

建築用薄板銅合金製品への摩擦攪拌接合の適用

菊川工業株式会社 ○牧内 翔 高松 良平 川上 十伍
日大生産工(非常勤) 長谷川 利之 日大生産工 大久保 通則

1 はじめに

高意匠性建築や宗教建築などの内外装金属製品の製造に際しては、青銅や黄銅および丹銅などの銅合金薄板素材に対して溶接加工を適用する例がある。近年では、特に海外向けのプロジェクトにおいて従来以上の製品大型化と、平坦度をはじめとする外観美しさに対する顧客品質要求はますますたかまっている。

本報告では、上記の要請に対応して弊社で取り組んできた丹銅薄板の溶接・接合加工に関して、従来のティグ溶接での問題点を述べた後、レーザ溶接ならびに摩擦攪拌接合の適用の経緯につきその概要を報告する。

2 丹銅の溶接・接合

銅は熱伝導率が大きく融点も比較的高いため、一般的にアーク溶接などの熔融溶接が難しい難接合材料とされている¹⁾。

弊社における銅合金製品の溶接加工では、従来から自由度の高いティグ溶接を適用してきたが、その高い熱伝導率や線膨張係数の材料物理特性に起因して溶接施工時の変形が大きい。また、合金成分として亜鉛を含有する丹銅などでは、融点の低い亜鉛の蒸発によると思われるヒュームの発生やビードおよびその近傍の色相変化（赤色化）が起こる。

これらの製品の平坦度矯正や溶接ビード部手直しなどの作業負荷増大は製造上の大きな問題点であった。

3 レーザ溶接の適用

近年のレーザ技術の進展に伴い、従来方式のレーザ溶接機より一層の高エネルギー密度が得られるファイバーレーザ溶接機が開発された。

弊社にてもシングルモードファイバーレーザ溶接機の導入により、極低入熱での溶接が可能となり、従来のティグ溶接での大きな課題であった溶接変形は大幅に軽減することができた。

ただし一方の溶接ビード品質に関しては、ティグ溶接時と同様に亜鉛の蒸発に起因すると思われるが、溶接ビード確保が不安定で一部ではビード不整も発生した。加えて、開先プレーナー加工などの精密な前加工が必要となるという新たな課題も発生した。

4 摩擦攪拌接合の適用

摩擦攪拌接合は、従来から主流であった熔融溶接とは異なり、材料への押付力と回転ツールの回転による摩擦力を利用して、材料を熔融させることなく接合する固相溶接法であり、近年ますますその適用範囲を広げつつある。

弊社では、丹銅溶接における上記の課題に対する解決策として、まずは既設の複合プラノミラーを自社にて改造した摩擦攪拌試験機を使用して研究を進めてきたが、溶接変形発生の問題は十分には解決できなかった。

したがって今回、最新型の摩擦攪拌専用装置を導入することとした。これにより良好な接合ビードの獲得と溶接変形の大幅な軽減を図ることができた。ただし、本摩擦攪拌装置は基本的には2次元加工機であるため、さらに、立体形状の溶接加工にはマルチモードファイバーレーザ溶接機を導入し、フィラー機能の併用にて従来のティグ溶接と同等以上の品質と高効率な溶接加工が可能となった。

5 まとめ

新たに導入した摩擦攪拌装置とマルチモードファイバーレーザ溶接機との併用にて、今回目標とした大型の丹銅薄板製品の製造が可能になった。

ただし特に摩擦攪拌接合では、攪拌流動の局部的な不連続により発生する軽微な「キッシングボンド」の完全解消などの課題が残されている。摩擦攪拌接合では、回転ツールの材質と形状が重要な要素技術とされており、ツール回転数や接合速度および加圧力などの最適接合条件

Application of Friction Stir Welding to Architectural Products of Thin Copper Alloy Sheets

Syou MAKIUCHI, Ryouhei TAKAMATSU, Tougo KAWAKAMI,
Toshiyuki HASEGAWA and Michinori OKUBO

とあわせた研究を継続中であり、さらなる製造の効率化と製品品質向上に向けた取り組みを行っている。

「参考文献」

- 1) 溶接学会「摩擦攪拌接合」産報出版(2006) p.117

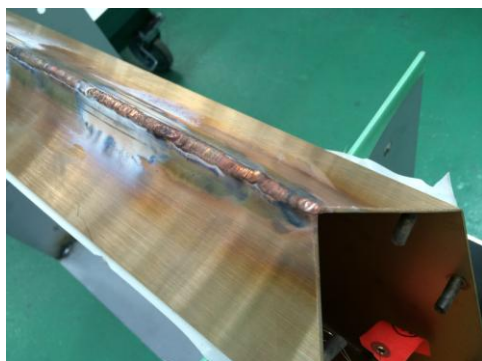


図1 ティグ溶接ビード



図5 摩擦攪拌接合装置

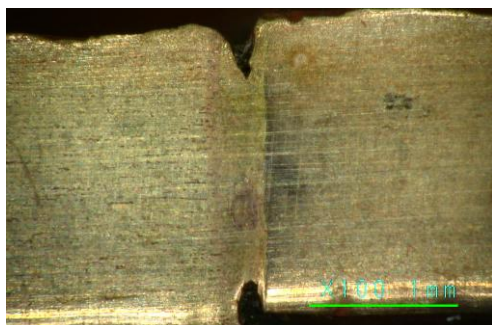


図2 レーザ溶接ビード不整



図6 マルチモードレーザー溶接機

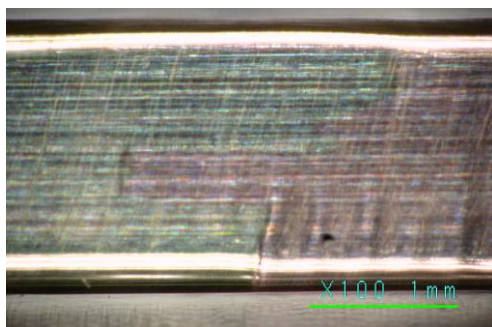


図3 摩擦攪拌接合キッシングボンド

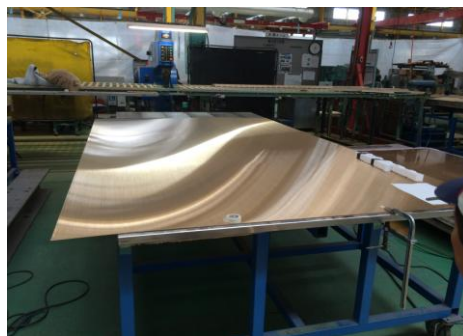


図7 平板製作状況



図4 シングルモードレーザー溶接機



図8 立体製品製作状況