

ISSN 2758-5042  
CODEN:TDGHFG

筑波大学

# 技術報告 No.38

---

TECHNICAL REPORT, UNIVERSITY OF TSUKUBA

2019

## 目 次

### 技術報告書

#### 16 進表示用 7 セグメント LED デコーダの作製

中山 勝 筑波大学システム情報系技術室..... 1

#### 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..... 5

# 16 進表示用 7 セグメント LED デコーダの作製

中山 勝

筑波大学システム情報系技術室

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

情報科学類 2 年次に実施されている実験に、論理回路実験がある。この実験では、サンハヤト製の IC トレーナーを使用し、組み合わせ回路や順序回路について学習する。IC トレーナーには、表示器として 7 セグメント LED が実装されているが、使用されているデコーダが 10 進デコーダであるため、10～15 は数として表示されない。そこで、マイクロチップテクノロジー社製 PIC (Peripheral Interface Controller) をプログラミングすることで、16 進数を表示できるデコーダを作製したので報告する。

キーワード：PIC、7 セグメント LED、デコーダ

## 1. はじめに

IC トレーナーとは、ブレットボードの周りに、電源・トグルスイッチ・プッシュスイッチ・LED・7 セグメント LED 等を備えた、論理回路を学ぶための実習装置である(図 1)。

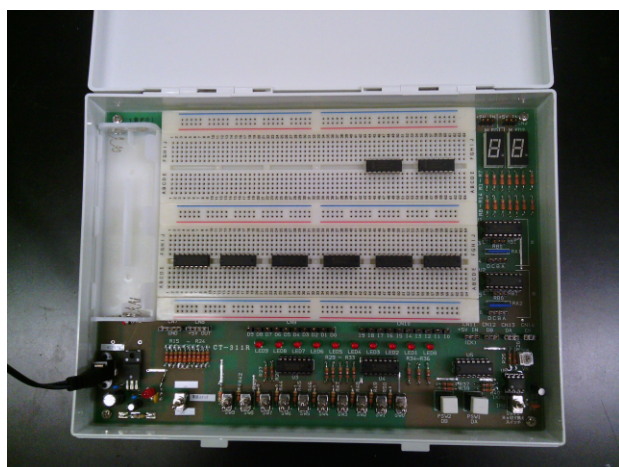


図 1. IC トレーナー

この装置を使用して学生が取り組む論理回路設計の中に、4 減算できる回路を持つ 4 bit バイナリカウンタがある。このとき、7 セグメント LED を表示器として使用するのだが、デコーダ IC が 74LS47(10 進デコーダ)であるため、その表示が図 2 の様になってしまう。この表示では、10～15 の数値は、非常に読み取りづらい。それを解消するために、10 以上の数値は、A(10) b(11) c(12) d(13) E(14) F(15)と表示できるデコーダを作製した。

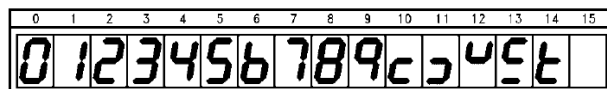


図 2. 74LS47 による 7 セグメント LED の表示

## 2. PIC とは

PIC とは、マイクロチップテクノロジー社が製造しているマイクロコントローラ(制御用 IC)製品群の総称である。開発環境としては、やはりマイクロチップテクノロジー社が提供している、MPLAB IDE X<sup>1</sup>があり、アセンブラや C 言語で、プログラムを記述することができる。使用する PIC には、DIP 14 ピンパッケージの 8 bit マイコンである、PIC16F1823<sup>2</sup>を選択した。したがってコンパイラは、MPLAB<sup>®</sup> XC8 を使用した。

また、PIC にプログラムを書きこむためのライターには、PICkit3(図 3)を使用した。PICkit3 は、コンピュータと USB 接続し、PIC とはジャンパー線で接続する。



