

地層処分施設における操業期間中の火災リスクの検討に関する全体概要

原子力発電環境整備機構 正会員 ○窪田 茂, 勝又 尚貴, 鈴木 寛

1. はじめに

地層処分施設における操業期間中の安全確保の対象は、放射線安全および労働安全である。このうち、労働安全に関しては、労働安全衛生法に従って処分場の建設・操業・閉鎖の過程において、安全対策と安全管理を適切に実施することや換気設備、排水設備および消防火設備の設計を適切に実施することで作業従事者の安全性を確保していく。一方、放射線安全の観点においては、処分場の設計に基づいて操業中に想定されるさまざまな施設の運転状態を網羅的に検討し、通常状態から逸脱した運転状態に陥らせる可能性のあるシナリオ（以下、異常状態シナリオという）を特定した上で、放射線による影響を評価する必要がある。特に、地上施設および地下施設内における火災については、そのリスクを特定し、発生防止策や拡大防止策等を施すことが必要である。また、万一火災が発生・延焼し、種々の対策が仮に機能しなかったことを想定し、廃棄体が受ける熱影響を評価したうえで、廃棄体の頑健性が維持できることを示すことは、操業期間中の安全確保の見通しを示すために重要である。ここでは、地層処分施設における操業期間中の異常状態シナリオのうち、特に火災リスクをどのように特定したかについて述べるとともに、それを踏まえて実施した廃棄体への火災影響評価について概括する。

2. 異常状態シナリオの特定

図-1 は、処分施設における異常状態の推移と安全対策の関係を示したものである。同図は、IAEAの深層防護の考え方[1]を参考に作成しており、これに基づいて事象の進展および安全対策の検討を行った。

まず、地震や津波などの自然事象や人為事象などの外的ハザードを抽出し、次に、これらの外的ハザードにより施設内での発生が想定される事象（火災、機器故障、電源喪失など）を特定した。

こういった施設が異常状態に陥ることを防ぐため、異常の発生防止策、異常の拡大防止策、影響緩和策の多重の安全策についても併せて検討を行い、施設で発生する可能性のある事象とその安全対策の関係をイベントツリー分析の手法により図式化し（以下、イベントツリー図という）、整理した。これらの安全対策を含めた事象の進展を異常状態シナリオとして特定し、各シナリオにおける廃棄体への影響について解析的評価を実施した[2][3]。

3. 火災リスクの特定

火災リスクの特定に際しては、地下施設および地上施設における作業工程ごとに行った。代表例として、TRU 等廃棄物（以下、TRU）の廃棄体パッケージ容器に封入した廃棄体を地上施設から地下施設へ搬送する車両の火災に関するイベントツリー図を図-2 に示す。地上施設から地下施設への搬送は、勾配 10%のアクセス斜坑を通じてディーゼル車両にて行うことを想定した。

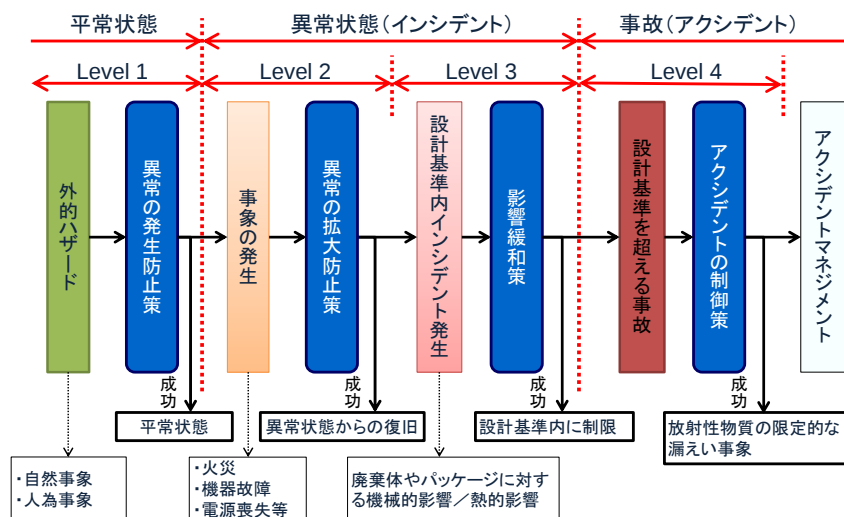


図-1 処分施設における異常状態の推移と安全対策の関係

キーワード 地層処分, 操業安全, 異常状態シナリオ, 火災リスク

連絡先 〒108-0014 東京都港区 4 丁目 1 番 23 号三田 NN ビル 12 階 原子力発電環境整備機構 TEL : 03-6371-4004

まず、施設設計において、火災の発生防止策を施すが、万一、火災が発生して対策が機能しなかった場合には、火災が廃棄体の搬送車両へ延焼する火災リスクが想定されることから、さらなる対策として、異常の拡大防止策および影響緩和策についても合わせて検討を行った。これらの多重の対策にも関わらず、事象が進展してしまう場合には、廃棄体が熱影響を受ける事象に至る。このように火災シナリオを特定する作業を行った。

