

単純重ね合せ接着継手の疲労挙動

知能材料学研究室

永井悠河

1. 緒言

接着接合は異種材料との接着が可能でかつ、接着面が広く応力集中を回避することができるため、疲労耐久性の観点から有利であるとされている。また、比較的工程も容易であるので、効率化を図ることができる。しかし、接着継手の強度設計に関しては十分な資料も少なく、JISあるいはISO等の規格による試験結果を強度設計に活用する方法が確立されていないのが現状である。従って、接着継手の特徴を活かすためには、継手の強度特性を把握し、これに基づく設計指針を確立することが重要である。

本研究では、基本的な接着継手である単純重ね合せ接着継手について疲労試験を行い、接着部のき裂伝ば挙動に及ぼす接着層の厚みの影響を調査した。

2. 実験装置および方法

試験片の形状および寸法を図1に示す。被着材はき裂観察を容易にするため、板厚3mmの亚克力板を用いた。接着剤にはHUNTSMAN社製のエポキシ系二液加熱硬化型接着剤を使用した。主剤と硬化剤の混合比を1:1とし、テフロン板に薄く広げた後、真空状態で20分間脱泡させた。接着には治具を使用し、テフロンシートを挟み込み、接着厚さを0.1~0.35mmの範囲で調整した。また、一定の接着強度を得るために70℃で60分、硬化処理を行い1週間以上経過後実験に供した。表面処理として接着面をエメリー紙#1000で十分に研磨し、アセトンで洗浄後、水洗いして乾燥させた。予き裂として、両端に5mmの非接着領域を設けた。

疲労試験は油圧サーボ式疲労試験機SERVOPULSERを使用した。正弦波の片振り負荷で、繰返し荷重幅 $\Delta P=350\text{N}$ 、繰返し速度を2Hzとした。

接着継手の有限要素法(FEM)解析にはANSYSを使用した。

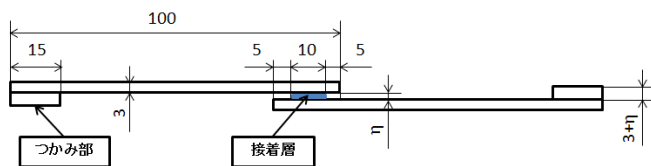


図1 疲労試験用試験片

3. 実験結果および考察

疲労試験におけるき裂進展挙動を図2に示す。 $\eta=0.14\text{mm}$ の場合、繰返し数が約 5×10^3 回で接着層が完全に剥離し、破断に至った。また、き裂面積の増加割合は繰返し数とともに増えている。 $\eta=0.20\text{mm}$ の場合、繰返し数が約 8×10^3 回で接着層が完全に剥離した。前者と比較すると、き裂面積の増加割合が小さくなり、破断までの繰返し数が多くなっている。一方、 $\eta=0.25\text{mm}$ および 0.35mm の場合は、き裂がある長さまで成長すると進展しなくなった。また、これらの場合約 25×10^3 回で亚克力板が破断してしまった。

接着部から破断するか、被着材から破断するのかは接着層の厚さに影響を受けるので、FEM解析の結果より、被着材表面の曲げ応力 σ_{bent} を推定した。図3に接着端部を0とした被着材表面の曲げ応力分布を示す。 $x=0$ では、解析に誤差を含むため、外挿によりそこでの値を推定すると $\eta=0.1\text{mm}$ 、 0.2mm および 0.3mm に対し、 σ_{bent} はそれぞれ17.6MPa、18.0MPaおよび18.4MPaとなった。すなわち、 η が増すにつれて、被着材に生じる曲げ応力が大きくなり、 $\eta=0.25\text{mm}$ 以上では、亚克力部から疲労破壊が生じたものと思われる。

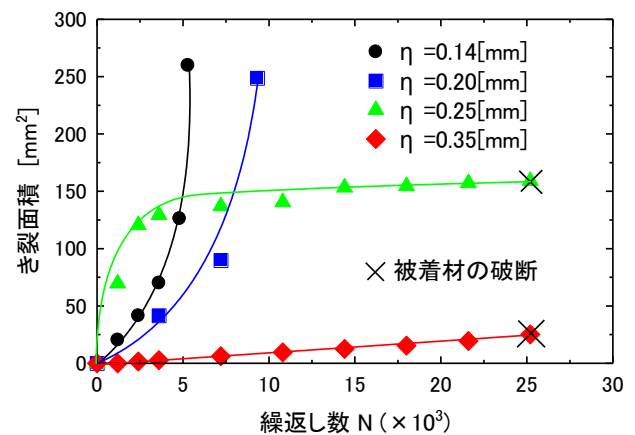


図2 接着層の厚さによるき裂進展挙動の比較

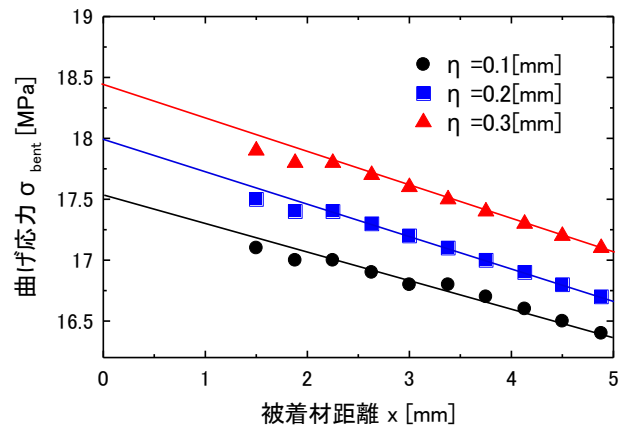


図3 接着剤端部の被着材表面の曲げ応力

4. 結言

単純重ね合せ接着継手について、接着部の疲労き裂伝ば挙動に及ぼす接着層の厚みの影響を、実験とFEM解析から検討した。

- (1) 単純重ね合せ接着継手の接着厚さが薄い場合、接着層が剥離しやすくなり、破断に至る。
- (2) 単純重ね合せ接着継手の接着厚さが厚い場合、接着剤端部の被着材表面の曲げ応力が大きくなり、ここが破断の起点となる。