

アルミニウム合金単純重ね合わせ継手の疲労強度におよぼす表面処理の影響

論文要旨

機能性材料工学研究室 嶋川 翔太

1. 緒言

接着結合は、応力集中源の回避や異種材料接合を可能とし、自動車分野など幅広く使われている。しかし、接着強度は表面性状の違いによって大きく変化するため、被着材表面に適切な表面処理を施す必要がある。

本研究では、アルミニウム合金を被着材として機械研磨のみ及びこれに陽極酸化処理を施した単純重ね合わせ接着継手試験片を作製し疲労試験を行い、表面処理による疲労特性の差異について検討した。

2. 材料および実験方法

アルミニウム合金 A2017 を被着材とし、一液加熱硬化型エポキシ接着剤 (3M 社製) を 140°C, 20 分保持の条件で硬化させ、図 1 に示す単純重ね合わせ接着継手を作製した。なお、接着時の接着厚さが 0.2mm となるようテフロンシートと治具で制御した。接着面を #500 のエメリー紙で研磨した機械研磨材と #1000 のエメリー紙で研磨後、リン酸水溶液 (6.5wt%) 中で 15V の陽極酸化処理を施した酸化処理材を用いた。

引張試験は万能試験機を用いて、引張速度 0.3mm/min の条件下で行った。

疲労試験は油圧サーボ式試験機 (容量 10kN) を用いて、応力比 0, 繰返し速度 5Hz の正弦波状荷重の荷重制御の条件で行った。また疲労試験中の荷重及び変位信号からコンプライアンスを求め、その変化からき裂の発生寿命を検討した。

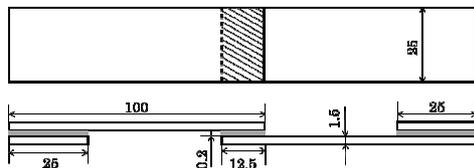


図 1 接着継手の寸法 (mm)

3. 実験結果および考察

3.1 引張試験

引張試験で得られた荷重と変位の関係を図 2 に示す。機械研磨材、酸化処理材の最大荷重を接着面積で除した破断せん断応力 τ_f は、機械研磨材で 21.7MPa, 酸化処理材で 29.1MPa となり、酸化処理材の強度が高いことがわかった。これは、酸化処理により接着部の結合が向上したことに加え、処理でできた穴のアンカー効果によるものと思われる。

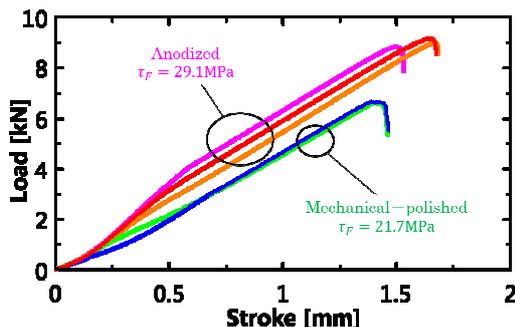


図 2 引張試験における荷重と変位の関係

3.2 疲労試験

繰返し平均せん断応力振幅 τ_a と破断までの繰返し数 N_f との関係を図 3 に示す。機械研磨材に比べ、酸化処理材の疲労強度が増加した。この酸化処理による強度向上の効果は、引張試験におけるものより大きく、時間強度で 2 倍程度の強度上昇が見られた。これは後述するように破壊の形態が両者で異なるためである。

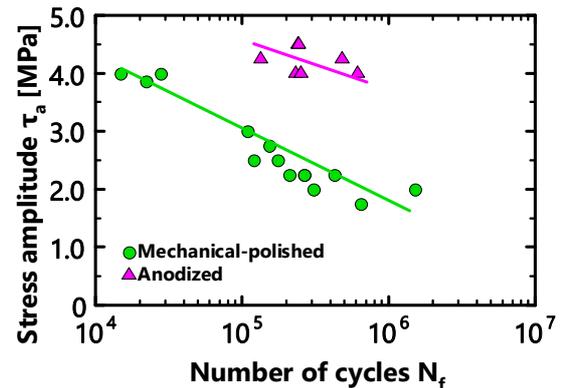


図 3 疲労寿命

接着層の破面には、界面破壊と凝集破壊の 2 種類が見られた。機械研磨材は、 $\tau_a = 2.25\text{MPa}$ より低い領域では界面破壊、それ以上では界面破壊と界面近傍での凝集破壊の混合であった。酸化処理材は、すべて界面近傍の凝集破壊であった。図 3 より、機械研磨材と酸化処理材の疲労強度が明らかに異なっているため、この結果は破壊様相を反映したものである。

疲労試験中のコンプライアンスと繰返し数の関係を図 4 に示す。縦軸のコンプライアンスは試験開始時の値 C_{in} で、また横軸の繰返し数は全寿命 N_f で標準化して示した。コンプライアンスの変化割合が急変するところをき裂の発生と考えると、機械研磨材と酸化処理材でその状況が異なり、全寿命に占める試験開始からき裂発生までの寿命は、機械研磨材の方が短いことがわかった。

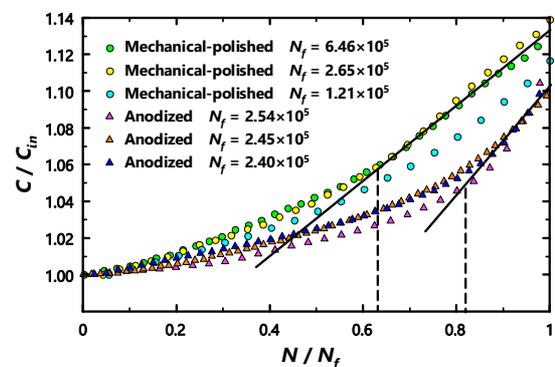


図 4 コンプライアンスと寿命の関係

4. 結言

被着材表面に陽極酸化処理を施すことで、引張強度ならびに疲労強度が大きく向上した。また応力振幅や接着面の表面処理によって破壊の形態が変化していることがわかった。