

加振材を鉄鋼とした異種材料の超音波接合

機械システム課 羽柴利直 中央研究所 石黒智明 ものづくり研究開発センター 山岸英樹

田中精密工業(株) 田中隆尚、橋本正治、林達規

1. 緒言

超音波接合は、低コスト、短時間接合が可能であること等の特長があり、主に軟らかい薄物金属同士の接合に用いられる。加振材を硬い鉄鋼材料の SUS304、固定材を ADC12 等のアルミ合金として、接合強さへの接合条件の影響を明らかにした報告^{1,2)}はあるが、このように加振材に硬い材料が用いられる事例はほとんど見受けられない。

本研究では、加振材を硬い鉄鋼材料 (SKH51、SUJ2)、固定材をアルミ合金 (ADC12) として、超音波接合の可能性を検討した。この接合技術が確立されれば、アルミ品の磨耗しやすい部分や強度が必要な部分に比較的容易に鉄片を接合することが可能になり、部品の軽量化、長寿命化につながるものと考えられる。

2. 実験方法

加振材の SKH51、SUJ2 には 6 mm×4 mm×2 mm の鉄片を (6 mm×4 mm の面を接合、公称接合面積 24 mm²)、固定材には 50 mm×25 mm×2 mm の板材を用いた。

これらを、超音波工業株式会社製の 1200 W 接合機 USW1200Z15S を用いて、超音波接合 (加圧力: 33 MPa、最大加振時間: 5 s) を行った。

接合した試験片の接合強さは、引張り試験機 (インストロンジャパン製 5567) を用いて引張りせん断試験を行い、公称接合面積から求めたせん断強度 (以下、接合強度と示す) にて評価した。

また、接合面積は、引張りせん断試験後の破断面の SEM 写真を画像処理により二値化して求め、公称接合面積に対する面積率で表した。

3. 実験結果および考察

3.1 接合時間による接合強度および接合面積率の違い

加振時間と接合強度および接合面積率との関係を図 1 に示す。

いずれの加振材についても、接合強度は、加振時間が 3 s までは、加振時間の増加とともに向上し、3 s 以上では、ほぼ一定となった。最大接合強度は、約 100 MPa であった。

接合面積率は、加振時間が 2 s までは加振時間が長くなるほど増加し、2 s 以上ではほぼ一定となった。最大接合面積率は、約 70~80% であった。

接合面積率は、加振時間が 2 s までは、加振材・固定材界面の酸化皮膜が加振による摩擦で時間とともに除かれたため、単調に増加したが、その後は、加振材と固定材が接合により一体となって振動するため、増加しなかったのではないかと推測される。

接合強度は、加振時間が 3 s までは、加振材と固定材、固定材と固定治具間の摩擦熱により、接合界面でナノレベルでの拡散が進み、単調増加したが、その後は、接合面積率が頭打ちとなったことにより、接合強度が向上しなかったものと推測される。

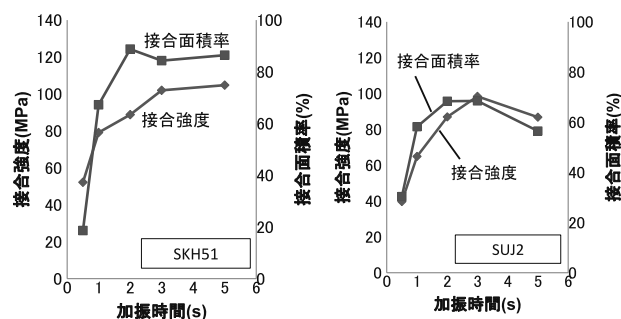


図 1 加振時間と接合強度および接合面積率の関係

3.2 接合界面温度および硬さの評価

熱電対による接合界面温度の測定の結果、いずれの加振材も加振開始から 5 s 以内に 500°C を超えた。

また、接合界面近傍の硬さの測定の結果、SUJ2 は加振時間がわずか 1 s であっても、接合界面近傍で硬さの低下が確認された。これは、接合時にこの材種の焼き鈍し温度を超えたことによるものではないかと考えられる。

4. 結言

加振材を硬い鉄鋼材料 (SKH51、SUJ2)、固定材をアルミ合金 (ADC12) として、この組み合わせにおける超音波接合の可能性を検討した結果、加振時間と接合強度、接合面積率等の関係が明らかになった。これは、このような加振材、固定材の組み合わせにおいても、超音波接合が可能であることを示すものであり、接合メカニズムの解明や接合条件の最適化により、実用化につなげたい。

参考文献

- 1)若い研究者を育てる会研究論文集, 27 (2014), pp. 1-6.
- 2)若い研究者を育てる会研究論文集, 28 (2015), pp. 37-44.