

Resistance Spot Welding for Dissimilar Metals

By Shinobu SATONAK, Kei TSUKAMOTO, Haruhiko KIYOTA, Hidemi SHIRAKAWA

キーワード：抵抗溶接、異材接合、接合強度、

Keywords: Resistance spot welding, Dissimilar joint, Joint Strength

1. 緒言

省エネルギー、省資源につながる接合技術の一つに異材接合があり、最も基本的な異材接合はアルミニウム合金と鋼の組み合わせである。しかしながら、アルミニウム合金と鋼では、電気伝導性、熱伝導性、融点などの物性が大きく異なることから、通常の溶接法では接合が困難となっている。これまでクラッド材などのインサート材を用いた抵抗溶接や機械的締結法も提案されている¹⁾が、これらの方法は操作性、強度、価格の面で問題が残り、新しい接合法の開発が望まれている。本研究では、薄板部材に穴をあけ、その穴にピンを挿入してジュール熱と機械的な締結法を併用した溶接法に取り組み、この方法の実用性とこれからの可能性を強度や接合界面の状態から検討した。

2. 溶接原理および実験方法

Fig.1 に本研究で試みた溶接法の概略を示す。本法は大きく分けて2つのプロセスから成っている。最初

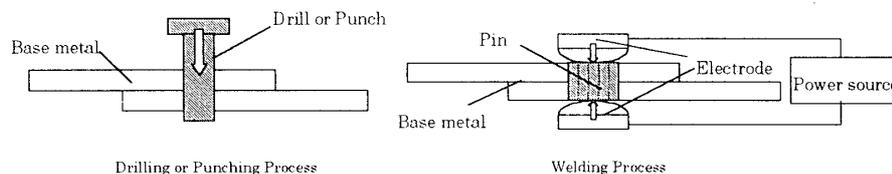


Fig.1 Schematic illustration of welding process

の穴あけプロセスは接合部となるピン挿入位置に穴を設けるプロセスで、後述するように一方の板のみに穴あけする場合と両方の板に穴を設ける場合がある。もう一つの接合プロセスは、穴あけプロセスで設けた穴にピンを挿入し、ピンに電流を集中させることによって抵抗熱でピンの周りの金属板を溶融接合するプロセスである。

本研究で用いた供試材は、板厚 1mm の軟鋼板、アルミニウム合金板と軟鋼のピン材である。今回作成した試験片の寸法を Fig.2 に示す。ピン材の寸法は、ピン直径 3.2, 5.5mm, ピン長さ 1.2~1.6mm、2.7~3.65mm のものを用いた。また、継手形状は、Fig.3 に示すようなタイプ A とタイプ B を準備した。実験では、ピン抵抗スポット溶接を利用した異材ピン長さ、直径、溶接電流値を変化させ、抵抗スポット溶接による通電を行った。接合性の評価には、断面観察と引張試験を用いた。この他にも、比較のために通常のスポット溶接と本法によるアルミニウム合金板同士の溶接も行っている。

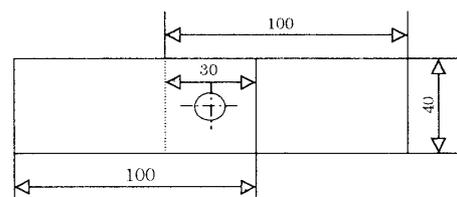


Fig.2 Specimen

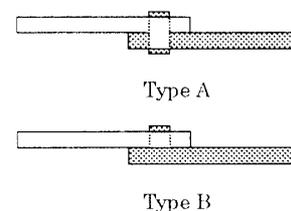


Fig.3 Types of joint

3. 実験結果と考察

本研究では、異材接合を評価する方法として、強度と溶融状態の観察を採用した。強度試験では、破断荷重は弱い材料の強度で決まることが多いことから、その目安として、アルミニウム合金板同士のスポット溶接も行い、その強度を調べた。その結果、板厚 1.0mm では 1800N、板厚 1.2mm では、2000N となり、これが強度評価の一つの目安と考えることができる。

