

# アルミ製組立 BOX の製作、および溶接条件の検討

小川 祐生

筑波大学研究基盤総合センター 工作部門

〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

研究で使用するアルミ製組立 BOX の製作を、TIG 溶接を用いて行った。

一般に難しいとされる薄板の溶接物ではあるが、組み合わせるプレートの形状を工夫することで、依頼者の要求する垂直・平行精度の達成と、溶接における作業効率を向上することができた。

キーワード：アルミニウム、TIG 溶接

## 1. はじめに

溶接をはじめとする接合技術は、自動車・船舶・航空・宇宙産業などあらゆる分野で用いられ、我々の生活を支える必要不可欠な技術であり、筑波大学工作部門でも様々な依頼を達成する上で必須の技術でもある。

今回は、工作部門に依頼のあったアルミ製組立 BOX の製作について、検討した溶接条件を設計構想と合わせて報告する。

## 2. 溶接部材としてのアルミニウムの特徴

以下にアルミニウムの特徴を確認し、その問題点と対処法を示す。

- (1) 融点が低く(約 660 °C)、熱伝導性が良い  
熱が逃げやすく多量の熱を供給する必要があるため、材料全体の温度が上がり溶け落ちやすい。  
→トーチの送り速度を変える、パルスを使用する等が対策として挙げられる。
- (2) 表面に頑固な酸化被膜(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を形成する  
大気中に放置するだけで形成され、融点が約 2000 °C と高い。  
→事前に表面を磨き皮膜を除去すること、TIG 溶接のクリーニング作用で除去することが対策として挙げられる。
- (3) 溶接割れ(変形)が発生しやすい  
熱膨張係数、凝固収縮率が大きい事が原因  
→適正な溶接条件(電流、溶接速度等)を確認する。
- (4) 溶接金属部にブローホールを発生しやすい  
溶接金属内で発生したガスもしくは侵入したガスが、凝固時に大気中へ放出されず、溶接金属内に閉じ込められて生じる。  
→基本的に水素源を絶つ事が対策となり、空気を巻き込まないようにすることなどが挙げられる。

## 3. 設計・試作

### 3.1 製作条件の確認

依頼者から提供された図 1 に示す図面を基に、アルミ製組立 BOX の製作において重要な条件を以下に列挙する。

- (1) 材料：A5052 板厚 2 mm 前後
- (2) 箱の垂直・平行を出すこと  
依頼者から使用用途として、「内部に板バネを設置しモーターで弾く」と説明があり、内側寸法に関して注意してほしいと要望があった。  
また、上記使用方法につき、接合には強度が求められる。

### 3.2 設計

依頼者の設計では、板金加工を用いて箱型形状に溶接を行うように指示されていたが、

- ・工作部門では専用の工具が無いこと
- ・そのため各種寸法の精度が保証できないこと

上記の理由があり、依頼者の了承を得て 3.1 の項目を基に精度よく、かつ容易に溶接を行えるよう再設計を行った。図 2 に構想時のポンチ絵を、図 3 から図 6 に構想をもとに起こした図面をそれぞれ記載する。

大きい変更点としては、図 2 の通りプレートに凹凸の形状を作り、それらを嵌め込んで箱型に成形することとした。これにより、一枚板より形状を成型する板金加工と比較して、加工の簡略化と精度の向上をそれぞれ狙っている。

また、箱型形状を治具無しで維持できるようにすることで、溶接作業中の効率向上も図った。

### 3.3 試作

構想どおり箱型に組み上がるか、ワイヤー放電加工機で試作を行った。なお、電源試作品では時間短縮のため小型化し、組合せ部分の確認のみを行った。結論として、図 7 に示すように、箱は素組の状態でも自壊することなく形状を保っており、別途治具を用意せずとも容易に溶接工程を行えると判断した。