図 3. PICkit3

PICkit3 と PIC16F1823 の接続を、表 1 に示す。

表 1. 接続表

| PICkit3 | 信号名                                           | PIC16F1823 |
|---------|-----------------------------------------------|------------|
| 1       | $\overline{\text{MCLR}}/\text{V}_{\text{pp}}$ | 4          |
| 2       | $\text{V}_{\text{cc}}$                        | 1          |
| 3       | $\text{V}_{\text{ss}}$                        | 14         |
| 4       | PGD(ICSPDAT)                                  | 13         |
| 5       | PGC(ICSPCLK)                                  | 12         |
| 6       | 未接続                                           | -          |

<sup>1</sup> <https://www.microchip.com/mplab>

### 3. 74LS47 と PIC16F1823

74LS47 は、入力された 4 ビット 2 進数の値を、7 セグメント LED(図 4)の a から g の内、対応するセグメントを点灯させることで、数値として表示させる機能を持っている。

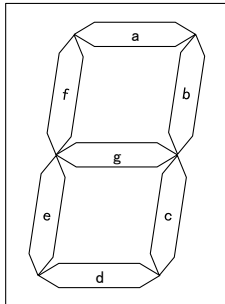


図 4. 7 セグメント LED

一方、PIC16F1823(図 5)は全 14 ピンの内、電源を除く 12 ピンをデジタル I/O として設定できる。そこで、RA3 - RA0(LSB)を入力、RA4、RC5 - RC0 を a - g に割り当ててことにした。

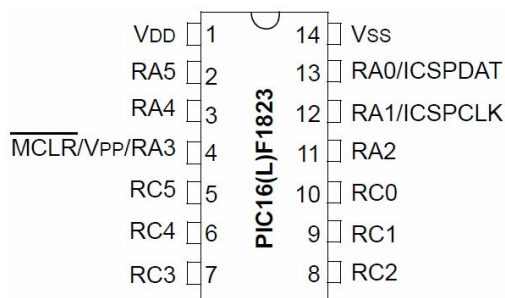


図 5. PIC16F1823 のピン配置

### 4. プログラミング

表 2 は、C 言語で記述した、制御用プログラムである。

表 2. 制御用プログラム

```
void main()
{
    ANSELA = 0;
    ANSELC = 0;

    TRISA = 0b00001111;
    TRISC = 0b00000000;

    PORTAbits.RA4 = 1;
    PORTAbits.RA5 = 0;    //unused
    PORTC = 0b11111111;

    while(1){
        switch(PORTA & 0x0F){
            case 0x00:
```

```
                PORTAbits.RA4 = 1;
                PORTC = 0b11000000;
                break;
            case 0x01:
                PORTAbits.RA4 = 1;
                PORTC = 0b11111001;
                break;
            case 0x02:
                PORTAbits.RA4 = 0;
                PORTC = 0b11100100;
                break;
            case 0x03:
                PORTAbits.RA4 = 0;
                PORTC = 0b11110000;
                break;
            case 0x04:
                PORTAbits.RA4 = 0;
                PORTC = 0b11011001;
                break;
            case 0x05:
                PORTAbits.RA4 = 0;
                PORTC = 0b11010010;
                break;
            case 0x06:
                PORTAbits.RA4 = 0;
                PORTC = 0b11000010;
                break;
            case 0x07:
                PORTAbits.RA4 = 1;
                PORTC = 0b11111000;
                break;
            case 0x08:
                PORTAbits.RA4 = 0;
                PORTC = 0b11000000;
                break;
            case 0x09:
                PORTAbits.RA4 = 0;
                PORTC = 0b11010000;
                break;
            case 0x0A:
                PORTAbits.RA4 = 0;
                PORTC = 0b11001000;
                break;
            case 0x0B:
                PORTAbits.RA4 = 0;
                PORTC = 0b11000011;
                break;
            case 0x0C:
                PORTAbits.RA4 = 0;
                PORTC = 0b11100111;
                break;
            case 0x0D:
                PORTAbits.RA4 = 0;
                PORTC = 0b11100001;
                break;
            case 0x0E:
                PORTAbits.RA4 = 0;
                PORTC = 0b11000110;
                break;
            case 0x0F:
                PORTAbits.RA4 = 0;
                PORTC = 0b11001110;
                break;
            default:
                PORTAbits.RA4 = 1;
                PORTC = 0b11111111;
                break;
        }
    }
}
```

