J04201

直接造形 ABS 樹脂／Al 合金異材接合体の界面強度に及ぼす 造形パラメータの影響

Effects of process parameters on interfacial strength in additive manufactured ABS-resin/Al-alloy dissimilar joints

○正 山崎 泰広^{*1}, 梅村 昂佑^{*1}Yasuhiro YAMAZAKI^{*1} and Kosuke UMEMURA^{*1}^{*1} 千葉大学 Chiba University**Key Words** : Additive manufacturing, Shear bonding strength, Process parameters, Mechanical interlock effect

本研究では、金属表面に樹脂を直接接合造形する技術の確立を目指して、高界面強度を有する接合造形条件を検討した。本研究ではアンカー効果に着目しながら、金属表面に直接造形した樹脂の界面強度に及ぼす金属接合面の表面温度および表面粗さおよび造形後冷却速度の影響を調査した。接合強度の評価にあたっては、新たに微小サンプルせん断強度試験装置を試作し、金属上に造形した単一フィラメント樹脂のせん断界面強度を評価した。

本研究では、形状精度や造形物表面状態が劣るものの比較的安価で高強度の造形が可能な熱溶解積層法を3次元造形法として選択し、Raise 3D 製 3D プリンタ N1 と基材予加熱用窒化アルミ加熱ステージを組み合わせて、Al 合金基材上への ABS 樹脂の直接接合造形を行った。直接接合造形に用いた樹脂フィラメントは、N1 純正 ABS フィラメントである。この ABS フィラメントの直径は 1.75mm で、造形時の推奨ノズル温度は 230～260℃である。予備実験においてフィラメントの乾燥処理が不十分な場合、実験結果が大きくばらつくことが明らかとなったことから、ABS フィラメントは 80℃×24h の真空乾燥処理を施したのち真空パック内で保管し、造形実験の直前に開封して直ちに実験に供した。一方、金属基材には 20mm×20mm×厚さ 3mm の Al 合金 A5052 を用いた。接合強度に及ぼす基材表面粗さの影響を検討するため、造形面である 20mm×20mm の面の最終研磨状態を #320, #800, #2000 のエメリー紙研磨、および、コロイダルシリカによる鏡面研磨の 4 条件とした。

接合状態に影響を及ぼす積層造形条件としては、金属基材表面状態の他、金属基材予熱温度、接合後冷却速度、射出される樹脂の直径、ノズル温度等が挙げられる。本研究では、基材表面粗さ、基材表面温度、造形後冷却速度を変数として実験を行った。

試作した微小サンプルせん断剥離試験機を用いて、その界面強度を評価した。試験片は、直線状に単層造形された ABS 樹脂とし、樹脂に対して直交する荷重を荷重速度 1μm/s で負荷した。なお、剥離試験は造形条件毎に 10～15 回のせん断剥離試験を実施した。全ての試験で荷重はほぼ単調に増加し最大値に達した後、ABS 樹脂が Al 合金基材から剥離していたことから、試験中の最大荷重を ABS 樹脂の実接合面積で除した値をせん断界面強度と定義した。

得られた結果を総括して以下に示す。

- 1) 鏡面加工条件では接合強度がほぼゼロであったことから、本研究で検討した ABS 樹脂／Al 合金接合体においてはアンカー効果が主要な接合メカニズムであることが明らかとなった。
- 2) アンカー効果を発現させ界面強度を高めるためには適切な表面粗さが存在し、基材表面上に形成されたサブミクロンから数ミクロンサイズの微細な凹部に樹脂が侵入することにより高い界面強度が得られた。
- 3) 基材表面の微細な凹部への樹脂侵入を促進して界面強度を向上させるには、基材表面温度を上昇させることが効果的であった。ただし、樹脂が過剰に加熱されると熱応力が大きくなり界面強度が低下し、さらには樹脂自身が劣化した。すなわち、最適な基材表面温度が存在し、本研究ではその最適値が 240℃であった。
- 4) 本研究範囲における最適造形条件は基材温度が 240～260℃、基材表面粗さが $Ra=0.152\mu\text{m}$ 、造形後冷却速度は 10～20℃/min の条件であり、この条件で造形した ABS 樹脂／Al 合金異材接合体の界面強度は凡そ 10MPa であった。

謝 辞

本研究を実施するにあたり公益財団法人小笠原科学技術振興財団の助成を受けた。記して関係者に謝意を表す。