改善点として、図 8 に示すように、組込部が奥まで入りきらず隙間ができていたことが確認できたため、寸法を変更し本製品には公差を設けることとした。

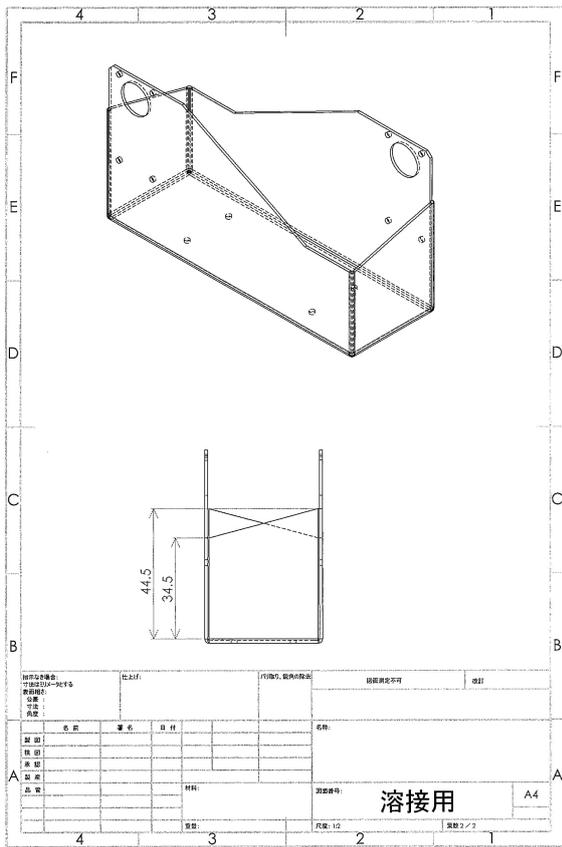


図 1. 提供図面\_概要図

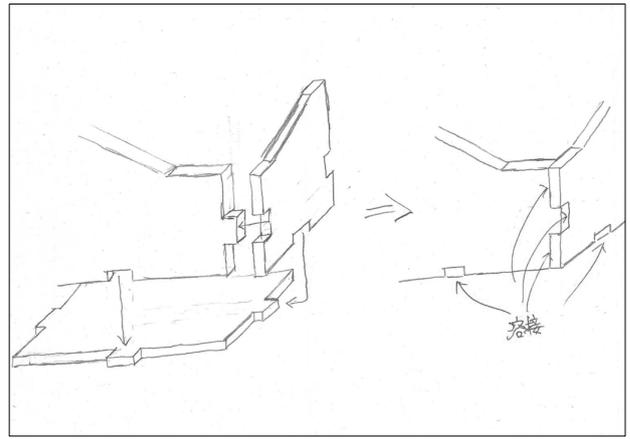


図 2. ポンチ絵\_形状構想

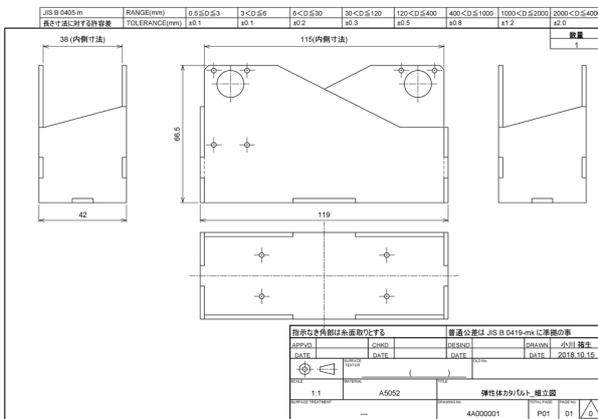


図 3. 再設計\_組立図

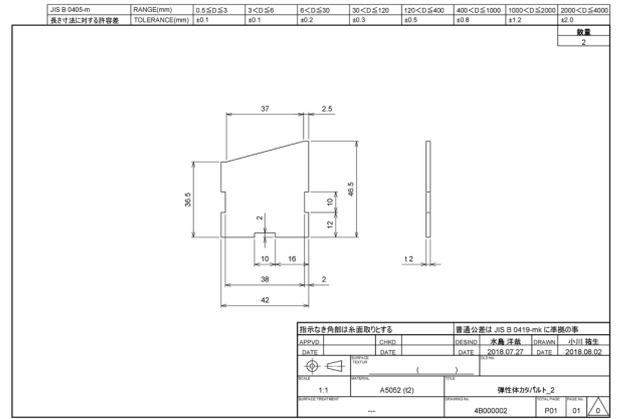


図 5. 再設計\_側面プレート\_2

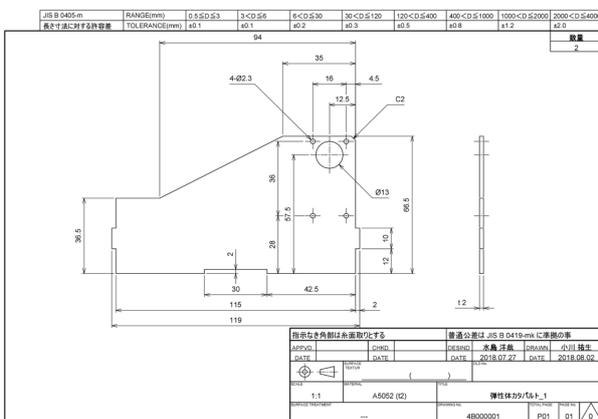


