

## 1. はじめに

山形大学工学部では、これまでは各学科に分散していた機械工場や工作室を統合し、工学部の全学科を対象とした工作センターとして、2010年に「ものづくりセンター」を発足させた。ここでは研究活動に必要な各種実験装置の製作や、機械加工実習を行っている。本センター設立後は、どの学科からの依頼工作であっても、職員が可能な限り対応するような運用を行っている。しかしながらセンター発足から未だ日が浅いからなのか、利用できる工作機械や提供可能な加工技術に関して必ずしも広く認知されているとは言い切れない感がある。例えばこれまで頻繁に機械工場を利用(依頼工作)してきた研究室においても、旋盤やフライス盤等の一般的な工作機械(方法)は知っているが、その他の加工方法が利用できることを知らないために、無理な設計となった事例や、「その加工ができるとは全く知らなかった」と語る依頼者もいた。これは我々の宣伝不足に一因があるのかもしれない。

それではパンフレットやWebを使った情報発信によって上記の問題は解決できるであろうか。恐らく効果は薄いと考える。私が最も効果的と考えるのは、機械加工に関わっていない技術職員も含めて「ものづくりセンターでできること」を、技術職員にある程度は理解しておいてもらい、教員や学生が機器設計を行う際には適切な情報提供やアドバイスをしてもらうことである。もしもそれが難しいと思われる場合でも、せめてセンターの職員へ事前に相談して頂ければ、より効果的・合理的な加工手段を選択でき、時間と労力の削減、そして良質な製作物が得られると考える。

さて本発表にて紹介するTIG溶接であるが、これは私が技術支援している研究室において真空装置の修理や部品製作の必要性から習得した技術である。しかしセンター設立前の「学科の工場」に定着していた技術であって、更に必要としている

研究室も限られていたため、工学部内ではあまり知られることのなかった加工技術であった。しかしこのまま一部の関係者のみに埋没させておくには余りにももったいないと思い、センター設立をきっかけに、TIG溶接を学内にもっと認知してもらうために、技術支援先の研究室に限らず、他学科の機器製作も受託するようにしてTIG溶接の普及に努めてきたつもりである。本発表ではこれまで手がけてきた幾つかの製作事例を紹介しつつ、TIG溶接の特徴について紹介する。

## 2. TIG 溶接とは

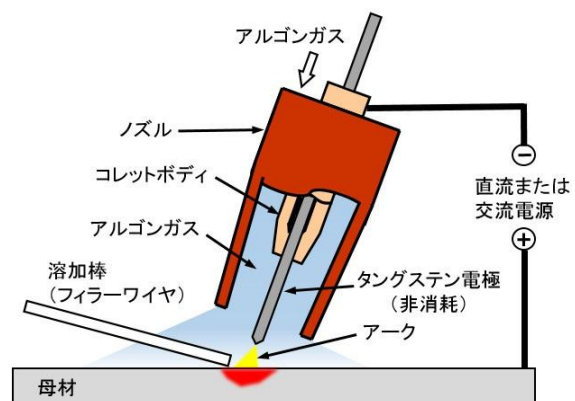


図1 TIG 溶接の原理

図1を用いてTIG溶接の原理と特徴をごく簡単に説明する。TIG溶接のTIGとは、Tungsten Inert Gasの略で、図1に示すようにタングステン電極と母材との間にアーク放電を起こすことによって母材を加熱溶融し、このとき極めて酸化され易い高温の溶融金属をアルゴンガス等の不活性ガスで覆う(シールドガス)ことによって安定した溶接を行う方法である。必要に応じて同種の金属(フィラー)を加える場合もある。溶接と聞くと連想するあのバチバチ弾け飛ぶ火花は発生せず、ほとんどの金属を精密に溶接できる特徴がある。またTIG溶接では母材の性質によって、直流と交流とを使い分ける必要があるが、これについては次の製作事例において説明する。

