

核融合炉向け遠隔自動溶接装置の開発

株式会社 東芝

・本多啓三

内田孝穂

近藤光昇

本多力

竹中一博

1. まえがき

日本原子力研究所において現在検討されている核融合実験炉（図1）では、放射化したコンポーネントの分解・修理が不可避であり、これを実現するための各種遠隔操作技術の開発が進められている。プラズマ真空容器の開口接続部においても、溶接および切断によって数回の分解・再組立を行なう方式が検討されているが、開口接続部の周囲に施すリップシール溶接は、溶接長が長いこと、高真空を保持する必要性等から高い信頼性が要求される。そこで開口接続部のリップシール溶接を遠隔にて高精度に行なうことのできる遠隔自動溶接装置を開発し、良好な結果を得たので報告する。

2. 遠隔自動溶接装置の構成

開発した自動溶接装置は、走行台車、溶接電源及びそれらの制御装置からなる。溶接用走行台車（写真1）は、R付き矩形のポートカバーに固定されたガイドレール上を走行しつつ溶接を進行する。走行台車には溶接トーチ。監視用ファイバースコープが装着されている。走行台車駆動軸の構成を図2に示す。駆動軸は、走行軸。トーチ上下軸。左右軸。トーチ振り軸の4軸である。実施工の場合、電動マニピュレータ等によって走行台車をガイドレール位置まで搬送し、その後エアクランプにより走行軸ローラーをガイドレールに固定させる。図2に示すごとく走行軸は、ダブル駆動方式によりR部及び直線部の走行がなめらかに行なえるよう配慮した。ピンチローラーは溶接する際のリップシール部のギャップを矯正する目的の他に、ピンチローラーと相対的位置の明確な溶接トーチ先端を、正しくリップシール部

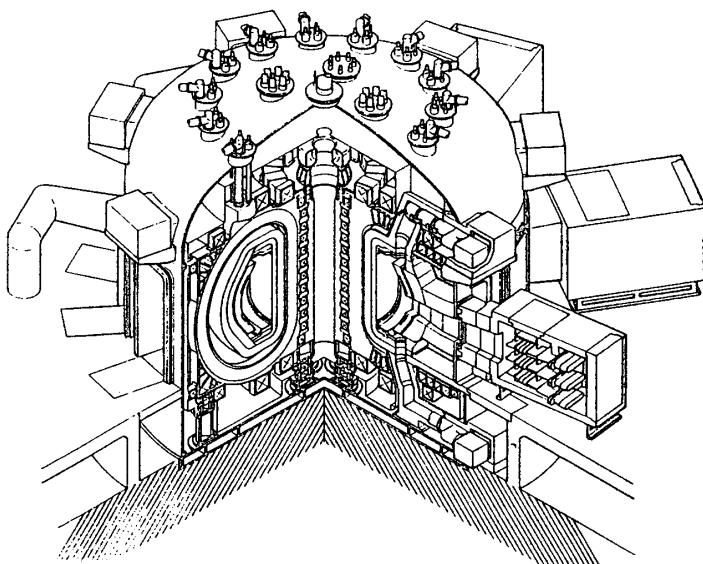


図1. 日本原子力研究所の核融合実験炉 (FER)