図 4. 再設計\_側面プレート\_1

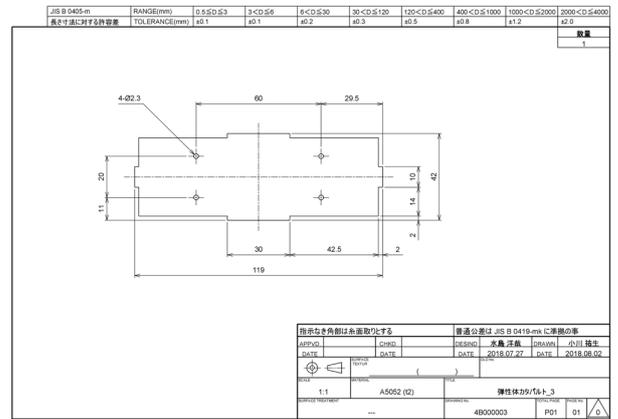


図 6. 再設計\_底面プレート



図 7. 試作 BOX\_全体図

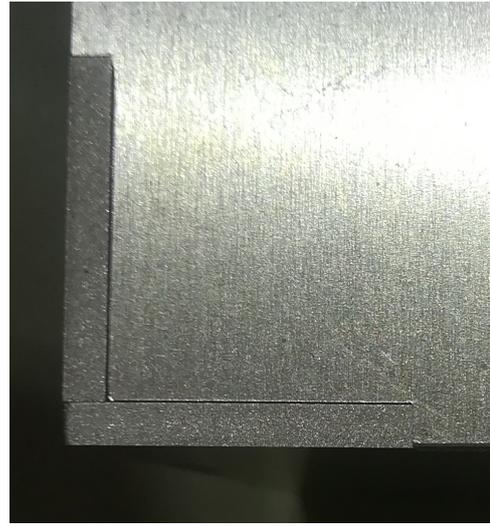


図 8. 試作 BOX\_隙間

## 4. 製作

### 4.1 プレート製作

試作品を基に、図面を修正し製作を行った。  
ワイヤーカットでプレートの切り出しを、汎用フライス盤で穴あけ加工をそれぞれ行い、図 9 に仮組みしたものを示す。

### 4.2 溶接

ワイヤーカットで切り抜きを行うと、材料にワイヤー材料である真鍮が付着し、溶接条件に影響を及ぼす可能性がある。そのため、事前に切断部をやすり等で軽く研磨し、アルコールで洗浄を行った。

