可視光信号を用いた水中無線伝送式監視システムの開発

Evaluation of in-water wireless transmission system under sever conditions

*大塚 紀彰 [1]，柴垣 太郎 [2]，武内 伴照 [1]，駒野目 裕久 [2]，土谷 邦彦 [1]
[1] 原子力機構，[2] 池上通信機(株)

使用済燃料プール内の測定データを伝送するための水中無線伝送システム開発の一環として，二酸化バナジウム蓄熱材のガンマ線照射前後における熱的特性を評価した．その結果，VO_2 蓄熱材を用いることで，電子部品の 70℃以下で保持する時間を延長できる見通しが得られた．

キーワード：監視システム，可視光通信，画像解析，使用済み燃料，過酷環境

1. 緒言

原子力発電所における安全性高度化の一環として，使用済み燃料を監視するためのシステムを開発している[1]．当該システムは，プールの水温・水位等を測定し，各測定データを光信号として外部に送信することで使用済み燃料の監視を行うものである．一方，使用済み燃料プール内及びその近傍に機器を配置する構造から、放射線・熱を対する耐久性が求められる．そこで，電子部品に対してガンマ線照射を行い，最大 1MGy まで使用可能な LED の選定等を行ってきた[2]．一方，選定した電子部品は照射の有無に依らず，80℃以上の耐熱性は期待できなかった．そこで，LED 等の温度上昇を抑えるため，断熱性或いは蓄熱性に優れた保護容器が必要となった．本研究では，蓄熱性に優れた二酸化バナジウム蓄熱材(以下，VO_2 蓄熱材)に着目し，その熱的特性の評価を行った．また，当該蓄熱材に対してガンマ線照射試験を行い，照射前後における熱的特性の変化に関する評価も行った．

2. 試験方法

VO_2 蓄熱材は約 64℃まで加熱すると，単斜晶から正方晶へ相変化を起こし，相変化が完了するまで一定量の熱量を吸収し続けると伴に温度上昇を起こさない．この VO_2 蓄熱材約 100g を試験容器(φ40×45mm)に充填(充填率 40%)し，さらにその周囲をガラスウール及びアルミニウムを筐体とした真空断熱材で囲み，試験試料とした．この試験試料を恒温槽内に設置して 85℃まで加熱した．この際，K 型熱電対を用いて恒温槽内の雰囲気温度及び試験容器中心の VO_2 蓄熱材温度を測定した．次に，積算線量が 0.1 及び 1MGy になるまで ^{60}Co を線源としたガンマ線を同試料に照射した．照射後は，照射前と同様に恒温槽を用いて 85℃まで加熱し，恒温槽内の雰囲気及び試験容器中心の VO_2 蓄熱材の温度を測定した．

3. 結果及び考察

85℃の温度環境下における温度測定の結果の一例として，照射前及び 1MGy 照射した VO_2 蓄熱材の温度測定の結果を図 1 に示す．まず図 1(a)において，恒温槽の温度上昇と伴に VO_2 蓄熱材の温度も上昇したが，4.1 時間ほど温度上昇が緩やかになり，約 64～70℃に保たれていた．ガラスウール及び真空断熱材の蓄熱性に乏しいことから，約 64～70℃に保たれていた区間では VO_2 蓄熱材による熱の吸収が起こっているものと考える．次に，図 1(b)に示す 1MGy まで照射後の測定結果においても，VO_2 蓄熱材の温度が 64～70℃に保たれている区間が存在した．その区間は 4.0 時間ほどであり，図(a)における 4.1 時間と同等の値を示したことから，ガンマ線が VO_2 蓄熱材の熱的特性に及ぼす影響は小さいことが分かった．これらの結果より，VO_2 蓄熱材を用いることで，電子部品の 70℃以下で保持する時間を延長できる見通しが得られた．

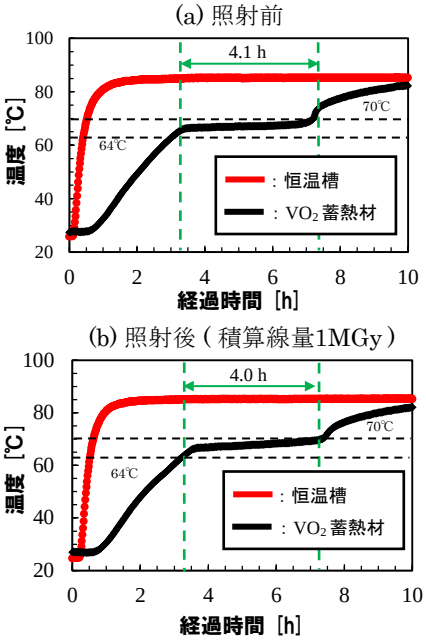

図 1 照射前後における二酸化バナジウム蓄熱材の温度測定結果

なお，本研究は，経済産業省資源エネルギー庁からの受託事業として実施している「発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業（特殊環境下で使用可能な監視システム高度化）」の成果である．

参考文献

[1] T. Takeuchi et al., Proc. 8th International Symp. on Material Testing Reactors (2015).
[2] N. Otsuka et al., 2016 年春の年会，日本原子力学会(2016).

[1]*Tomoaki Takeuchi[1], Noriaki Otsuka[1], Kunihiko Tsuchiya[1], Taro Shibagaki[2] and Hirohisa Komanome[2]
[2]*Noriaki Otsuka[1], Tomoaki Takeuchi[1], Kunihiko Tsuchiya[1], Taro Shibagaki[2] and Hirohisa Komanome[2]
[1]Japan Atomic Energy Agency, [2]Ikegami Tsushinki Co., Ltd.