

中長期リスクの低減目標マップにおける 固形状の放射性物質の目標に対する進め方に関する論点

2023年6月5日

原子力規制庁

本年4月14日の監視・評価検討会において、原子力規制庁から当面優先的に検討するものとして示した低レベルのコンクリート廃棄物等の保管管理のあり方とALPSスラリーの固化処理について、以下に技術的な論点を示す。

1. 低レベルのコンクリート等廃棄物

<物量>

東京電力「廃炉中長期実行プラン2023」¹⁾によると、コンクリート等の瓦礫は表面線量率が0.005～1mSv/時のものが約13万m³、0.005mSv/時以下のものが18万m³発生すると予測されている。これに加えて、今後燃料デブリ取り出しに向けての準備工事での建屋解体等で少なくとも約30万m³の廃棄物が発生すると試算されており、上記線量率のものも相当量発生することが想定される。このような大量の瓦礫類の保管は、保管する場所の確保の観点から、廃炉の進捗に大きな影響を与えることが予想される。リスク（放射能濃度）に応じた適切な保管方法を選択する必要がある。

<性状>

低レベルのコンクリート等瓦礫は、Cs-137（半減期30年）による汚染が大半を占め、他の核種は極めて低いことが予想される。まずはこの仮定を検証するため、①Cs-137を含めた主要な放射性核種の放射能濃度の分析、及び②保管容器の表面線量とCs-137の相関関係の整理を優先して実施するよう東京電力に求める。

<減容>

東京電力は、現在保管されているコンクリート等の瓦礫を破碎し減容化することを計画している¹⁾。効率的な保管管理のため減容化すると認識しているが、容積を減らせるというメリットの他に、次のデメリットも考えられる。

- ・ 汚染の程度が異なる破碎物が混在する可能性があること
- ・ 放射能濃度の分析を行う際の代表性の確保と母集団に対するサンプリング数

1) 東京電力ホールディングス株式会社：廃炉中長期実行プラン2023. 第107回特定原子力施設監視・評価検討会 資料1-1-1, 2023年4月14日

・粉体状の放射性物質を長期保管するという比較的難しい管理と将来的な固型化の必要性
一方、今後解体する建物のコンクリートは、破砕による減容ではなく表面を削る（はつる）ことにより、汚染部と非汚染部を分離するという減容方法が考えられる。この際、①削った後の粉塵の処理方法、及び②表面汚染したコンクリートの放射性核種の浸透深さについては慎重な検討が必要である。

<適切な保管方法>

大量に発生している、また今後建屋解体で大量に発生すると想定される放射能濃度の低いコンクリート等の瓦礫すべてを屋内保管することが現実的・合理的ではないと考えられる。よって、これらについては、一定のレベル（濃度）を超えない場合に屋内保管などの放射線障害防止のための措置を不要又は最小限とする考え方を取り入れることが、廃炉を着実に進める上で必要と考える。この「一定のレベル」は、告示に定める濃度限度・表面汚染限度・線量限度を参考に検討することが考えられる。また、汚染の主要核種とその濃度を踏まえると、従来の処理方法のみに囚われる必要はなく、例えば減衰保管（decay storage）という方法が選択肢としてありうることを認識する（参考1）。減衰保管のメリットは、放射性廃棄物として扱う必要がないレベルに減衰するまで適切な管理をすることにより、放射性廃棄物の総量を減少させられることである。減衰保管を行う場合には、「一定のレベル」以下という放射能濃度の線引きの考え方を検討した上で、放射能濃度と保管する期間との関係を整理し、屋外保管を含む適切な保管管理方法を検討する必要がある。

2. ALPS スラリーの固化処理

<処理方針の明確化>

多核種除去設備（ALPS）の汚染水処理工程から生じるスラリー（以下「HIC スラリー」という。）の処理にあたっては、固型化までのプロセスを明確にする必要がある。

<脱水>

固型化に向けたプロセスの一部として必要なのであれば脱水することを妨げるものではないが、その技術的成立性、粉塵等の安全対策、その後の保管管理等を十分に勘案した上で、固型化に向けたプロセスの一部としてその必要性を明確にする必要がある。規制庁としては引き続き監視・評価していく。