アルミ溶接の手順を以下に列挙し、溶接条件を表 1 に記載する。

(1) 材料固定

寸法精度を保つため、内寸法 38 mm に合わせたアルミブロックを入れ、シャコ万力で固定する。

(2) 点付け溶接

歪み防止のため、BOX 角部と底面 4 辺の中央部に点付け溶接を行う。

(3) 本溶接

底面→側面の順に溶接を行う。

このとき熱が集中し歪みが大きくなるように、対角・対辺を意識して溶接作業を行う。

(4) 洗浄・調整

溶接焼けを除去し、設置時にガタつきが無いよう調整を行う。

以上の工程を行い、完成した製品が図 10 である。

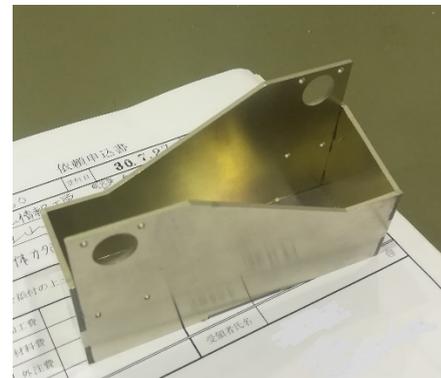


図 9. 組立ボックス\_仮組

表 1. 溶接条件

使用電極	純タングステン_φ1.6
ガス流量[L/min]	9
使用溶接棒(角部のみ)	A5356-BY_φ1.6
パルス周波数[Hz]	7.0
初期電流[A]	20
溶接電流[A]	25
パルス電流[A]	100
クレータ電流[A]	45



図 10. 組立ボックス\_外観

## 5. まとめ

今回溶接を行った組み込み式の箱は、歪みもほぼ見られず、表2に示すように寸法もアルミブロックを共締めしたことで、依頼者の望むレベルの製品が出来上がった。

表 2. 製品寸法

	横寸法[mm]	縦寸法[mm]
目標寸法	115	38
実測	115.1	37.5



図 11. 不良イメージ

また、これまでアルミ溶接では溶接割れ(溶込不足)が発生することが多かったため、対策として電流値を高めに設定して作業を行ったが、割れ等の不良発生が抑えられ良好な外観となった。図 11 と図 12 に溶接外観の比較を示す。このことから、アルミ溶接は高めの電流条件で、熱が集中しないよう短時間で溶接することが重要なのではないかと考える。

今回報告した溶接条件は、1つの結果であり最適条件ではない。周囲の条件によっても結果は変わると予想される。以降も技術向上に努め、作業の目安として使えるよう多くのデータを集めたい。

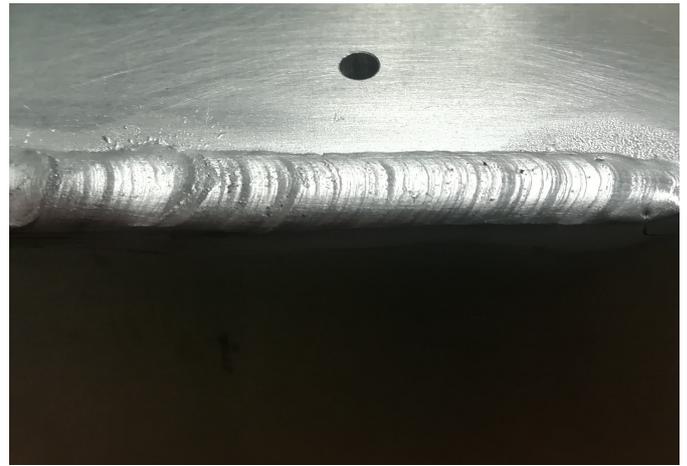


図 12. 今回溶接部\_拡大

## 謝辞

今回工作部門に依頼いただいた皆様、そして設計・製作においてご助力いただきました研究基盤総合センター工作部門の皆様に感謝致します。

## 参考文献

- [1] 財団法人軽金属協会編、アルミニウムハンドブック (2009)
- [2] 内田豊春、アルミニウム合金製ヘリウム容器の製作、技術報告 No11(1991)58-60

# Production of aluminum assembly box, and examination of welding conditions

Yuki Ogawa

Research Facility Center for Science and Technology  
Engineering Workshop Division, University of Tsukuba,  
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572 Japan

**Keywords:** Aluminium, Gas Tungsten Arc Welding