
マヒドン大学（タイ） 研修報告書

Double Pulse GMAW を用いた AM 技術の可視化技術の検討

先進理工系科学研究科 機械工学プログラム 藤田大生

1. はじめに

2022年7月30日から同年9月2日までの間、タイ・マヒドン大学において研究を行った。その報告を以下に示す。

2. 共同研究課題の決定

本研究室では樹脂材料のレーザ接合に関する研究を行っており、接合プロセスの解明を目的にハイスピードカメラでの可視化技術の検討も行っている。一方マヒドン大学ではアルミニウムに対するダブルパルス MIG 溶接 (DP-GMAW) を用いた AM 技術の開発に関する研究がおこなわれているが、溶接現象の可視化には至っていない。そこで今回の派遣では本研究室での研究を生かし、タイでアルミニウムに対する DP-GMAW の可視化技術を向上するための実験を行う。

3. 共同研究のスケジュール

7月30日 出国

7月31日～8月31日 研究

9月2日 帰国

4. 共同研究派遣先の概要

大学名：Mahidol University

所在地：999Phuthamonthon 4Road,Salaya, Nakhon Pathom 73170 Thailand

指導教員： Dr. Eakkachai Warinsiriruk

5. 共同研究内容

5.1 概要

近年、航空機や自動車など様々な場面でアルミニウム合金が使用されている。アルミニウムは軽量かつ高強度であることからこれからもアルミニウム合金の使用が多くなると考えられている。航空機のボディーや熱交換機の部品など大型のアルミニウム部品を製作、修復する場合、機械加工を用いるのが第一の選択肢になる。しかし機械加工には加工の自由度の低さ、加工時間がかかること、切削加工等による材料のロスなどが問題点として挙げられる。

そこで材料損失を減らしたり複雑形状を作製したりする技術として Additive Manufacturing (AM) 技術が開発されている。AM 技術は機械加工と比較して精密な精度の成形はできないが、複雑な形状の形成が容易で部品を成形する際の材料ロスが少ないのが特徴として挙げられる。

マヒドン大学では AM 技術に Double Pulse GMAW (DP-GMAW) 中でも MIG 溶接を適用した研究がおこなわれている。ダブルパルス MIG 溶接は、小電通で溶接するとビード外観が悪くなるアルミニウムやステンレスに対してきれいなビードを得られる溶接が可能である。パルス MIG 溶接では電流値の高いパルスピーク電流と電流値の低いベース電流を交互に使用することで、母材への入熱を少なくすることが可能となる。現段階ではパルス MIG 溶接でアーク内や溶融池でどのような溶接現象が起きているかを可視化することができていない。そのため今回の海外共同研究ではハイスピードカメラを用いてダブルパルス MIG 溶接のビード形成の様子を可視化する方法を検討した。

5.2 実験条件

試験片には A5083, 添加ワイヤには A5356 を使用した. それぞれの化学組成を表 5.1 に示す.

表 5.1 試供材料化学組成

	Al	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Si	Ti	Zn	Be
A5083	Bal.	0.05-0.25	< 0.10	< 0.40	4.00-4.90	0.40-1.00	< 0.40	< 0.15	< 0.25	-
A5356	Bal.	0.05-0.20	< 0.10	< 0.40	4.50-5.50	0.05-0.20	< 0.25	0.06-0.20	< 0.10	< 0.0003

5.3 実験外観

図 5.1 に実験外観の一例を示す. ハイスピードカメラ (nac 製), MIG トーチは固定し試験片を移動させてビードオンプレートの様子を可視化した. 照明はハロゲンランプを使用した.

本研究では溶接方向後端からと, 溶接方向側面からの撮影を試みたが後端から撮影をする場合, 設備の都合上, 長焦点レンズを使用するため解像度の高い画像を取得することが困難であった.