<固化方法の選択>

国内における多くの経験を有するセメント固化を第一候補として選定してよいのではないかと。セメント固化を第一候補とした場合、次の技術的課題の解決に注力してはどうか。

- ・水・セメント・廃棄物の比を一定に保つための技術開発
- ・実物大容器（例えば 200L ドラム缶）を用いた場合に生じる「急結」対策
- ・容器の健全性（鉄製容器の酸化腐食防止の観点）

なお、高温処理の方法については、設備が大型で高温の溶融物を扱うこと、Cs の揮発が生じオフガス系の設備が必要となること等から、規制要求への適合性に対するハードルが低温処理に比べて高い場合がありうることに留意が必要である。高温処理やセメント固化以外の低温処理は、HIC スラリー以外の水処理二次廃棄物の処理に向けた技術開発と位置づけ、優先順位を明確化（差別化）してはどうか。

<基準適合性>

固化化に当たっては、将来の廃棄体に対する規制基準に適合しない場合の手戻りを懸念する声がある。現時点において将来の規制基準を示すことは困難であるが、現行の規制基準を参考にしつつ、次のような考え方で進めることができるのと考ええる。

- ・（化学的特性）HIC スラリーに、一般的な埋設施設的环境において施設に影響を与える化学物質が含まれていないことを確認する。
- ・（物理的特性）仮に 200L ドラム缶に固型化した場合、埋設施設の設計次第ではドラム缶だけでは荷重に耐えられないことも考えられる。そのような場合には、複数のドラム缶を束ねて角形のコンクリート容器に（再）封入するといった追加対策も可能である。海外では実績があることから、物理的特性が問題になることは考えにくい。
- ・（閉じ込め性）セメント固化体については、これまで国内において閉じ込め性（溶出率）にクレジットを取ったことはない。仮にスラリーのセメント固化体に閉じ込めのクレジットを取るのであれば、固型化作業と同時並行で試験を行うことは可能ではないか。
- ・（放射能濃度）放射能濃度は原廃棄物の段階でできるだけ多くの分析を行うことが重要である。そのため、HIC スラリーの放射能濃度の分析を分析計画の優先順位上位に位置づけるべきである。

(参考 1) IAEA 国際基準における減衰保管 (decay storage) に関する記載

IAEA GSR Part 5 Predisposal Management of Radioactive Waste

Requirement 11: Storage of radioactive waste

Waste shall be stored in such a manner that it can be inspected, monitored, retrieved and preserved in a condition suitable for its subsequent management. Due account shall be taken of the expected period of storage, and, to the extent possible, passive safety features shall be applied. For long term storage in particular, measures shall be taken to prevent degradation of the waste containment.

4.19. Within the context of radioactive waste management, storage refers to the temporary placement of radioactive waste in a facility where appropriate isolation and monitoring are provided. Storage has to take place between and within the basic steps in the predisposal management of radioactive waste. Storage is used to facilitate the subsequent step in radioactive waste management; to act as a buffer between and within waste management steps; to allow time for the decay of radionuclides prior to clearance or authorized discharge; or to hold waste generated in emergency situations pending decisions on its future management.

