

Doc No. FRO-TA-0084/REV.0

令和3年6月24日

原子力規制委員会 殿

茨城県日立市幸町三丁目1番1号

日立GEニュークリア・エナジー株式会社

取締役社長 佐藤 深一

使用済燃料貯蔵施設に係る型式設計特定容器等の型式指定申請書

本文及び添付書類の一部補正について

令和元年5月8日付け Doc No. FRO-TA-0024/REV.0 をもって申請しました使用済燃料貯蔵施設に係る型式設計特定容器等の型式指定申請書の本文及び添付書類を下記のとおり一部補正いたします。

記

使用済燃料貯蔵施設に係る型式設計特定容器等の型式指定申請書の本文及び添付書類を別添1及び別添2のとおり補正する。

以上

別添 1

本文の一部補正

本文を以下のとおり補正する。

頁	行	補 正 前	補 正 後
1～ 53	上 1～ 下 1	(記載変更)	別紙 1 の記載に変更する。

使用済燃料貯蔵施設に係る型式設計特定容器等の型式指定申請書

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第 43 条の 26 の 3 の規定に基づき、下記のとおり使用済燃料貯蔵施設に係る型式設計特定容器等の型式についての指定の申請をいたします。

記

1. 氏名又は名称及び住所並びに代表者の氏名

氏名又は名称	日立GEニュークリア・エナジー株式会社
住 所	茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号
代表者の氏名	取締役社長 佐藤 深一郎

2. 主たる製造工場の名称及び所在地

名 称	日立GEニュークリア・エナジー株式会社 日立事業所 臨海工場
所 在 地	茨城県日立市大みか町五丁目 2 番 2 号

3. 型式設計特定容器等の種類

金属製の乾式キャスク

4. 型式設計特定容器等の名称及び型式

HDP-69B(B)型

5. 型式設計特定容器等の型式証明の番号

M-D P C 19001

6. 型式設計特定容器等の設計及び製作の方法の概要

6.1 基本設計方針

HDP-69B(B)型は、軽水減速、軽水冷却、沸騰水型原子炉（以下「BWR」という。）で発生した使用済燃料を貯蔵する機能を有するとともに、使用済燃料の事業所外運搬に使用する輸送容器の機能を併せ持つ金属製の乾式キャスク（以下「金属キャスク」という。）とする。HDP-69B(B)型は、使用済燃料が臨界に達することを防止する機能（以下「臨界防止機能」という。）、金属キャスクに収納された使用済燃料からの放射線を遮蔽する機能（以下「遮蔽機能」という。）、金属キャスクに収納された使用済燃料を閉じ込める機能（以下「閉じ込め機能」という。）、及び金属キャスクに収納された使用済燃料の崩壊熱を除去する機能（以下「除熱機能」という。）といった安全性を確保するために必要な機能（以下「基本的安全機能」という。）を有する構造とする。

また、HDP-69B(B)型は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（昭和32年6月10日 法律第166号）（以下「原子炉等規制法」という。）及び「使用済燃料貯蔵施設の技術基準に関する規則」（令和2年3月17日 原子力規制委員会規則第8号）（以下「技術基準規則」という。）等の関連法規の要求を満足するとともに、原則として、現行国内法規に基づく以下の規格及び基準等によって設計する。

- ・ 日本産業規格（JIS）
- ・ 日本機械学会規格（JSME）
- ・ 日本原子力学会標準（AESJ）等

6.1.1 臨界防止機能に関する設計方針

HDP-69B(B)型は、使用済燃料を所定の幾何学的配置に維持するためのバスケット格子構造、及びバスケットプレートに添加された中性子吸収材により臨界に達することを防止する設計とする。

また、HDP-69B(B)型の使用済燃料貯蔵施設への搬入から搬出までの乾燥状態、及びHDP-69B(B)型に使用済燃料を収納する際の冠水状態において、技術的に想定されるいかなる場合でも、中性子実効増倍率を0.95以下となるように設計する。

バスケットプレートは、設計貯蔵期間（60年。以下「設計貯蔵期間」という。）を通じて使用済燃料を所定の幾何学的配置に維持するために必要な構造健全性を保つ設計とする。

6.1.2 地震による損傷の防止に関する設計方針

HDP-69B(B)型は、当該型式設計特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲としている金属キャスクの貯蔵姿勢及び固定方式において、設計条件として設定する地震力（水平方向1.40 G、鉛直方向0.87 G）に対して、金属キャスクの構成部材を剛構造とし、発生する応力を弾性状態に留めることで、基本的安全機能が損なわれるお

それがない設計とする。

6.1.3 閉じ込め機能に関する設計方針

HDP-69B(B)型は、使用済燃料等を限定された区域に閉じ込めるため、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を収納する空間を負圧に維持する設計とする。HDP-69B(B)型は、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を収納する空間を負圧に維持するための性能を有する、金属ガスケットをシール材とした一次蓋と二次蓋による二重の閉じ込め構造とし、一次蓋と二次蓋の間（以下「蓋間」という。）を正圧に維持することにより、使用済燃料を収納する空間を金属キャスク外部から隔離する設計とする。さらに、蓋間の圧力を測定することにより、閉じ込め機能について監視ができる設計とする。

なお、一次蓋の閉じ込め機能に異常が発生したと判断される場合には、三次蓋を取り付け、三次蓋の気密漏えい検査等運搬に必要な措置を講じ、搬出できるように設計する。

6.1.4 火災及び爆発の防止に関する設計方針

HDP-69B(B)型は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用することで火災及び爆発を防止する設計とする。

また、HDP-69B(B)型は、事業所外運搬に使用する輸送容器の機能を持つ金属キャスクとするため、「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則」（昭和53年12月28日 総理府令第57号）（以下「外運搬規則」という。）の特別の試験条件として規定される耐火試験の条件においても、技術上の基準を満足する設計とする。

6.1.5 材料及び構造等

HDP-69B(B)型の材料及び構造は、「使用済燃料貯蔵施設の技術基準に関する規則の解釈」（令和2年2月5日制定 原規規発第2002054号-3）（以下「技術基準規則解釈」という。）、（社）日本機械学会「使用済燃料貯蔵施設規格 金属キャスク構造規格 JSME S FA1-2007」（以下「金属キャスク構造規格」という。）及び（社）日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2005（2007年追補版含む。）」（以下「設計・建設規格」という。）に基づき設計する。

6.1.5.1 材料について

(1) 機械的強度及び化学的成分

- (a) 容器等は、その使用される圧力、温度、水質、放射線、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分（使用中の応力その他の使用条件に対する適切な耐食性を含む。）を有する材料を使用する。

(2) 破壊じん性

- (a) 密封容器に使用する材料にあつては、当該密封容器が使用される圧力、温度、放射線、荷重その他の使用条件に対して適切な破壊じん性を有することを機械試験その他の評価方法により確認する。

(3) 非破壊試験

- (a) 容器等に使用する材料は、有害な欠陥がないことを非破壊試験により確認する。

6.1.5.2 構造及び強度について

(1) 延性破断の防止

- (a) 容器等は、取扱い時及び貯蔵時において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。
- (b) 密封容器は、破断延性限界に十分な余裕を有し、金属キャスクに要求される機能に影響を及ぼさない設計とする。また、閉じ込め機能を担保する密封シール部については、変形を弾性域に抑える設計とする。
- (c) 密封容器は、試験状態において、全体的な塑性変形が生じない設計とする。また、密封シール部については、変形を弾性域に抑える設計とする。

(2) 疲労破壊の防止

- (a) 密封容器は、取扱い時及び貯蔵時において、疲労破壊が生じない設計とする。

(3) 座屈による破壊の防止

- (a) 容器等は、取扱い時及び貯蔵時において、座屈が生じない設計とする。

6.1.5.3 密封容器の主要な耐圧部の溶接部について

密封容器の主要な耐圧部の溶接部は、次のとおりとし、各種検査により、適用基準及び適用規格に適合していることを確認する。

- ・不連続で特異な形状でない設計とする。
- ・溶接による割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを、非破壊試験により確認する。
- ・適切な強度を有する設計とする。
- ・機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法及び溶接設備並びに適切な技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものにより溶接する。

6.1.5.4 耐圧試験について

密封容器は、適切な耐圧検査を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないことを確認する。

6.1.6 除熱機能に関する設計方針

HDP-69B(B)型は、使用済燃料の健全性及び金属キャスクの基本的安全機能を有する構

成部材の健全性を維持するために、使用済燃料の崩壊熱を除去する設計とする。

燃料被覆管の温度は、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料の健全性を維持する観点から、燃料被覆管の累積クリープ量が1 %を超えない温度、照射硬化回復現象により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向による燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度以下とするため、貯蔵する使用済燃料の種類ごとに以下のように温度制限を設ける。

- ・新型 8×8 燃料：200 °C
- ・新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料：300 °C

また、HDP-69B(B)型の主要な構成部材の温度は、基本的安全機能を維持する観点から以下のように制限を設ける。

- ・胴、外筒、蓋部、トラニオン：350 °C
- ・中性子遮蔽材：150 °C
- ・金属ガスケット：130 °C
- ・バスケットプレート：300 °C

6.1.7 遮蔽機能に関する設計方針

HDP-69B(B)型は、使用済燃料からの放射線をガンマ線遮蔽材（胴、外筒及び蓋部）及び中性子遮蔽材により遮蔽する設計とする。また、HDP-69B(B)型は、事業所外運搬に使用する輸送容器の機能を持つ金属キャスクとするため、外運搬規則に示されている以下の要求事項を満足する設計とする。

- ・表面における最大線量当量率が 2 mSv/h を超えないこと。
- ・表面から 1 m 離れた位置における最大線量当量率が 100 μ Sv/h を超えないこと。

さらに、設計貯蔵期間中におけるHDP-69B(B)型の中性子遮蔽材の遮蔽機能の低下を考慮しても、これらの要求事項を満足するように設計する。

6.1.8 その他の設計方針

HDP-69B(B)型は、使用済燃料貯蔵施設への搬入、貯蔵及び搬出に係る金属キャスクの移動の際に想定される金属キャスクの転倒事象、落下事象、及び金属キャスクへの重量物の落下事象に対して、基本的安全機能を維持できる設計とする。

6.2 設計仕様

HDP-69B(B)型の設計仕様は、以下のとおりとする。また、HDP-69B(B)型の構造図を図1に示す。

型 式		—	HDP-69B(B)型		
容 量		体	69*4		
最大崩壊熱量		kW	13.8*5		
最高使用圧力		MPa	1.0		
最高使用温度	金属キャスク本体	°C	150		
	バスケット	°C	260		
主要寸法 *1	全 長		mm	5320	
	外 径		mm	2482	
	洞	内 径	mm	1664	
		胴板厚さ	mm	246	
		底板厚さ	mm	195	
	外筒	外 径	mm	2482	
		厚 さ	mm	20	
	金属キャスク 本体	トラニオン	外 径	mm	260
			外 径	mm	200
			外 径	mm	140
	底部中性子遮 蔽材カバー	外 径	mm	□	
		厚 さ	mm	□	
	側部中性子遮蔽材厚さ		mm	143	
	底部中性子遮蔽材厚さ		mm	110	
	一次蓋	外 径	mm	1910	
		厚 さ	mm	85	
		蓋部中性子遮蔽材厚さ	mm	93	
	一次蓋ボルト	呼び径	—	□	
		本 数	本	□	
	二次蓋	外 径	mm	2136	
厚 さ		mm	169		
二次蓋ボルト	呼び径	—	□		
	本 数	本	□		
バスケット	外 径*2	mm	1664		
	高 さ	mm	□		
	内 幅	mm	□		
	バスケットプレート厚さ	mm	□		

材 料	洞	—	GLF1
	外 筒	—	SM400B
	中性子遮蔽材（蓋部，底部，側部）*3	—	レジン
	伝 熱 フ ィ ン	—	SM400B 及び C1020P
	一 次 蓋	—	GLF1
	一 次 蓋 ボ ル ト	—	SNB23-3
	二 次 蓋	—	SGV480
	二 次 蓋 ボ ル ト	—	SNB23-3
	バスケットプレート	—	B-SUS304P-1
	トラニオン（上部，下部）	—	SUS630 H1150
	底部中性子遮蔽材カバー	—	SGV480
	バルブカバー（ドレン，ベント用）	—	SUS304

注記*1：主要寸法は，公称値を示す。

*2：バスケット外径は，バスケットプレートを洞内面の溝で支持する構造とするため，洞内径の寸法を示す。

*3：レジンの密度は g/cm³ とする。

*4：HDP-69B(B)型全質量（BWR 使用済燃料 69 体を含む。）は，118.3 t 以下とする。

*5：以下の燃料を貯蔵する。

- ・ 新型 8×8 燃料
- ・ 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料
- ・ 高燃焼度 8×8 燃料

使用済燃料の種類に応じて収納する使用済燃料の燃焼度及び冷却期間について以下のとおりとする。

(1) 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料を収納する場合

配置(i)

収納する使用済燃料の最高燃焼度	40,000 MWd/t 以下
収納する使用済燃料の平均燃焼度	34,000 MWd/t 以下
冷却期間	18 年以上

配置(ii)

収納する使用済燃料の最高燃焼度	48,000 MWd/t 以下
収納する使用済燃料の平均燃焼度	40,000 MWd/t 以下
冷却期間	22 年以上

(2) 新型 8×8 燃料のみを収納する場合

配置 (iii)

収納する使用済燃料の最高燃焼度	34,000 MWd/t 以下
収納する使用済燃料の平均燃焼度	29,000 MWd/t 以下
冷却期間	28 年以上

HDP-69B(B)型に収納する使用済燃料の収納位置条件を図 2, 図 3, 図 6 に示す。

なお, 配置(ii)に関しては, 軸方向燃焼度が図 4 に示す燃焼度を下回ることを貯蔵事業者により確認された使用済燃料を収納可能とする。配置(ii)で収納する使用済燃料の軸方向燃焼度確認フローの例を, 図 5 に示す。

6.3 製作の方法

6.3.1 製作の手順

6.3.1.1 製作の手順と検査

HDP-69B(B)型の製作及び検査の手順を図7に示す。図7に示すように、材料入手、加工、組立の各製作手順の適切な時期に、使用済燃料貯蔵事業者において実施する使用前事業者検査を含め、型式設計特定容器の製造者として必要な検査を行う。

