

狭開先パルス溶接における  
非線形電源特性とトーチモーションの協調制御

埼玉大学 理工学研究科 ○武藤 優太 北口 嵩  
金子 裕良 大嶋 健司

Cooperative Control of Non-Linear Characteristic Power Source and Torch Motion  
in Narrow Gap Pulsed Welding

by Yuta Muto, Takashi Kitaguchi, Yasuyoshi Kaneko and Kenji Ohshima

キーワード：厚板溶接，協調制御，狭開先

Keyword: Thick Plate Welding, Cooperative Control, Narrow Gap

### 1. 緒言

中厚板溶接の生産性を向上させるためには、狭開先を用いることが有効である。しかし、狭開先化するとアークが開先面を駆け上がりやすくなり、融合不良や高温割れといった溶接欠陥が生じやすくなる。それを防ぐためには、ウィービング位置によりワイヤ突出し長さを制御することで開先底部に一樣にアークを当て予熱した後に溶滴を与えることが必要である。本研究では非線形電源特性とトーチモーションの協調制御による狭開先溶接法を提案する。

### 2. 非線形電源特性とトーチモーションの協調制御

Fig.1 に協調制御の概略を示す。X 軸はウィービング方向、Y 軸は板厚方向、Z 軸は溶接進行方向とする。ウィービング動作時にトーチが開先中央から母材に近づくときには電流を大きくすることでワイヤ溶融速度を上げると、突き出し長さが短くなり、ワイヤ先端が開先に沿って上昇する。トーチが母材から遠ざかる場合は電流を小さくしてワイヤ溶融速度を下げると、突き出し長さが長くなり、ワイヤ先端が開先に沿って下降する。これを繰り返すことで、ワイヤ先端と開先面の距離をほぼ一定に保ち、アークを安定させる。溶滴移行を助ける目的で電流はパルス波形としているため、電流の増減はパルス周波数を切り替えることで行う。

Fig.2 に非線形電源特性を示す。図中の 2 種類の電源特性を交互に切り替えることで 100Hz のパルス電流を生成し、アークの自己制御性を働かせる。電流平滑化のために大きなりアクタが挿入されているインバータ溶接電源に対応できるように、電源特性のリミットサイクルを上下(電圧)方向に広がるように調整し、パルス MIG 溶接の大電流域に見られるアーク硬直性やワイヤ送給速度の変動などの外乱に強い特性とした。

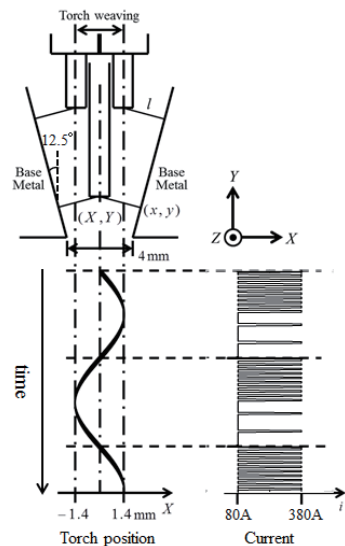


Fig.1 Cooperative Control of Power Source and Torch Motion

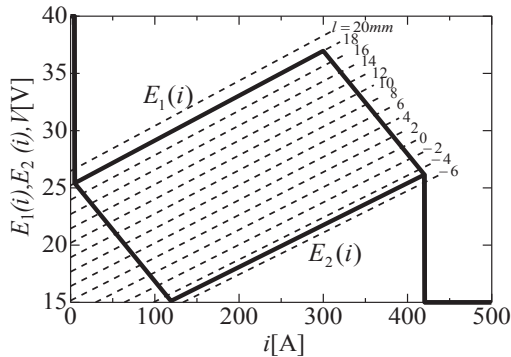


Fig.2 Non-Linear Characteristic Power Source

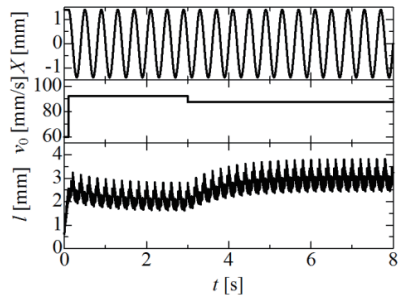


Fig.3 Response arc length  $l$

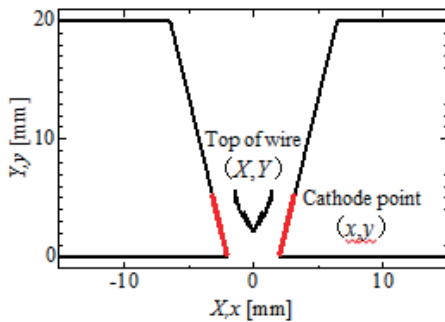


Fig.4 Top of wire  $(X,Y)$  and cathode point  $(x,y)$  in Fig.3

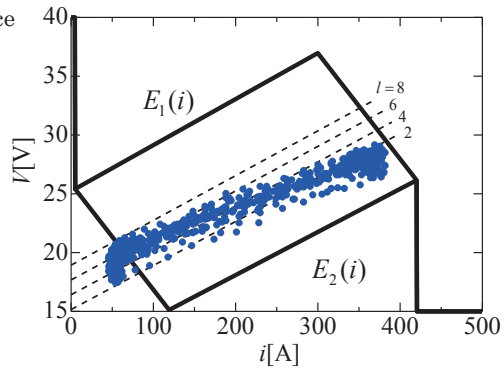


Fig.5  $i$ - $V$  phase plane

### 3. 数値シミュレーションと溶接実験

Fig.3 にワイヤ送給速度を開始から 3 秒後に 92.2[mm/s]から 87.6[mm/s]に変化させた場合の数値シミュレーション結果を示す。ワイヤ送給速度の変化の前後でアーク長の変動は平均 0.5mm 程度に抑えられている。Fig.4 に Fig.3 の 2.3~2.7 秒間におけるワイヤ先端位置  $(X,Y)$ 、陰極点中心位置  $(x,y)$  の軌跡を示す。ワイヤ先端位置は開先に沿って V 字を描き、開先底部までアークが当たっている。板厚 12mm、裏当て材なし、開先角度 25 度 V 型開先の初層溶接を行った。結果を Fig.5 と Fig.6 に示す。アーク長の変動は少なく、アークの駆け上がりがない、ルートエッジまで溶け込んでいるビード外観が得られた。

### 4. 結言

中厚板の狭開先溶接において、非線形電源特性とトーチモーションの協調制御の方法について提案し、数値シミュレーションと溶接実験によってその有用性を示した。

#### 参考文献

- 1) 中村, 平岡, “狭開先化に伴うアーク溶接現象の基本的な特性把握と溶接安定化の提案 —狭開先 GMA 溶接プロセスの開発 (第一報)—”, 溶接学会論文集, Vol.19(2001), No.1.
- 2) 大嶋, 浮田ら “電源特性に依存する溶接アークの安定性と自己制御性”, 電気学会論文誌 A, Vol.101, No.1.



(a) Face bead



(b) Back bead

Fig.6 Welding result