

フィンランドのロヴィーサ VLJ 処分場における定期安全レビューの考察

戸田建設株式会社 正会員 ○関口 高志

1. はじめに

フィンランドのフォルツム・パワー・アンド・ヒート社が運営するロヴィーサ VLJ 処分場(図-1)は、1998年に操業許可を得て以来15年が経過し、2013年に定期安全レビューを実施した。本稿では、ロヴィーサ VLJ 処分場での定期安全レビューについての情報調査結果を報告し、考察を加えた。

2. 定期安全レビューの法的要件

15年ごとの定期安全レビューの実施は、州議会により与えられた処分場の操業許可で条件の一つとされ、現在は、放射性廃棄物の最終処分に係る最新の技術指針である STUK YVL D.5 (2013.11.15)に規定されている(注 処分場以外の原子力施設の定期安全レビューは10年ごと)。安全レビューに必要な文書は、STUK YVL A.1(2013.11.22)で表-1の文書が列挙されている。

3. 定期安全レビューの実施内容

3.1 長期安全性に関するセーフティ・ケース

長期安全性に関するセーフティ・ケースは、2006年の変更申請時に実施しており、今回の定期安全レビューでは、操業経験、学術的知見、分析ツールの開発に基づいて実施した(表-2)。

3.2 測定概要と測定内容の変更事項

3.2.1 岩盤・地下水の測定頻度の変更

トンネル内の岩盤力学関連の測定はほとんど自動計測で、1日3回データ取得している。その他、内空変位測定は、特殊な設備を使って手動で年4回、浸出水の量の測定は手動で毎月実施している。これらのうち、浸出水の量の測定について、処分場の操業開始時より80%減少していることから、測定頻度を毎月から年4回に減じる予定である。

3.2.2 ボアホールでの測定設備の更新

地表のボアホールでは、可搬式の計測器で塩水と淡水の地下水位を測定している。計測器は、必要に応じて保守、交換しているが、ボアホールの方は適切に機能しており、保守はしていない。地下のボアホール(5本)では、固定式のパッカーシステムを装備して、地下水圧と地下水化学を測定している。そのうち1本が8年目に故障し、パッカーシステムを交換している。

3.2.3 トンネル内での測定設備の更新

岩盤力学測定設備の一部が、塩水、粉塵などによって損傷した。測定設備が損傷した場合、廃棄体の定置により交換不可な場所、あるいは線量が高く近寄れない場所を除き、可能な場合は交換している。また規制当局からはトンネルの強化ボルトの状態調査の要請があり、テスト用にボルトを1本取り外し、その状態を評価した。現在、定期安全レビューの精査中であり、今後、測定設備の増加・変更を求められる可能性はある。

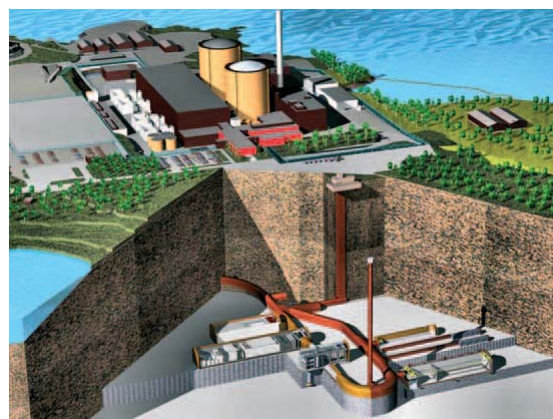
図-1 ロヴィーサ VLJ 処分場 (FPH 社) ¹⁾

表-1 定期安全レビューの文書

文書名 (STUK YVL A.1 より)
・原子力令36条に列挙されている各文書(最終安全解析報告書、確率論的解析書など) ・政令およびYVL指針の要件に適合していることを実証した記述 ・施設サイトの設計基準の再評価を記した文書 ・前の定期安全レビューの概要を記した文書 ・施設の経年化と経年化管理を説明した文書 ・設備の環境性能を説明した文書 ・改めて実施された安全解析の概要を記した文書 ・プラントの安全指標の概要を記した文書 ・認可取得者の安全文化を説明した文書 ・プラント手順の概要を記した文書 ・プラントの放射線防護体制の概要を記した文書 ・施設の廃棄物管理手順と廃止措置の概要を記した文書 ・プラントの操業経験と研究活動のフィードバックとプラント改善の概要を記した文書 ・原子力法20条に定められている要件を履行し、操業認可条件に適合していることの要件の概要を記した文書 ・定期安全レビューとプラントの安全性を改善するための行動計画の概要を記した文書

キーワード フィンランド、ロヴィーサ VLJ 処分場、定期安全レビュー、長期安全性、廃棄物の回収

連絡先 〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 環境ソリューション部 戸田建設株式会社 TEL03-3535-1613

