

γ線環境下における水中無線伝送システム光学機器の評価

Evaluation of optical instruments of in-water wireless transmission system

under gamma-ray condition

*大塚 紀彰¹, 武内 伴照¹, 土谷 邦彦¹

柴垣 太郎², 駒野目 裕久²

¹原子力機構, ²池上通信機(株)

可視光による水中無線伝送システム開発の一環として、送信側として発光色の異なる 3 種の表面実装型 LED に対して γ 線照射試験及び照射後試験を実施した。その結果、赤色光 LED が最も放射線の影響を受けにくく、γ 線環境下における光無線通信において有利であることが明らかとなった。

キーワード：水中無線伝送, 光通信, ガンマ線, 全光束, LED

1. 緒言

原子力発電所における監視システム高度化の一環として、使用済燃料プール内の温度、水位等の情報を送受信可能とする LED を用いた光無線伝送システムの開発を行っている。これまでの研究開発で、①砲弾型 LED は隣接した LED の光が互いのレンズに入射・散乱し送受信に悪影響を及ぼすこと、②レンズ部の小さい表面実装型 LED(図 1 参照)ではその影響を大幅に軽減できることを明らかにしている^[1]。

本研究では、使用環境で想定される γ 線環境下における耐性を調べるため、表面実装型 LED に γ 線照射試験及び特性評価試験を実施した。

2. 試験方法

表面実装型 LED は発光波長が 465nm(青), 522nm(緑)及び 635nm(赤)の発光波長をもつものを準備した。また、赤色光 LED を 20×20 に配した 2 次元マトリックス送信ユニットを試作した。

LED への照射試験は、線量率 10kGy/h の γ 線を 1, 10, 100 及び 1000kGy の積算線量まで照射した。照射した LED は、図 2 に示す測定システム(分光器・積分球・定電流電源)にセットし、電流(1, 3, 5, 10 及び 20mA)を印加・発光させることにより、全光束及び電流印加時の電圧を測定した。送信ユニットは、積算線量 120kGy までの γ 線照射及び 2 次元パターンの送受信試験を行った。

3. 結果・考察

測定結果の一例として、図 3 に 20mA 印加時の測定結果を示す。図 3 の全光束比及び電圧比は、照射試料の測定値を未照射試料の測定値によって除すことで規格化した。各 LED の全光束は γ 線照射により減少した。また、緑色光 LED 及び青色光 LED と比較して、赤色光 LED の全光束は低減率が最も小さいことが分かった。次に、電圧については、γ 線照射前後の値がほぼ一定であったことから、LED 素子部に対する γ 線の影響はないと考えられる。一方、照射前後において、LED レンズ部が無色透明から褐色に変色していた。このことから、全光束の低下は、γ 線によるレンズの変色に伴う透過率の低下によって生じ、褐色のレンズ部に吸収されやすい発光波長をもつ青色光及び緑色光 LED の全光束がよりも低下したと考えられる。この結果から、LED レンズに対する γ 線の影響及び赤色光 LED が γ 線環境において最も高い強度の光を得られることが明らかになった。

次に、送信ユニットへの γ 線照射及び送信試験の結果、LED が正常に動作し、受信側でのパターン認識も可能であることを確認した。今後は、目標値 1000kGy までの γ 線照射を行い、耐放射線性を検証していく。

参考文献

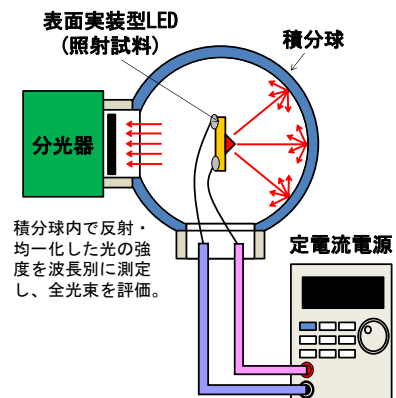
[1] T. Takeuchi et al., Proc. 8th International Symp. on Material Testing Reactors (2015).

^{*}Noriaki Otsuka¹, Tomoaki Takeuchi¹, Kunihiro Tsuchiya¹, Taro Shibagaki² and Hirohisa Komanome²

¹Japan Atomic Energy Agency, ²Ikegami Tsushinki Co., Ltd.



図 1 表面実装型 LED の外観写真



1, 3, 5, 10 及び 20mA 印加し、その際の電圧を測定。

図 2 LED 特性測定系の概略図

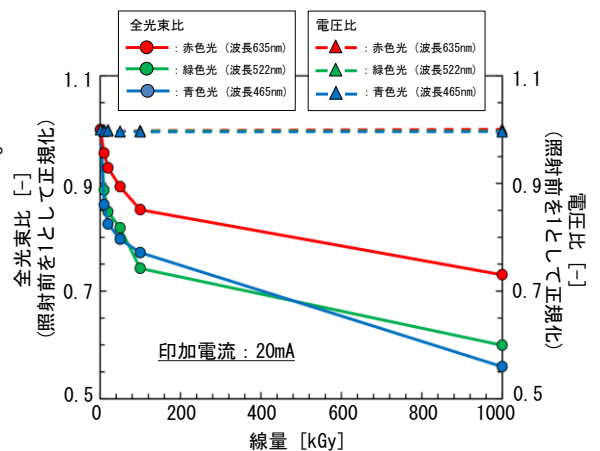


図 3 表面実装型 LED 全光束比及び電圧比とガンマ線量の関係