IAEA WS-G-6.1 Storage of Radioactive Waste

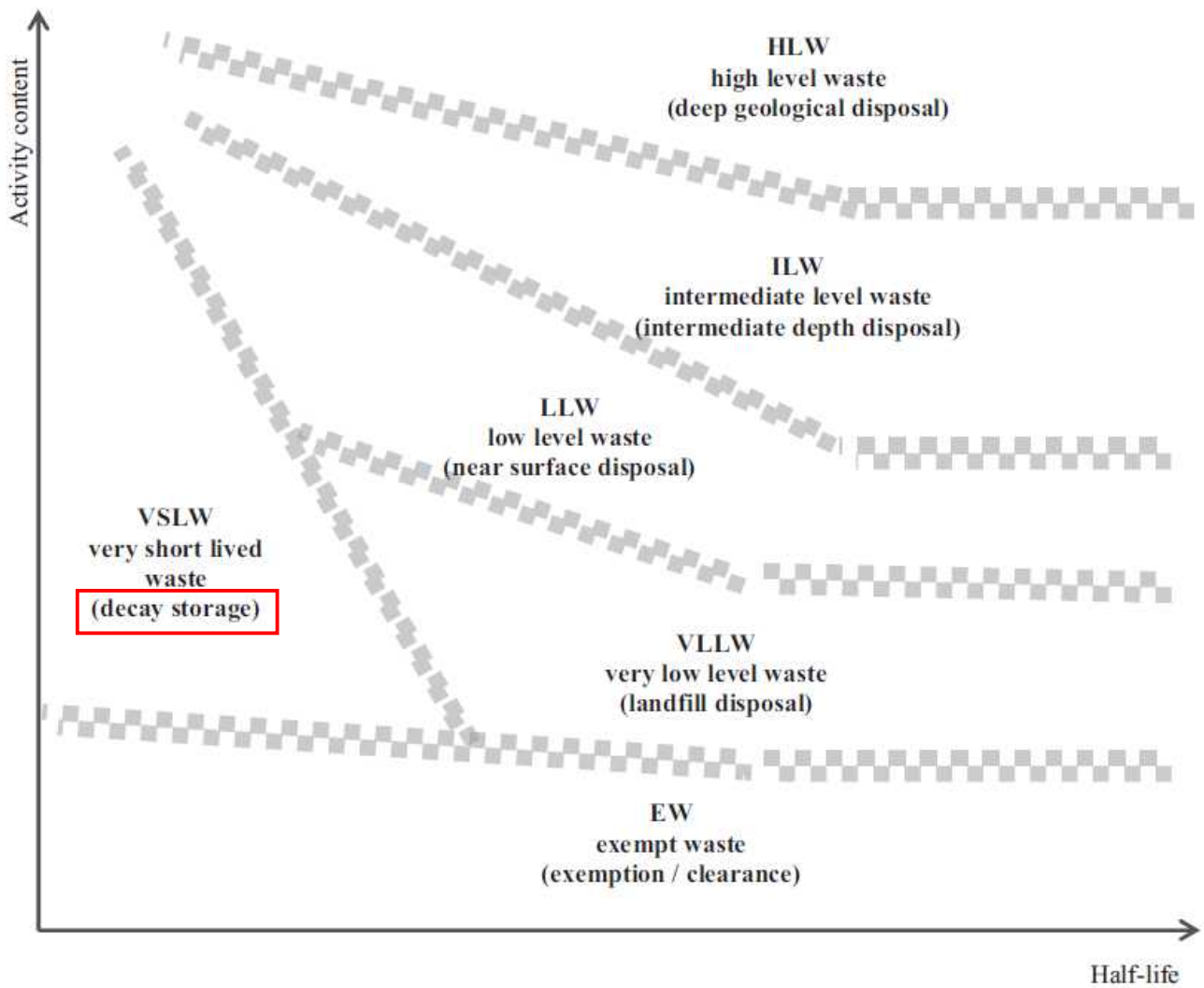
DECAY STORAGE

5.10. Storage for decay is particularly important for the clearance of radioactive waste containing short lived radioisotopes. Clearance is the removal of radioactive material from regulatory control provided that the radionuclide concentrations are below radionuclide specific clearance levels. Practical experience shows that storage for decay is suitable for waste contaminated by radionuclides with a half-life of less than about 100 d. (略)

5.11. The decay storage period should be long enough to reduce the initial activity to levels lower than the clearance levels. Generic clearance levels and guidance for the derivation of clearance levels are provided in Refs [25, 26].

5.12. There should be rigorous control measures for the storage of radioactive waste for decay and its subsequent removal from regulatory control. The activity concentration of the waste should be carefully determined and such waste designated for decay should be segregated from other waste, from the point of generation up to the end of the decay storage period and its final disposal. Representative measurements should be carried out

on samples taken and analysed prior to the removal of each batch from control. In taking samples, workers should be protected against both radiological and nonradiological hazards.



放射性廃棄物の区分 (IAEA GSG-1 Fig.1 より抜粋, 追記)