表-2 長期安全性に関するセーフティ・ケース

項目	最新の知見	レビューの結果
コンクリートの長期耐久性	文献資料、実験データ（流水場での浸漬試験、オルキルオト VLJ 処分場での耐久性試験）	拡散モデルに基づき、長期耐久性を推定し、コンクリート構造物について、想定された耐久性に大きな変化がないことを確認
地下水流動	処分場拡大時に得た天然バリアの知見（新しい破砕帯モデル）	新しいモデルで再計算し、地下水流の変化が不確実性の範囲にとどまることを確認
母岩の収着性	文献資料（POSIVA, SKB で用いている収着パラメータ）	岩盤タイプと地下水化学の違いを考慮したうえで、母岩の収着性が概ね同じであることを確認、また劣化するコンクリートから放出されるコロイドの影響は低いと推定
放射能インベントリ	実際の放射能レベル	特に C-14, H-3 を重要視し、実際の放射能レベルが保守的な基準を満たしていることを確認
生物圏パラメータ	IAEA TRS No.472(2010)	パラメータ値は従来の値と異なるが、結果として得られる線量率に対する影響は全体的に大きくないことを確認
氷河作用と永久凍土層の影響	これらの現象の発生時期が現在から 5 万年後との推定	当処分場（低中レベル放射性廃棄物）では影響は軽微と推定
中レベル処分空洞のベントナイト	—	従来の考え方のママ（人工バリア材料として考慮しない）
井戸掘削の確率	—	従来の考え方のママ（近い井戸：0.1 と遠い井戸：1、家庭用：1 と農業用：0.1 の組み合わせ、例：近い井戸で家庭用：0.1×1=0.1）

3.3 モニタリングデータの評価の考え方（地下水流動）

地下水流動モデルの入力データの主な部分は、岩盤構造物の透過性と岩盤基質の透水性であり、これらのパラメータの値（基本設定値、変動設定値）は、モニタリングデータを用いた専門家の解釈に基づき決定している。その妥当性は、ボアホールの水頭値と浸出水の流量率の実測値との比較で確認し、基本設定値を安全評価での最適推定値とした。保守性の要件は、工学的判断により、地下水の流量率の結果の分布を、決定論的な地下水流動シミュレーションによる値の±30%であると仮定した。専門家の解釈が必要な理由は、適用したモデルのパラメータ値が直接測定可能ではないことと、たとえ直接測定することが可能であったとしても、処分場が開いた状態では長期安全性を分析すべき状態ではないことによる。

3.4 異常値が出た場合の対応策

安全評価では、被ばくを保守的に評価しており、基準線量の 0.1mSv/年を超えるリスクは大きくないと考えている。万が一、実測値に基づく再評価で基準線量を超えそうな場合には、まず、解析条件やパラメータ値の見直しを行い、正当化できる方法で評価値をある程度低減できるかを確認する。統計計算のアプローチでは、結果の確率分布が非常に広い場合、入力値の分布を見直すことによって確率分布を狭め、過剰に保守的な仮定をはぎ取っていく。この正当化の確認のため、新たな調査や研究が必要になることも考えられる。

異常値が出た場合には、廃棄物の回収やバリアの強化が対応策となりうる。ただし、中レベルの固化廃棄物をコンクリートピットに定置し、充填材を打設した後は回収が困難になる。バリアの強化については、利用可能なスペースが限定され困難な面もあるが、特別な収着材があれば必要に応じて利用することも考えられる。

3.5 技術の伝承

情報の記録作成と保管が情報の維持、保存の主たる手段であり、非明示的な暗黙知については、処分施設の操業に最も深く関与している職員からの個別の聞き取り調査を行い、それを文書化している。またすぐれた安全文化の維持と職員の長期的関与も知識の共有に寄与すると考えられる。

4. 考察とまとめ

フィンランドの処分場は、建設許可、操業許可、定期安全レビューと段階的な規制を受ける。操業許可時の安全評価が保守的に行われ、処分場の長期安全性の確保が確認されているという前提で、定期安全レビューで、より具体的な挙動を最新の知見で再確認するという考え方である。処分場の設計や管理方法の細部の変更にも柔軟であり、規制側と事業者が長期にわたって処分場の安全性を議論していくシステムになっていると言える。

わが国では、第二種廃棄物埋設規則によって、余裕深度処分で 20 年ごとの定期安全レビューが義務付けられていたが、原子力規制委員会による新規規制基準により、浅地中のピット処分・トレンチ処分を含めて 10 年ごとの定期安全レビューの実施が義務付けられたところである。本稿の事例紹介が参考になれば幸いである。

参考文献 1) POSIVA, Nuclear waste management of the Olkiluoto and Loviisa nuclear power plants, 2012.