なお、具体的な製作の手順については添付書類9を参照のこと。

6.3.1.2 主要な耐圧部の溶接部に係る製作の手順と検査

HDP-69B(B)型の主要な耐圧部の溶接部に係る製作の手順と検査のフローを図8に示す。なお、検査においては、使用済燃料貯蔵事業者において実施する使用前事業者検査を含め、型式設計特定容器の製造者として実施する検査を示す。

6.3.2 検査の方法

構造、強度及び漏えいを確認するために十分な方法、機能及び性能を確認するために十分な方法、その他型式設計特定容器の設計及び製作が計画に従って行われたものであることを確認するために十分な方法により、図7のフローに基づいて、使用済燃料貯蔵事業者において実施する使用前事業者検査を含め、型式設計特定容器の製造者として必要な検査を行う。

6.3.2.1 構造、強度又は漏えいに係る検査

a. 構造、強度又は漏えいに係る検査

金属キャスク構造規格の規定に基づき、表1に示す構造、強度又は漏えいに係る検査を実施する。

b. 主要な耐圧部の溶接部に係る検査

主要な耐圧部の溶接部について、技術基準規則第14条第1項第3号並びに技術基準規則解釈に適合するよう、以下の(1)及び(2)の工程ごとに検査を実施する。

(1) あらかじめ確認する事項

次の①及び②については、主要な耐圧部の溶接をしようとする前に、金属キャスク構造規格にて準用する、(社)日本機械学会「発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB1-2007又はJSME S NB1-2012/2013」(以下「溶接規格」という。)」第2部 溶接施工方法認証標準及び第3部 溶接技能認証標準に従い、表2、表3に示す検査を行う。その際、以下のいずれかに該当する特殊な溶接方法は、その確認事項の条件及び方法の範囲内で「① 溶接施工法に関すること」を確認する。

- ・平成12年6月以前に旧電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令(昭和45年通商産業省令第81号)第2条に基づき、通商産業大臣の認可を受けた特殊

な溶接方法。

- ・平成12年7月以降に一般社団法人日本溶接協会又は一般社団法人発電設備技術検査協会により適合性確認を受けた溶接方法。

- ① 溶接施工法に関する事
- ② 溶接士の技能に関する事

なお、①又は②について、以下のいずれかの方法により適合性が確認されているものは、主要な耐圧部の溶接をしようとする前に表2、表3に示す検査は要さないものとする。

- ① 溶接施工法に関する事
 - ・使用済燃料貯蔵施設の溶接施工法として、原子炉等規制法に基づき認可を受けた溶接施工法。
 - ・前述と同等の溶接施工法として、原子炉等規制法における他の施設にて、認可を受けたもの、溶接安全管理審査、使用前事業者検査等で溶接施工法の確認を受けたもの又は客観性を有する方法により確認試験が行われ判定基準に適合しているもの。ここで、他の施設とは、加工施設、試験研究用等原子炉施設、発電用原子炉施設、再処理施設、特定第一種廃棄物埋設施設、特定廃棄物管理施設をいう。
- ② 溶接士の技能に関する事
 - ・溶接規格第3部 溶接士技能認証標準によって認証されたものと同等と認められるものとして、技術基準解釈別記に示されている溶接士が溶接を行う場合。
 - ・溶接規格第3部 溶接士技能標準に適合する技術士が、技術基準解釈別記の有効期限内に溶接を行う場合。

(2) 主要な耐圧部の溶接部に対する確認事項

技術基準規則第14条第1項第3号の主要な耐圧部の溶接部について、表4に示す検査を実施する。

6.3.2.2 機能及び性能に係る検査

金属キャスク構造規格の規定に基づき、表5に示す機能及び性能に係る検査を実施する。

6.3.2.3 基本設計方針検査

6.1節の「基本設計方針」のうち、表1で示す「構造、強度又は漏えいに係る検査」及び表5で示す「機能及び性能に係る検査」では確認できない事項について、表6に示す検査を実施する。

6.3.2.4 品質マネジメントシステムに係る検査

HDP-69B(B)型の製作が、使用済燃料貯蔵事業者における品質マネジメントシステムに示すプロセスとおり実施されていることの確認を同事業者から求められた場合に、品質記録の提供や立会確認等を受けるものとする。

また、型式設計特定容器の製造者として、調達する物品又は役務が「7.申請に係る型式設計特定容器等の設計及び製作に係る品質管理の方法並びにその実施に係る組織に関する事項」に記載したプロセスとおり行われていることの実施状況を確認するとともに、調達する物品又は役務に係る記録の信頼性を確保するため、表7に示す検査を実施する。

6.3.3 製作上の留意事項

型式設計特定容器等の製作の実施に当たっては、「7.申請に係る型式設計特定容器等の設計及び製作に係る品質管理の方法並びにその実施に係る組織に関する事項」に記載の品質管理活動に係る要求を遵守するとともに、従事者及び公衆の安全確保等の観点から、以下に留意し製作を進める。

- a. 製作を行う金属キャスクについて、製作時の環境条件からの悪影響や劣化等を受けないよう、隔離、作業環境維持、異物侵入防止対策等の必要な措置を講じる。
- b. 製作を行う金属キャスクについて、必要に応じて、供用後の施設管理のための重要なデータを採取する。
- c. 製作の状況に応じて、検査・試験等の各段階における工程を管理する。
- d. 特別な工法を採用する場合の施工方法は、技術基準規則に適合するよう、安全性及び信頼性について必要に応じ検証等により十分確認された方法により実施する。

7. 申請に係る型式設計特定容器等の設計及び製作に係る品質管理の方法並びにその実施に係る組織に関する事項

HDP-69B(B)型の設計及び製作に係る品質管理の方法並びにその実施に係る組織に関する次の事項、

- (1) 品質管理の実施に係る組織
- (2) 品質管理活動の計画
- (3) 品質管理活動の実施
- (4) 品質管理活動の評価
- (5) 品質管理活動の改善

については、以下のとおりとする。

7.1 総則

7.1.1 目的

本品質マネジメントシステム計画は、日立GEニュークリア・エナジー株式会社（以下「型式設計特定容器等の製造者等」という。）の安全を達成・維持・向上させ、使用済燃料の貯蔵及び輸送を含む原子力事業者等の品質マネジメントシステムの要求事項を踏まえ、型式設計特定容器等の設計、製造、検査及び輸送の各段階に係る品質管理活動を実施するため、「原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則」（令和2年1月23日 原子力規制委員会規則第2号）及び「同規則の解釈」（以下「品質管理基準規則」という。）に従って型式設計特定容器等の製造者等の品質管理活動に係る品質マネジメントシステム（以下「品質マネジメントシステム」という。）を確立し、実施し、評価確認し、継続的に改善するとともに、安全文化及び安全のためのリーダーシップによって原子力の安全を確保することを目的とする。

7.1.2 定義

本章における用語の定義は、以下を除き品質管理基準規則に従う。

(1) 使用済燃料貯蔵施設

原子炉等規制法第43条の4第2項第2号に規定する使用済燃料貯蔵施設をいう。

(2) 「品質管理活動」とは、原子力の安全を確保するため、型式設計特定容器等が原子炉等規制法第43条の26の3第3項各号に該当することを保証するために必要な措置を体系的に実施することをいう。

(3) 「使用済燃料の貯蔵の事業に関する規則」（平成12年6月16日 通商産業省令第112号）（以下「貯蔵規則」という。）第43条の2の8第1項第7号の「申請に係る型式設計特定容器等の設計及び製作に係る品質管理の方法並びにその実施に係る組織に関する次の事項」とは、申請する型式設計特定容器等に係る品質管理基準規則の規定に適合するために計画された事項を言うが、この場合の品質管理基準規則

は、原規規発 20033110 号「使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の型式証明及び型式指定運用ガイド別添」に読み替えて解釈する。

- (4) 取締役社長は、型式設計特定容器等の製造者等における代表者及び経営責任者として、会社全体の品質管理活動に係る最終的な責任を負い、品質マネジメントシステムの運営と維持に責任を持つ。
- (5) 管理責任者は、品質マネジメントシステム管理責任者の事をいい、取締役社長から品質管理基準規則第 15 条に記載のある権限を与えられ、品質管理活動について統括する責任を有する、原子力品質保証本部長が該当する。
- (6) 管理者は、取締役社長から品質管理基準規則第 16 条に記載のある権限を与えられた者をいい、原子力生産本部長並びに原子力品質保証本部長が該当する。

7.1.3 適用範囲

本品質マネジメントシステム計画は、型式設計特定容器等の製造者等の品質管理活動に適用する。

7.2 品質マネジメントシステム

7.2.1 品質マネジメントシステムに係る要求事項

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、品質マネジメントシステムを確立し、実施するとともに、その実効性を維持するため、その改善を継続的に行う。これらを実施するために、以下を考慮する。
 - (a) 実行性の維持に際し、品質管理活動の目的が達成される蓋然性が高い計画を立案し、計画どおりに品質管理活動を実施した結果、計画段階で意図した効果を維持していること。
 - (b) 品質マネジメントシステムの確立、実施、実効性の維持及び改善の継続的实施に際しては、品質マネジメントシステムに基づき実施した一連のプロセスの運用の結果、原子力の安全の確保が維持されているとともに、不適合その他の事象について品質マネジメントシステムに起因する原因を究明し、是正処置や未然防止処置を通じて原因の除去を行うこと等により、当該システムの改善を継続的に行うこと。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、品質管理活動の重要度に応じて、品質マネジメントシステムを確立し、運用する。この場合において、次に掲げる事項を適切に考慮する。
 - (a) 型式設計特定容器等、組織又は個別業務の重要度及びこれらの複雑さの程度
 - (b) 型式設計特定容器等の品質又は品質管理活動に関連する原子力の安全に影響を及ぼすおそれのあるもの及びこれらに関連する潜在的影響の大きさ。本項目を考慮する際には、原子力の安全に影響を及ぼすおそれのある自然現象や人為による事

象（故意によるものを除く。）及びそれらにより生じ得る影響や結果の大きさについて考慮する。

- (c) 型式設計特定容器等の故障若しくは通常想定されない事象の発生又は品質管理活動が不適切に計画され、若しくは実行されたことにより起こり得る影響。本項目の中で、「通常想定されない事象」について、設計上考慮していない又は考慮していても発生し得る事象（人的過誤による作業の失敗等）をいう。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、型式設計特定容器等に適用される関係法令（以下「関係法令」という。）を明確に認識し、品質管理基準規則が要求する文書その他品質マネジメントシステムに必要な文書（記録を除く。以下「品質マネジメント文書」という。）に明記する。
- (4) 型式設計特定容器等の製造者等は、品質マネジメントシステムに必要なプロセスを明確にするとともに、そのプロセスを組織に適用することを決定し、次に掲げる業務を行う。
 - (a) プロセスの運用に必要な情報及び当該プロセスの運用により達成される結果を明確にする。
 - (b) プロセスの順序及び相互の関係（組織内のプロセス間の相互関係を含む。）を図9のとおりとする。
 - (c) プロセスの運用及び管理の実効性の確保に必要な組織の品質管理活動の状況を示す指標（以下「品質管理活動指標」という。）並びに当該指標に係る判定基準を明確に定める。この品質管理活動指標には、「原子力規制検査等に関する規則」（令和2年1月23日 原子力規制委員会規則第1号）第5条に規定する安全実績指標（特定核燃料物質の防護に関する領域に係るものを除く。）を含める。
 - (d) プロセスの運用並びに監視及び測定（以下「監視測定」という。）に必要な資源及び情報が利用できる体制を確保する（責任及び権限の明確化を含む。）。
 - (e) プロセスの運用状況を監視測定し、分析すること。ただし、監視測定することが困難である場合は、この限りでない。
 - (f) プロセスについて、意図した結果を得、及び実効性を維持するための措置を講ずる（プロセスの変更を含む。）。
 - (g) プロセス及び組織を品質マネジメントシステムと整合的なものとする。
 - (h) 原子力安全とそれ以外の事項において意思決定の際に対立が生じた場合には、原子力安全が確保されるようにする。これには、セキュリティ対策が原子力安全に与える潜在的な影響と、原子力安全に係る対策がセキュリティに与える潜在的な影響を特定し、解決することを含む。
- (5) 型式設計特定容器等の製造者等は、健全な安全文化を育成し、及び維持する。技術的、人的、組織的な要因の相互作用を適切に考慮し、効果的な取組みを通じて以下の状態を目指していることを含む。

- ・原子力の安全及び安全文化の理解が組織全体で共通のものとなっている。
 - ・風通しの良い組織文化が形成されている。
 - ・要員が、自らが行う原子力の安全に係る業務について理解して遂行し、その業務に責任を持っている。
 - ・全ての活動において、原子力の安全を考慮した意思決定が行われている。
 - ・要員が、常に問いかける姿勢及び学習する姿勢を持ち、原子力の安全に対する自己満足を戒めている。
 - ・原子力の安全に影響を及ぼすおそれのある問題が速やかに報告され、報告された問題が対処され、その結果が関係する要員に共有されている。
 - ・安全文化に関する内部監査及び自己評価の結果を組織全体で共有し、安全文化を改善するための基礎としている。
 - ・原子力の安全には、セキュリティが関係する場合があることを認識して、要員が必要なコミュニケーションを取っている。
- (6) 型式設計特定容器等の製造者等は、型式設計特定容器等又は個別業務に係る要求事項(関係法令を含む。以下「個別業務等要求事項」という。)への適合に影響を及ぼすプロセスを外部委託することとしたときは、当該プロセスが管理されているようにする。
- (7) 型式設計特定容器等の製造者等は、品質管理活動の重要度に応じて、資源の適切な配分を行う。

7.2.2 品質マネジメントシステムの文書化

型式設計特定容器等の製造者等は、品質管理活動の重要度に応じて次に掲げる文書を作成し、当該文書に規定する事項を実施する。また、これらの文書体系を図10、表8に示す。

- (1) 品質方針及び品質目標
- (2) 品質マネジメントシステムを規定する文書（以下「品質マネジメントシステム計画書」という。）
- (3) 実効性のあるプロセスの計画的な実施及び管理がなされるようにするために、組織が必要と決定した文書
- (4) 品質管理基準規則が要求する手順書、指示書、図面等(以下「手順書等」という。)

