課題番号 <u>2016A-C28 · 2016B-C12</u> 利用区分 <u>成果公開(学術)</u>

特殊環境下における軽水炉プラント情報取得に関する機器開発

Development of information acquisition device in light water reactor under specific environment

武内	伴照	大塚	紀彰)	田中	茂雄 ²⁾		小沢	治 ²⁾
Tomoaki	TAKEUCHI	Noriaki (OTSUKA		Shigeo	TANAKA		Osamu (OZAWA
	柴垣 太郎 ²⁾	駒	野目	裕久	2)	土谷	邦彦)	
	Taro SHIBAGAK	I N	Noriaki OTSUKA			Kunihiko TSUO			

¹⁾原子力機構 ²⁾池上通信機

(概要)

過酷事故時においても使用可能な原子炉プラント計装機器の一環として、耐放射線性カメラシステム及び可視光水中無線伝送システムの技術基盤の確立を目指した。これまで、ア線照射試験により各構成部品の耐放射線性を明らかにし、各種試験結果から使用に適する部品の選定を行うとともに、両システムの試作品を完成した。これら試作品の照射試験結果により、過酷事故時を想定した放射線条件で使用が可能である見通しが得られ、システムの基本仕様を決定した。

<u>キーワード</u> :

過酷環境、耐放射線性、カメラシステム、光無線伝送システム

<u>1. 目的</u>

東京電力福島第一原子力発電所事 故では、計装機器類が機能不全に陥 り、事故状況の把握およびその後の 対応に大きな支障をきたした。こう した経験から、国は、事故の教訓と して事故時における計装設備の信頼 性確保やプラント状態の監視機能の 強化が挙げており、過酷事故時の過 酷環境(高温、高線量)下において も動作する計装機器の開発が望まれ ている。これを踏まえ、過酷環境下 においても、良好な画質を維持でき



図 1. 原子炉プラント監視システムの概要

る耐放射線性カメラシステムや、信頼性の高い伝送を可能とする可視光水中無線伝送システム(図1参照)の開発に取り組んでいる[1]。これまでに、各システムに必要な構成部品のγ線照射試験により各部品の耐放射線性を明らかにし、必要な撮像及び伝送性能を有する部品の選定を完了した[2]。

本研究開発は、選定した構成部品を用いて両システムの試作を行い、それらの試作品のγ線照射試

験により過酷事故時に想定される放射線条件における適用性評価を行い、システムの基本仕様の決定 に資する。

2. 実施方法

(1)システムの試作

図2及び3に、試作した耐放射線性カ メラシステムのレンズ/ヘッド部及び可 視光水中無線伝送システム送信機の概略 構造を示す。カメラシステムのレンズ/ ヘッド部の構成部品は光学系、撮像素子、 電子回路に分けられる。電子回路につい



図 2. 耐放射線性カメラシステムの レンズ/ヘッド部の概略構造

ては、耐放射線性が 100kGy 未満の部品が存在したため、遮蔽 容器内に設置した。電子回路の映像出力信号は、ヘッド部で光 信号に変換し、光ファイバによって放射線環境下を 100m 伝送 し、放射線環境外のカメラコントローラでノイズリダクション 等の信号処理が可能な構造とした。水中無線伝送システム送信 機の構成部品は、計測センサ、電子回路および LED マトリッ クスに分けられる。カメラシステムと同様に、電子回路につい ては遮蔽筐体内に設置した。



図3. 可視光水中無線伝送システム 送信機の概略構造

(2) γ線照射によるシステム試作品の耐放射線性確証試験

カメラシステムは、レンズ/ヘッド部の周囲に遮蔽壁を鉛ブロックで追加し、テストチャートを撮影 しながら線量率が約 3kGy/h の位置で γ 線照射を実施し、照射室外のモニタで映像の乱れ等を観察し た。一方、水中無線伝送システムは、計測センサを電気炉内に設置した熱電対とし、LED マトリック

スから送信する可視光による温度情報信号を 受信機で解析しながら線量率が約 3kGy/h の 位置でγ線照射を実施し、受信信号から復号 化された温度と電気炉温度を比較した。

3. 結果及び考察、今後の展開等

カメラシステムは、積算線量 904kGy で映 像が途絶えた。しかし、直前の 900kGy 時に おける画質はテストチャートの形状や色を充

構成要素 部品 撮像素子 2/3型130万画条 CMOS+ 光学プリズム RGB分光方式 カメラ奇 電動ス ~120mm -4(24 (レンズ+ヘッド) F8/2000 感度 外観寸法 W116mm × H179mm × D552mm \$116 表 1. (a)カメラシステムと(b)水中無伝送システムの基本仕様 送信機(LEUマトリックス*') LEロイトリック人はある 8 **構成機器** 「信櫃(デジタルカメラペ) 測定環境に応じて変更可 測定対象 <u>温、水圧</u> 5V / Bbi <u>号/ 分解</u> (a) 力信 2 掲載波度3000mm以上 温度等検出から数値化までに要する時間とする。 プリング周期 30 100時間 駆動時間

分に認識可能であった。一方、水中無線伝送システムは、照射中及び積算線量 1MGy 到達時も信号送 信及び受信解析にエラーは生じなかった。また、復号化された温度を電気炉温度と比較したところ、 (b) その差は最大でも 2℃程度であった。これらの結果から、両システムが過酷事故時に想定される使用 環境である 100k~1MGy 程度の放射線条件でも使用可能であることが示され、基本仕様を確定する ことができた。表 1 に、本研究で確定した両システムの基本仕様を示す。今後は、軽水炉プラント以 外への適用も視野に入れて、システムの高度化を図っていく。

<u>4. 引用(参照)文献等</u>

[1] 土谷 邦彦 他, 日本保全学会第 13 回学術講演会要旨集, 2016, p. 375-378.

[2] T. Takeuchi et al., Proc. 2017 Int'l Cong. Adv. Nucl. Pow., 2017, 17251.