### 3. 直流 TIG 溶接(ステンレス・鉄)

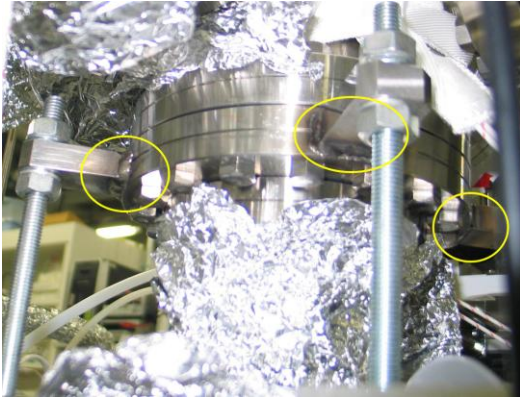


写真1 真空チャンバー固定用タブの溶接例

ステンレスや鉄に対しては、直流 TIG 溶接が用いられる。写真1はステンレス製真空チャンバーに、同じくステンレス製の固定用タブを溶接した例である。この場合の溶接作業そのものは半日程度で終了したが、実は溶接の際にタブとフランジを固定するための治具の設計製作に5日ほど費やしている。このようにただくっ付ければ良いという溶接作業は有り得なく、何らかの固定治具を製作しなければならない場合が多い。また幾つか種類のあるステンレスの中で、比較的容易に溶接が可能なのは、SUS304等のオーステナイト系ステンレスであることに留意する必要がある。

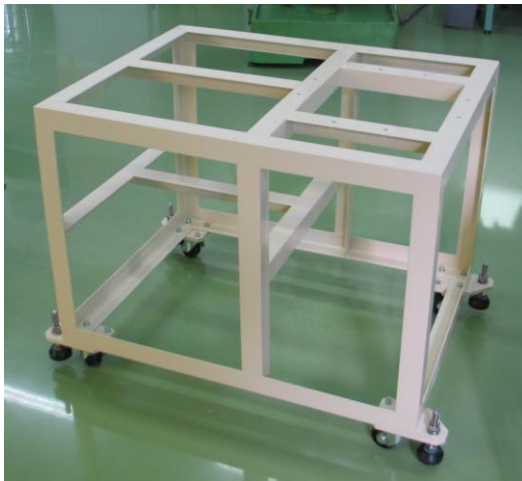


写真2 真空装置用架台

写真2は、軟鉄(SS400)製のLアングルを用いて製作した真空装置の架台である。通常は、このような鉄製アングルの場合、TIG 溶接よりも溶接速度が速く効率的な炭酸ガス半自動溶接が適しているが、溶接後のスパッタ処理工程まで考えると、つい TIG 溶接で仕上げたくなる。

### 4. 交流 TIG 溶接(アルミニウム)

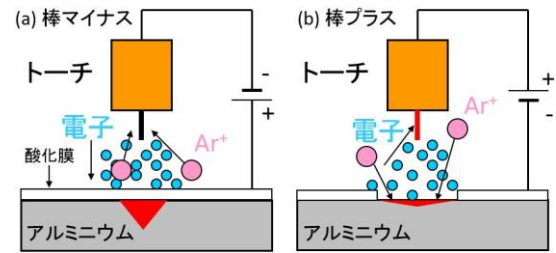


図2 クリーニング作用の説明

アルミニウムを溶接するためには、直流ではなく交流を用いなければならない。図2(a)は、ステンレス等と同じ直流 TIG 溶接において、通常通りタングステン電極側をマイナスにした場合を示している。アーク放電中のシールドガスはプラズマ状態と呼ばれ、ガス原子が電離して、例えばアルゴンイオンと電子とがバラバラな状態となっている。電子はプラス側の母材へ引き付けられて衝突し、これが加熱溶融をもたらす。しかしアルミニウムの場合、アルミニウムの融点  $660^{\circ}\text{C}$  に対してアルミニウム酸化膜の融点が高いため、表面の酸化膜は融解せずに保護膜のように残留して溶接が不可能となる。これを除去するためには図2(b)のように、電源の極性を逆にして、重いアルゴンイオンを母材表面の酸化膜に衝突させるようにすると、クリーニング作用と呼ばれる酸化膜が除去される現象が起こる。ただしこの場合にはタングステン電極が加熱されて消耗が激しいため、実際にはこの棒プラスは使われず、両方の極性を交互に変化させる、すなわち交流 TIG 溶接が用いられる。つまり母材の加熱とクリーニングの両方を交互に行う訳である。写真3は 6063 材の角パイプを用いて熱交換器を製作した事例である。ジュラルミンと呼ばれる 2000,7000 番台については、なるべく溶接以外の加工方法を検討したほうが良い。

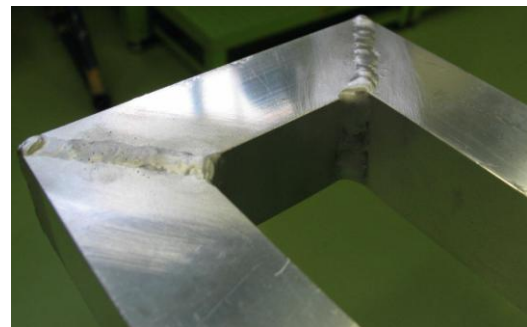


写真3 アルミ角パイプ熱交換器