7.2.3 品質マネジメントシステム計画書

型式設計特定容器等の製造者等は、品質マネジメントシステム計画書に次に掲げる事項を定める。

- (1) 品質マネジメントシステムの運用に係る組織に関する事項
- (2) 品質管理活動の計画、実施、評価及び改善に関する事項

- (3) 品質マネジメントシステムの適用範囲
- (4) 品質マネジメントシステムのために作成した手順書等の参照情報
- (5) プロセスの相互の関係

7.2.4 文書管理

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、品質マネジメント文書を管理する。これには以下の事項を含める。
 - (a) 組織として承認されていない文書の使用又は適切でない変更の防止
 - (b) 文書の組織外への流出等の防止
 - (c) 品質マネジメント文書の発行及び改訂に係る審査の結果、当該審査の結果に基づき講じた措置並びに当該発行及び改訂を承認した者に関する情報の維持
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、要員が判断及び決定をするに当たり、適切な品質マネジメント文書を利用できるよう、品質マネジメント文書に関する次に掲げる事項を定めた手順書等を作成する。これには、文書改訂時等の必要な時に当該文書作成時に使用した根拠等の情報が確認できることを含める。
 - (a) 品質マネジメント文書を発行するに当たり、その妥当性を審査し、発行を承認する。
 - (b) 品質マネジメント文書の改訂の必要性について評価するとともに、改訂に当たり、その妥当性を審査し、改訂を承認する（改訂の妥当性を審査することを含む。）。
 - (c) 品質マネジメント文書の審査及び評価には、その対象となる文書に定められた活動を実施する部門の要員を参画させる（品質マネジメントシステム計画書に記載の組織の最小単位）。
 - (d) 品質マネジメント文書の改訂内容及び最新の改訂状況を識別できるようにする。
 - (e) 改訂のあった品質マネジメント文書を利用する場合には、当該文書の適切な制定版又は改訂版が利用しやすい体制を確保する。
 - (f) 品質マネジメント文書を、読みやすく容易に内容を把握することができるようにする。
 - (g) 組織の外部で作成された品質マネジメント文書を識別し、その配付を管理する。
 - (h) 廃止した品質マネジメント文書が使用されることを防止する。この場合において、当該文書を保持するときは、その目的にかかわらず、これを識別し、管理する。

7.2.5 記録の管理

型式設計特定容器等の製造者等は、品質管理基準規則に規定する個別業務等要求事項への適合及び品質マネジメントシステムの実効性を実証する記録を明確にするとともに、当該記録を、読みやすく容易に内容を把握することができ、かつ、検索することができるように作成し、品質管理活動の重要度に応じてこれを管理する。

型式設計特定容器等の製造者等は、前項の記録の識別、保存、保護、検索及び廃棄に関し、所要の管理の方法を定めた手順書等を作成する。

7.3 経営責任者等の責任

7.3.1 経営責任者の原子力の安全のためのリーダーシップ

取締役社長は、原子力の安全のためのリーダーシップを発揮し、責任を持って品質マネジメントシステムを確立させ、実施させるとともに、その実効性を維持していることを、次に掲げる業務を管理責任者に委譲し実施させることによって実証する。図11に関連組織図を示す。

- (1) 品質方針を定める。
- (2) 品質目標が定められているようにする。
- (3) 要員が、健全な安全文化を育成し、及び維持することに貢献できるようにする（要員が健全な安全文化を醸成し、維持する取組みに参画できる環境を整えていることを含む。）。
- (4) 7.3.10 項に規定するマネジメントレビューを実施するため、必要な会議体等の場を設ける。
- (5) 資源が利用できる体制を確保する。
- (6) 関係法令を遵守することその他原子力の安全を確保することの重要性を要員に周知する。
- (7) 品質管理活動に関する担当業務を理解し、遂行する責任を有することを要員に認識させる。
- (8) 全ての階層で行われる決定が、原子力の安全の確保について、その優先順位及び説明する責任を考慮して確実に行われるようにする。

7.3.2 原子力安全の確保の重視

取締役社長は、組織の意思決定に当たり、型式設計特定容器等及び個別業務が個別業務等要求事項に適合し、かつ、原子力の安全がそれ以外の事由により損なわれないようにする（例えば、コスト、工期等によって原子力の安全が損なわれないこと。）。

7.3.3 品質方針

取締役社長は、品質方針（健全な安全文化を育成し、及び維持することに関するものを含む。）が次に掲げる事項に適合しているようにする。

なお、健全な安全文化の育成及び維持に関するものは、技術的、人的及び組織的な要因並びにそれらの相互作用が原子力安全に対して影響を及ぼすことを考慮し、組織全体の安全文化のあるべき姿を目指して設定する。

- (1) 組織の目的及び状況に対して適切なもの、組織運営に関する方針と整合的なものである。
- (2) 要求事項への適合及び品質マネジメントシステムの実効性の維持に経営責任者が責任を持って関与する。
- (3) 品質目標を定め、評価するに当たっての枠組みとなるものである。
- (4) 要員に周知され、理解されている。
- (5) 品質マネジメントシステムの継続的な改善に取締役社長が責任を持って関与する。

7.3.4 品質目標

- (1) 取締役社長は、部門において、品質目標(個別業務等要求事項への適合のために必要な目標を含む。)が定められているようにする。また、品質目標には、達成するための計画として次の事項を含める。
 - (a) 実施事項
 - (b) 必要な資源
 - (c) 責任者
 - (d) 実施事項の完了時期
 - (e) 結果の評価方法
- (2) 取締役社長は、品質目標が、その達成状況を評価し得るものであって、かつ、品質方針と整合的なものとなるようにする。

7.3.5 品質マネジメントシステムの計画

- (1) 取締役社長は、品質マネジメントシステムが7.2.1項の規定に適合するよう、その実施に当たっての計画が策定されているようにする。
- (2) 取締役社長は、品質マネジメントシステムの変更が計画され、それが実施される場合においては、当該品質マネジメントシステムが不備のない状態(プロセス及び組織の変更(累積的な影響が生じ得るプロセス及び組織の軽微な変更を含む。))を含む。)に維持されているようにしなければならない。この場合において、品質管理活動の重要度に応じて、次に掲げる事項を適切に考慮する。
 - (a) 品質マネジメントシステムの変更の目的及び当該変更により起こり得る結果。これには、組織の活動として実施する以下の事項を含むものとする。
 - ・当該変更による原子力の安全への影響の程度と分析及び評価
 - ・当該分析及び評価の結果に基づき講じた措置
 - (b) 品質マネジメントシステムの実効性の維持
 - (c) 資源の利用可能性
 - (d) 責任及び権限の割当て

7.3.6 責任及び権限

取締役社長は、部門及び要員の責任（担当業務に応じて組織内の内外に対し業務の内容について説明する責任を含む。）及び権限並びに部門相互間の業務の手順（部門間で連携が必要な業務のプロセスにおいて、業務（情報の伝達を含む。）が停滞し、断続することなく遂行できる仕組みをいう。）を定めさせ、関係する要員が責任を持って業務を遂行できるようにする。

7.3.7 品質マネジメントシステム管理責任者

取締役社長は、品質マネジメントシステムを管理する責任者に、次に掲げる業務に係る責任及び権限を与える。

- (1) プロセスが確立され、実施されるとともに、その実効性が維持されているようにする。
- (2) 品質マネジメントシステムの運用状況及びその改善の必要性について取締役社長に報告する。
- (3) 健全な安全文化を育成し、及び維持することにより、原子力の安全の確保についての認識が向上するようにする。
- (4) 関係法令を遵守する。

7.3.8 管理者

- (1) 取締役社長は、次に掲げる業務を管理監督する地位にある者（以下「管理者」という。）に、当該管理者が管理監督する業務に係る責任及び権限を与える（管理者として責任及び権限を付与されている者をいう。個別業務のプロセスを管理する責任者を設置している場合には、その業務を行わせることができるが、この場合の責任者の責任及び権限は文書にて明確に定めるものとする。）。
 - (a) 個別業務のプロセスの確立と実施及び、その実効性の維持
 - (b) 要員の個別業務等要求事項についての認識向上
 - (c) 個別業務の実施状況に関する評価
 - (d) 健全な安全文化の育成と維持
 - (e) 関係法令の遵守
- (2) 管理者は、前項の責任及び権限の範囲において、原子力の安全のためのリーダーシップを発揮し、次に掲げる事項を確実に実施する。
 - (a) 品質目標を設定し、その目標の達成状況を確認するため、業務の実施状況を監視測定する。
 - (b) 要員が、原子力の安全に対する意識を向上し、かつ、原子力の安全への取組みを積極的に行えるようにする。
 - (c) 原子力の安全に係る意思決定の理由及びその内容を、関係する要員に確実に伝達

する。

(d) 常に問いかける姿勢及び学習する姿勢を要員に定着させるとともに、要員が、積極的に型式設計特定容器等の品質管理に関する問題の報告を行えるようにする。

(e) 要員が、積極的に業務の改善に対する貢献を行えるようにする。

(3) 管理者は、管理監督する業務に関する自己評価を、あらかじめ定められた間隔で行う。この自己評価には、安全文化についての弱点のある分野及び強化すべき分野に係るものを含める。あらかじめ定められた間隔は、品質マネジメントシステムの実効性の維持及び継続的な改善のために品質管理活動として取り込む必要がある課題、並びに当該品質マネジメントシステムの変更を考慮に入れて設定される。

7.3.9 組織の内部の情報の伝達

取締役社長及び管理責任者は、組織の内部の情報が適切に伝達される仕組みが確立されているようにするとともに、品質マネジメントシステムの実効性に関する情報が確実に伝達されるようにする。これには、品質マネジメントシステムの運営に必要なコミュニケーションが必要に応じて行われる仕組みを決定し、実行することを含む。例えば、品質マネジメントシステムの評価の結果を要員に理解させ、組織全体で品質マネジメントシステムの実効性に関する認識を共有していることも含まれる。

仕組みとして、マネジメントレビュー会議などを設置する。

7.3.10 マネジメントレビュー

取締役社長は、品質マネジメントシステムの実効性を評価するとともに、改善の機会を得て、品質管理活動の改善に必要な措置を講ずるため、品質マネジメントシステムの評価（以下「マネジメントレビュー」という。）を、あらかじめ定められた間隔で行う。

7.3.11 マネジメントレビューに用いる情報

型式設計特定容器等の製造者等は、マネジメントレビューにおいて、少なくとも次に掲げる情報を報告する。

(1) 内部監査の結果

(2) 型式設計特定容器等の使用者その他の外部の者の意見（安全文化の外部評価を含む。）を受けた場合の結果、原子力規制委員会の意見、外部の組織又は者から受けた監査、評価等を含む。

(3) プロセスの運用状況（JIS Q 9001の「プロセスのパフォーマンス並びに製品及びサービスの適合」の状況及び「プロセスの監視測定で得られた結果」に相当するものをいう。）

(4) 使用前事業者検査、定期事業者検査及び使用前検査（以下「使用前事業者検査等」という。）並びに自主検査等の結果

- (5) 品質目標の達成状況
- (6) 健全な安全文化の育成及び維持の状況（内部監査による安全文化の育成及び維持の取組み状況に係る評価の結果並びに管理者による安全文化についての弱点のある分野及び強化すべき分野に係る自己評価の結果を含む。）
- (7) 関係法令の遵守状況
- (8) 不適合並びに是正処置及び未然防止処置の状況（組織の内外で得られた知見（技術的な進歩により得られたものを含む。）
- (9) 従前のマネジメントレビューの結果を受けて講じた措置
- (10) 品質マネジメントシステムに影響を及ぼすおそれのある変更
- (11) 部門又は要員からの改善のための提案
- (12) 資源の妥当性
- (13) 品質管理活動の改善のために講じた措置（品質方針に影響を与えるおそれのある組織の内部及び外部の課題を明確にし、当該課題に取り組むことを含む。）の実効性

7.3.12 マネジメントレビューの結果を受けて行う措置

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、マネジメントレビューの結果を受けて、少なくとも次に掲げる事項について決定する。
 - (a) 品質マネジメントシステム及びプロセスの実効性の維持に必要な改善。これには、改善の機会を得て実施される組織の業務遂行能力を向上させるための活動も含まれる。
 - (b) 個別業務に関する計画及び個別業務の実施に関連する品質管理活動の改善
 - (c) 品質マネジメントシステムの実効性の維持及び継続的な改善のために必要な資源
 - (d) 健全な安全文化の育成及び維持に関する改善（安全文化についての弱点のある分野及び強化すべき分野が確認された場合における改善策の検討を含む。）
 - (e) 関係法令の遵守に関する改善
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、マネジメントレビューの結果の記録を作成し、これを管理する。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、(1)の決定をした事項について、必要な措置を講ずる。

7.4 資源の管理

7.4.1 資源の確保

型式設計特定容器等の製造者等は、原子力の安全を確実なものにするために必要な次に掲げる資源を明確に定め、これを確保し、及び管理する（本項記載の項目を実施するために必要な資源を特定した上で、組織の内部で保持すべき資源と外部から調達できる資源を明確にし、それを定めることを含む。）。

- (1) 要員
- (2) 個別業務に必要な施設，設備及びサービスの体系（JIS Q 9001 の「インフラストラクチャ」をいう。）
- (3) 作業環境（作業場所の放射線量，温度，照度，狭小の程度等の作業に影響を及ぼす可能性がある事項を含む。）
- (4) その他必要な資源

7.4.2 インフラストラクチャ

型式設計特定容器等の製造者等は，原子力の安全の達成のために必要なインフラストラクチャを関連する手順書等にて明確にし，提供し，維持する。

7.4.3 作業環境

型式設計特定容器等の製造者等は，原子力の安全の達成のために必要な作業環境を関連する手順書等にて明確にし，運営管理する。この作業環境は，作業場所の放射線量を基本とし，異物管理や火気管理等の作業安全に関する事項及び温度，照度，狭小の程度等の作業に影響を及ぼす可能性のある事項を含める。