まず、すべての I/O をデジタルに設定するため、アナログセレクトを 0 にする。その後、トライステートレジスタを入力に割り当てるポートは 1 を、それ以外は 0 (出力ポート)にする。そして、出力に設定したポートの初期化をしている。1 を設定しているのは、IC トレーナーに使用されている 7 セグメント LED が、アノードコモンであることによる(全消灯)。あとは、while 文で無限ループを作り、

switch-case 文によりその時の入力に応じて、7セグメント LED に表示するための出力を決めている。

## 5. 基板の作製

74LS47 は、IC トレーナー上にある 16 ピンソケットに挿入されている。そのピン配置を、図 6 に示す。



図 6. 74LS47 のピン配置

74LS47 に代わり、PIC16F1823 を使用するためには、74LS47 が実装されている、16 ピンの IC ソケットに挿入できるようにする必要がある。そのため、14 ピンの PIC16F1823 を、74LS47 の電源及び信号線の配置に変換する基板を作製した。図 7 はその回路図である。

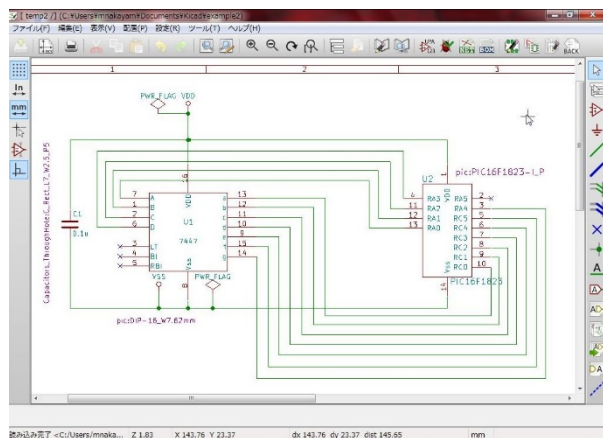


図 7. 変換基板の回路図

基板設計には、フリーウェアである KiCad を使用した。部品の配置は、PIC16F1823 と 16 ピンソケットに挿入するための、細ピンヘッダを実装する部分をまたぐ形にした。また配線は、外部ツールである FreeRouting を使い、自動配線した。基板は、スルーホール両面基板で、PIC とバイパスコンデンサを取り付ける表面を図 8 に、細ピンヘッダを取り付ける裏面を、図 9 に示す。

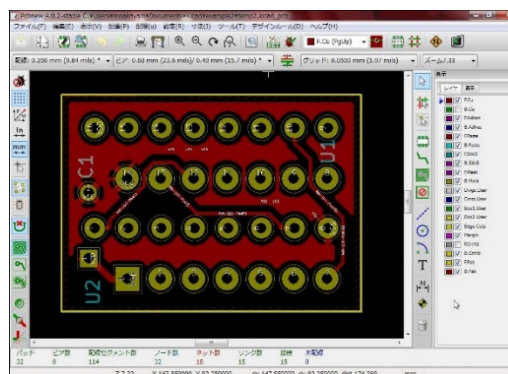


図 8. 基板の表面

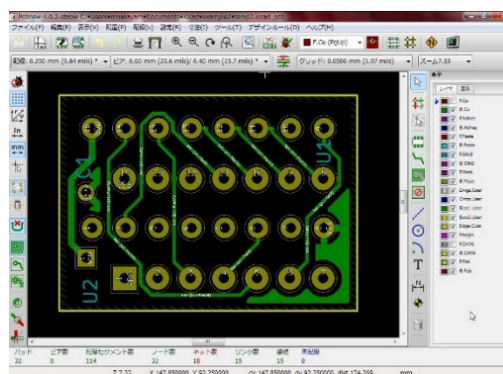


図 9. 基板の裏面

## 6. まとめ

完成した基板に部品を実装した状態の写真を、図 10 に示す。

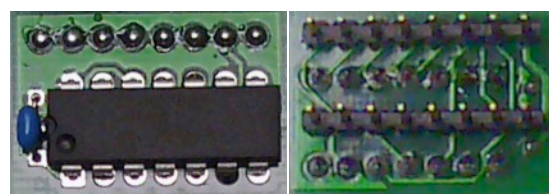


図 10. 完成品(表、裏)

