2018年秋の大会

保健物理・環境科学部会、バックエンド部会　合同セッション

クリアランスの現状と課題(2) -国際動向と再利用の検討状況-
Current status and issues on the implementation of clearance (2)
- International trends on clearance and relevant studies for recycle –

（2）福島第一原子力発電所における低線量がれきの限定的な再利用の考え方

(2) Concept of restricted use of contaminated rubbles in the Fukushima Daiichi NPS

*島田 太郎 [1], 三輪 一爾 [1], 武田 聖司 [1]
[1] 日本原子力研究開発機構 安全研究センター

1. はじめに

福島第一原子力発電所（1F）敷地内に保管されている汚染がれきのうち、表面線量率 5μSv/h 以下の屋外集積がれきを資源化物として敷地内である特定の用途に限定して再利用することが検討されている(1)。本研究では、安全を確保し適切な規制の下で再利用可能なめやす濃度設定とその妥当性確認の考え方を提案する。そして 1F 敷地内での道路及びコンクリート構造物基礎への再利用を想定し、再利用可能な資源化物中の放射性セシウム濃度のめやす値を用途別に試算するとともに、そのめやす濃度の妥当性を確認した。

2. 限定再利用の考え方

1F 敷地内は平成 23 年 12 月 15 日に緊急時被ばく状況から現存被ばく状況に移行して、その状況が継続されている。また、1F 敷地全体が管理対象区域に設定されており、敷地に立ち入る人員はすべて被ばく線量が管理されている。上記のような現存被ばく状況下において、限定的に再利用される資源化物のめやす濃度を設定した例は国際的にもない。こうした場合、限定再利用を実施することによって廃止措置に向けた作業に影響を与えないこと、及び、周辺公衆への影響を抑制することを考えるべきである。そこで、本研究では現存被ばく状況である現状の 1F 敷地内の空間線量率分布に着目し、汚染がれきから取り出された放射能を含む資源化物を、汚染されていない資材の代わりに使用することによって上昇する空間線量率が、敷地サーベイでの線量率の低いほうとすることを必要条件とした。具体的には平成 30 年 1 月の測定では、1F 敷地内の空間線量率は原子炉建屋周辺を除き多くの測定点で 1μSv/h 程度であることから追加の線量率を 1μSv/h と設定した。また、評価されためやす濃度での再利用によって 1F 敷地内で運用されている目標などに影響を与えないことを確認する必要がある。そこで、図 1 に示すように、めやす濃度で各用途へ適用する際に①資源化物を再利用する放射線業務従事者の追加的な被ばく線量②1F 敷地境界の空間線量率への影響③地下水への核種漏洩の影響を評価し、それぞれ①20mSv/y（5 年で 100mSv、50mSv/y より）に対して影響が小さいと判断される 10%以下であること②限定再利用からの寄与を合算しても評価上の目標値 1mSv/y を超えないこと③排水の運用目標値を超えないことを確認することにより、試算されためやす濃度の妥当性を確認することとした。建屋外で採取されたがれきの分析結果では Cs-137, Cs-134, Sr-90, Co-60, H-3 が検出されているが、Co-60 濃度は Cs-137 に対して 0.01%以下、H-3 濃度はクリアランスレベルより 2 桁程度低いことから除外した。めやす濃度対象核種はガンマ線放出核種である放射性セシウムとし、Sr-90 濃度は Cs-137 濃度に対して 1%とした。

3. 放射性セシウムめやす濃度の試算

汚染コンクリートがれきから取り出した資源化物を、道路及びコンクリート構造物基礎部に適用する場合について評価した。道路の場合、道路幅 9m、長さ 100m を想定し、舗装材あるいは路盤材として利用した場合の道路中央高さ 1m の位置における線量率が 1μSv/h となるように資源化物中の放射性セシウムのめやす濃度を試算した。評価条件および試算結果を表 1 に示す。めやす濃度はコンクリート道路の路盤材では 10 万 Bq/kg、コンクリート構造物基礎部では 16 万 Bq/kg となった。

4. 試算しためやす濃度の妥当性確認

図 1 に示した①～③の妥当性確認の評価方法を以下に示す。①は 1F 敷地内の廃止措置作業の中で再利用物に最も接近する可能性のある作業者を想定し、道路上作業者および基礎直上に位置する地下 2 階での作業者を評価対象とした。外部被ばく評価では、作業空間における作業者位置における線量率を計算し、1F 敷地内での作業条件（時間、遮蔽等）を基に被ばく線量を求めた。道路表面の舗装材に再利用した際は、舗装面の摩耗により発生する粉塵の吸入による内部被ばく線量も評価した。②では 1F 敷地内で再利用された資源化物（道路、建造物）からの距離ごとの空間線量率を計算し、目標値 1mSv/y を満たすために必要な敷地境界からの離隔距離を評価した。③では再利用物に降雨または地下水が浸透することにより核種を含んだ浸透水が帯水層へ流入し、核種が帯水層中を海洋側へ移行することを想定した。海洋出口における地下水中核種濃度が、東京電力が定める排水運用目標値 Cs-134: 1Bq/L, Cs-137: 1Bq/L, Sr-90: 5Bq/L 以下となることが必要となる。評価は 1F 敷地内に設置した再利用物（道路、建造物）からの距離ごとの地下水中核種濃度を評価し、運用目標値を満たすために必要な敷地境界（海洋出口）からの離隔距離を評価した。核種の流出および帯水層中の移行は分配平衡を仮定しており、帯水層中の核種移行は JAEA が開発したクリアランスレベル評価コード PASCLR2 を用いて評価した。