7.4.4 要員の力量の確保及び教育訓練

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は，個別業務の実施に必要な技能及び経験を有し，意図した結果を達成するために必要な知識及び技能並びにそれを適用する能力（以下「力量」という。）が実証された者を要員に充てる。力量には，組織が必要とする技術的，人的及び組織的側面に関する知識を含む。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は，要員の力量を確保するために，品質管理活動の重要度に応じて，次に掲げる業務を行う。
 - (a) 要員にどのような力量が必要かを明確に定める。
 - (b) 要員の力量を確保するために教育訓練その他の措置（必要な力量を有する要員を新たに配属又は採用することを含む。）を講ずる。
 - (c) 教育訓練その他の措置の実効性を評価すること。
 - (d) 要員が，自らの個別業務について次に掲げる事項を認識しているようにする。
 - 1) 品質目標の達成に向けた自らの貢献
 - 2) 品質マネジメントシステムの実効性を維持するための自らの貢献
 - 3) 原子力の安全に対する当該個別業務の重要性
 - (e) 要員の力量及び教育訓練その他の措置に係る記録を作成し，これを管理する。

7.5 個別業務に関する計画の策定及び個別業務の実施

7.5.1 個別業務に必要なプロセスの計画

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、個別業務に必要なプロセスについて、計画を策定するとともに、そのプロセスを確立する。この計画の策定においては、型式設計特定容器等の故障若しくは通常想定されない事象の発生又は業務が不適切に計画され、若しくは実行されたことにより起こり得る影響（7.2.1 項(2)(c)参照）を考慮する。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、前項の計画と当該個別業務以外のプロセスに係る個別業務等要求事項との整合性を確保する。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、プロセス及び組織の変更（累積的な影響が生じうるプロセス及び組織の軽微な変更を含む。）を含む個別業務に関する計画（以下「個別業務計画」という。）の策定又は変更を行うに当たり、次に掲げる事項を明確にする。
 - (a) 個別業務計画の策定又は変更の目的及び当該計画の策定又は変更により起こり得る結果
 - (b) 型式設計特定容器等又は個別業務に係る品質目標及び個別業務等要求事項
 - (c) 型式設計特定容器等又は個別業務に固有のプロセス、品質マネジメント文書及び資源
 - (d) 使用前事業者検査等、検証、妥当性確認及び監視測定並びにこれらの個別業務等要求事項への適合性を判定するための基準（以下「合否判定基準」という。）
 - (e) 個別業務に必要なプロセス及び当該プロセスを実施した結果が個別業務等要求事項に適合することを実証するために必要な記録
- (4) 型式設計特定容器等の製造者等は、策定した個別業務計画を、その個別業務の作業方法に適したものとする。
- (5) 製作の手順や各種検査の方法（型式設計特定容器等の製造者として許可を受けた事項及び技術基準規則の要求事項に従い実施するものも含む。）については、品質マネジメントシステムに定められたプロセス等に基づき実施する。

7.5.2 個別業務等要求事項として明確にすべき事項

型式設計特定容器等の製造者等は、次に掲げる事項を個別業務等要求事項として明確に定める。

- (1) 型式設計特定容器等の使用者その他の外部の者が明示してはいないものの、型式設計特定容器等又は個別業務に必要な要求事項
- (2) 関係法令
- (3) (2)に掲げるもののほか、型式設計特定容器等の製造者等が必要とする要求事項

7.5.3 個別業務等要求事項の審査

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は，型式設計特定容器等の使用又は個別業務の実施に当たり，あらかじめ，個別業務等要求事項の審査を実施する。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は，前項の審査を実施するに当たり，次に掲げる事項を確認する。
 - (a) 当該個別業務等要求事項が定められている。
 - (b) 当該個別業務等要求事項が，あらかじめ定められた個別業務等要求事項と相違する場合においては，その相違点が解明されている。
 - (c) 型式設計特定容器等の製造者等が，あらかじめ定められた個別業務等要求事項に適合するための能力を有している。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は，第一項の審査の結果の記録及び当該審査の結果に基づき講じた措置に係る記録を作成し，これを管理する。
- (4) 型式設計特定容器等の製造者等は，個別業務等要求事項が変更された場合においては，関連する文書が改訂されるようにするとともに，関連する要員に対し変更後の個別業務等要求事項が周知されるようにする。

7.5.4 組織の外部の者との情報の伝達等

型式設計特定容器等の製造者等は，型式設計特定容器等の使用者その他の外部の者からの情報の収集及び型式設計特定容器等の使用者その他の外部の者への情報の伝達のために，実効性のある方法を明確に定め，これを実施するため以下を含める。

- ・組織の外部の者と効果的に連絡し，適切に情報を通知する方法
- ・予期せぬ事態における組織の外部の者との時宜を得た効果的な連絡方法
- ・原子力の安全に関連する必要な情報を組織の外部の者に確実に提供する方法
- ・原子力の安全に関連する組織の外部の者の懸念や期待を把握し，意思決定において適切に考慮する方法

7.5.5 設計開発計画

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は，設計開発(型式設計特定容器等の製造者等において用いるための設計開発に限る。)の計画(以下「設計開発計画」という。)を策定するとともに，設計開発を管理する。この設計開発は，設備，施設，ソフトウェアの設計開発並びに原子力安全のための重要な手順書等の新規制定及び重要な変更を対象とする。また，計画には，不適合及び予期せぬ事象の発生を未然に防止するための活動7.2.1項(2)(c)参照の事項を考慮して行うものを含める。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は，設計開発計画の策定において，次に掲げる事項を明確にする。
 - (a) 設計開発の性質，期間及び複雑さの程度

- (b) 設計開発の各段階における適切な審査，検証及び妥当性確認の方法並びに管理体制
 - (c) 設計開発に係る部門及び要員の責任及び権限
 - (d) 設計開発に必要な組織の内部及び外部の資源
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は，実効性のある情報の伝達並びに責任及び権限の明確な割当てがなされるようにするために，設計開発に関与する各者間の連絡を管理する。
- (4) 型式設計特定容器等の製造者等は，第一項の規定により策定された設計開発計画を，設計開発の進行に応じて適切に変更する。

7.5.6 設計開発に用いる情報

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は，個別業務等要求事項として設計開発に用いる情報であって，次に掲げるものを明確に定めるとともに，当該情報に係る記録を作成し，これを管理する。
- (a) 機能及び性能に係る要求事項
 - (b) 従前の類似した設計開発から得られた情報であって，当該設計開発に用いる情報として適用可能なもの
 - (c) 関係法令
 - (d) その他設計開発に必要な要求事項
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は，設計開発に用いる情報について，その妥当性を評価し，承認する。

7.5.7 設計開発の結果に係る情報

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は，設計開発の結果に係る情報を，設計開発に用いた情報と対比して検証することができる形式により管理する（例えば，機器等の仕様又はソフトウェアをいう。）。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は，設計開発の次の段階のプロセスに進むに当たり，あらかじめ，当該設計開発の結果に係る情報を承認する。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は，設計開発の結果に係る情報を，次に掲げる事項に適合するものとする。
- (a) 設計開発に係る個別業務等要求事項に適合する。
 - (b) 調達，型式設計特定容器等の使用及び個別業務の実施のために適切な情報を提供するものである。
 - (c) 合否判定基準を含むものである。
 - (d) 型式設計特定容器等を安全かつ適正に製造及び使用するために不可欠な当該型式設計特定容器等の特性が明確である。

7.5.8 設計開発のレビュー

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、設計開発の適切な段階において、設計開発計画に従って、次に掲げる事項を目的とした体系的な審査（以下「設計開発レビュー」という。）を実施する。
 - (a) 設計開発の結果の個別業務等要求事項への適合性について評価する。
 - (b) 設計開発に問題がある場合においては、当該問題の内容を明確にし、必要な措置を提案する。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、設計開発レビューに、当該設計開発レビューの対象となっている設計開発段階に関連する部門の代表者及び当該設計開発に係る専門家を参加させる。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、設計開発レビューの結果の記録及び当該設計開発レビューの結果に基づき講じた措置に係る記録を作成し、これを管理する。

7.5.9 設計開発の検証

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、設計開発の結果が個別業務等要求事項に適合している状態を確保するために、設計開発計画に従って検証を実施する（設計開発計画に従ってプロセスの次の段階に移行する前に、当該設計開発に係る個別業務等要求事項への適合性の確認を行うことを含む。）。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、(1)の検証の結果の記録及び当該検証の結果に基づき講じた措置に係る記録を作成し、これを管理する。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、当該設計開発を行った要員に第一項の検証をさせない。

7.5.10 設計開発の妥当性確認

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、設計開発の結果の個別業務等要求事項への適合性を確認するために、設計開発計画に従って、当該設計開発の妥当性確認（以下「設計開発妥当性確認」という。）を実施する（機器等の設置後でなければ妥当性確認を行うことができない場合において、当該機器等の使用を開始する前に、設計開発妥当性確認を行うことを含む。）。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、型式設計特定容器等の使用又は個別業務の実施に当たり、あらかじめ、設計開発妥当性確認を完了する。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、設計開発妥当性確認の結果の記録及び当該設計開発妥当性確認の結果に基づき講じた措置に係る記録を作成し、これを管理する。

7.5.11 設計開発の変更の管理

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、設計開発の変更を行った場合においては、当該変更の内容を識別することができるようにするとともに、当該変更に係る記録を作成し、これを管理する。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、設計開発の変更を行うに当たり、あらかじめ、審査、検証及び妥当性確認を行い、変更を承認する。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、(2)の審査において、設計開発の変更が型式設計特定容器等に及ぼす影響の評価（当該型式設計特定容器等を構成する材料又は部品に及ぼす影響の評価を含む。）を行う。
- (4) 型式設計特定容器等の製造者等は、(2)の審査、検証及び妥当性確認の結果の記録及びその結果に基づき講じた措置に係る記録を作成し、これを管理しなければならない。

7.5.12 調達プロセス

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、調達する物品又は役務（以下「調達物品等」という。）が、自ら規定する調達物品等に係る要求事項（以下「調達物品等要求事項」という。）に適合するようにする。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、品質管理活動の重要度に応じて、調達物品等の供給者及び調達物品等に適用される管理の方法及び程度を定めなければならない。この場合において、一般産業用工業品については、調達物品等の供給者等から必要な情報を入手し当該一般産業用工業品が調達物品等要求事項に適合していることを確認できるように、管理の方法及び程度を定める（力量を有する者を組織の外部から確保する際に、外部への業務委託の範囲を品質マネジメント文書に明確に定めることを含む。また、調達物品等が調達物品等要求事項に適合していることを確認する適切な方法（機器単位の検証、調達物品等の妥当性確認等の方法）を含む。）。なお、一般産業用工業品については、例えば、次のように原子力事業者等が当該一般産業用工業品に関する技術的な評価を行うことをいう。
 - ・採用しようとする一般産業用工業品の技術情報を供給者等から入手し、原子力事業者等が当該一般産業用工業品の技術的な評価を行うこと。
 - ・一般産業用工業品を設置しようとする環境等の情報を供給者等に提供し、供給者等に当該一般産業用工業品の技術的な評価を行わせること。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、調達物品等要求事項に従い、調達物品等を供給する能力を根拠として調達物品等の供給者を評価し、選定する。
- (4) 型式設計特定容器等の製造者等は、調達物品等の供給者の評価及び選定に係る判定基準を定める。

- (5) 型式設計特定容器等の製造者等は、(3)の評価の結果の記録及び当該評価の結果に基づき講じた措置に係る記録を作成し、これを管理する。
- (6) 型式設計特定容器等の製造者等は、調達物品等を調達する場合には、個別業務計画において、適切な調達の実施に必要な事項（当該調達物品等の調達後におけるこれらの維持又は運用に必要な技術情報（型式設計特定容器等の品質管理に係るものに限る。）の取得及び当該情報を他の型式設計特定容器等の製造者等と共有するために必要な措置に関する事項を含む。）を定める。

7.5.13 調達物品等要求事項

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、調達物品等に関する情報に、次に掲げる調達物品等要求事項のうち、該当するものを含める。
 - (a) 調達物品等の供給者の業務のプロセス及び設備に係る要求事項
 - (b) 調達物品等の供給者の要員の力量に係る要求事項
 - (c) 調達物品等の供給者の品質マネジメントシステムに係る要求事項
 - (d) 調達物品等の不適合の報告（偽造品又は模造品を含む。）及び処理に係る要求事項
 - (e) 調達物品等の供給者が健全な安全文化を育成し、及び維持するために必要な要求事項
 - (f) 一般産業用工業品を型式設計特定容器等に使用するに当たっての評価に必要な要求事項
 - (g) その他調達物品等に必要な要求事項
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、調達物品等要求事項として、型式設計特定容器等の製造者等が調達物品等の供給者の工場等においてプロセスの確認、検証、妥当性確認及び使用前事業者検査等その他の個別業務を行う際の原子力規制委員会の職員による当該工場等への立入りに関することを含める。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、調達物品等の供給者に対し調達物品等に関する情報を提供するに当たり、あらかじめ、当該調達物品等要求事項の妥当性を確認する。
- (4) 型式設計特定容器等の製造者等は、調達物品等を受領する場合には、調達物品等の供給者に対し、調達物品等要求事項への適合状況を記録した文書を提出させる。

7.5.14 調達物品等の検証

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、調達物品等が調達物品等要求事項に適合しているようにするために必要な検証の方法を定め、実施する。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、調達物品等の供給者の工場等において調達物品等の検証を実施することとしたときは、当該検証の実施要領及び調達物品等の供給

者からの出荷の可否の決定の方法について調達物品等要求事項の中で明確に定める。

7.5.15 個別業務の管理

型式設計特定容器等の製造者等は、個別業務計画に基づき、個別業務を次に掲げる事項（当該個別業務の内容等から該当しないと認められるものを除く。）に適合するように実施する。

- (1) 品質管理活動のために必要な情報が利用できる体制にする。
 - (a) 品質管理のために使用する型式設計特定容器等又は実施する個別業務の特性
 - (b) 当該型式設計特定容器等の使用又は個別業務の実施により達成すべき結果
- (2) 手順書等が必要な時に利用できる体制にする。
- (3) 当該個別業務に見合う設備を使用している。
- (4) 監視測定のための設備が利用できる体制にあり、かつ、当該設備を使用している。
- (5) 7.6.4 項の規定に基づき監視測定を実施していること。
- (6) この規則の規定に基づき、プロセスの次の段階に進むことの承認を行っている。

なお、型式設計特定容器等の製造者として許可を受けた事項及び技術基準規則の要求事項に従い実施する、製作の手順や各種検査の方法についても、本項及び品質マネジメントシステムに定められたプロセス等に基づく。