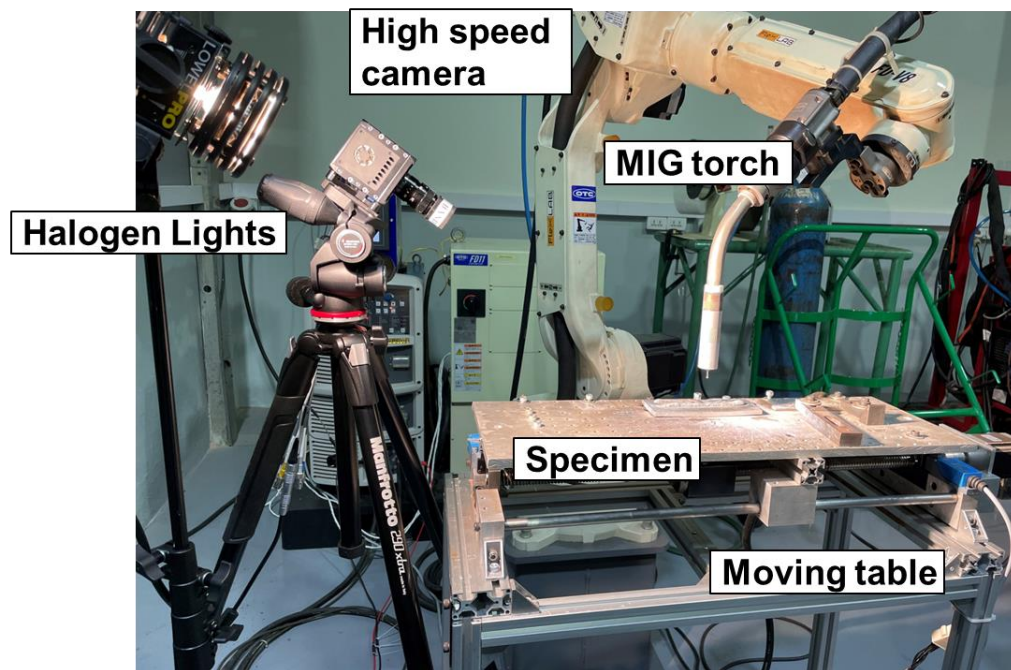


図 5.1 実験外観 例

5.4 DP-GMAW に使用される電流

MIG 溶接には通常、一定電流パルス電流が使用される。パルス電流を使うことで溶接ビードが平滑になり強度が上昇する、溶接時の入熱が過剰になることを防ぐ、スパッタの発生量を低減する、溶け込み深さが大きくなるために重ね溶接時のパス数が少なくなり溶接施工時間の短縮、パルス溶接はピーク電流とベース電流が存在するため平均電流値が直流電流とパルス電流で同じ場合でも、パルス電流の方が施工能率が高くなるなどのメリットがある。