図 11 は、IC トレーナーに実装された 74LS47 のかわりに、今回作製したデコーダを使用し、7 セグメント LED に 10～15 を表示させたものである。



図 11. 16 進表示

<sup>2</sup> <http://kicad.jp/>

なお、従来の 6 の表示は b(11)と同じなので、6 はセグメント a も点灯させ、図 12 のような表示とした。

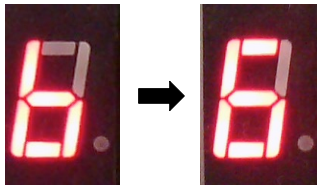


図 12. 6 の表示

その結果、読み取りが難しかった 10～15 の値も、読み取り易くなったと考える。

## 謝辞

今回、私の提案を採用してくださった、システム情報系和田耕一教授、庄野和宏准教授、富安洋史講師に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] BCD-TO-SEVEN-SEGMENT DECODERS/DRIVERS, TEXAS INSTRUMENTS.  
<http://www.tij.co.jp/jp/lit/ds/symlink/sn74ls47.pdf>
- [2] PIC12(L)F1822/PIC16(L)F1823 データシート, Microchip Technology Inc.  
[http://ww1.microchip.com/downloads/jp/devicedoc/41413c\\_jp.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/jp/devicedoc/41413c_jp.pdf)

# Fabrication of 7-segment LED decoder for hexadecimal display

Masaru Nakayama

Technical Service Office for Systems and Information Engineering, University of Tsukuba,  
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8573 Japan

**Keywords:** PIC, 7-segmentLED, decoder

# 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( $Al_2O_3$ )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が発生しやすい  
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。

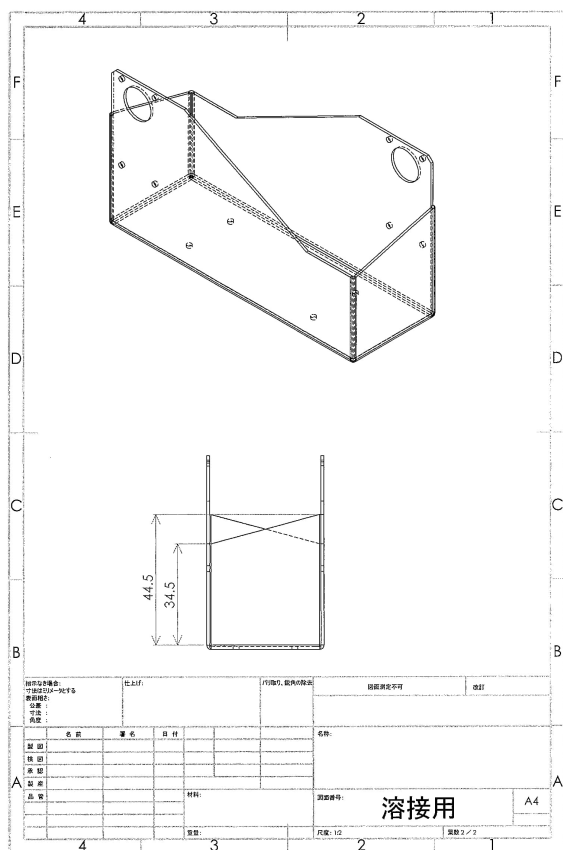


図 1. 提供図面\_概要図

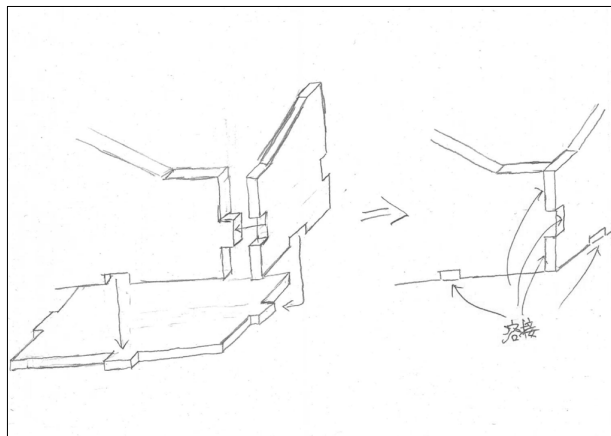


図 2. ポンチ絵\_形状構想

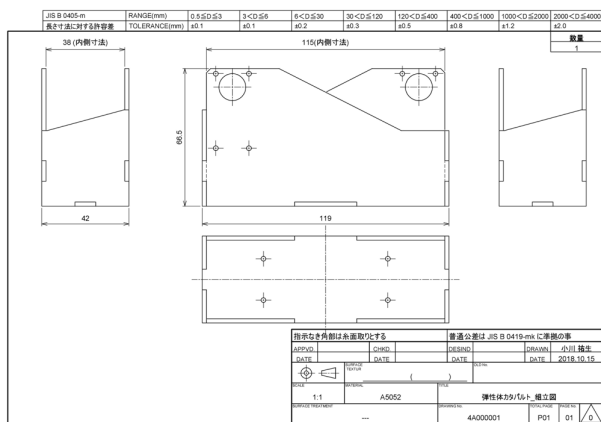


図 3. 再設計\_組立図

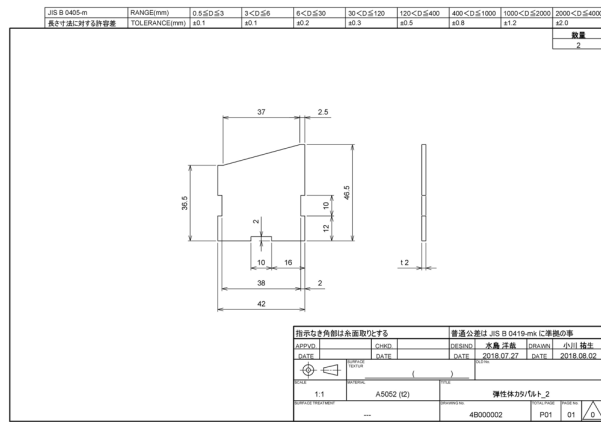


図 5. 再設計\_側面プレート\_2

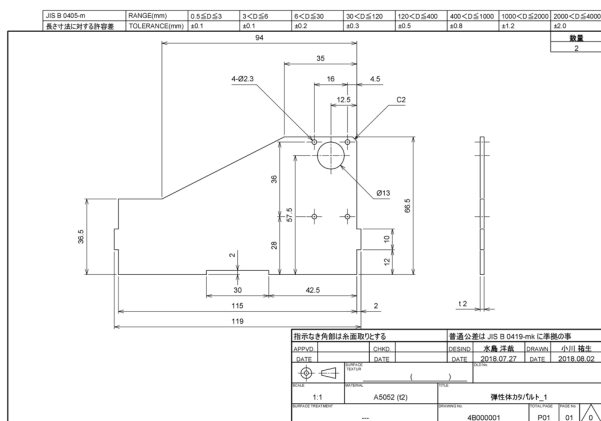


図 4.再設計\_側面プレート\_1

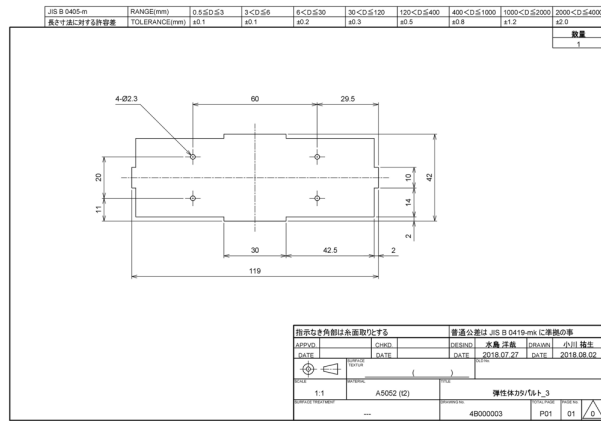


図 6. 再設計\_底面プレート

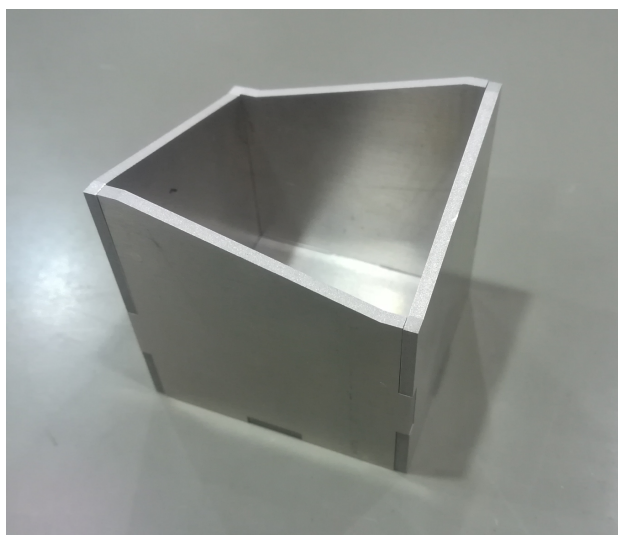


図 7. 試作 BOX\_全体図

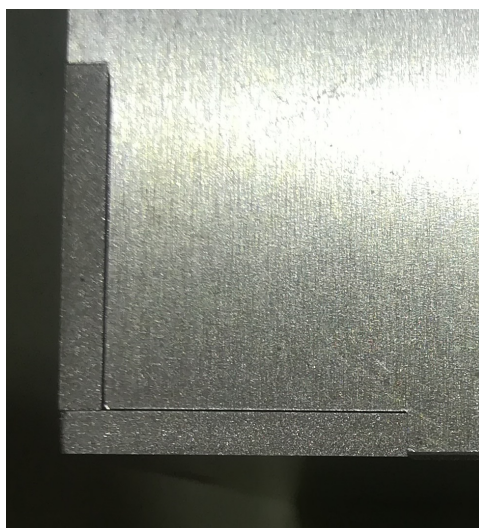


図 8. 試作 BOX\_隙間

## 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らないよう、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。

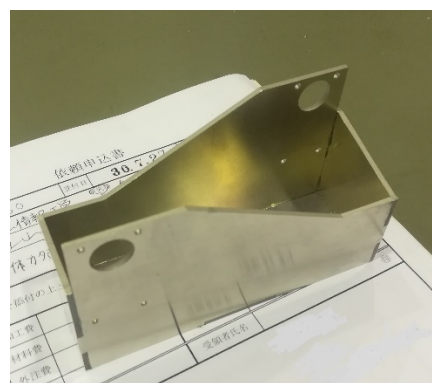