7.5.16 個別業務の実施に係るプロセスの妥当性確認

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、個別業務の実施に係るプロセスについて、それ以降の監視測定では当該プロセスの結果を検証することができない場合（個別業務が実施された後にのみ不適合その他の事象が明確になる場合を含む。）においては、妥当性確認を行う。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、前項のプロセスが個別業務計画に定めた結果を得ることができることを、同項の妥当性確認によって実証する。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、妥当性確認を行った場合は、その結果の記録を作成し、これを管理する。
- (4) 型式設計特定容器等の製造者等は、第一項の妥当性確認の対象とされたプロセスについて、次に掲げる事項（当該プロセスの内容等から該当しないと認められるものを除く。）を明確にする。
 - (a) 当該プロセスの審査及び承認のための判定基準
 - (b) 妥当性確認に用いる設備の承認及び要員の力量を確認する方法
 - (c) 妥当性確認の方法（対象となる個別業務計画の変更時の再確認及び一定期間が経過した後に行う定期的な再確認を含む。）

7.5.17 識別管理及びトレーサビリティの確保

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、個別業務計画及び個別業務の実施に係るすべてのプロセスにおいて、適切な手段（札の貼り付け、個別業務の管理等）により、型式設計特定容器等及び個別業務の状態を識別し、管理する。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、トレーサビリティ（型式設計特定容器等の使用又は個別業務の実施に係る履歴、適用又は所在を追跡できる状態をいう。）の確保が個別業務等要求事項である場合においては、型式設計特定容器等又は個別業務を識別し、これを記録するとともに、当該記録を管理する。

7.5.18 型式設計特定容器等の使用者その他の外部の者の物品

型式設計特定容器等の製造者等は、型式設計特定容器等の使用者その他の外部の者の物品（JIS Q 9001の顧客又は外部提供者の所有物を含む。）を所持している場合においては、必要に応じ、記録を作成し、これを管理する。

7.5.19 調達物品の管理

型式設計特定容器等の製造者等は、調達した物品が使用されるまでの間、当該物品を調達物品等要求事項に適合するように管理（識別表示、取扱い、包装、保管及び保護を含む。）する。

7.5.20 監視測定のための設備の管理

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、型式設計特定容器等又は個別業務の個別業務等要求事項への適合性の実証に必要な監視測定及び当該監視測定のための設備を明確に定める。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、上記の監視測定について、実施可能であり、かつ、当該監視測定に係る要求事項と整合性のとれた方法で実施する。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、監視測定の結果の妥当性を確保するために、監視測定のために必要な設備を、次に掲げる事項に適合するものとする。
 - (a) あらかじめ定められた間隔で、又は使用の前に、計量の標準まで追跡することが可能な方法（当該計量の標準が存在しない場合にあっては、校正又は検証の根拠について記録する方法）により校正又は検証がなされている。
 - (b) 校正の状態が明確になるよう、識別されている。
 - (c) 所要の調整がなされている。
 - (d) 監視測定の結果を無効とする操作から保護されている。
 - (e) 取扱い、維持及び保管の間、損傷及び劣化から保護されている。

- (4) 型式設計特定容器等の製造者等は、監視測定のための設備に係る要求事項への不適合が判明した場合においては、従前の監視測定の結果の妥当性を評価し、これを記録する。
- (5) 型式設計特定容器等の製造者等は、上記の場合において、当該監視測定のための設備及び上記の不適合により影響を受けた型式設計特定容器等又は個別業務について、適切な措置を講じる。
- (6) 型式設計特定容器等の製造者等は、監視測定のための設備の校正及び検証の結果の記録を作成し、これを管理する。
- (7) 型式設計特定容器等の製造者等は、監視測定においてソフトウェアを使用することとしたときは、その初回の使用に当たり、あらかじめ、当該ソフトウェアが意図したとおりに当該監視測定に適用されていることを確認する。

7.6 評価及び改善

7.6.1 監視測定、分析、評価及び改善

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、監視測定、分析、評価及び改善に係るプロセスを計画し、実施する。このプロセスには、取組むべき改善に係る部門の管理者等の要員を含め、組織が当該改善の必要性、方針、方法等について検討するプロセスを含める。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、要員が前項の監視測定の結果を利用できるようにする。

7.6.2 組織の外部の者の意見

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、監視測定の一環として、原子力の安全の確保に対する型式設計特定容器等の使用者その他の外部の者の意見を把握する。外部の者の意見の把握には、外部監査の結果、原子力規制委員会の指摘等を含める。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、前項の意見の把握及び当該意見の反映に係る方法を明確に定める。

7.6.3 内部監査

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、品質マネジメントシステムについて、次に掲げる要件への適合性を確認するために、品質管理活動の重要度に応じて、あらかじめ定められた間隔で、客観的な評価を行う部門その他の体制により内部監査を実施する。内部監査の実施に際し、重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置が要求されていない型式設計特定容器等においては、内部監査の対象に関与していない要員に実施させることができる。
 - (a) 本章の規定に基づく品質マネジメントシステムに係る要求事項

- (b) 実効性のある実施及び実効性の維持
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、内部監査の判定基準、監査範囲、頻度、方法及び責任を定める。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、内部監査の対象となり得る部門、個別業務、プロセスその他の領域（以下「領域」という。）の状態及び重要性並びに従前の監査の結果を考慮して内部監査の対象を選定し、かつ、内部監査の実施に関する計画（以下「内部監査実施計画」という。）を策定し、及び実施することにより、内部監査の実効性を維持する。
- (4) 型式設計特定容器等の製造者等は、内部監査を行う要員（以下「内部監査員」という。）の選定及び内部監査の実施においては、客観性及び公平性を確保する。
- (5) 型式設計特定容器等の製造者等は、内部監査員又は管理者に自らの個別業務又は管理下にある個別業務に関する内部監査をさせない。
- (6) 型式設計特定容器等の製造者等は、内部監査実施計画の策定及び実施並びに内部監査結果の報告並びに記録の作成及び管理について、その責任及び権限並びに内部監査に係る要求事項を手順書等に定める。この責任及び権限には、必要に応じて内部監査員又は内部監査を実施した部門が取締役社長に直接報告する権限を含める。
- (7) 型式設計特定容器等の製造者等は、内部監査の対象として選定された領域に責任を有する管理者に内部監査結果を通知する。
- (8) 型式設計特定容器等の製造者等は、不適合が発見された場合には、前項の通知を受けた管理者に、不適合を除去するための措置及び是正処置を遅滞なく講じさせるとともに、当該措置の検証を行わせ、その結果を報告させる。

7.6.4 プロセスの監視測定

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、プロセスの監視測定を行う場合においては、当該プロセスの監視測定に見合う方法により、これを行う。監視測定の対象には、型式設計特定容器等及び品質管理活動に係る不適合についての弱点のある分野及び強化すべき分野等に関する情報を含める。また、監視及び測定の方法には、次の事項を含める。
 - (a) 監視及び測定の実施時期
 - (b) 監視及び測定の結果の分析及び評価の方法並びにその時期
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、前項の監視測定の実施に当たり、品質管理活動の重要度に応じて、品質管理活動指標を用いる。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、(1)の方法により、プロセスが7.3.5項及び7.5.1項の計画に定めた結果を得ることができることを実証する。
- (4) 型式設計特定容器等の製造者等は、(1)の監視測定の結果に基づき、品質管理活動の改善のために、必要な措置を講ずる。

- (5) 型式設計特定容器等の製造者等は、7.3.5 項及び 7.5.1 項の計画に定めた結果を得ることができない場合又は当該結果を得ることができないおそれがある場合においては、個別業務等要求事項への適合性を確保するために、当該プロセスの問題を特定し、当該問題に対して適切な措置を講ずる。

7.6.5 型式設計特定容器等の検査等

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、型式設計特定容器等に係る要求事項への適合性を検証するために、個別業務計画に従って、個別業務の実施に係るプロセスの適切な段階において、使用前事業者検査等又は自主検査等を実施する。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、使用前事業者検査等又は自主検査等の結果に係る記録を作成し、これを管理する（必要に応じ、検査において使用した試験体や計測機器等に関する記録も含む。）。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、プロセスの次の段階に進むことの承認を行った要員を特定することができる記録を作成し、これを管理する。
- (4) 型式設計特定容器等の製造者等は、個別業務計画に基づく使用前事業者検査等又は自主検査等を支障なく完了するまでは、プロセスの次の段階に進むことの承認をしてはならない。ただし、当該承認の権限を持つ要員が、個別業務計画に定める手順により特に承認をする場合は、この限りでない。
- (5) 型式設計特定容器等の製造者等は、品質管理活動の重要度に応じて、使用前事業者検査等の独立性（使用前事業者検査等を実施する要員をその対象となる型式設計特定容器等を所管する部門に属する要員と部門を異にする要員（使用前事業者検査等を実施する要員と当該検査対象となる機器等を所管する部門に属する要員が、型式設計特定容器等の品質マネジメントシステム計画に記載の職務と照らし合わせ、別の部門に所属していることをいう。）とすることその他の方法により、使用前事業者検査等の中立性及び信頼性が損なわれないことをいう。）を確保する。なお、重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置が要求されていない型式設計特定容器等においては、当該使用前事業者検査等の対象となる機器等の工事（補修、取替え、改造等）又は点検に関与していない要員に使用前事業者検査等を実施させることができる。また、使用前事業者検査等を実施する要員が、当該検査等に必要な力量を持ち、適正な判定を行うに当たり、何人からも不当な影響を受けることなく、当該検査等を実施できる状況を確認する。
- (6) 7.6.5 項の規定については、自主検査等について準用する。この場合において、「部門を異にする要員」とあるのは「必要に応じて部門を異にする要員」と読み替えるものとする。

7.6.6 不適合の管理

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、個別業務等要求事項に適合しない型式設計特定容器等が使用され、又は個別業務が実施されることがないように、当該型式設計特定容器等又は個別業務を特定し、これを管理する（不適合が確認された機器等又は個別業務が識別され、不適合の全てを管理する。）。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、不適合の処理に係る管理（不適合を関連する管理者に報告することを含む。）並びにそれに関連する責任及び権限を手順書等に定める。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、次に掲げる方法のいずれかにより、不適合を処理する。
 - (a) 発見された不適合を除去するための措置を講ずる。
 - (b) 不適合について、あらかじめ定められた手順により原子力の安全に及ぼす影響について評価し、型式設計特定容器等の使用又は個別業務の実施についての承認を行う（以下「特別採用」という。）。
 - (c) 型式設計特定容器等の使用又は個別業務の実施ができないようにするための措置を講ずる。
 - (d) 型式設計特定容器等の使用又は個別業務の実施後に発見した不適合については、その不適合による影響又は起こり得る影響に応じて適切な措置を講ずる。
- (4) 型式設計特定容器等の製造者等は、不適合の内容の記録及び当該不適合に対して講じた措置（特別採用を含む。）に係る記録を作成し、これを管理する。
- (5) 型式設計特定容器等の製造者等は、(3)(a)の措置を講じた場合においては、個別業務等要求事項への適合性を実証するための検証を行う。

7.6.7 データの分析及び評価

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、品質マネジメントシステムが実効性のあるものであることを実証するため、及び当該品質マネジメントシステムの実効性の改善（品質マネジメントシステムの実効性に関するデータ分析の結果、課題や問題が確認されたプロセスを抽出し、当該プロセスの改良、変更等を行い、品質マネジメントシステムの実効性を改善することを含む。）の必要性を評価するために、適切なデータ（監視測定の結果から得られたデータ及びそれ以外の関連情報源からのデータを含む。）を明確にし、収集し、及び分析する。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、前項のデータの分析及びこれに基づく評価を行い、次に掲げる事項に係る情報を得る。
 - (a) 型式設計特定容器等使用者その他の外部の者からの意見の傾向及び特徴その他分析により得られる知見
 - (b) 個別業務等要求事項への適合性

- (c) 型式設計特定容器等及びプロセスの特性及び傾向（是正処置を行う端緒となるものを含む。）また、不適合には至らない機器等及びプロセスの特性及び傾向から得られた情報に基づき、是正処置の必要性について検討する機会を得ることを含む。
- (d) 調達物品等の供給者の供給能力

7.6.8 継続的な改善

型式設計特定容器等の製造者等は、品質マネジメントシステムの継続的な改善（品質マネジメントシステムの実効性を向上させるための継続的な活動を含む。）を行うために、品質方針及び品質目標の設定、マネジメントレビュー及び内部監査の結果の活用、データの分析並びに是正処置及び未然防止処置の評価を通じて改善が必要な事項を明確にするとともに、当該改善の実施その他の措置を講ずる。

7.6.9 是正処置等

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、個々の不適合その他の事象が原子力の安全に及ぼす影響に応じて、次に掲げるところにより、速やかに適切な是正処置を講ずる。
 - (a) 是正処置を講ずる必要性について、次に掲げる手順により評価を行う。不適合その他の事象の分析には、以下の事項を含む。
 - ・情報の収集及び整理
 - ・技術的、人的及び組織的側面等の考慮
 - 1) 不適合その他の事象の分析及び当該不適合の原因の明確化
当該不適合の原因の明確化には、必要に応じて以下の事項を含める。
 - ・日常業務のマネジメント
 - ・安全文化の弱点のある分野及び強化すべき分野との関係を整理
 - 2) 類似の不適合その他の事象の有無又は当該類似の不適合その他の事象が発生する可能性の明確化
- (b) 必要な是正処置を明確にし、実施する。
- (c) 講じた全ての是正処置の実効性の評価を行う。
- (d) 必要に応じ、計画において決定した品質管理活動の改善のために講じた措置を変更する。
- (e) 必要に応じ、品質マネジメントシステムを変更する。
- (f) 原子力の安全に及ぼす影響の程度が大きい不適合（単独の事象では原子力の安全に及ぼす影響の程度は小さいが、同様の事象が繰り返し発生することにより、原子力の安全に及ぼす影響の程度が増大するおそれのあるものを含む。）に関して、根本的な原因を究明するために行う分析の手順を確立し、実施する。
- (g) 講じたすべての是正処置及びその結果の記録を作成し、これを管理する。

- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、前項各号に掲げる事項について、手順書等に定める。
- (3) 型式設計特定容器等の製造者等は、手順書等に基づき、複数の不適合その他の事象に係る情報から類似する事象に係る情報を抽出し、その分析を行い、当該類似の事象に共通する原因を明確にした上で、適切な措置を講ずる。