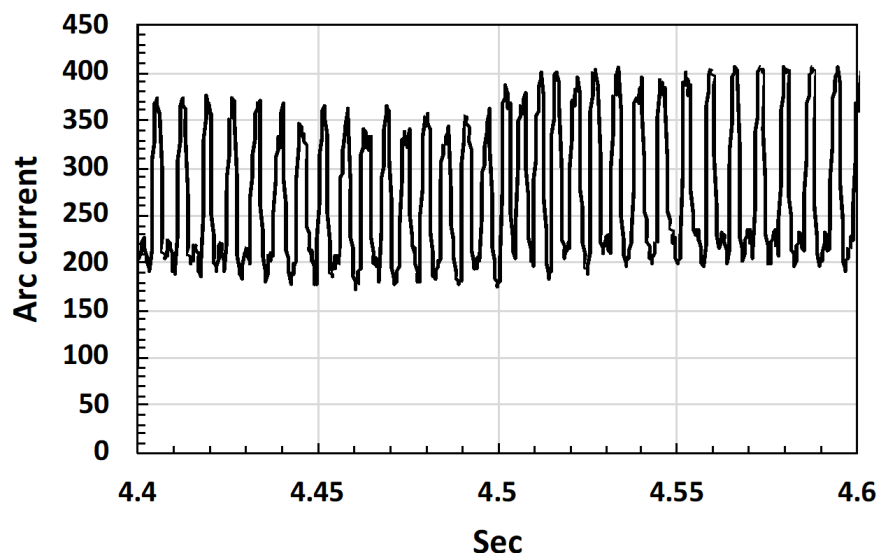


図 5.2 DP-GMAW に使用した電流値

5.5 撮影条件

表 5.2 に今回の実験で最も鮮明に撮影できた条件を示す。一般的にアーク溶接の現象は高速であるためハイスピードカメラを用いて溶接現象を観察する。アーク溶接中の可視化ではアークやヒュームの影響をいかに低減できるかが重要である。バンドパスフィルタを用いて撮影を行う場合、アーク光の弱い波長を撮影するが今回の派遣先は 780nm バンドパスフィルタのみを所持していたためこれを使用することとした。またパルス溶接を可視化するためには可視化用のレーザ照明を使用するのが良いが、ハロゲン照明のみを所持していたため代用した。

表 5.2 撮影条件

Rec. condition	
Rec speed, fps	2000
Exposure time, s	1/7500
Resolution	640/480
Lens	25mm
Filter	780band pass
Aperture dial	8
Lighting	Halogen

5.6 撮影事例

派遣先にある装置を用いて DP-GMAW を可視化した画像が図 5.3, 図 5.4 である. 図 5.3 はピーク電流時の画像である. アークの発光が強いため画面全体が白飛びしている. アーク発光下及びアーク外の挙動をとらえることは不可能であった. 対して図 5.4 はベース電流時の画像である. アーク内の挙動を足ら得ることは不可能であったがアーク後端で熔融金属が波打ちながらビードを形成する様子が可視化されている. アーク外での現象を可視化する際は今回使用した機材で撮影することも可能であったが有効な可視化手段ではなかった.

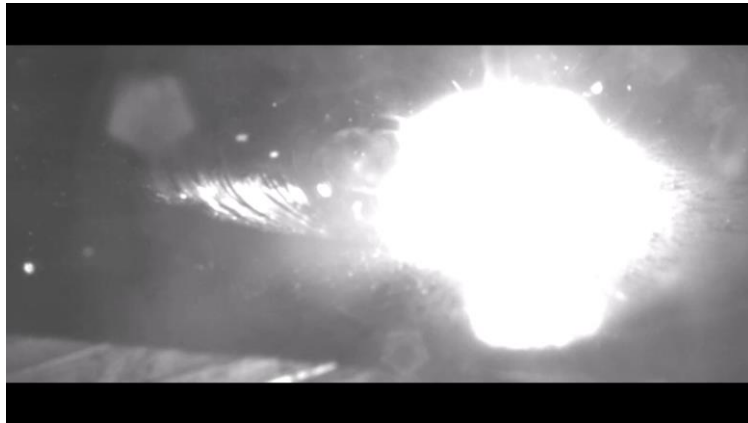


図 5.3 ピーク電流時の可視化画像



図 5.4 ベース電流時の可視化画像

6. まとめ

この海外共同研究は約1か月と短期間だったが、すべて英語でコミュニケーションをとらなければいけない環境や生活しづらい環境で生活することで非常に重要な経験をすることができた。その中で日本の研究室と海外の研究室ではテーマの進め方や、学生と教授の関係性など違いを知ることができた。タイの学生は研究活動とそれ以外のメリハリがしっかりとあり、長い時間ではなかったが集中して研究に取り組んでいたのは見習うべきだと感じた。

マヒドン大学では様々な留学生がおり別研究室の人も気軽に英語で話しかけてくれた。これからはエンジニアとして生きていく中で英語が必要不可欠であることは理解していたが、改めて英語能力の重要性を痛感した。

7. 謝辞

本研究において、現地でご指導いただいた Dr. Eakkachai Warinsiriruk, 研究以外の面でサポートして下さった現地の学生の方々には厚く御礼申し上げます。また、このような貴重な機会を与えて下さった山本元道教授に厚く御礼申し上げます。最後に、海外共同研究プログラムをサポートしてくださいました実行委員の諸先生方、学生支援室国際事業担当の皆様には厚く御礼申し上げます。