その結果、①では両用途の被ばく線量はともに 1.3mSv/y となり条件（20mSv/y の 10%以下）を満足した。②は道路へ再利用した場合、図 2 に示すように、敷地境界まで 25m 以上の離隔をとれば従来の評価上の敷地境界線量率（0.6mSv/y）を考慮しても目標値 1mSv/y 以下となった。また、構造物基礎へ再利用した場合では敷地境界まで 1m の地点で目標値以下となった。③は構造物基礎に再利用した場合は、図 3 に示すように、Sr-90 濃度は離隔なしに運用目標 5Bq/L 以下となるが、Cs-137 については 5m 以上の離隔により運用目標値以下となった。以上のように①～③の評価から 1F 敷地内で試算しためやす濃度で安全な再利用を行うための離隔距離を提示することにより、めやす濃度の妥当性を確認した。

参考文献(1) 原子力規制委員会第 5 回特定原子力施設放射性廃棄物規制検討会 資料 1

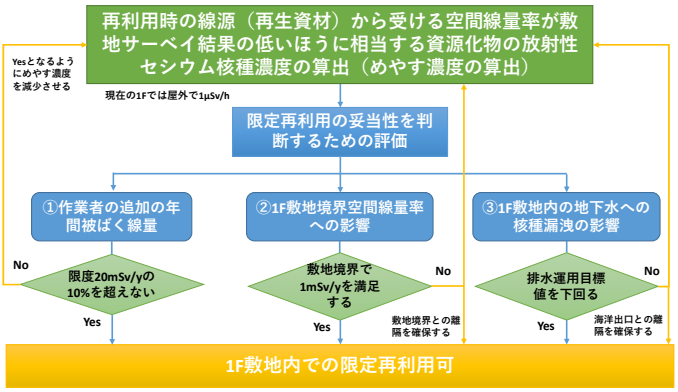

図 1 めやす濃度設定と妥当性確認の考え方

表 1 用途別資源化物の放射性セシウムめやす濃度

再利用先	用途	舗装厚さ	路盤厚さ	放射性セシウムめやす濃度
アスファルト道路	路盤材	5 cm	80 cm	13,000 Bq/kg
	舗装材	20 cm	-	7,400 Bq/kg
コンクリート道路	路盤材	15 cm	80 cm	100,000 Bq/kg
	舗装材	30 cm	-	8,100 Bq/kg
コンクリート構造物	基礎部	20 cm 床スラブ厚	200 cm 基礎部厚	160,000 Bq/kg

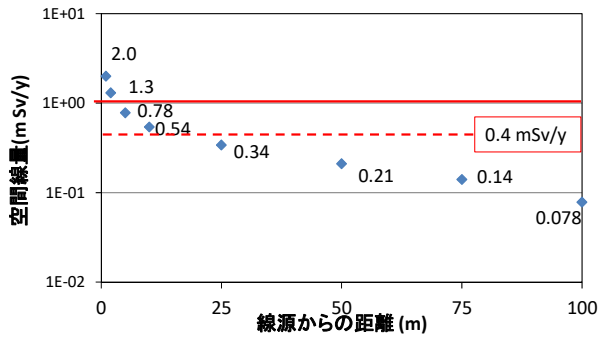

図 2 道路に再利用した際の敷地境界への空間線量率寄与

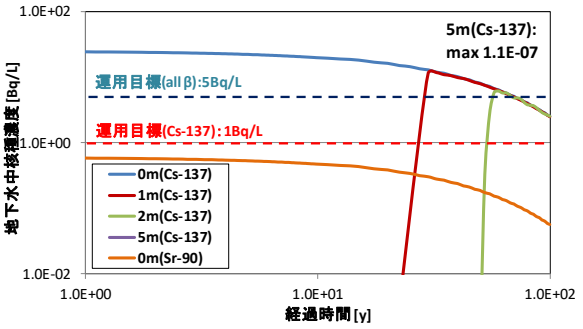

図 3 構造物基礎に再利用した際の地下水中濃度

*Taro Shimada[1]
[1]Nuclear Safety Research Center, Japan Atomic Energy Agency

本研究は原子力規制委員会原子力規制庁「平成 29 年度廃棄物の限定再利用に関する検討」として実施したものである。