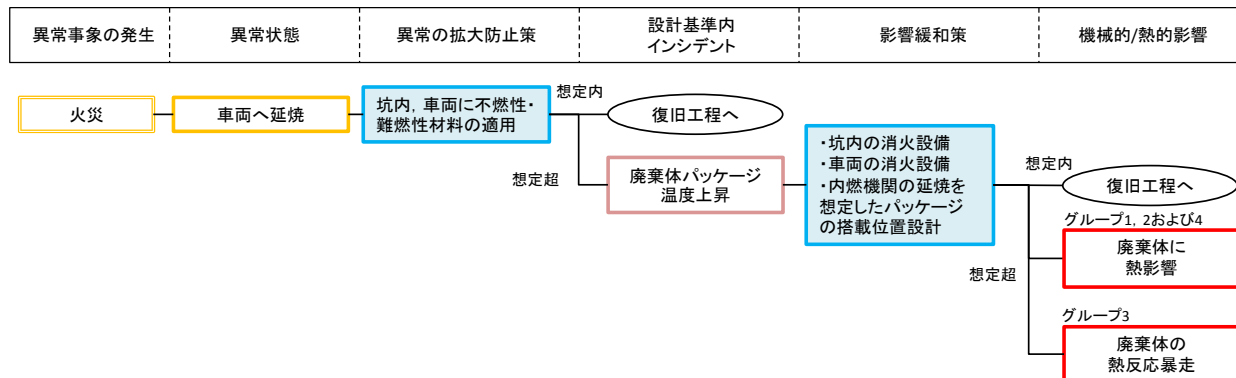


図-2 搬送車両の火災に関するイベントツリー

表-1 地下施設において評価の対象とした火災シナリオ

廃棄物の種類には、高レベル放射性廃棄物（以下、HLW）および TRU 等廃棄物の 2 種類があり、各処分工程において想定される火災シナリオを地下施設および地上施設に分類して策定した。地上施設においては取扱いクレーンなどの故障に伴う火災などを想定しているが、検討の結果、地下施設への搬送車両の火災シナリオが最も影響が大きくなると想定しており、表-1 には、地下施設において評価の対象とした火災シナリオを示す。

分類	内容	可燃物
プール火災	HLW 搬送車両のディーゼル火災	200ℓ ディーゼル
	TRU 定置装置のギヤオイル火災	110ℓ ギヤオイル
タイヤ火災	搬送車両 ^{※1} のタイヤ火災	タイヤ 7 本
バッテリー火災	搬送車両 ^{※1} のバッテリー火災	バッテリー液

※1：HLW 用と TRU 用で固定架台のみが異なる共通設計

も影響が大きくなると想定しており、表-1 には、地下施設において評価の対象とした火災シナリオを示す。

搬送車両に関する火災シナリオとしては、燃料となる軽油が漏洩して火災に至るシナリオや機器故障に伴う搬送車両の火災シナリオを想定している。前者については、プール火災として広く知られており、漏れ出した燃料の広がりや深さから火災継続時間を算出し、評価するものである。機構では、駆動源としてディーゼルエンジンの搬送車両を想定し、ディーゼル燃料が可燃物となるプール火災を想定したシナリオ評価を行っている[2]。後者については、搬送車両のブレーキ周りの故障などによりタイヤが燃焼するシナリオや、駆動源としてバッテリー車を想定したバッテリー液の火災シナリオの評価も実施している[3][4]。

4. おわりに

本検討の結果、地層処分施設における操業期間中の異常事象シナリオ、特に、火災リスクとして地下施設への搬送車両における火災シナリオを特定した。廃棄体の定置装置からの燃料漏洩による火災シナリオについては、ディーゼル燃料の漏洩による火災シナリオを火災リスクとして特定した。また、搬送車両の火災シナリオについては、タイヤの燃焼を考慮した火災シナリオを火災リスクとして特定した。

参考文献

1. Assessment of Defence in Depth for Nuclear Power Plants, Safety Reports Series No. 46, IAEA, 2005
2. 地層処分施設における操業期間中の火災シナリオ評価（プール火災）、土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要集、原子力発電環境整備機構、2018
3. 地層処分施設における操業期間中の火災シナリオ評価（タイヤ火災）、土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要集、原子力発電環境整備機構、2018
4. 地層処分施設における操業期間中の火災シナリオ評価（バッテリー火災）、土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要集、原子力発電環境整備機構、2018