

銅の薄板溶接・肉盛技術の開発 —新たなブルーレーザによる加工技術—

機械金属部 ○谷内大世 西海綾人 藤井要 舟田義則

1. 目的

銅および銅合金は、高い電気伝導性や熱伝導性、優れた摺動性能に加え、抗菌・抗ウイルス性など他の金属材料にはない特徴を有している。そのため、熱交換器や軸受、配管など様々な製品や部品に利用されており、その製造方法として、レーザ溶接や近年注目のレーザ積層造形技術などの適用が求められている。しかし、近赤外線領域の波長を使用する現在主流のレーザ装置では、銅に対する吸収率が低く、加工が難しいのが現状である。

そこで、銅への吸収率が高いブルーレーザに注目し、基礎データを取得しながら銅加工に対する優位性を示してきた。これまでの結果を下にブルーレーザの実加工への適用を目指すため、今回、銅薄板や異材溶接、純銅の積層造形を試みたのでその結果を報告する。

2. 内容

2.1 銅—銅の薄板溶接

集光径がφ0.26mmのマルチビーム式ブルーレーザ加工機（株村谷機械製作所製ALPION）を用いて、板厚が0.03, 0.04, 0.05および0.1mmの純銅薄板(C1020)について、走査速度10mm/secで一定の下、レーザ光出力を変化させて突合せ溶接実験を行った。

その結果、図1に示すように出力が低過ぎると溶融不足となり、高過ぎると過度にビード幅が広くなり、凝集して中央部に穴が空いた。溶接可能なビード上限幅は、表1に示すように板厚が薄い程小さくなる。よって、薄板溶接では、ビード幅が板厚によって異なる上限値を超えないよう出力を制御する必要がある。そして、板厚が薄くなる程、精密な出力制御が求められ、ブルーレーザはその要求に十分応えられると言える。

2.2 銅—ステンレス鋼の異材薄板溶接

次に、上述の加工機を用いて板厚0.1mmの純銅(C1020)とステンレス鋼(SUS304)薄板の異材突合せ溶接実験を行った。突き合わせ部にブルーレーザを照射しながら、走査速度10mm/secで一定の下、レーザ光出力を60~160Wの範囲で変化させた。

溶接ビード外観を図2に示す。80W以下の出力では、溶融は熱伝導率が低いステンレス鋼のみであり溶接不可であるが、90W以上で純銅が溶け始めて溶接可能となる。さらに出力が高くなると純銅の溶融範囲が広くなり、120Wになるとビード部に高温割れが生じて溶接不可となる。出力が140W以上になるとビード部中央に穴が空き、溶接不能である。これらのことから、割れない健全な溶接ビードを得るには、純銅の溶融範囲を過不足なく精密に制御する必要があり、それに対応できるブルーレーザを用いれば安定した異材溶接が可能であると言える。

