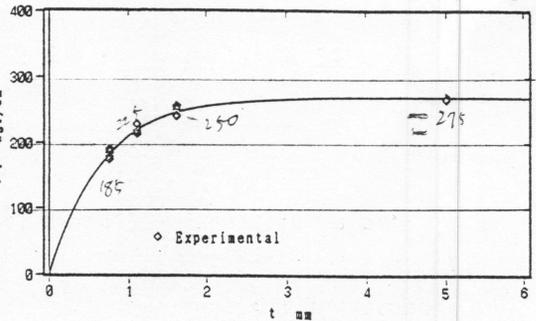


図6 重ね合せ継手の引張せん断接着強度 τ_v

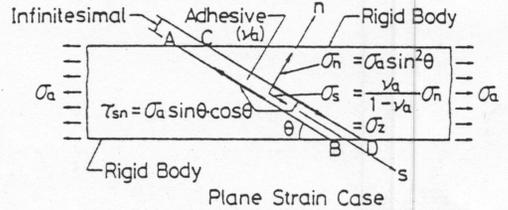


図7 接着層における応力の単純化

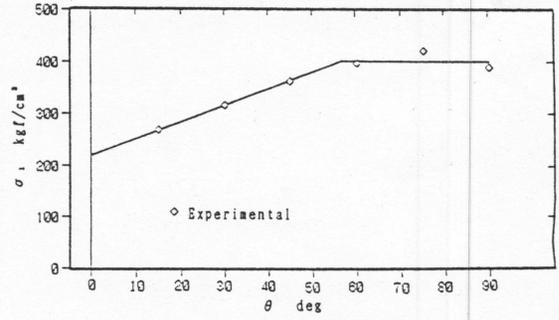


図9 スカーフ継手の接着層の降伏時の σ_{\parallel}

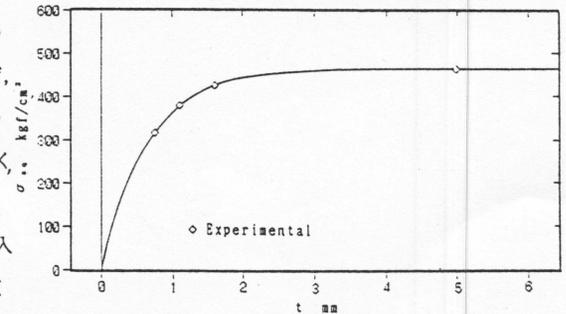


図10 重ね合せ継手の接着層の降伏時の σ_{\perp}