

低レベル放射性廃棄物余裕深度処分用処分容器 および輸送容器の構造健全性評価

背 景

原子力発電所の運転や解体撤去等に伴い発生する低レベル放射性廃棄物のうち放射能レベルの比較的高い廃棄物の処分に供する余裕深度処分埋設施設の建設が予定されている。これらの放射性廃棄物は金属製の容器に封入され(この状態を廃棄体という)、一般的であると考えられる地下利用に対し十分余裕を持った深度のトンネル施設内に埋設することが計画されており、処分用容器やこれらを輸送する輸送容器の構造健全性を示す必要がある。

目 的

余裕深度処分埋設施設に埋設される低レベル放射性廃棄物処分容器および輸送容器の構造健全性を有限要素法による構造解析により明らかにする。

主な成果

1. 処分容器の評価

発電所での廃棄体製作から廃棄体を埋設地に定置しピット内部の充てんが完了するまでに受ける可能性のある荷重に対し有限要素法汎用解析コード ABAQUS を用いた解析により構造健全性を評価した。解析結果によれば、いずれの荷重に対しても発生した応力は当該材料の降伏応力と比較して十分小さく容器が健全であることが確認された。また、発電所での9m高さからのコンクリート床板への落下を想定した解析を、当所で開発したひずみ速度依存性や3次元の破壊基準を考慮したコンクリートの構成式を適用した有限要素法衝撃解析コード LSDYNA を用いて行った。容器の衝突部で破断が生じる可能性があるがその範囲は衝突部近傍に限られており収納物が大量に飛散することのないことが確認された。

2. 輸送容器の評価

輸送容器に航空機が衝突した場合の構造健全性評価を有限要素法衝撃解析コード LSDYNA を用いて行った。解析では航空機が衝突した際の荷重曲線を①水平に置かれた輸送容器の胴中央部、②縦置きされた輸送容器の蓋部に载荷し評価した。解析結果によれば輸送容器には塑性ひずみを伴う大きな変形が生じるが、輸送容器内部に取り付けられている支持ガイドおよび蓋下面は収納されている廃棄体に接触せず破断が生じることなく、また、輸送容器に発生した塑性ひずみも材料の破断ひずみに比較して十分小さく、廃棄体および輸送容器の健全性は保持されることが確認された。

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 伊藤 千浩

関連報告書 「有限要素法による余裕深度処分用処分容器の構造健全性評価」 電力中央研究所報告：N08071 (2009年)

「有限要素法による航空機の衝突に対する余裕深度処分廃棄体輸送容器の構造健全性評価」
電力中央研究所報告：N08072 (2009年)

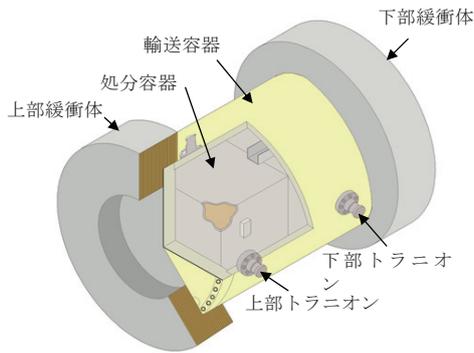


図1 輸送容器の概要

全長:
約4800mm
外径:
約3500mm
重量:
約130トン
廃棄体を2体収納

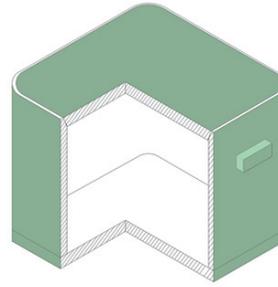
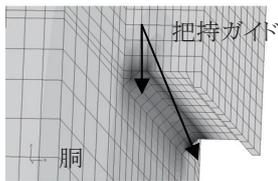


