

発電用原子炉施設に係る特定機器の設計の
型式証明申請
設置許可基準規則への適合性について
(第十六条関連 長期健全性)
2023.11.08付けの判断事項・指示事項への回答

GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH

2024年1月16日

2023.11.08 判断事項・指示事項1/2

(判断事項・指示事項)

1. 設置許可基準規則第十六条(除熱機能)の基準適合性に係る事項

(3)燃料被覆管の周方向応力 「補足説明資料「長期健全性に関する説明資料(1024-TR-00011)」で回答

概要資料 1-3P10、P17 補足説明資料 P8、P16

概要資料及び補足説明資料の燃料被覆管の制限温度の設定理由では、「被覆管の周方向応力が 100MPa を超えないこと」としている。参考文献からどのように周方向応力が100MPa を下回る結論に至ったのか詳細に説明すること。(具体的には、炉内における燃料寿命末期における被覆管内圧に基づき、設計貯蔵期間中の被覆管最高温度を用いた被覆管の周方向応力が 100MPa を下回ることを示すこと。

2. 設置許可基準規則第十六条(長期健全性)の基準適合性に係る事項

(1) 遮蔽解析における中性子遮蔽材の質量減損の考慮

概要資料 1-3P29、P17 補足説明資料 1-2P34 申請書 P1-59

中性子遮蔽材の経年変化に関して、放射線の照射による影響は 60 年の設計貯蔵期間中における水素の喪失は約 、熱の影響については設計期間中に最高使用可能温度である 135°C 及び 130°C を超えないため、熱の影響は考慮する必要はないとしている。

先行例のキャスク設計では、設計貯蔵期間中の温度を保守的に評価し、中性子遮蔽材の質量減損率を定めて遮蔽解析に反映している。本設計においても熱の影響による水素の喪失が生じ中性子遮蔽能力の低下がないことが無視出来ないのであれば、遮蔽解析においても質量減損率を保守的に設定した上で、遮蔽の安全機能に影響がないことを説明すること。

(2) 中性子遮蔽材(ポリエチレン)に対する経年変化に対する評価

概要資料 1-3P29 補足説明資料 1-2P15 申請書 P1-59

補足説明資料 P15 の中性子遮蔽材(ポリエチレン)の経年変化に関わるデータをみると、ポリエチレンの相転移は約 130°C (約 135°C) で始まるとしているが、根拠を文献や実験データ等を用いて説明すること。

1.(3)燃料被覆管の周方向応力

概要資料及び補足説明資料の燃料被覆管の制限温度の設定理由では、「被覆管の周方向応力が100MPaを超えないこと」としている。参考文献からどのように周方向応力が100MPaを下回る結論に至ったのか詳細に説明すること。(具体的には、炉内における燃料寿命末期における被覆管内圧に基づき、設計貯蔵期間中の被覆管最高温度を用いた被覆管の周方向応力が100MPaを下回ることを示すこと。)

炉内における燃料寿命末期における被覆管内圧 に基づき、15x15-燃料及び17x17-燃料のそれぞれA型及びB型の燃料棒について、周方向応力の計算結果を、下表に示す。

A型	最小被覆管肉厚 t [mm]	燃料棒平均直径 d [mm]	乾式貯蔵中の 最高ガス温度 [K]	乾式貯蔵中の 燃料棒内圧 [MPa]	原子炉内燃料 棒内圧 [MPa]	乾式貯蔵中の燃料棒 許容周方向応力 [MPa]	乾式貯蔵中の 燃料棒周方向 応力 [MPa]
15x15	<input type="text"/>						
17x17							
B型	最小被覆管肉厚 t [mm]	燃料棒平均直径 d [mm]	乾式貯蔵中の 最高ガス温度 [K]	乾式貯蔵中の 燃料棒内圧 [MPa]	原子炉内燃料 棒内圧 [MPa]	乾式貯蔵中の燃料棒 許容周方向応力 [MPa]	乾式貯蔵中の 燃料棒周方向 応力 [MPa]
15x15	<input type="text"/>						
17x17							

15x15-燃料及び17x17-燃料のそれぞれA型及びB型の燃料棒について、周方向応力は、 の間であり、許容値の100 MPa 以下である。

2.(1) 遮蔽解析における中性子遮蔽材の質量減損の考慮

中性子遮蔽材の経年変化に関して、放射線の照射による影響は60年の設計貯蔵期間中における水素の喪失は約 、熱の影響については設計期間中に最高使用可能温度である135℃及び130℃を超えないため、熱の影響は考慮する必要はないとしている。先行例のキャスク設計では、設計貯蔵期間中の温度を保守的に評価し、中性子遮蔽材の質量減損率を定めて遮蔽解析に反映している。本設計においても熱の影響による水素の喪失が生じ中性子遮蔽能力の低下がないことが無視出来ないのであれば、遮蔽解析においても質量減損率を保守的に設定した上で、遮蔽の安全機能に影響がないことを説明すること。

熱及び放射線の影響を評価するため、

材質	構成部品	密度 [g/cm ³]	質量 [kg]	水素放出率 [g]/(MGy·kg PE)	最大 エネルギー線量/60 年 [Gy]	Hの放出量 [g]
ポリエチレン <input type="text"/>	遮蔽材棒状- 外側列	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	遮蔽材棒状- 内側列					
ポリエチレン <input type="text"/>	下端の遮蔽材 円盤状					
	蓋間の遮蔽材 円盤状					

2.(2)中性子遮蔽材(ポリエチレン)に対する経年変化に対する評価

補足説明資料P15 の中性子遮蔽材(ポリエチレン)の経年変化に関わるデータをみると、ポリエチレンの相転移は約130°C(約135°C)で始まるとしているが、根拠を文献や実験データ等を用いて説明すること。

ポリエチレン

の相転移はそれぞれ約130°C及び約135°Cで始まる。