

## バックエンド部会セッション

## 地層処分セーフティケース —進捗状況—

Safety case for geological disposal of radioactive waste -Current status-

## (4) 閉鎖前の安全性の評価

## (4) Pre-closure safety of geological disposal system

\*鈴木覚, 山品和久, 窪田茂

原子力発電環境整備機構 (NUMO)

## 1. はじめに

閉鎖前の安全性の評価はセーフティケースの内容として近年特に重要視されているものである。現段階では地層処分施設に対する基準は策定されていないことから、NUMO セーフティケースでは、既存の原子力関連施設の安全規制などを参考に、輸送・操業工程における周辺公衆および作業従事者に対する放射線安全について安全性を評価する考え方と方法を準備するとともに、現段階で設計される処分場の仕様に対して閉鎖前の安全性を評価し、その見通しを確認しておく。なお、「(3) 処分場の設計と工学技術」で示す処分場の設計は、本報告で述べる閉鎖前の安全性に対する評価の結果を踏まえて、十分な安全対策を考慮して処分場の仕様と施工・操業方法を準備するものである。ここでは、処分場の設計で想定した計画された運転状態（以下、平常状態という）、およびそのような運転状態から逸脱した状態（以下、異常状態という）について、特に公衆および作業従事者に対する放射線の影響について評価結果を示すことで、上述の処分場の設計の安全性について論じる。

## 2. 平常状態の評価

「(3) 処分場の設計と工学技術」において、操業時における作業従事者等が受ける実効線量が法令により定められた線量限度を超えないよう、廃棄体受入・検査・封入施設の遮蔽壁をコンクリート厚 1,000~1,200 mm として設計している。処分場周辺の公衆に対しては、遮蔽壁に加え、施設からの隔離距離を十分に確保することによって放射線影響を可能な限り低減する。平常状態の評価では、施設からの距離を変えて放射線影響を評価することで、必要な隔離距離が確保できるかについて検討した結果、施設から 200m 程度の隔離で公衆の放射線被ばくの線量目標である  $50\mu\text{Sv/y}$  を下回ることを確認した。このような結果を考慮して、実際にサイトが特定されれば十分な隔離距離が確保できるように施設の配置を検討することや、遮蔽壁の厚さをより適した厚さに設定することで、周辺公衆の放射線防護が可能との見通しを得た。

## 3. 異常状態の評価

処分場の操業における異常状態は、自然事象や人為事象などの外的な要因を起点として発生すると考えられるが、大きく分類すると火災、爆発、浸水・水没、電源喪失、設備・機械の故障・破損・人為的過失、建屋・坑道の損傷にまとめられる。これらが処分場の安全機能である閉じ込めの機能にどのような影響を与えるかについて評価するため、施設の操業手順と設計に基づいて、イベントツリー分析を実施し（図1に一例を示す）、それぞれのイベントの変遷を一つの評価シナリオとして特定した。その結果、放射線安全に関する評価シナリオとして 54 種類を特定することができた。これらのシナリオを詳細にみると、放射性物質の閉じ込めの機能に影響する最終的な廃棄体の異常状態としては、地上施設においてオーバーパックを取り扱い中に落下するケースに代表される廃棄体に衝撃力が作用するシナリオ、あるいは搬送車両からの火災に代表される廃棄体に熱影響を与えるシナリオのいずれかに集約された。

## 2017年秋の大会

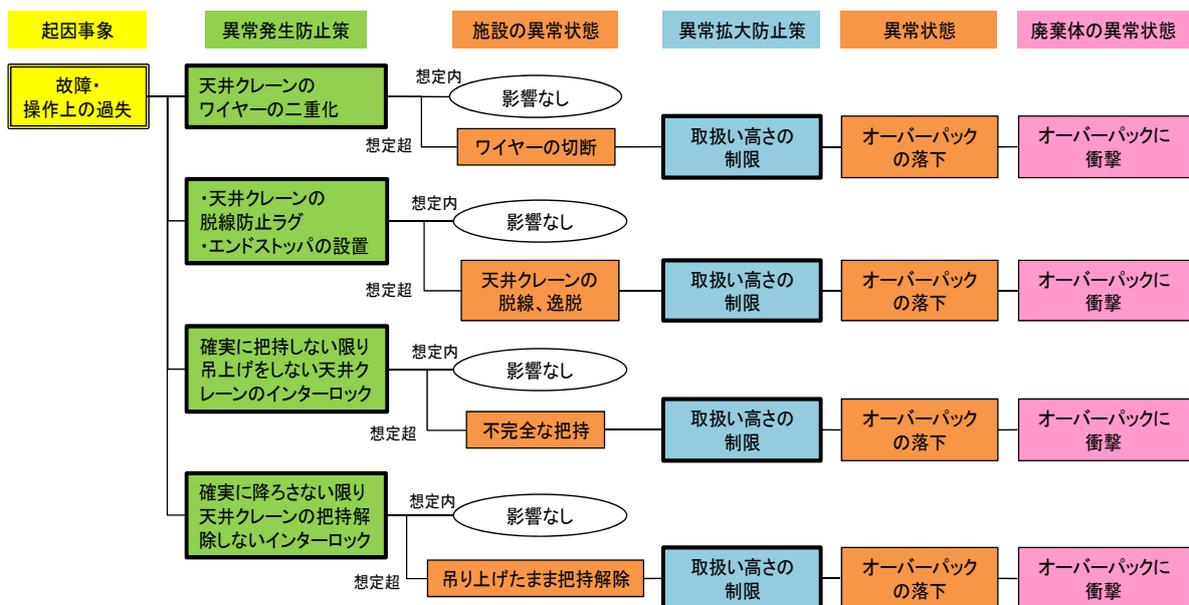
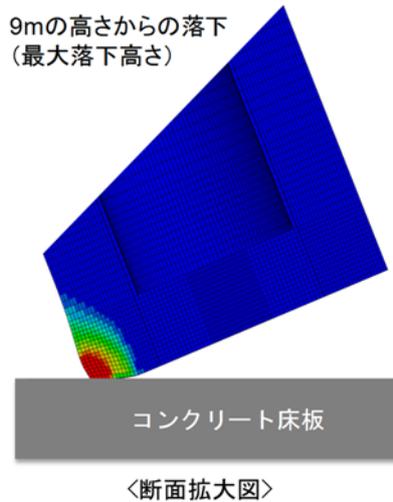