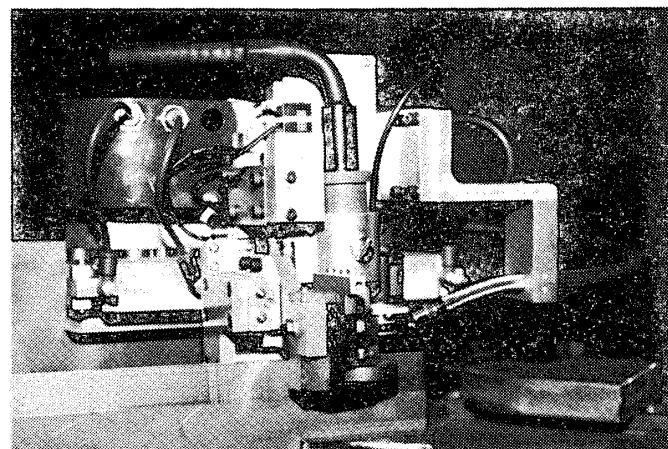


写真1 溶接用走行台車の外観

の中心位置にセットすることができる。また、ピンチローラーの回転量検出によりリップシール部先端における走行速度（溶接速度）及び走行位置が確認できる。

溶接電源には、電力部と、これとは分離した制御部からなるアナログ制御方式のトランジスタ電源を試作した。高周波発生装置を持つ電力部は比較的溶接位置に近く設置し、制御部は走行台車の制御装置とともに操作室に置かれる。

3. 溶接施工法の検討

分解時の切断作業を容易にするため、リップシール溶接部は $1 \text{ mm} t \times 2$ 枚のヘリ溶接継手となっている。薄板のヘリ溶接に対し、ノンフィラーの GTAW 法にて低電流域でのアークの指向性を高めるために、スパイク付き矩形波によるパルス溶接（周波数 250 Hz）を採用した。

写真 2 はプラズマ真空容器の開口接続部を模擬したモックアップ（約 2 m × 1 m）による溶接試験の状況を示す。溶接長は 4880 mm、溶接時間は約 400 秒であった。

4. あとがき

核融合炉・プラズマ真空容器の開口接続部のリップシール溶接を行なう遠隔自動溶接装置を開発し、スパイク付き矩形波を用いたパルス溶接法により良好なヘリ溶接が実施できることを確認した。

以上の自動溶接装置に加え、溶接されたリップシール部を再度分解する際に、シール部を切断するための切断用走行台車を試作し、良好な切断性能が得られた。

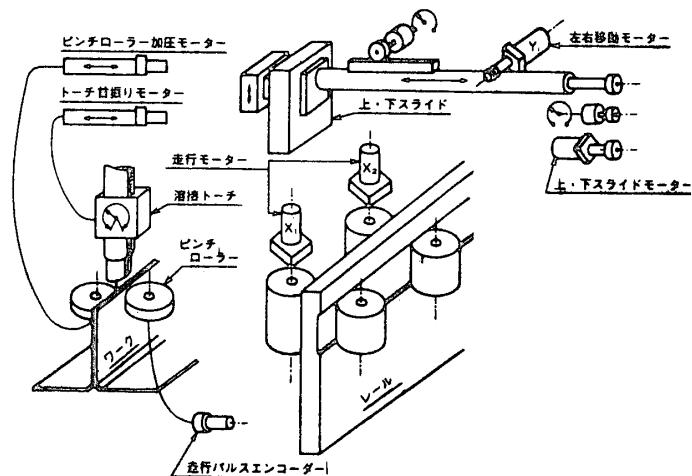


図 2 溶接用走行台車の構成

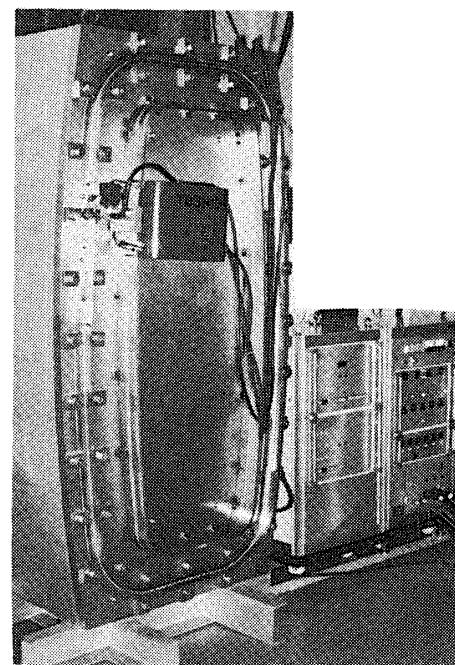


写真 2 モックアップによる溶接試験