

福島第一原子力発電所廃炉のためのプラント内線量率分布評価と水中デブリ探査に係る技術開発

(9) 水中デブリ探査用小型 ROV の実証試験

Technology Development to Evaluate Dose Rate Distribution and to Search for Fuel Debris Submerged in Water for Decommissioning of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

(9) Tank tests of ROVs to map the debris in the primary containment vessel

*鎌田 創¹, 加藤道男¹, 西村和哉¹, Matthew Nancekievill², Ashley Jones³, Barry Lennox², Malcolm J. Joyce³, 奥村啓介⁴, 片倉純一⁵

¹海上・港湾・航空技術研究所, ²The University of Manchester, ³Lancaster University,

⁴日本原子力研究開発機構, ⁵長岡技術科学大学

原子炉格納容器内の燃料デブリ探査技術に係る技術開発の一環として、燃料デブリの分布及び表面状態を調査するための水中探査ロボットの実証試験を日本原子力研究開発機構・櫛葉遠隔技術開発センターのロボット試験用水槽及び、スロベニアの Jozef Stefan Institute の TRIGA Mark II 研究炉で実施した。実証試験では、音響探査装置との連携、ロボットの測位システムの性能、原子炉プールでの動作を確認し、性状模擬デブリの形状の 3D 画像表示できることを示した。

キーワード：福島第一原子力発電所, ROV, Sonar

1. 緒言

本研究では、日英協力体制の下、福島第一原子力発電所の原子炉格納容器内の燃料デブリの分布及び表面状態を調査するための水中探査ロボット(ROV: Remotely Operated Vehicle)を開発した。平成 28 年度までに ROV の開発、並びに ROV に搭載するソナーシステムの性能確認を実施した。今回は、ソナーシステムと ROV を統合したので統合システムの性能確認を、日本原子力研究開発機構櫛葉遠隔技術開発センターのロボット試験用水槽並びに Jozef Stefan Institute (JSI) の TRIGA Mark II 研究炉で実施した。

2. 性能試験

2-1. 水中デブリ探査システム

本研究で開発した水中デブリ探査システムは、英国チームが開発した ROV(AVEXIS-150)に回転ビームソナー(Imagenex Co. Ltd.)及び小型 CeBr₃ シンチレーション検出器を搭載したものである。ROV は、150 mm 直径、347 mm 長さの寸法で、上下左右前後の 6 方向に推進させるスラスタを前後に装着したものである。搭載した回転ビームソナーは、全長 346.5 mm、直径 60.9 mm、小型 CeBr₃ シンチレーション検出器は、10 mm 直径、10 mm 長さのサイズでシンチレータからの光は光電子増倍管を介して電圧パルスを取り出すようにしている。これらデバイスへの電源はテザーケーブルを介して外部から供給された。また ROV の自己測位システムとしてマンチェスター大学が開発した光学式を適用した。

2-2. ロボット試験用水槽における実験

使用したロボット試験水槽は、深さ 5 m、直径 4.5 m であり、水底には性状模擬デブリを設置した。本試験では、ソナーの画像を 3D 画像化する試験、ROV の動作試験、測位システムの試験を実施した。

2-3. 研究炉プールにおける実験

JSI の TRIGA Mark II reactor の冷却水プール中(中性子とガンマ線の混在場)にて、ROV の動作、CeBr₃ シンチレータの動作試験を実施した。シンチレータを搭載した ROV は、研究炉の燃料集合体の上部に設置し、原子炉運転中における動作を確認した。

3. 結言

日英共同研究の成果として、組み上げた水中デブリ探査システムの性能試験を、ロボット試験用水槽にて ROV の基本動作確認、ソナーの 3D 画像化試験を実施し、研究炉プールにて放射線環境下での ROV 並びに CeBr₃ の動作を確認した。水中における運動性能、ソナー画像データのリアルタイム 3D 化及び光学式測位システムとも当初計画通りの性能を示した。実機 PCV 内部調査に向けた今後の課題として、測位システムの小型化や、CeBr₃ シンチレータでのガンマ線測定結果からパルスパイルアップ低減方法や高ガンマ線量下での中性子との粒子弁別手法の高度化について抽出された。



図1 JSIにおける性能試験の様子

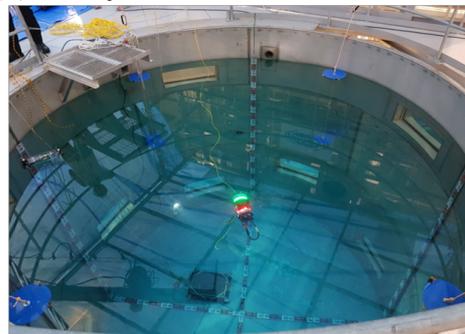


図2 櫛葉遠隔技術開発センターでの試験の様子

尚、本発表は、文部科学省「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」を受託して実施した「プラント内線量率分布評価と水中デブリ探査に係る技術開発」の成果の一部である。

*So Kamada¹, Michio Katoh¹, Kazuya Nishimura¹, Matthew Nancekievill², Ashley Jones³, Barry Lennox², Malcolm Joyce³, Keisuke Okumura⁴ and Jun-ichi Katakura⁵

¹National Institute of Maritime, Port and Aviation Technology., ²The University of Manchester, ³Lancaster University, ⁴Japan Atomic Energy Agency and ⁵Nagaoka University of Technology