

使用済燃料の浅地下ボルト貯蔵のフィージビリティ

背 景

わが国では使用済燃料の中間貯蔵施設の建設が急務である。中間貯蔵施設は、現在のところ輸送・貯蔵兼用金属キャスクの地上建屋での貯蔵のみが許認可されつつある。一方、海外で既に実施されているように簡易なキャニスタの大容量貯蔵(ボルト貯蔵^{*1})を実用化すれば、貯蔵コストの低減が期待される。また、その貯蔵を地下で行えば(浅地下ボルト貯蔵)、放射線遮へいの一部を地盤に期待できるとともに、斜面地形でも差し支えないので、発電所敷地内外でも容易に立地できるようになると期待される。

目 的

使用済燃料の浅地下ボルト貯蔵の技術的、経済的、および許認可に関するフィージビリティを明らかにする。

主な成果

1. 技術的・経済的な基本的フィージビリティ

浅地下ボルト貯蔵の概念(図 1)を構築し、貯蔵容量 2000 トンの貯蔵施設計画を設定して、基本的成立性について技術的および経済的に検討した。

- (1) 放射線遮へい性能と除熱性能：浅地下ボルト貯蔵に特徴的な放射線遮へい性能と除熱性能について確認した。放射線の透過は厚さ 1m の地盤で十分に遮断でき、通気路からの漏洩は屈曲構造等で十分に低減できた。除熱については、自然対流による除熱設計の成立性を明らかにした。
- (2) 経済性：経済性の検討のために、急斜面地形となだらかな地形条件を設定し、中間貯蔵施設を地上式とするケースと浅地下式とするケースのコスト比較を行った。その結果、急斜面地形でもなだらかな地形でも、地上式と浅地下方式はほぼ同等の経済性であった。(図 2)

2. 許認可に関するフィージビリティ

わが国でまだ指針化されていないキャニスタ貯蔵やその浅地下貯蔵の許認可を実現するために必要な検討課題のうち、キャニスタの応力腐食割れによる密封機能の喪失回避、ならびに地下空洞構造物の耐震性評価法を検討し、フィージビリティを明らかにした。

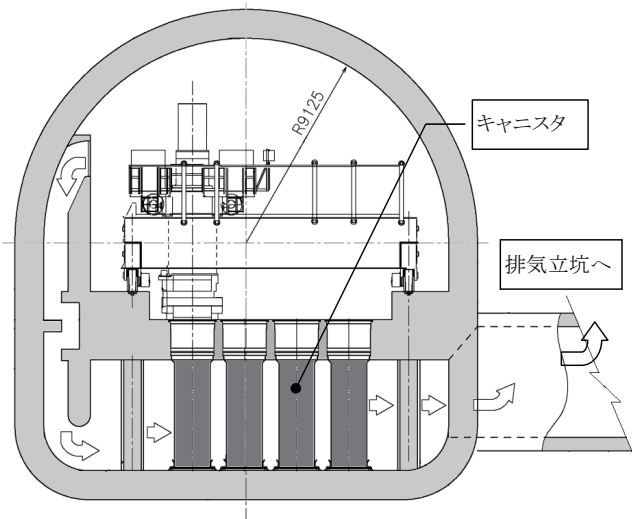
- (1) キャニスタの応力腐食割れ問題への対応オプション：キャニスタの付着塩分量が限界値以下では腐食が発生・進行しないことが解明されている。具体的なデータを採取して評価することにより許認可が実現されると見込まれる。または二重キャニスタにすれば腐食しないので密封機能が喪失しない。解析評価の結果、二重化しても伝熱フィンを取り付けることにより、一重キャニスタと同等の除熱性であり技術的に成立した。
- (2) 地下空洞構造物の耐震性評価法：日本で浅地下ボルト貯蔵を実施するためには、許認可に先立ち、キャニスタ貯蔵の安全審査指針と浅地下ボルト貯蔵の耐震設計技術指針が必要と考えられる。地下空洞の耐震性評価法を中心に検討した結果、新たに必要な浅地下ボルト貯蔵耐震設計技術指針の素案の例を既往指針類との整合性を保って構築することができた。

今後の展開

技術指針等の策定(表1)に向けて、キャニスタの応力腐食割れ予測評価法の確立、地下空洞構造物の耐震性評価法の確立のための検討を行なう。

主 担 当 者 地球工学研究所 バックエンド研究センター 上席研究員 新 孝一

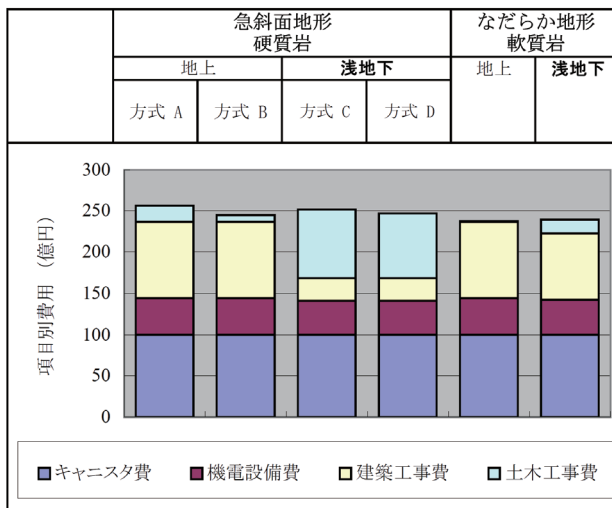
*1 :ボルト貯蔵:使用済燃料を収納したキャニスタを建屋や岩盤空洞内で貯蔵する方式。密封・遮へいの機能と輸送時の火災や落下などへの安全性を持つ輸送・貯蔵兼用の金属キャスクと異なり、キャニスタは密封の機能のみを持つ。他の機能は別途確保される。



輸送時には専用キャスクを用い、貯蔵時には密封機能のみを持つ安価なキャニスタで、遮へい性の高い地下空洞内に貯蔵する方式。立地地点の自由度が高まる。

なお、現在は高価な輸送・貯蔵兼用の金属キャスクを用いて、地上建屋に貯蔵する方式のみが許認可される。

図1 浅地下ボルト貯蔵の概念



硬質岩からなる急斜面地形にトンネル方式で建設する場合と、軟質岩からなるなだらかな地形に開削方式で建設する場合の費用を費目別に比較した。同じ地形条件の場合、地上式も浅地下方式もほぼ同等の費用となった。

図2 浅地下方式と地上式の費用比較(地形別)

表1 浅地下ボルト貯蔵の許認可に関連する指針類(黒字:既存、赤字:未策定)

キャスク・キャニスタ・機器に関するもの	地盤・土木構造物の耐震性に関するもの
金属キャスク安全審査指針 ¹⁾	耐震設計審査指針 ¹⁾
金属キャスク技術要件 ²⁾	原発耐震設計技術指針 ⁶⁾
金属キャスク設計・検査基準 ⁴⁾	キャスク建屋基礎技術指針 ⁶⁾
金属キャスク構造規格 ⁵⁾	地下空洞耐震設計技術指針等
キャニスタ安全審査指針・技術要件等	屋外重要土木構造物耐震指針 ⁷⁾
コンクリートキャスク技術要件 ³⁾	原子力地下立地(技術体系化) ⁷⁾
コンクリートキャスク設計検査基準 ⁴⁾	
コンクリートキャスク等構造規格 ⁵⁾	

1) 原子力安全委員会
2) 原子力安全・保安院
3) 総合資源エネルギー調査

4) 原子力学会
5) 機械学会
6) 日本電気協会
7) 土木学会