

放射線計測による炉心冷却状態監視システム

(2) センサ及び信号ラインの検討

Core Cooling Monitoring System based on Radiation Detection

(2) Study of Sensor and Signal Line

*竹村 真¹, 杉田 宰¹, 黒田 英彦¹, 茂呂居 玲¹, 小田 直敬¹, 伊藤 敏明¹

¹東芝エネルギーシステムズ株式会社

炉心が溶融する状態でも炉内燃料の冷却状態を監視する炉心冷却状態監視システムを開発している。当該冷却状態を RPV 外表面付近での γ 線を測定して監視する計装システムを開発した。また、想定環境状態を考慮した実プラント相当のケーブルや接続状態をシミュレーションし、信号ラインの成立性を検証した。

キーワード：炉心冷却，状態監視，過酷事故，放射線計測，信号ライン

1. 緒言

炉心が溶融する状態で、原子炉外から炉心冷却状態を監視するシステムを開発している。このシステムでは炉内の燃料からの γ 線を炉外から測定する必要がある。また、炉心溶融状態となる RPV 近傍の環境条件の下で、 γ 線の信号を格納容器外まで伝送する必要がある。そこで、RPV 近傍の検出器位置で測定される γ 線量を見積もるとともに、その線量に対応した耐環境性の高いセンサ及び信号ラインを評価した。

2. センサ設計

炉心冷却状態監視システムのセンサ設置位置での線量を解析で評価した。計算された γ 線分布に下限値に対する一定のノイズを加えたデータを作成し、測定精度を解析することで、センサの検出下限を評価した。評価の結果、必要な検出下限値は 0.1Sv/h となった。この検出下限と炉心溶融時の RPV 外近傍の環境条件で使用可能なセンサとして電離箱式の放射線検出器を選定し、適用化設計をした。

3. 信号ラインの検討

使用する検出器と検出下限値 0.1Sv/h から、センサの出力は微小電流となる。また、環境条件から、前置増幅器は原子炉格納容器外に設置する必要がある、そこまでの距離をメタルケーブルで伝送する必要がある。このセンサから前置増幅器までを図 1 のようにモデル化してシミュレーションで評価し、成立性を確認した。また、途中のケーブルでのリーク電流等を確認するため、ケーブルを試作し、想定される環境条件で試験検証を実施した。これらの評価から想定される環境条件で実用可能であることを確認した。

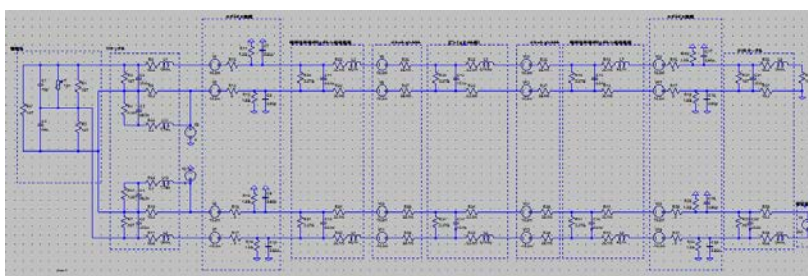


図 1 信号ラインのモデル

4. 結論

炉外で測定される γ 線量、環境条件で使用可能なセンサを設計し、格納容器外までの信号ラインを事故時の環境も考慮して回路シミュレーションと試験で検証した結果、センサ及び信号ラインの成立性を確認した。今後、他方式の計測システムの情報も含めた過酷事故時の炉内状態監視システムの高度化を進める。

本検討では東芝電子管デバイス株式会社にご協力いただきました。心より感謝いたします。

*Makoto Takemura¹, Tsukasa Sugita¹, Hidehiko Kuroda¹, Akira Moroi¹, Naotaka Oda¹ and Toshiaki Ito¹

¹Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation