

ガラス材料と金属材料との超音波接合に関する研究

機械情報システム課 羽柴利直 ものづくり研究開発センター 石黒智明*¹

株式会社神鋼環境ソリューション 岡井光信、富原敏裕、江尻 翔、宮内啓隆、小川智宏

1. 緒言

ガラス材料に金属材料を接合する技術として、現状では機械的な接合方法が多用されている。一方、超音波接合は、短時間で接合が完了することや、低コストでの接合が可能であることなどの利点があり、ガラス材料と金属材料との接合に超音波接合を適用できるようになれば、ガラス材料と金属材料を複合して作製される部品や製品の生産にかかる時間やコストを低減することが可能となる。

本研究では、ガラス面への金属材料の超音波接合の適用の可能性を調査し、実際の製品の生産への実用化の可能性を検証した。

2. 使用材料および接合試験結果

本研究では、金属材料としてアルミニウムを取り上げ、A1050の板材(10×50×0.5mm)を加振材、市販のソーダライムガラス板材(25×70×4mm)を固定材として接合試験を行い、接合の可否を調査した。接合試験には、超音波工業株式会社製の接合機 USW1200Z15S(出力 1200W、加振周波数 15kHz)を用いた。接合条件は、加圧力を 100~400N、加振時間を 0.2~1s とし、接合時には、固定材の端部をクランプゴムで押さえた。

この結果、接合試験を行った全ての条件において、加振材がホーンに移着し、加振完了後に加振材がホーンから離れず、クランプゴムで固定された固定材と加振材の間に破断が生じた。これは、加振材と固定材の間の摩擦抵抗が大きく、接合界面での摩擦が抑制された一方で、加振時にホーンは一定の変位振幅で振動するように制御されており、ホーンと加振材の間の滑りが大きくなり、この界面で接合が生じたためと推測される。

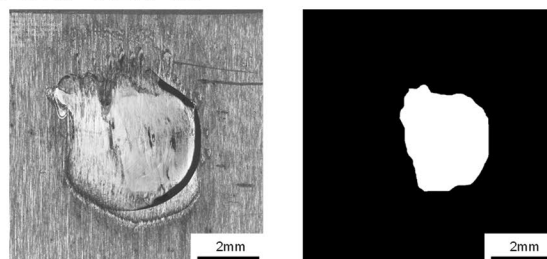
そこで、固定材を固定せずに加振材の端部をクランプゴムにより固定して接合試験を行った。その結果、接合試験を行った条件のうち、加圧力 100N、加振時間 0.5s などの条件で接合可となった。これは、固定材が固定されないことにより加振されて振動し、加振材との間で摩擦抵抗を超える加振力で相対運動を生じ、接合がより強固になったためと考えられる。一方、加振材は、軟らかい材質のため端部を固定してもホーンの動きに合わせて変形し、クランプゴムでの固定による接合界面への加振振動の伝搬の減衰は小さかったと考えられる。また、接合可となった条件よりも接合時間を長くすると、ホーンが加振材を

貫通した。これは、接合界面で接合が生じて加振材と固定材が一体となり加振抵抗が急激に増大し、加振材とホーンの間で滑りが生じたためと考えられる。

3. 接合面積および接合強度の評価

接合界面を固定材側から光学顕微鏡(OLYMPUS 社製 DSX500)で観察し、得られた画像データから接合部分を 2 階調化し、画像全体に対する接合部分の画素比率を撮影画像面積に乗じて接合面積を求めた。

図 1 に、加圧力 100N、加振時間 0.5s の条件で接合した試験片の光学顕微鏡の画像およびこれを 2 階調化して得られた画像を示す。撮影した画像全体は 8.541mm×8.541mm(面積約 73.0mm²)であり、接合が生じたと考えられる部分の画素の割合は約 11.2%であることから、接合面積を求めると約 8.19mm² となり、ホーンの加圧面積のおよそ 33%に相当する。



(a)2 階調化前 (b)2 階調化後

図 1 接合界面の光学顕微鏡写真

この試験片に関して、加振方向と垂直な方向に引張り試験(試験速度:1mm/min)を行い、最大引張りせん断荷重を接合力として測定した結果、約 143N となった。接合面積、接合力から接合強度を求めると約 17.5N/mm² となる。

今後、多くの条件で接合試験を行い、ホーンの加圧面の面積や接合条件を最適化することにより、接合面積、接合強度を改善することができると考えられる。

4. 結言

A1050 の板材を加振材、市販のソーダライムガラス板材を固定材として接合試験を行った結果、接合可能となる試験片の固定方法、接合条件を見出すことができた。接合面積、接合強度の評価方法を確立し、ガラス材への金属材料の接合に超音波接合が適用できることが確認され、実際の製品の生産への実用化の可能性が示された。

*1 現 生活工学研究所