

# 樹脂/金属接合体の強度評価に関する基礎検討

Basic study on strength evaluation of resin-metal joints

山崎 練<sup>1)</sup>, 鈴木 雅人<sup>2)</sup>  
指導教員 立野 昌義<sup>3)</sup>

1)工学院大学 工学部 機械工学科 材料力学研究室  
2)工学院大学大学院 工学研究科 機械工学専攻  
3)工学院大学 工学部 機械工学科

キーワード：異材接合体，接合界面，樹脂

## 1. 緒言

樹脂材料は、比較的加工が容易であり、形状設定の自由度が高く、軽量であるが、その反面強度が金属材料に比較して相対的に低いため、単一材料としての使用範囲が限られる傾向にある<sup>(1)(2)(3)</sup>。

樹脂/金属接合材料の用途を考慮する際、処理後界面修正による強度の向上ができる可能性を明らかにする必要があると考えられる。樹脂/金属接合体は、射出成形により製作した試験片を用いるため、製造時における樹脂が融点以上に加熱されることにより溶融した状態で相手金属界面に接触する際に界面に樹脂のはみ出しが生じる。

本研究では、PPS樹脂/アルミニウム接合試験片を対象とし、界面およびその近傍における樹脂のはみ出しの現状およびこれらが観察される接合体試験片の強度および破壊様式を把握する。さらにこれらの樹脂のはみ出しを機械加工により除去した試験片の強度や破壊様式を明らかにする。

## 2. 実験方法

接合処理後の試験片の界面周辺を機械加工することによる強度特性の変化を把握する。

### 2.1 試験片形状と樹脂界面の観察方法

本実験で使用する材料は、大成プラス社製のPPS/Al接合体を用いた。なお接合体は製作直後からの時間の経過に伴い、保管状況によっては強度の低下や樹脂の強度特性が変化する可能性もあるが、事前検討により、時間経過に伴う強度低下が無い期

間内における試験片を用いている。接合試験片形状をFig.1に示す。対象試験片の界面を平面に加工された板状のアルミニウム材料(Al：長さ50mm×幅10mm×厚さ5mm)をPPS樹脂と射出成形機を用いて接合させている。PPS/Al接合体試験片の界面はAl材料の被接合面(幅10mm×厚さ5mm)に接合されており、樹脂のはみ出しについて界面をマイクロSCOPE(KEYENCE社製VHX-100)で観察した。

### 2.2 表面加工および界面の観察

界面にて金属側の樹脂のはみ出しがわずかに生じた。現状を把握後に、界面を含む樹脂のみまたは接合構成する両材料の表面4面を汎用フライス盤を用いて表面の除去加工を行った。試験片の界面と自由表面は互いに直交するように加工した。

試験片のアルミニウム側を基準としてエンドミルの刃先端が触れた面を基準面として設定し、基準面に対してエンドミル先端の位置を垂直方向に①0mm加工、②0.1mmおよび③0.2mm下げた状態で、エンドミルを水平移動して表面の除去加工を行った。さらに、各試験片のアルミニウム側の基準面に対してエンドミル先端を片側1mmずつ水平方向に移動させ、正面から見据えた試験片寸法の④幅を2mm除去加工したもの、⑤同様な方法で幅を2mm除去+厚さを1mm除去加工したものの合計5つの表面除去加工を行なった試験片を製作した。この加工により、表面除去加工された試験片の界面端を含む自由表面は全て水平平面となり、界面と自由表面とのなす幾何

学的条件は直角と見なし、加工後の試験片の引張り強度と破壊様式を評価した。各加工条件における試験片数を3とした。引張り試験後の樹脂と金属との界面をマイクロ스코プ(KEYENCE社製 VHX-100)で観察した。