7.6.10 未然防止処置

- (1) 型式設計特定容器等の製造者等は、原子力施設その他の施設の品質管理活動等の知見を収集し、自らの組織で起こり得る不適合の重要性に応じて、次に掲げるところにより、適切な未然防止処置を講ずる。
 - (a) 起こり得る不適合及びその原因について調査する。
 - (b) 未然防止処置を講ずる必要性について評価する。
 - (c) 必要な未然防止処置を明確にし、実施する。
 - (d) 講じた全ての未然防止処置の実効性の評価を行う。
 - (e) 講じた全ての未然防止処置及びその結果の記録を作成し、これを管理する。
- (2) 型式設計特定容器等の製造者等は、前項各号に掲げる事項について、手順書等に定める。

8. 本型式設計特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲又は条件

8.1 型式設計特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲

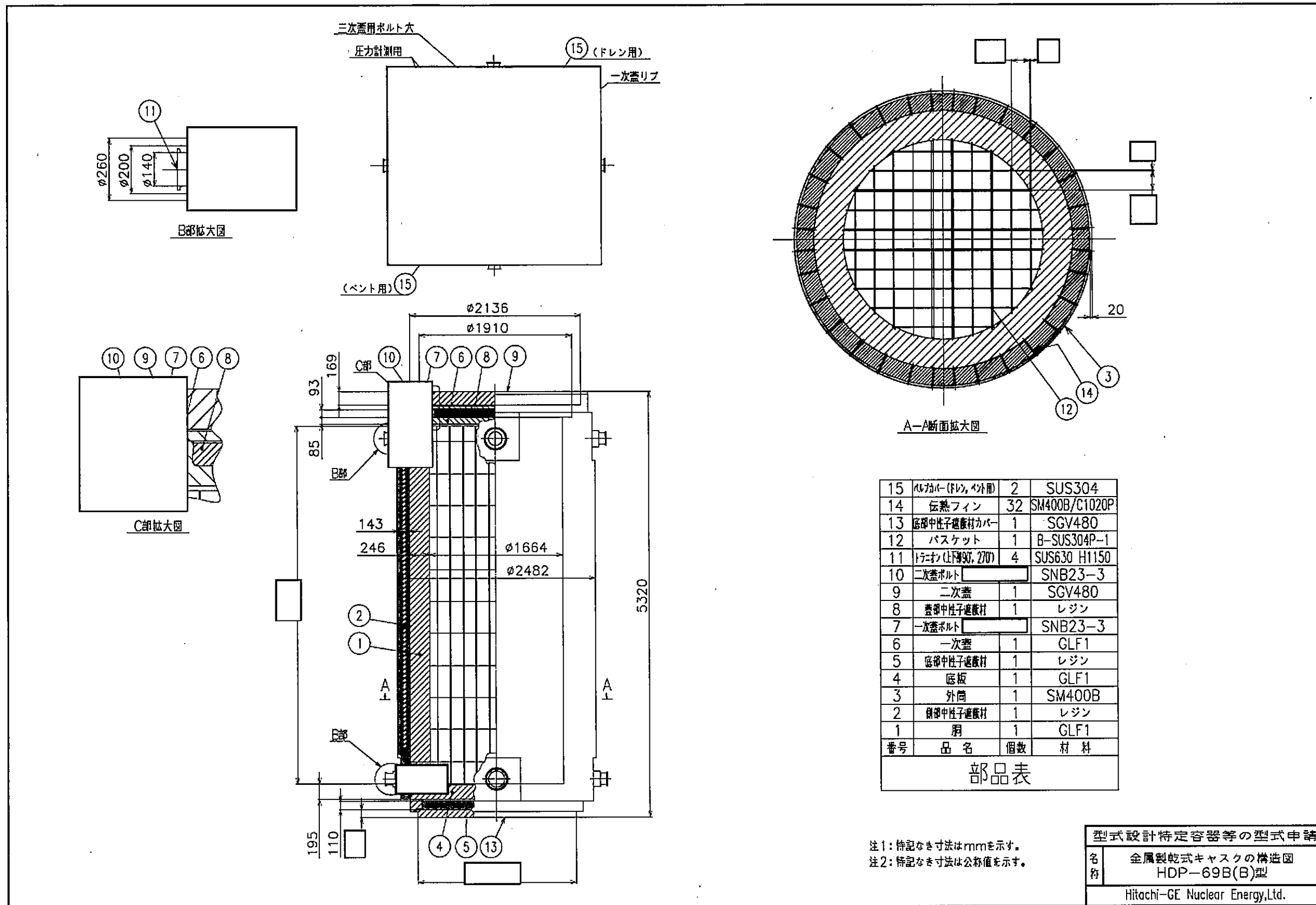
以下に示す条件により設計された型式設計特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設であること。

金属キャスクの設計貯蔵期間	60年以下
金属キャスクの貯蔵場所	貯蔵建屋内
金属キャスクの貯蔵姿勢	たて置き
金属キャスクの固定方式	下部トラニオン固定
金属キャスクの全質量（使用済燃料を含む。）	118.3 t以下
金属キャスクの主要寸法	全長 約 5.4 m 外径 約 2.5 m
金属キャスク表面における線量当量率	2 mSv/h以下
金属キャスク表面から 1 m 離れた位置における線量当量率	100 μ Sv/h以下
貯蔵区域における金属キャスク周囲温度	最低温度 -22.4 $^{\circ}$ C 最高温度 45 $^{\circ}$ C
貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度	最高温度 65 $^{\circ}$ C
貯蔵区域における地震力	水平方向 1.40 G 鉛直方向 0.87 G

8.2 型式設計特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の条件

使用済燃料貯蔵施設の設計及び工事の計画の認可申請時に別途確認しなければならない事項等の条件は以下のとおりとする。

- (1) HDP-69B(B)型を貯蔵した場合に使用済燃料貯蔵施設を設置する事業所周辺の線量が原子力規制委員会の定める線量限度を十分下回ること。
- (2) HDP-69B(B)型を貯蔵した場合に貯蔵区域における金属キャスク周囲温度及び貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度が、前項に示したそれぞれの最高温度以下であること。
- (3) HDP-69B(B)型を使用した場合、使用済燃料貯蔵施設の貯蔵架台が、前項に示した地震力に対して概ね弾性状態にとどまる範囲で耐え得る設計であること。
- (4) 火災等、津波及び外部からの衝撃については、使用済燃料貯蔵施設で想定される条件においてHDP-69B(B)型の基本的安全機能が損なわれないこと。



15	バルブ(ドレン, 外周)	2	SUS304
14	伝熱フィン	32	SM400B/C1020P
13	底部中性子遮蔽材カバー	1	SGV480
12	バスケット	1	B-SUS304P-1
11	圧力計(上下90°, 270°)	4	SUS630 H1150
10	二次蓋ボルト		SNB23-3
9	二次蓋	1	SGV480
8	蓋部中性子遮蔽材	1	レジン
7	一次蓋ボルト		SNB23-3
6	一次蓋	1	GLF1
5	底部中性子遮蔽材	1	レジン
4	底板	1	GLF1
3	外筒	1	SM400B
2	胴部中性子遮蔽材	1	レジン
1	胴	1	GLF1
番号	品名	個数	材料

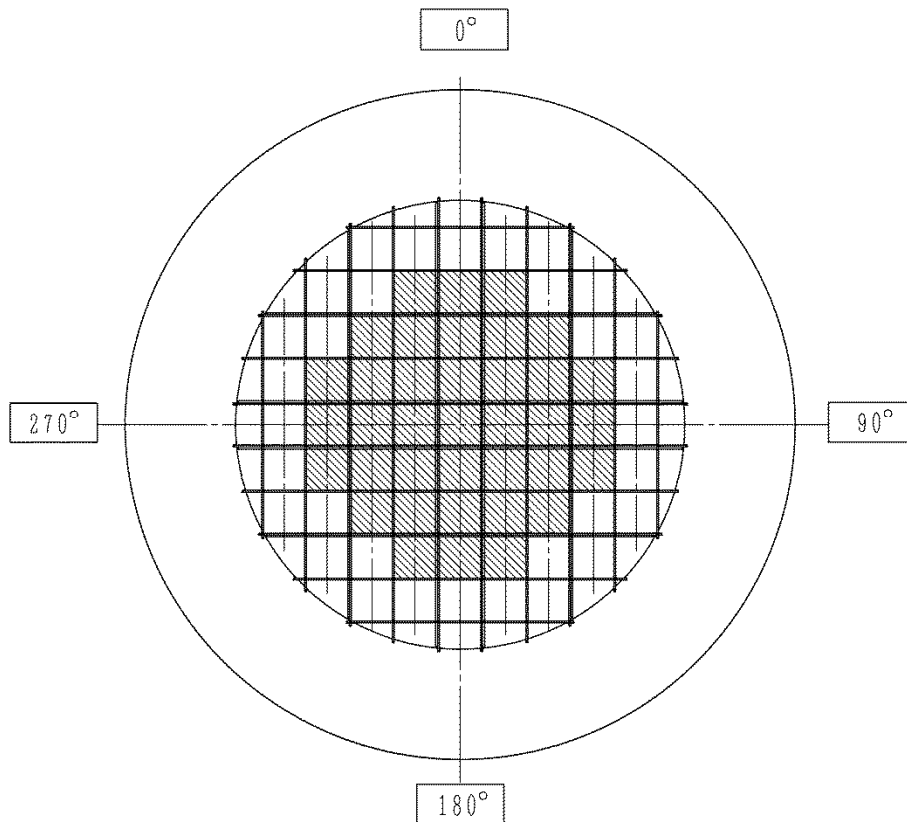
部品表

注1: 特記なき寸法はmmを示す。
注2: 特記なき寸法は公称値を示す。

型式設計特定容器等の型式申請	
名称	金属製乾式キャスクの構造図 HDP-69B(B)型
申請者	Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.

内は商業機密のため、非公開とします。

図1 HDP-69B(B)型の構造図



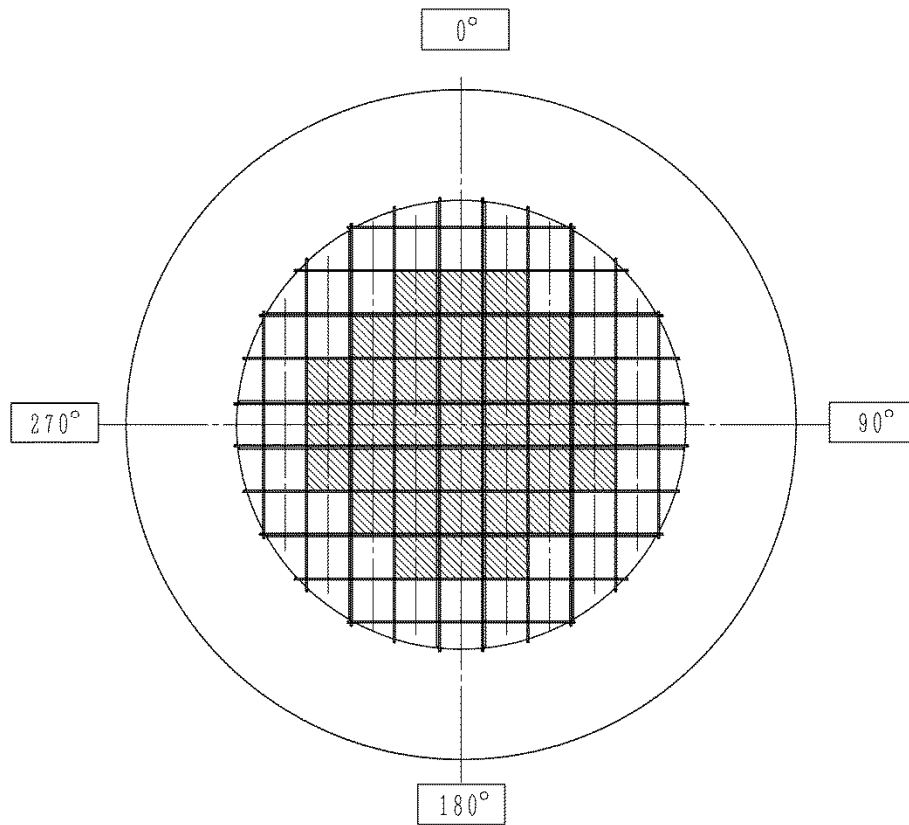
燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料
 収納体数 : 32 体
 燃焼度 : 34,000 MWd/t 以下
 冷却期間 : 18 年以上

燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 40,000 MWd/t 以下
 冷却期間 : 18 年以上

金属キャスク 1 基当たりの平均燃焼度 : 34,000 MWd/t 以下

金属キャスク 1 基当たりの崩壊熱量 : 12.1 kW 以下

図 2 使用済燃料の収納位置条件(配置(i))
 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料を混載収納する場合)



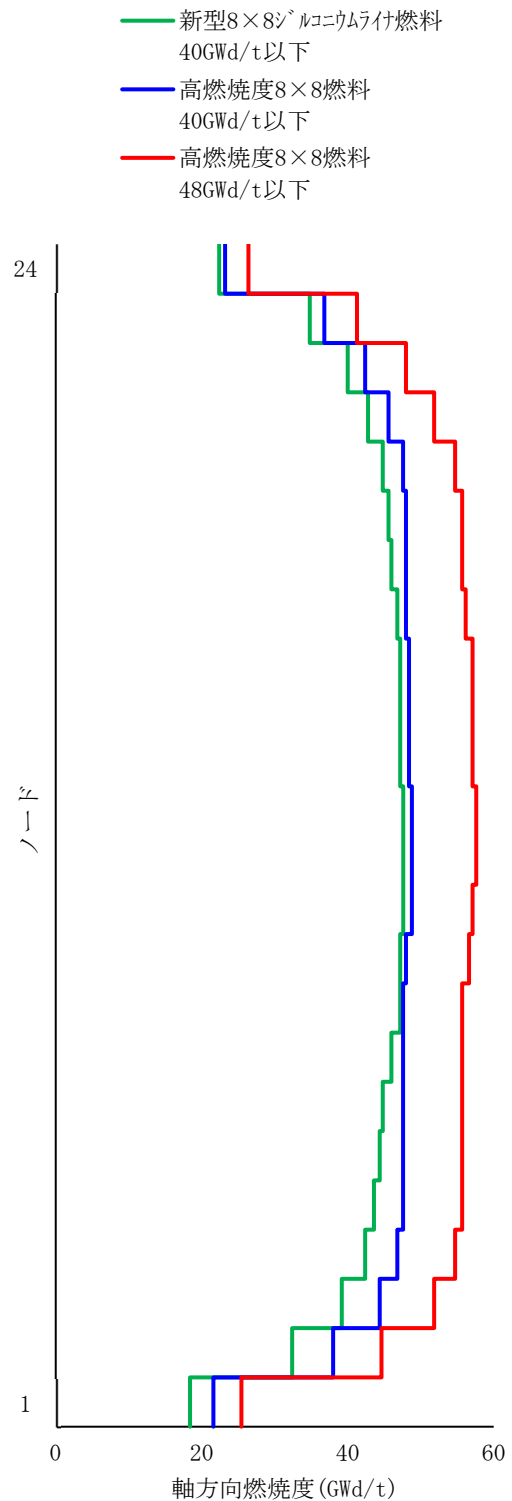
燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料
 収納体数 : 32 体
 燃焼度 : 40,000 MWd/t 以下
 冷却期間 : 22 年以上

