

# γ線によるウランクリアランス対象物中のウラン量測定方法に関する検討

Study on uranium measuring method of drum packaged clearance object by gamma-ray

\*吉居 大樹<sup>1</sup>, 川崎 智<sup>1</sup>

<sup>1</sup>原子力規制庁長官官房技術基盤グループ

ウランクリアランス対象物の測定においては、複雑形状にも対応可能なγ線による測定が検討されている。対象物をドラム缶に収納した状態で得られるγ線計数率と、ドラム缶を密度一定の円柱と見なして小領域に分割し、各小領域から得られる応答関数を用いてウラン量を測定する方法において、ウラン量を保守的に評価する方法について報告する。

**キーワード**：ウランクリアランス、γ線測定、QAD

## 1. 緒言

ウランクリアランス対象物の測定方法として、複雑形状にも対応可能なこと及びα線測定の場合と比較して対象物を一括で測定できることといった利点から、γ線による測定が検討されている。一方でウランから放出されるγ線は低エネルギーのもののほか、放出率の小さいものが多く、対象物の位置及び遮蔽の影響を適切に考慮することが重要である。本報告では、対象物をドラム缶に収納した状態で得られるγ線計数率と、ドラム缶を密度一定の円柱と見なして小領域に分割し、各領域から得られる応答関数の二つの情報を用いてウラン量を測定する方法（以下「最大汚染モデル」という。）について、点減衰核積分コード（以下「QAD」という。）を用いてウランクリアランスへの適用性（保守的なウラン量の評価の可否）を検討した。

## 2. 最大汚染モデルの適用

はじめに、実際のウランクリアランス測定を模擬した体系として、ウランにより汚染された対象物（平板）をドラム缶に収納し、γ線測定することで得られる計数率を $P [s^{-1}]$ とする。（本検討では $P$ をQADで求めた。また、このときのウラン量[Bq]を「実ウラン量」とする。）。対象物の汚染は、低濃縮ウラン(U-238:97%, U-235:3%)による平均汚染密度 $0.1 \text{ Bq/cm}^2$ 、標準偏差 $0.1 \text{ Bq/cm}^2$ の正規分布型と設定した。次に、図1(a)に示すようにドラム缶を密度一定の円柱として $N$ 個の小領域に分割し、各領域から得られる応答関数 $f_i [s^{-1}/\text{Bq}]$ をQADで求めた。これに、対象物の事前サーベイ等の結果を基に各領域に付着し得る最大のウラン量 $a_{i\_set} [\text{Bq}]$ を用いて、(1)式が成立する小領域の数 $n (1 \leq n \leq N)$ の値を求めた。ただし、(1)式の計算では、対象物の位置及び遮蔽の影響を保守的に考慮し、測定点から最も遠い小領域から順番に $i=1, 2, \dots, n$ とした。このとき、 $\sum_{i=1}^n a_{i\_set}$ が対象物の総ウラン量[Bq]になる。

$$P \leq \sum_{i=1}^n a_{i\_set} f_i \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$a_{i\_set} = \text{Const for } i = [1, n]$$

$$a_{i\_set} = 0 \text{ for } i = [n+1, N]$$

最大汚染モデルの適用においては、小領域に付着し得る最大のウラン量 $a_{i\_set}$ の設定が重要である。ここでは、事前サーベイ等の結果から「対象物に付着し得る最大の表面汚染密度」を一意に設定し、小領域に含まれるウラン量 $a_{i\_set}$ へと換算した。本検討では、換算方法として図1(b)に示すような形態で小領域中に対象物が存在すると仮定し、設定した表面汚染密度に小領域中に含まれる対象物の面積を乗じる方法を採用した。

最大汚染モデルの適用結果を図2に示す。図2では、設定した表面汚染密度を横軸に、最大汚染モデルから得られた総ウラン量[Bq]の実ウラン量[Bq]に対する比 $Ev$ を縦軸に示した。この結果より、 $a_{i\_set}$ を対象物の平均汚染密度の近傍から設定すれば、 $Ev$ は1を超えて、ウランクリアランス対象物を保守的に評価できることが分かった。

## 参考文献

[1] 独立行政法人原子力安全基盤機構,安全研究年報(平成24年度),JNES-RE-2013-0001-Rev.1,p288-289,平成25年8月

\*Taiki YOSHII<sup>1</sup> and Satoru KAWASAKI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Regulatory Standard and Research Department Secretariat of Nuclear Regulation Authority(S/NRA/R)

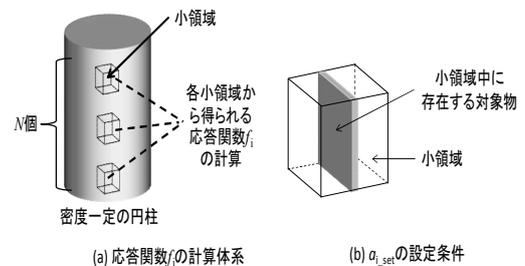


図1 最大汚染モデルの計算体系

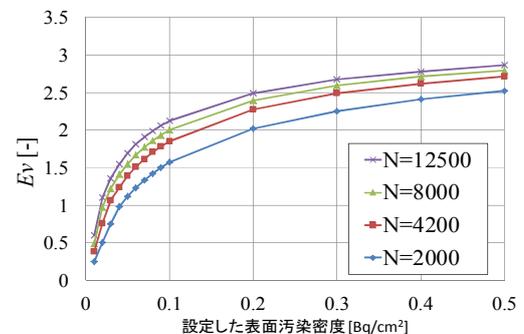


図2 最大汚染モデルの適用結果