図 9. 組立ボックス\_仮組

表 1. 溶接条件

| 使用電極        | 純タングステン_φ 1.6  |
|-------------|----------------|
| ガス流量[L/min] | 9              |
| 使用溶接棒(角部のみ) | A5356-BY_φ 1.6 |
| 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。

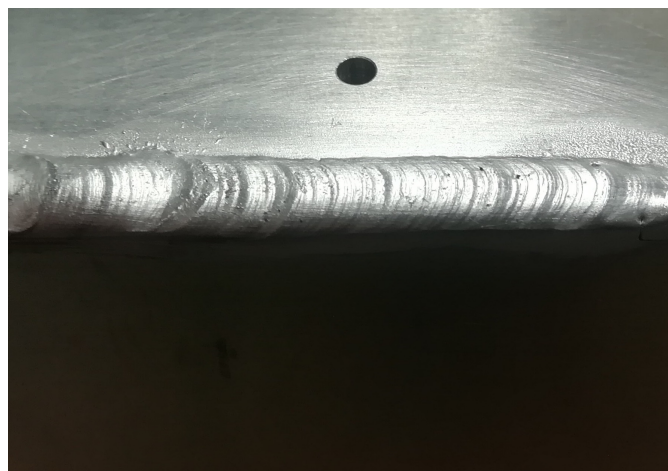


図 12. 今回溶接部\_拡大

## 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

筑波大学技術報告 No.38

---

平成 31 年 3 月 発行

編集・発行 筑波大学技術職員技術交流実行委員会

〒305-8577

茨城県つくば市天王台 1-1-1

E-mail: [kouryu@tech.tsukuba.ac.jp](mailto:kouryu@tech.tsukuba.ac.jp)