燃料種類 : 高燃焼度 8×8 燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 48,000 MWd/t 以下
 冷却期間 : 20 年以上

金属キャスク 1 基当たりの平均燃焼度 : 40,000 MWd/t 以下
 金属キャスク 1 基当たりの崩壊熱量 : 13.8 kW 以下

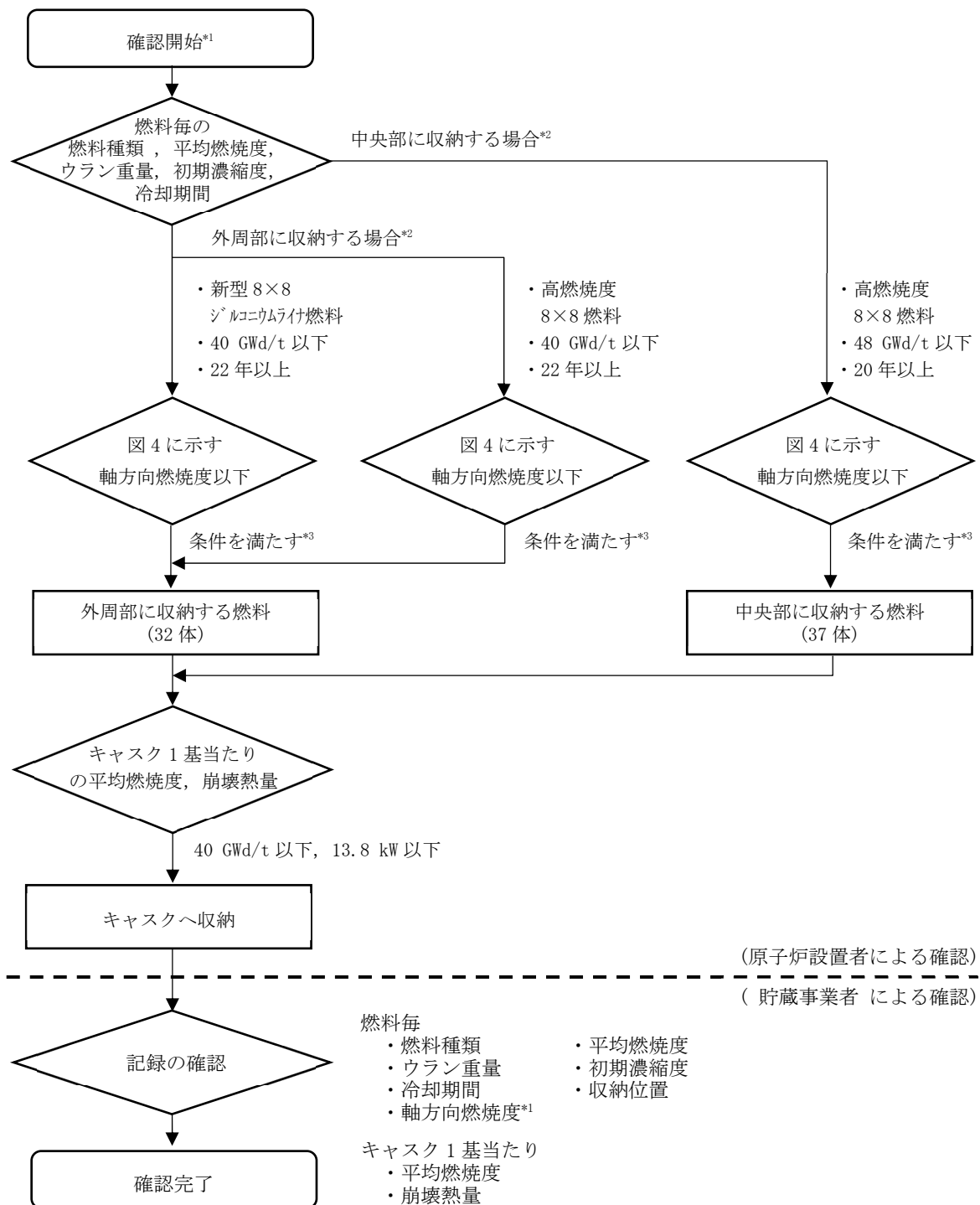
図 3 使用済燃料の収納位置条件(配置(ii))
 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料を混載収納する場合)

燃料種類		新型 8×8 ジルコニウム ライ付燃料	高燃焼度 8×8 燃料	
燃焼度 (GWd/t)		40	40	48
ノード		軸方向燃焼度*1 (GWd/t)		
(上部)	24	22.40	23.20	26.40
	23	34.80	36.80	41.28
	22	40.00	42.40	48.00
	21	42.80	45.60	51.84
	20	44.80	47.60	54.72
	19	45.60	48.00	55.68
	18	46.00	48.00	55.68
	17	46.80	48.00	56.16
	16	47.20	48.40	57.12
	15	47.20	48.40	57.12
	14	47.20	48.40	57.12
	13	47.60	48.80	57.60
	12	47.60	48.80	57.60
	11	47.60	48.80	57.12
	10	47.20	48.00	56.64
	9	47.20	47.60	55.68
	8	46.00	47.60	55.68
	7	44.80	47.60	55.68
	6	44.40	47.60	55.68
	5	43.60	47.60	55.68
4	42.40	46.80	54.72	
3	39.20	44.40	51.84	
2	32.40	38.00	44.64	
(下部)	1	18.40	21.60	25.44



注記*1：配置(ii)に収納する燃料は軸方向燃焼度が本図の条件に包含されるものであることとする。

図4 配置(ii)で収納する使用済燃料の軸方向燃焼度

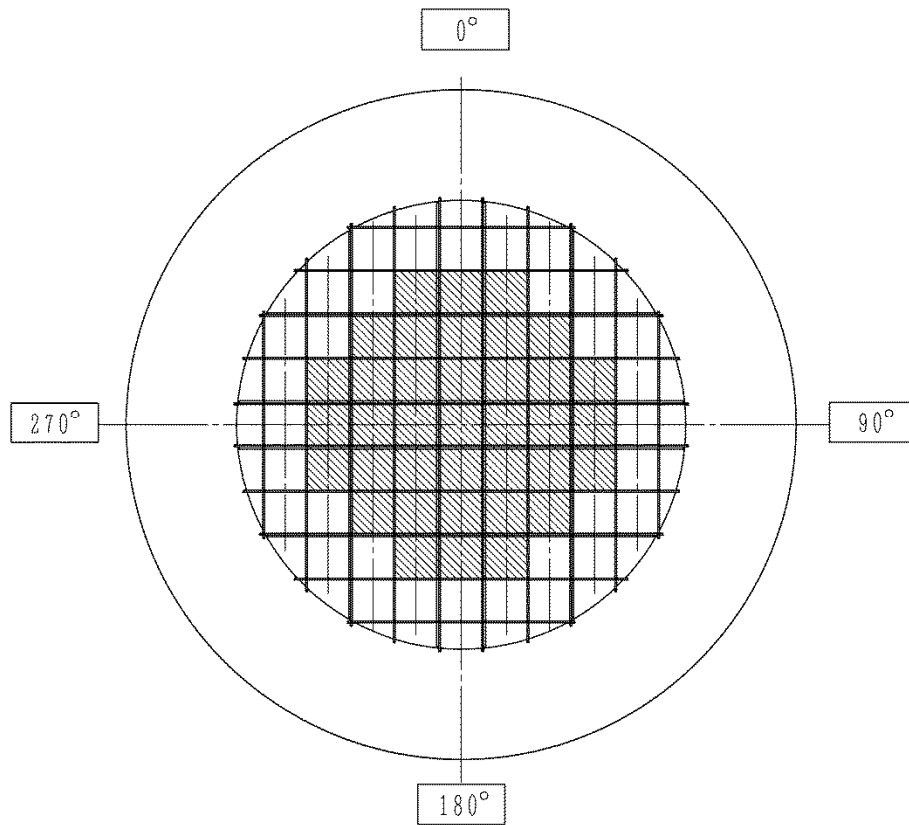


注記 *1: 配置(ii)以外では, 軸方向燃焼度の確認を必要としない。

*2: 平均燃焼度が 40 GWd/t 以下の高燃焼度 8×8 燃料は, 外周部及び中央部どちらにも収納可能。

*3: 上記フローにおいていずれの収納位置条件も満たせない燃料は, 配置(ii)の収納対象外とする。

図5 配置(ii)で収納する使用済燃料の軸方向燃焼度確認フローの例



燃料種類 : 新型 8×8 燃料
 収納体数 : 32 体
 燃焼度 : 29,000 MWd/t 以下
 冷却期間 : 28 年以上

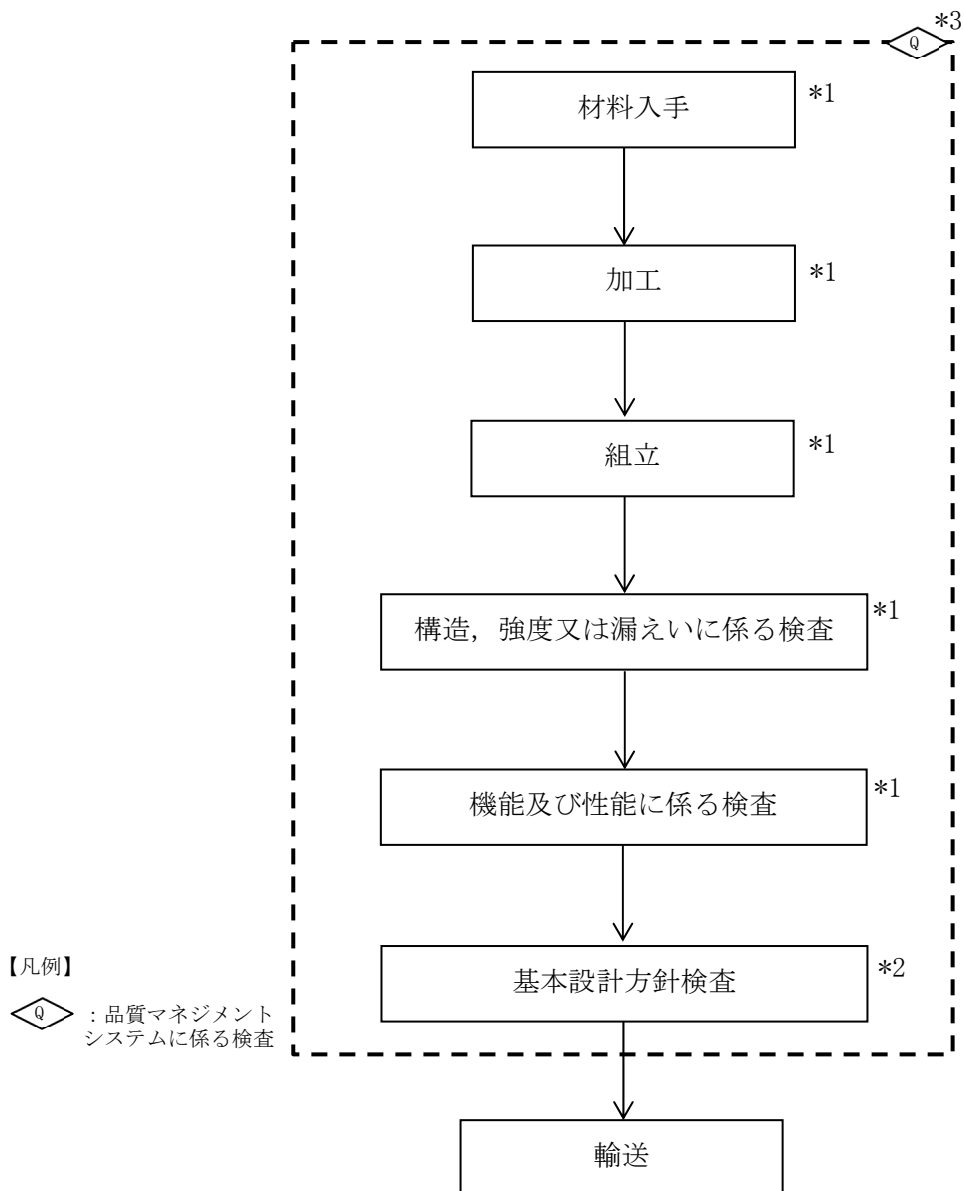
燃料種類 : 新型 8×8 燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 34,000 MWd/t 以下
 冷却期間 : 28 年以上

金属キャスク 1 基当たりの平均燃焼度 : 29,000 MWd/t 以下

金属キャスク 1 基当たりの崩壊熱量 : 8.4 kW 以下

図 6 使用済燃料の収納位置条件(配置(iii))

(新型 8×8 燃料のみを収納する場合)