図2 処分容器の概要

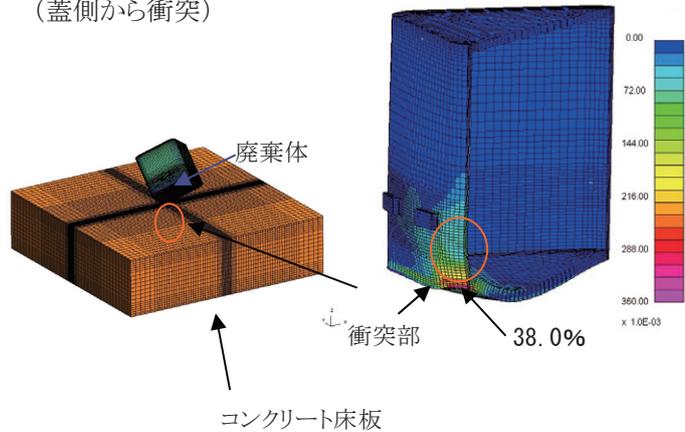
材 料:
JIS G 3106:2008
「溶接構造用圧延鋼材」
SM400 相当品
寸法: □1600mm、
板厚: 50mm
重量: 最大約 28トン

吊り上げ時



落下時

落下高さ: 9.0m
落下姿勢: 倒立姿勢
(蓋側から衝突)



埋め戻し時

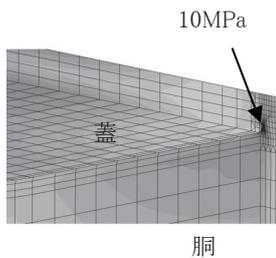


図3 処分容器の評価－発生応力－
発生応力は降伏応力(215MPa)以下

図4 処分容器の評価－塑性発生ひずみ－

破断が発生する部位(赤色部)は衝突部付近に
限定され、収納物の多量の放出はないものと判断

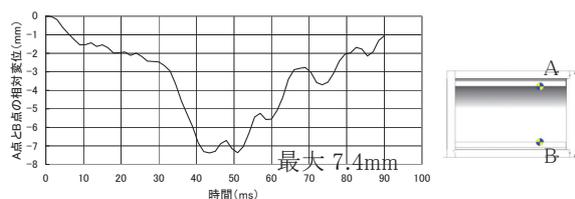
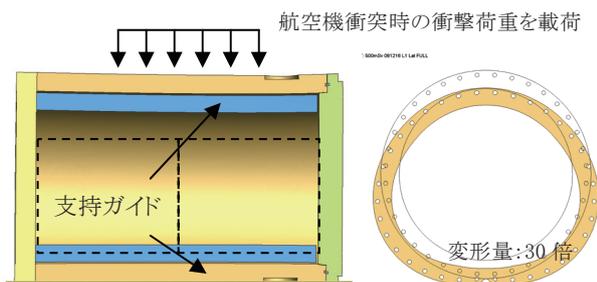


図5 輸送容器の評価－変形状態－
変形は支持ガイドと廃棄体のクリアランス
20mm 以下で接触することはない

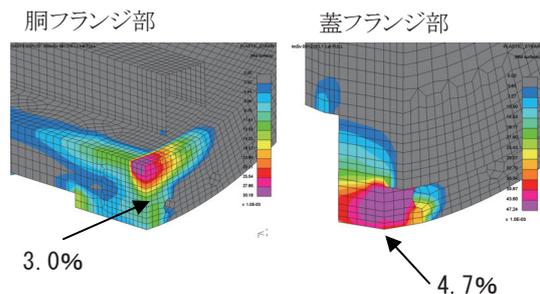
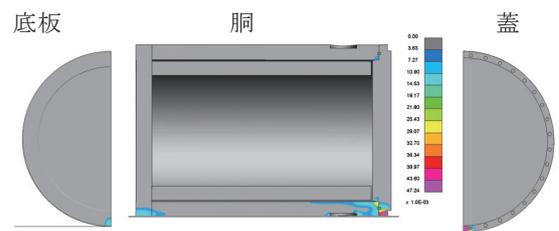


図6 輸送容器の評価－塑性ひずみ－
発生したひずみは破断ひずみ(21%) 以下

1. 軽水炉発電

2. バックエンド

3. 放射線安全・
低線量放射線影響

4. 金属燃料・乾式
リサイクル技術

5. 新型
炉

6. 施設保全(耐震)
立地