Fig. 4は、ピン径 3.2mm の軟鋼を用いて、板厚 1.0mm のアルミニウム合金と軟鋼板の接合にを行った際に得られた代表的な接合部断面のマクロ写真を示す。溶接電流 8000A では、溶接電流が低く、十分な発熱が得られていないために、ピンとアルミニウム合金の境界が完全に接合されていない界面となっている。これに対し、溶接電流 12000A では、ピンとアルミニウムは完全に接合され、しかもピン径は内部に比較して表面が大きくなって、くさび効果も期待できるような良好な接合状態となっている。そこで、継手形状タイプ A とタイプ B について溶接条件と破断荷重の関係を調べた。Fig. 5, 6 にその結果を示す。

Fig. 5に示す継手形状タイプ A では、直径 3.2mm のピンを用いたものでは、溶接電流値が 12000A までは不安定ながら最大荷重は溶接電流値に比例して増加し、13000A 以上になると低下することがわかる。また、ピン長さが 3.2mm と 3.65mm の場合の破断荷重は溶接電流値 9000A~12000A の間で約 1500N となって、アルミニウム合金にほぼ等しい強度となっている。また、ピン径が大きくなると 14000A 以上でも接合が可能となり、破断荷重も増加傾向が保たれている。

Fig.6 の継手形状タイプ B は、直径を 3.2mm に固定し、ピンの長さを変化させると、長い方が破断荷重が高くなる傾向にある。すなわち、ピン長さ 1.6mm のものでは溶接電流 6000A~9000A で約 1500~1700N の強度が確保されており、異材接合の強度が強度の低いアルミニウム合金に支配されることを考えると、ほぼ満足する強度となっている。ピン長さが短い 1.2, 1.4mm では、溶接電流 7000A~9000A でやや低い強度ながら、接合が可能となっている。

以上の結果から、ピンを利用した抵抗溶接では適正な溶接電流を選択することによって、異材接合が可能であることがわかった。また、今回のアルミニウム合金-軟鋼の異材接合に有効な溶接電流は継手形状タイプ A で 12000A、タイプ B で 9000A となっており、これをアルミニウム合金同士のスポット溶接に比較するとかなり低い溶接電流であることがわかった。

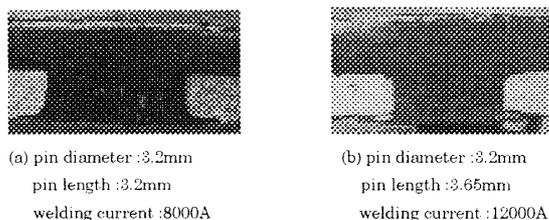


Fig. 4 Macroscopic photos of cross section of Aluminum-steel joints

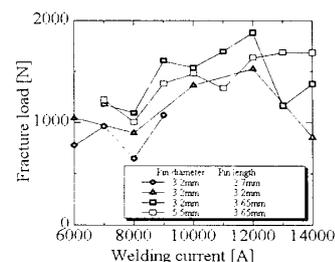


Fig.5 Relation between fracture load and welding current (Type A)

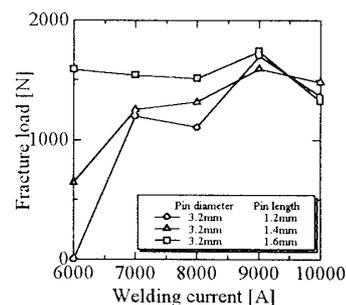


Fig.6 Relation between fracture load and welding current (Type B)

参考文献

- 1) 安達, 伊藤, 稲見 : 溶接技術.40-6(2000).pp71-79.
- 2) 原賀, 溶接学会軽構造接合加工研究委員会資料.MP-251-99(1999)