

技術紹介

3D デジタル溶接マスクの ワイヤ突き出し長さ表示機能の紹介

～電流値からワイヤ突き出し長さを判定する技術～

Wire extension display function of 3D digital welding Helmet

岡本 勇也 *1
OKAMOTO Yuya

林 篤史 *2
HAYASHI Atsushi

津山 忠久 *3
TSUYAMA Tadahisa

1. はじめに

3D デジタル溶接マスク¹⁾は超広視野可視化技術を用いて、溶接箇所を鮮明に、かつ溶接者の視野に近い映像として撮影できます。溶接者は溶接保護面内のヘッドマウントディスプレイ（HMD）を通して、溶接を3次元映像として見ることができ、また外部ディスプレイを接続することでリアルタイムに周囲の人にも映像を共有できます。さらに、装置にはスマートフォンが付属し、専用のアプリケーションを操作することで録画でき、溶接後に録画映像を確認することで教育・指導に役立ちます。図1に装置の構成とマスクを着用した様子を示します。



図1 装置の構成とマスクを着用した様子

本稿では、電流値からワイヤ突き出し長さを判定し、グラフィカルに表示する技術と開発上の課題について紹介します。

2. ワイヤ突き出し長さ表示機能

ガスシールドアーク溶接におけるワイヤ突き出し長さは溶接中一定の長さに保持する必要があり、技能上重要なポイントです。ワイヤ突き出し長さが適正でないとシールド不良が生じ、溶接欠陥が発生する原因となります。適正であるかどうかは溶接者自身が見え方・音・振動などの感覚で判断する必要がありますが、初心者にとっては判断が難しい技術です。

このワイヤ突き出し長さを定量的に計測する手段として、溶接の電流値を用いる方法があります。ワイヤ突き出し長さが長く（短く）になると、ワイヤ突き出し部の電気抵抗が増加（減少）し、電流値が減少（増加）する現象を利用します。

本装置には、電流クランプを用いて溶接電流を取得する機能があり、この電流値はHMDに表示されます。しかし、溶接中は溶接箇所を注視しているため、表示の電流値を見てワイヤ突き出し長さが適正であるかを判断することは困難です。

そこで表示の電流値を見ることなく、ワイヤ突き出し長さを直感的に把握できる「ワイヤ突き出し長さグラフィカル表示」を開発・実装しました。本表示は、トーチの形を模しており、ワイヤ突き出し長さが「長い」、「適正」、「短い」の3パターンを電流値から判定しワイヤの長さで表示します。図2に、溶接者の視野に「適正」な長さをグラフィカル表示した画像と、本機能の設定を変更できるアプリケーション画面を示します。



図2 溶接中のワイヤ突き出し長さ表示画像と
アプリケーション画面

ワイヤ突き出し長さの基準電流と感度の設定はアプリケーションから設定できます。基準電流は、溶接中の電流出力値に合わせて手動で設定します。感度は溶接者のレベルに応じて3段階あります。例えば、基準電流を「300A」に設定、感度を「中」にした場合は以下の判定です。

- ・290A未満は「長い」
- ・290A～310A未満が「適正」
- ・310A以上は「短い」

本機能を活用することで適正なワイヤ突き出し長さがわかり、溶接者は適正時の見え方・音・振動などの感覚をより早く習得できると考えています。

*1 川田テクノロジーズ株式会社技術研究所

*2 川田テクノロジーズ株式会社経営戦略室溶接ソリューション事業推進室 主幹

*3 川田工業株式会社橋梁事業部生産統括部生産開発室 室長

3. 開発上の課題

ここでは本機能の開発で生じた課題を2つ示します。

(1) 低電流域での短絡移行時の電流値取得

ガスシールドアーク溶接の低電流域では溶滴移行が短絡移行になり、電流が大きく増減します。周期は不規則であるため電流値の取得には工夫が必要でした。

(2) わかりやすいデザインの追求

溶接箇所を注視している作業者に分かりやすく情報表示するために、直感に訴えるデザインである必要がありました。

4. 課題への対応

(1) サンプリングレートとフィルタによる工夫

短絡移行では、電流が1秒間に約100回の周期で不規則に増減します。この電流波形を捉えるには、短絡移行の周期の2倍のサンプリングレートが必要と判断し、2倍以上で設定しました。

また、短絡移行により電流値が大きく増減するとワイヤ突き出し長さを正しく判定できません。したがって、電流波形のフィルタリングを行う必要があります。短絡の影響を取り除き、かつ溶接をしていてワイヤ突き出し長さの表示の遅れが気にならないことを考慮し、1秒移動平均フィルタを採用しました。

この仕様で測定した試験環境を図3に、結果を図4に示します。溶接中のワイヤ突き出し長さを一定にするためにロボット溶接機 (DAIHEN 製 FD-V6) を用い、取得データは溶接機の表示電流値と比較しました。

フィルタリング前の電流値 (青線) は短絡移行により大きな増減が生じていることがわかります。1秒移動平均した1秒毎の電流値 (赤線) は溶接機の表示電流値 (黒線) と同等であることがわかります。



図3 試験環境

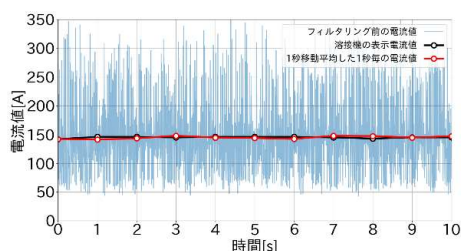


図4 フィルタリングしたデータと溶接機表示の比較

(2) デザイン感応試験によるわかりやすさの評価

ワイヤ突き出し長さのデザイン案を図5に示します。

長さ 型	長い	適正	短い
第①案 7段階矢印表示	7段階の矢印 (上向き)	1段階の矢印 (上向き)	7段階の矢印 (下向き)
第②案 3段階矢印表示	3段階の矢印 (上向き)	緑色の正方形	3段階の矢印 (下向き)
第③案 トーチ	赤いトーチ	緑色のトーチ	赤いトーチ

図5 グラフィカル表示のデザイン

はじめに、第①案として7段階矢印表示を考案しました。数字の代わりに感度を7段階と細かく設定することで、ワイヤ突き出し長さの調整を視覚的に判断しやすいと考えました。しかし、実際の溶接時には表示を細かくしても数値同様に判断が難しいことがわかりました。

第②案では、できるだけ段階数が少なくなるように3段階矢印表示を試行しました。ここでは単に段階を減らすだけではなく、「適正」時の色を緑色に変更しました。

第③案では、トーチを模したものを試しました。矢印型ではワイヤ突き出し長さを長く (短く) する「指示」を意味していましたが、これがなかなか理解しづらいことがわかりました。そこで、第③案では今のワイヤ突き出し長さの「状態」を示すことにしました。この変更により色の効果も相まって瞬間的にワイヤ突き出し長さを把握でき、直感的なトーチを採用しました。

5. おわりに

本稿では、ワイヤ突き出し長さグラフィカル表示機能の紹介と開発にあたっての課題について紹介しました。本機能を活用することで溶接教育の効率化に寄与できると考えています。

今後も、多種多様なユーザーニーズに対応して、本装置の性能向上に努めます。

参考文献

1) 3D デジタル溶接マスクシステム
<https://www.kawada.co.jp/technology/3dyosetsu.html>