### 2.3 引張り試験および破断面の観察

上記の表面除去加工を施した試験片5種と比較として製作時の形状のままの試験片を含めた合計6種類の試験片に対して引張り試験機(株式会社東京試験機社卓上試験機ミドルセンサーMSC-10/500-2)に試験片を取り付けクロスヘッドスピードを1mm/minに設定して試験片を破断するまで荷重負荷させた。破断荷重を界面の面積で除した値を接合体強度とした。破断した試験片はマイクロ스코プ(KEYENCE社製 VHX-100)を用いて観察した。

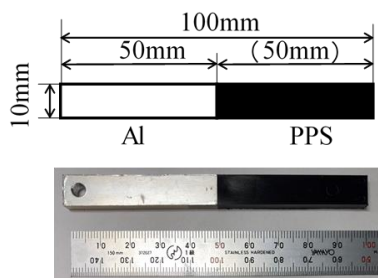


Fig.1 樹脂金属接合体(t=5mm)

### 3. 実験結果と考察

樹脂のはみ出しが観察され、強度評価ではこの界面端部の幾何学条件を考慮する必要があると考えられる。はみ出し部は金属側基準面に対してエンドミル先端をあわせて水平に移動させて加工(実験条件①0mm設定)することで樹脂側のはみ出しは除去可能である。接合処理後のままと表面除去加工

(0.2mm加工)の界面角部の代表例の観察結果をFig.2に示す。この金属側基準面に対して機械加工を施した試験片の接合体強度と接合ままの試験片のそれとを比較した。接合処理のままの試験片の接合体強度レベルは、ほぼ35~40MPaであり、破壊様式も金属側の界面に樹脂が破断後も付着していた。この結果と表面除去加工した試験片の接合体強度レベルを比較した結果をFig.3に示す。以上から、表面

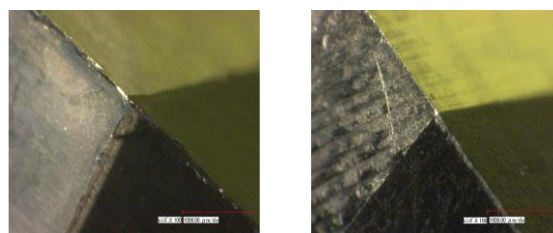
除去加工した試験片間の接合体強度レベルは一定範囲に収まり、破壊様式も接合ままの試験片とほぼ同等である。上記の結果から、機械加工による強度の低下や破壊様式の影響については、接合体強度特性に影響を与えないことが確認できた。

### 4. 結言

PPS樹脂/Al接合体の試験片を対象にして樹脂のはみ出しを機械加工により除去し、強度や破壊様式を明らかにした。一連の実験結果から、樹脂のはみ出しにより接合界面の幾何学条件が変化する。機械加工により除去した際の強度特性への影響は比較的小さいと推察される。

### 5. 参考文献

- (1)板橋雅巳, ”金属と樹脂の直接接合を可能にしたナノモルディングテクノロジー(NMT)”, 表面技術, Vol.66, No.8, pp.23-26(2015)
- (2)井上忠信, 久保司郎, 異材界面端の熱応力場, 材料 Vol.48 No.4, pp.365-375(1999)
- (3)堀内伸, ”樹脂—金属異種材料複合体接合特性の評価試験方法の国際標準”, 計測と制御 Vol.54, No.10, pp.743-747(2015)



(a)表面加工前の界面 (b)表面加工後の界面

Fig.2 表面加工前後の界面の樹脂のはみ出し

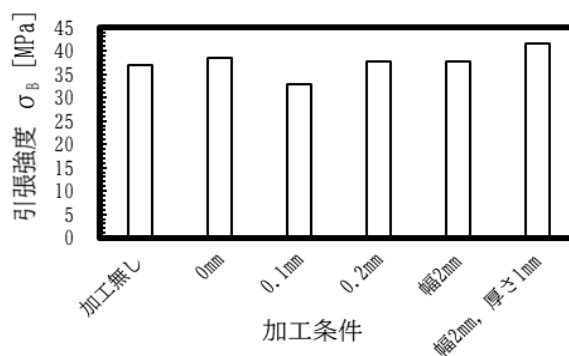


Fig.3 加工条件ごとの接合体強度