

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 (2) 線量率分布評価のための線源および3次元プラントモデルの構築

Technology Development to Evaluate Dose Rate Distribution and to Search for Fuel Debris Submerged in Water for Decommissioning of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station
(2) Construction of Radiation Sources and Three-dimensional Plant Model for Evaluation of Dose Rate Distribution

*奥村 啓介¹, 佐藤 若英¹, 前田 裕文¹, 若井田 育夫¹, 鷲谷 忠博¹, 片倉 純一²
¹原子力機構, ²長岡技科大

プラント内の最確な線源および線量率分布の評価技術を開発するため、燃料燃焼計算、構造材放射化計算及びシビアアクシデント解析等の結果に基づき、線源分布を評価するとともに、粒子輸送モンテカルロ計算コード PHITS 用の3次元プラントモデルを構築し、各単位線源による線量率分布応答関数を得た。

キーワード：福島第一原子力発電所、線量率分布、放射線源、粒子輸送モンテカルロ計算、PHITS

1. 緒言

原子力機構では、高度なシミュレーション技術と実測値とを組み合わせ、時々のも最も確からしい格納容器(PCV)内の線量率分布を評価する手法を開発している。本発表では、その手法と現状を紹介する。

2. 解析手法及び線量率応答関数の結果

国際廃炉研究開発機構(IRID)が実施したシビアアクシデント(SA)解析等の H27 年度研究成果[1]に基づき、福島第一原子力発電所 1号機の炉内状況を模擬し、粒子輸送モンテカルロ計算コード PHITS[2]用の3次元プラントモデルを構築した(図1)。線源としては、ペDESTAL内外及び圧力容器(RPV)下部に分布する燃料デブリ、PCV及びRPVの随所(約30か所)に分布する放射性Cs、上部格子板やシュラウド等の炉内構造物に分布する放射化線源(主に⁶⁰Co)を想定し、これらの各単位線源によるプラント内線量率分布をPHITSによる計算により得た。図2は、(a)ウエルプラグ外表面のCs汚染、(b)気水分離器のCs表面汚染、(c)上部格子板の放射化線源、(d)ドライウエル下部のCs表面汚染、(e)Cs汚染水、(f)ペDESTAL内外に分布する燃料デブリのそれぞれによる単位線源当たりの線量率分布(応答関数 $d_i(\vec{r})$)を示したものである。プラント内の線量率分布 $D(\vec{r})$ は、燃料燃焼計算、構造材放射化計算、SA解析によるFP分布の結果、局所的な実測値から得られる各線源強度 S_i を用いて、 $D(\vec{r}) = \sum_i S_i d_i(\vec{r})$ として評価することができる。

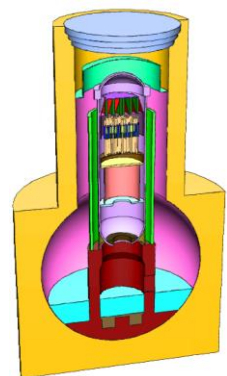


図1 1号機モデル

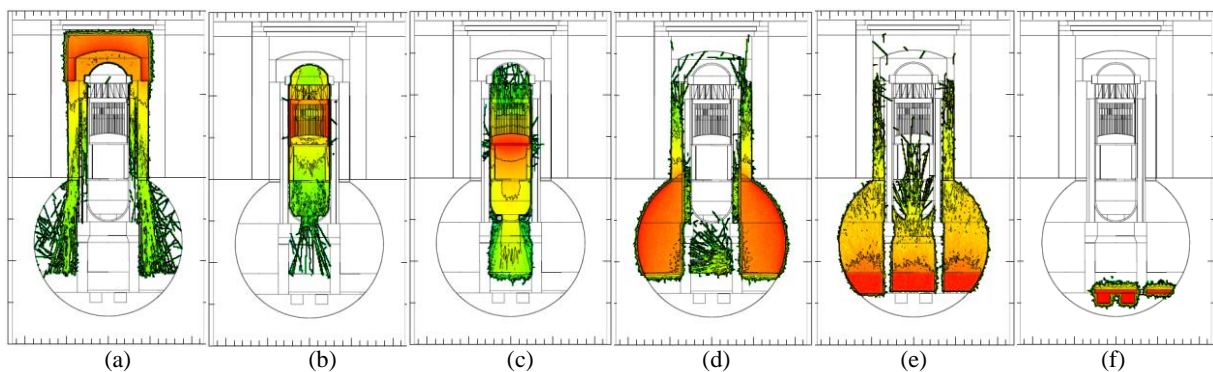


図2 単位線源による線量率分布計算結果の例

3. 結言

1号機をモデルとして、プラント内の各種線源による線量率応答関数を得た。これは、プラント内任意位置における線量率への線源寄与度(線源感度)を表すものであり、局所的な線量率実測値を用いた線源逆解析や線量率分布の不確かさ解析に利用可能である。今後は、本研究で得られた応答関数とこれまでに得られている内部調査の結果や最新のSA解析の結果を組み合わせ、最確な線源分布を求めるとともに、廃炉工程に対するケーススタディを実施して、各工程における最確線量率分布の評価を実施する。

なお、本発表は文部科学省の英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業による委託業務として実施した「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」の成果です。

参考文献： [1] IRID, <http://irid.or.jp/research/201509to10/>, [2] T. Sato, et al., J. Nucl. Sci. Technol. 50:9, pp913-923 (2013)

*Keisuke Okumura¹, Wakaei Sato¹, Hirobumi Maeda¹, Ikuo Wakaida¹, Tadahiro Washiya¹, Jun-ichi Katakura²

¹Japan Atomic Energy Agency (JAEA), ²Nagaoka University of Technology