

日本溶接協会 2023 年度 「次世代を担う研究者助成事業」 成果報告

溶接シミュレータを用いた 溶接技能者早期育成ツールの創出

齋藤 繁

北海道科学大学 工学部 機械工学科

1 研究の背景

北海道の製造業は、業種別では食品やパルプ・紙加工品の割合が全国と比較して高く、これらの生産機械の製造や保守には溶接技術が不可欠である。溶接ロボットを活用した溶接工程の自動化・省人化が進んでいるが、同時に熟練者の技能伝承方法も課題となっている¹⁾。特に、建設業および製造業全般における溶接技能者（溶接資格保有者）は全国的に熟練技能者の高齢化が進み、特に建築分野を中心に人材不足が深刻化している。その一方で、溶接技能者（金属材料製造・金属加工・金属溶接・溶断の職業）の有効求人倍率は近年高水準となっており、JIS 溶接技能者認証試験の2022年度総受験者数は10万人台の水準を維持する等、産業界からは溶接技能者確保に向けたニーズが高まっている²⁾。

橋梁の箱桁等の現場溶接（板や管の突合せ溶接）では熟練技能者に未だ依存しており、企業の技能教育は熟練者の模範作業を真似たり、作業中のアドバイス等が中心に行われている。しかし、熟練者の溶接技能には感覚的かつ直感的な部分が多く含まれており、実際の溶接作業が技能者の経験や感覚に左右されることも多く、個人差が生じやすくなるという課題がある。このような課題を解決する手段の一つとして、仮想現実（VR）による溶接シミュレータを用いて効果的かつ的確に溶接技能を伝承する技能支援手法が不可欠である。

本研究は、「従来の溶接技能訓練」から「溶接シミュレータを用いた溶接技能訓練」への転換を促進するため、溶接シミュレータによる訓練特有の課題、特に育成

ツールとしてのメリット・デメリットを明らかにする。さらに、溶接技能者を早期に育成するツールを創出することが目的である。

2 研究方法

2.1 溶接シミュレータの概要

溶接シミュレータは、一般的な溶接技術の技能訓練が行われるように設計されており、技能習得が目的である。溶接時には現実の溶接に近い溶接音が出力され、訓練者はバーチャル上で実際に溶接を行っているような感覚になるため、初心者でも危険がなく、溶接作業への恐怖心や不安が解消される。一方、従来の溶接技能訓練では、熟練者が手本となり溶接作業を指導した後、若年技能者が実際に溶接を行うため、溶接速度・溶接対象物との距離・溶接トーチの角度等の溶接作業時に重要な情報をデータとして取得することが困難であった。

本研究で用いたVRによる溶接シミュレータは、実際の溶接設備で実習することが難しく、さらに防塵装置や安全保護具等のコストがかかる溶接作業を仮想的に再現することが容易であり、技能訓練の効果を実際の溶接時に発揮することを可能とする、非常に有効な技能訓練ツールの一つである。

2.2 本研究で用いた溶接シミュレータの仕様

写真1は、本研究で用いた溶接シミュレータの概要を示す。本研究で用いた溶接シミュレータは、写真1(a)

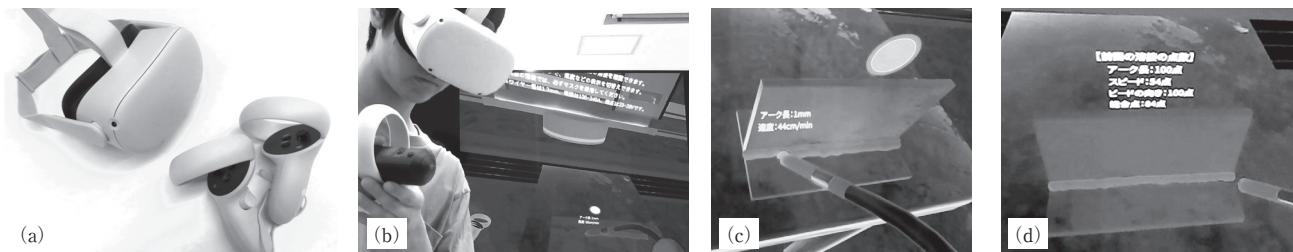


写真1 本研究で用いた溶接シミュレータの仕様

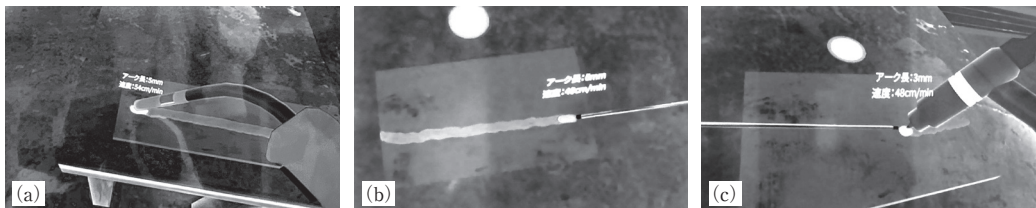


写真2 技能訓練が可能な溶接技術

に示すようにヘッドセットと左手および右手用コントローラから構成されている。訓練者はヘッドセットを装着し、写真1 (b) に示すように専用のアタッチメントを取り付けたコントローラを操作することで溶接作業を疑似体験できる。訓練中は、写真1 (c) に示すようにアーク長と溶接速度を常時計測しており、訓練者の技量を点数表示する機能がある。訓練者の技量は写真1 (d) に示すようにアーク長、溶接速度、溶接ビードの向きの3項目と総合点から採点されるため技量を把握することができ、繰り返し練習することによって溶接技能を向上させることができる。写真2 は本研究で用いた溶接シミュレータで技能訓練が可能な溶接技術を示し、一般的な溶接技術である (a) 半自動溶接、(b) アーク溶接、(c) ティグ溶接にそれぞれ対応している。電流調整は10段階で可能であり、いずれも熟練者の動きを手本として可視化する「お手本機能」があるため、熟練者の視点で正しい動きを真似ることで溶接の動作に慣れることができる。

3 主な研究成果

図1 は訓練日における各項目の採点結果を示し、半自動溶接による技能訓練を学生2人が3日間連続で実施した結果である。丸印はアーク長、三角印は溶接速度、四角印は溶接ビードの向きをそれぞれ示している。なお、毎回お手本機能を訓練前に一度実施した後、母材の形状を平板、姿勢を下向きに設定し、ビードオンプレート溶接による技能訓練を実施した。これらの結果より、お手本機能の効果によっていずれも溶接速度でほぼ最高得点が得られているのに対して、アーク長と溶接ビードの向きに関しては個人差が生じている。一方で、学生Bは溶接ビードの向きが1日目に比べて大幅に改善されており、溶接シミュレータによって溶接動作を体感して覚えることができたと考えられる。

溶接シミュレータによる技能訓練を実施した両学生には習得した溶接技能の効果を確認するため、軟鋼薄板（長さ150mm、幅98mm、厚さ2mm）に対して、実際に半自動溶接によるビードオンプレート溶接を実施した。半自動溶接後の試験片に対して外観観察を行った結

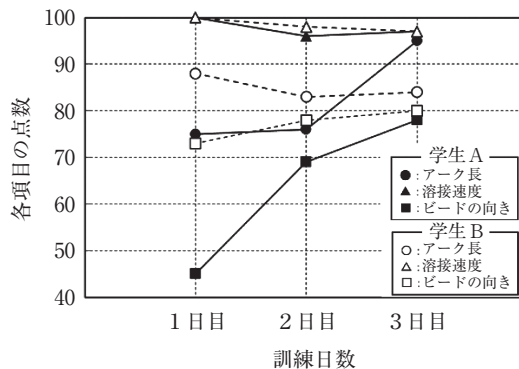


図1 訓練日における各項目の採点結果（半自動溶接の場合）

果、特に溶接ビードの形状（幅や高さ）が非常に安定しており、溶接シミュレータによる基本動作の習熟効果と溶接技能の向上を確認することができた。

4 今後の展望

本研究では、溶接シミュレータによる技能訓練を実施した技能レベルの異なる訓練者から得られた視覚的データを収集・蓄積し、訓練者個々の技能レベルを判定するためのデータベースを構築する。判定結果をフィードバックすることにより、訓練者のさらなる技能向上に活用したい。

本研究で用いた溶接シミュレータを活用して申請した研究課題は、2024年度科学研究費助成事業 基盤研究 (C) に採択された。また、溶接の本質的な現象である“金属の融解や凝固”を講義や実験を通じて小学生へ普及するため、2024年度ひらめき☆ときめきサイエンス (研究成果公開発表) に申請・採択された。

溶接シミュレータを用いた溶接技能訓練における学生の取組みとその成果が「溶接は面白い」という動機づけや「溶接がうまくなりたい」という意欲を高め、個々の技能向上に限らず、モノづくりに求められる創造力の育成につながると考えられる。

参考文献

- 1) 北海道データブック2022_経済.
- 2) 一般社団法人 日本溶接協会, <https://www.jwes.or.jp/qualifications/wo/certification/>.