原子炉格納容器内のサブプレッションチャンバーなどの大型構造物に対するレーザー除染技術の適用について

Application of laser decontamination technology to large structures such as suppression chambers inside nuclear reactor containment vessels

*峰原英介, LDD 株式会社

抄録: 原子炉廃止措置において圧力変動を抑えるサブプレッションチャンバーは原子炉格納容器内の最大の合金鋼製除染対象構造物の一つである。これは、厚み 20mm 程度、管径 9 m、外直径 44m のドーナツ状の構造である。シングルモードファイバーレーザーを用いて、この汚染物内外面をクリアランスレベルまで除染する技術開発を計画した。

キーワード: サプレッションチャンバー、ドーナツ状構造、クリアランスレベル、シングルモードファイバーレーザー

1. 緒言

高経年化した発電炉や事故炉の廃止措置を進める際、原子炉内にある RI 汚染物の除染が必要となる。汚染物には汚染状況により、レベル 1~3 と有り、数値が小さくなるに従い、除染が困難となる。LDD(株)は、理想的な条件下では計測精度内で完全除染が可能となる独自の特許技術を用いた高パワー密度高走査速度の除染方法を用いてレーザー除染装置とレーザー廃止措置関連装置等を開発、設計、製造、販売等を行ってきた。比較的小型小規模である短尺大型配管、保管容器については令和 4 年度に、さらに長尺中小口径の配管については令和 5 年度に、汚染模擬剤や実汚染物を用いて開発を進めてきた。今後は、より大規模構造物であるサブプレッションチャンバーなどを除染対象物として、完全除染の技術を確立し、汚染レベル 2, 3 に該当する汚染物を極小化することを計画した。また我々が前から行っている大口径のパイプ/ドラム缶内外部のレーザー除染装置などの計画 [1,2] の現状を合わせて報告する。

2. 数 kW 級除染用及び数十 kW 級切断用レーザーシステムの構成と原子炉廃止措置への応用

LDD の製品と同様に目的に合わせてレーザー、スキャナー、制御装置、周辺機器は中国、ドイツ、フィンランドなど国内外のメーカー製の 0.25 kW から 3 kW の CW 或いは QCW シングルモード並びにマルチモードファイバーレーザーを用いる。1 軸 2 軸 3 軸の多種類のガルバノ等のスキャナーは、F63 から F900 までの F θ レンズや単焦点レンズなどを組み合わせて、これに手動の場合はローラーとフードを付けたスキャナーを両手で持って、自動では 6 軸ロボットアームで操作し、圧空は、オイルフリー圧縮機、集塵はサイクロン付き集塵機を用いて除染及び切断システムを構成する。

本計画の大型構造物の除染では、①数千 m² 級大面積のレーザー除染システムの設計・検討・模擬試験 (大面積処理速度、クリアランスレベルの除染品質、廃棄物吸引遮蔽保管方法、除染機全周移動方法)、②レーザーと電力の長距離伝送技術の設計・検討・模擬試験 (光ファイバー伝送、レーザー空間伝送、電力線伝送)、③大規模構造物の解体技術の設計検討模擬試験、④大型構造物全周内外位置計測制御技術の設計・検討・模擬試験(モーションキャプチャー、慣性航法等)の技術開発を計画した。検討と試作試験においては、高感度 Ge 検出器と汚染模擬剤で除染性能を確認する予定である。会議では本計画と関連技術開発について報告する。

参考文献

[1] 本報告は若狭湾エネルギー研究センターの嶺南地域新産業創出モデル事業補助金交付を受けた研究である。

[2] E. J. Minchira, Japanese Patent No.5610356, 2014, US Patent, US9174304B2, 2015., EU Patent No.2772922, 2017.

*Eisuke J. Minchira, LDD Corporation.