図 1 処分場の操業における異常状態のイベントツリー分析例

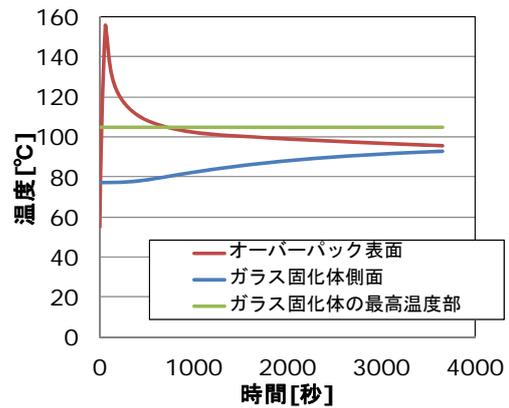
特定した評価シナリオのうち、落下高さが最大になるケースなど、廃棄体への影響が最も大きくなると想定されるシナリオを抽出し、落下時の変形解析や火災時の熱伝導解析を行うことで、廃棄体の閉じ込め機能に対する影響評価を実施した。「(3) 処分場の設計と工学技術」に示した地上施設の設計においては、ワイヤーの二重化、エンドストップの設置、クレーンのインターロック機能といった廃棄体の落下防止対策を施しているとともに、既存の廃棄物管理施設を参考に廃棄体が落下した際の衝撃力が過大とならないように、オーバーバックの吊り上げ高さを最大 9m に制限している。そこで、異常状態として、最大高さである 9 m の高さからコンクリート製の床にオーバーバックが落下したことを想定して発生する応力とひずみを評価した結果、オーバーバックが破損し、ガラス固化体が飛散するような事態には至らないことが確認でき、先の吊り上げ高さを制限することが安全確保上有効であることを示した (図 2 (a))。また、TRU 廃棄体パッケージについても、同様に落下高さを制限することにより内容物が飛散するような事態には至らないと評価された。

一方、火災については、車両からの軽油の漏えいに伴うプール火災について評価し (図 2 (b))、ガラス固化体、TRU 廃棄物ともに廃棄体に対する熱影響は小さいという結果になった。ただし、軽油以外の燃焼物も考えられることから、今後、より現実的な火災継続時間の見積もり方法などの検討を実施する必要がある。



(a) 落下衝撃力作用時の相当塑性歪の分布

- 搬送車両の軽油200Lが漏れ出し、すべて燃焼したことを想定。
- 火炎温度:1000°C, 火災継続時間:1分



(b) 搬送車両火災時のオーバーパック等の熱履歴

図 2 異常状態におけるオーバーパックに対する影響の解析例

#### 4. まとめと包括的技術報告書公表後の技術開発の取り組み

検討の結果、異常発生防止策や異常拡大防止策などの基本的な安全対策を処分場の設計に考慮し、かつ吊り上げ高さ制限などの影響緩和策を考慮するといった多重の安全対策を施していることにより、何らかの要因により廃棄体の落下や火災などの異常状態が発生しても放射性物質の漏えいが生じる結果にはならないと考えられ、処分場の閉鎖前の安全性を確保できる見通しがあると言える。今後の技術開発の取り組みとしては、より詳細な設計や操作手順の検討に基づいた異常状態の評価シナリオの拡充と発生可能性の定量化、および火災継続時間の評価方法の開発が必要と考えられる。これらの評価結果を処分場の設計にもフィードバックして、さらなる処分場の安全性の向上を図る。

\*Satoru Suzuki, Kazuhisa Yamashina, and Shigeru Kubota, Nuclear Waste Management Organization of Japan