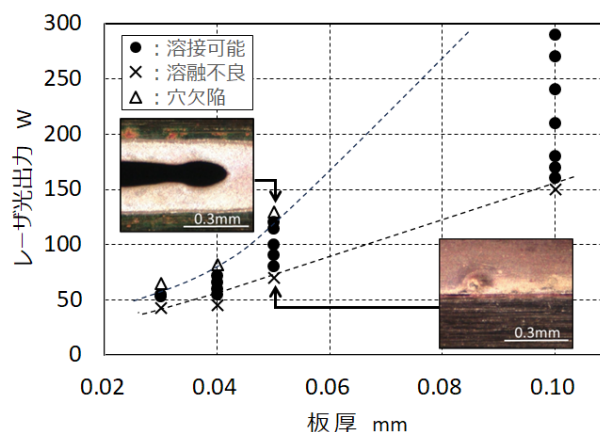


図1 純銅薄板溶接の可否における板厚とレーザ光出力の関係

表1 溶接ビード上限幅 mm

板厚	0.03	0.04	0.05	0.10
ビード上限幅	0.29	0.39	0.53	0.69 以上

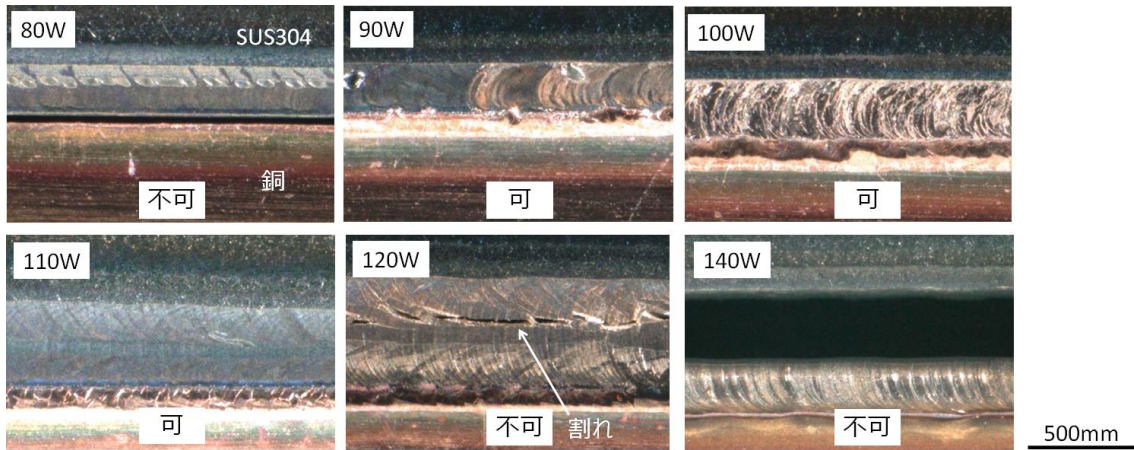


図2 純銅－ステンレス鋼異材溶接における溶接ビード外観
(上側：SUS304, 下側：純銅)

2.3 肉盛造形（積層造形）

上述のマルチビーム式ブルーレーザ加工機は、レーザ光を照射しながら同時に粉体材料を噴射供給する機能を有し、これを原料に形成する肉盛ビードを積層することで造形可能な装置である。そこで、ステンレス鋼板（SUS304）上に純銅粉体を用いた5mm角立方の積層造形を試みた。このとき、安定した積層造形を実現するため、図3に示すように、造形中の赤熱状態を光センサでモニタしながら、そのセンサ信号が安定するようレーザ光出力をフィードバック制御するシステムを構築し、適用した。

その結果を図4に示す。制御なしの場合、出力100Wでは入熱不足のため造形できず、出力200Wでは入熱過剰のため基材との界面に大きな割れが多発する。これに対して、制御ありの場合、出力は113Wから247Wまで自動で変化し、その結果、基材界面に割れがなく、内部に空隙のない密度99.9%以上の造形部を形成することができ、積層造形におけるブルーレーザおよびレーザ光出力制御システムの有用性が示された。

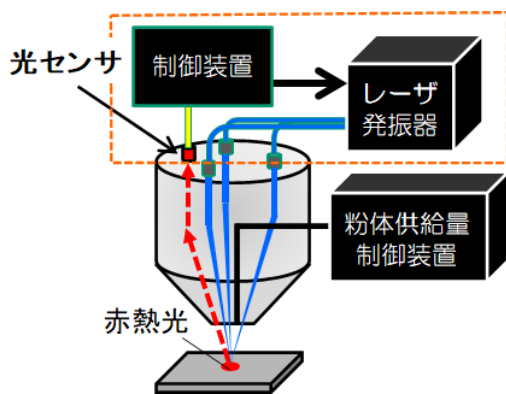


図3 レーザ光出力フィードバック制御システムの概要

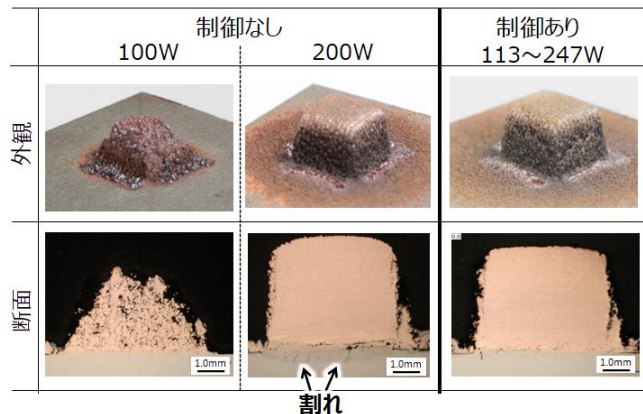


図4 純銅積層造形におけるレーザ光出力フィードバック制御システムの効果

3. 結果

得られた結果を以下に総括する。

- 1) 板厚 0.1mm 以下の純銅薄板溶接やステンレス鋼薄板との異材溶接に対してブルーレーザは有用である。
- 2) レーザ光出力フィードバック制御を適用することで、密度が 99.9%以上で欠陥の無い銅積層造形が可能である。