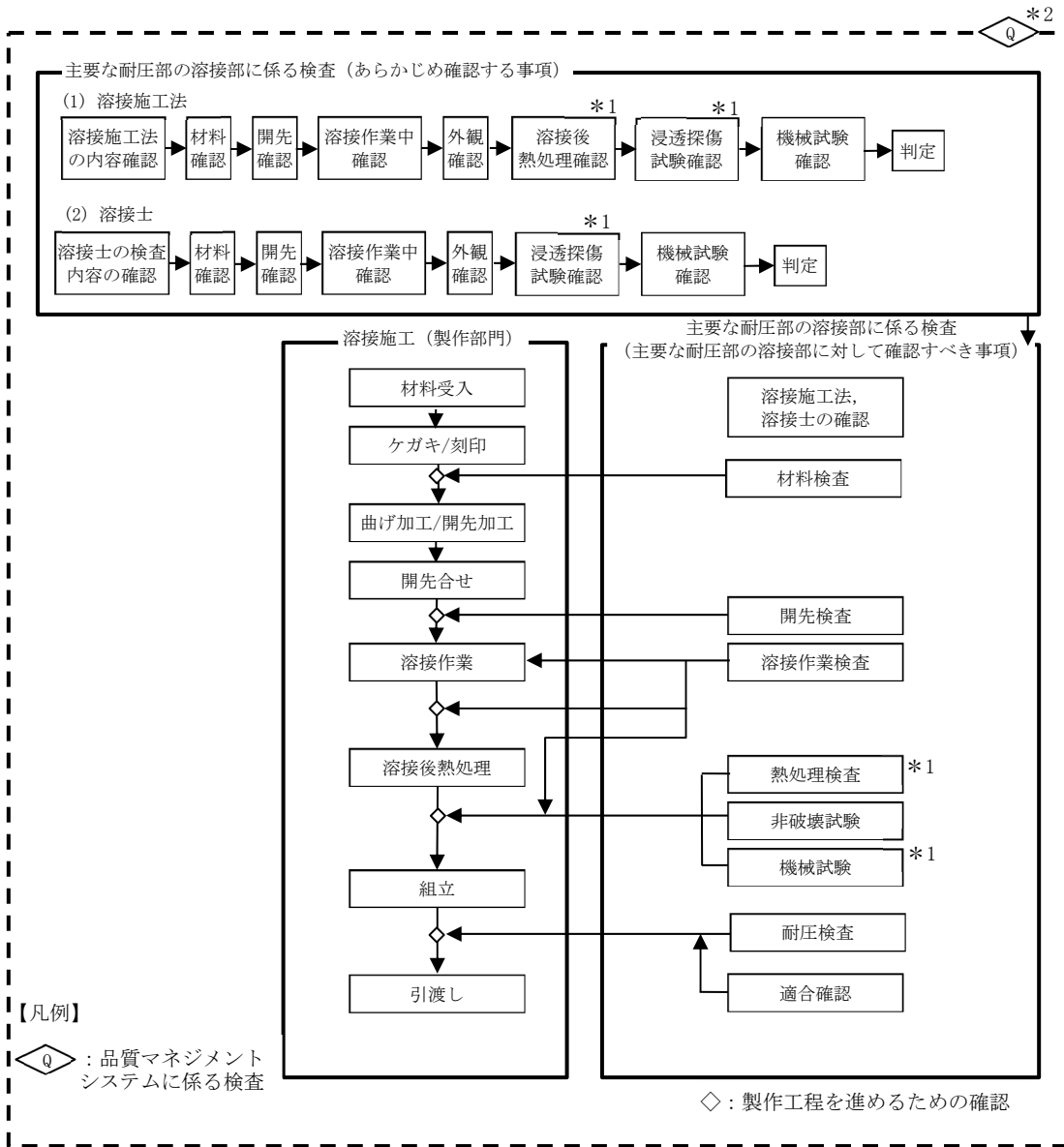


注記 *1：検査については、使用済燃料貯蔵事業者において実施する使用前事業者検査を含め、型式設計特定容器の製造者として必要な検査を材料入手、加工及び組立の間で適切な時期に実施する。また、主要な耐圧部の溶接部に係る溶接施工は図8の製作の手順と検査のフローに従い実施する。

*2：6.1節の「基本設計方針」のうち、表1で示す「構造、強度又は漏えいに係る検査」及び表5で示す「機能及び性能に係る検査」では確認できない事項について、表6に示す検査を適切な段階で実施する。

*3：品質マネジメントシステムに係る検査は、製作期間等を考慮して適切な時期と頻度で実施する。

図7 HDP-69B(B)型の製作及び検査のフロー



注記 *1: 熱処理検査, 機械試験等必要な場合のみ実施する。
 *2: 品質マネジメントシステムに係る検査は, 製作期間等を考慮して適切な時期と頻度で実施する。

図 8 HDP-69B(B)型の主要な耐圧部の溶接部に係る製作の手順と検査のフロー

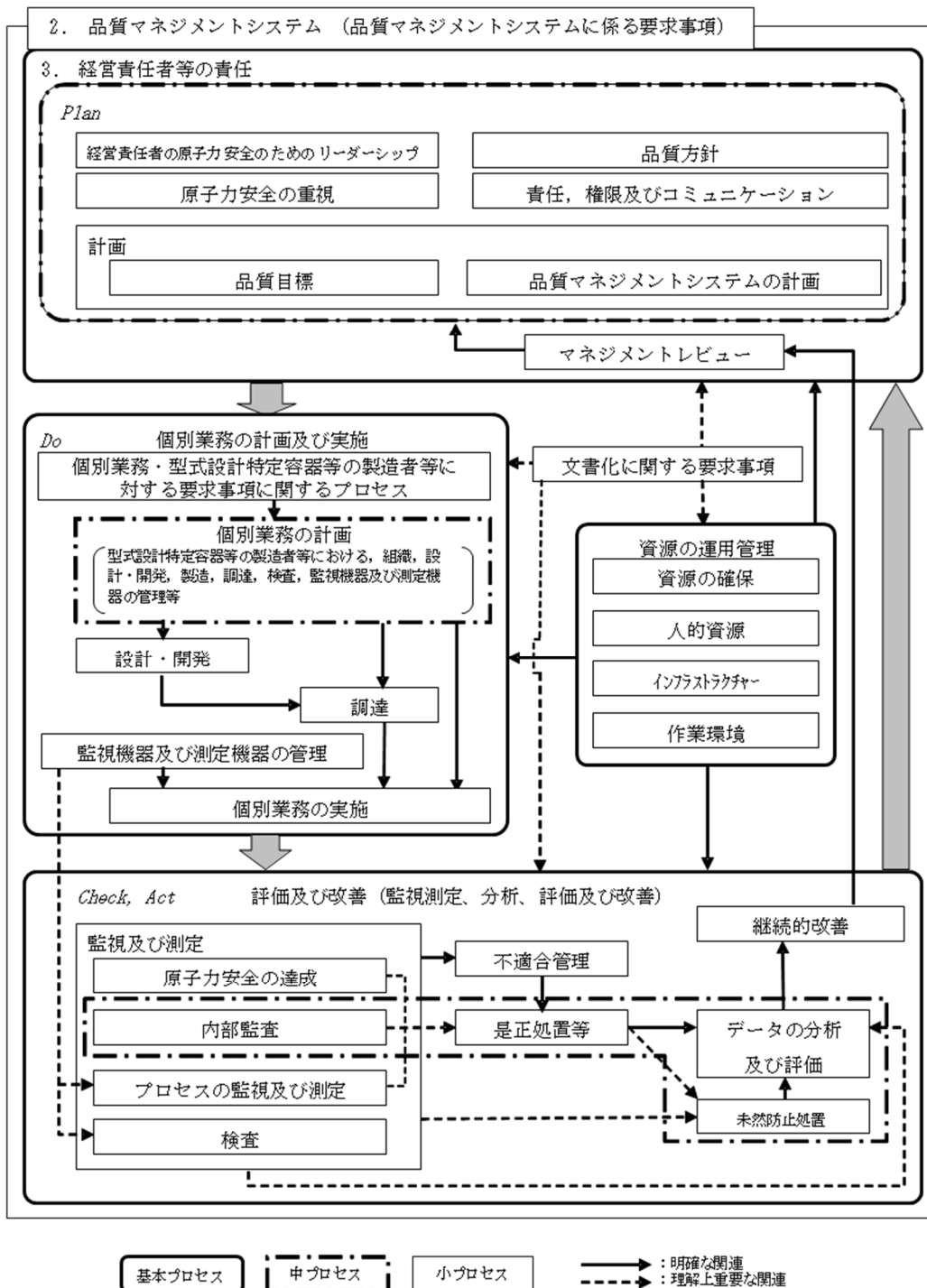


図9 品質マネジメントシステムのプロセス相関図

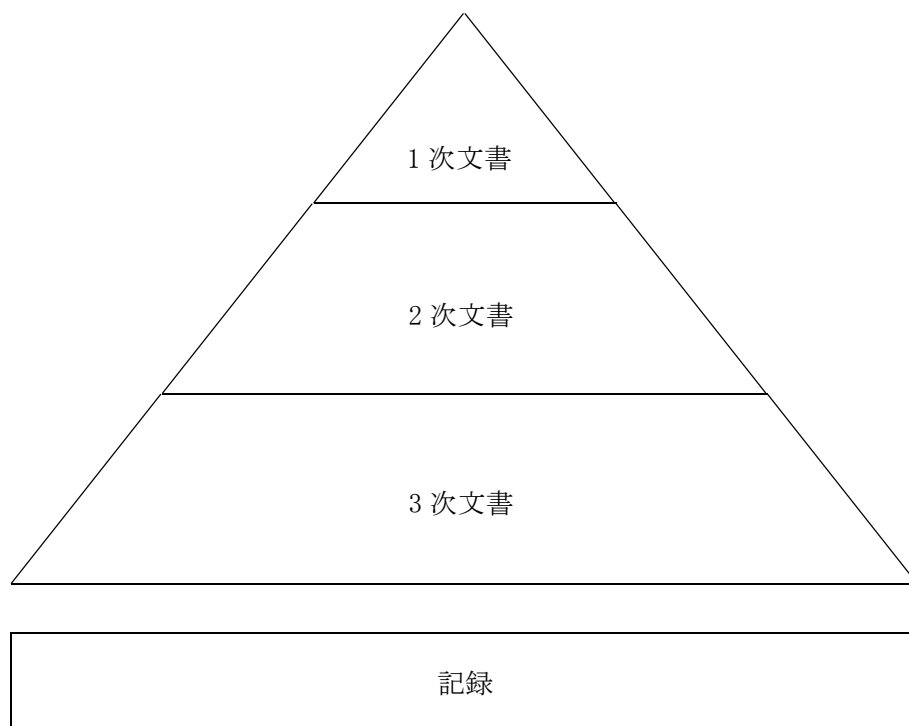


図 10 品質マネジメントシステムに係る文書体系図

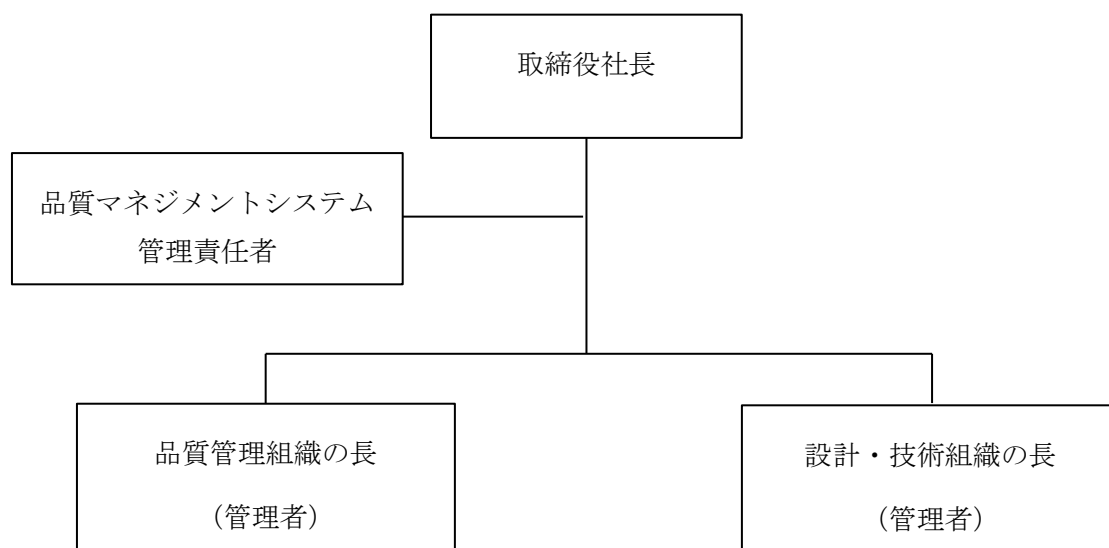


図 11 関連組織図

表1 構造，強度又は漏えいに係る検査

検査項目*1	検査方法	判定基準
材料検査	材料メーカーで実施された検査の結果をミルシート等により確認する。	設計仕様のと通りの破壊じん性，機械的強度及び化学的成分を有する材料であること。
寸法検査	主要寸法測定箇所を測定する。	設計仕様のと通りの寸法であること。
外観検査	各部の外観を目視検査する。	基本的安全機能及び構造強度に影響する汚れ，傷，変形又は損傷のないこと。
耐圧・漏えい検査	密封容器及びその溶接部に対して，耐圧検査圧力で異常な変形及び著しい漏えいがないことを確認する。	異常な変形がないこと及び著しい漏えいがないこと。
吊上荷重検査	トラニオンに荷重を付加し，異常がないことを確認する。	異常のないこと及び浸透探傷試験における判定基準を満足すること。
重量検査	金属キャスクの質量を計測する。	仕様書に定められた値以下であること。

注記*1：各検査は，全数又は抜取りにより実施されるものとする。

表2 あらかじめ確認すべき事項（溶接施工法）

検査項目	検査方法及び判定基準
溶接施工法の内容確認	計画している溶接施工法の内容が、技術基準規則に適合する方法であることを確認する。
材料確認	試験材の種類及び機械的性質が試験に適したものであることを確認する。
開先確認	試験をする上で、健全な溶接が施工できることを確認する。
溶接作業中確認	溶接施工法及び溶接設備等が計画どおりのものであり、溶接条件等が溶接検査計画書のとおりを実施されることを確認する。
外観確認	試験材について、目視により外観が良好であることを確認する。
溶接後熱処理確認	溶接後熱処理の方法等が技術基準規則に基づき計画した内容に適合していることを確認する。
浸透探傷試験確認	技術基準規則に適合した試験の方法により浸透探傷試験を行い、表面における開口した欠陥の有無を確認する。
機械試験確認	溶接部の強度、延性及び靱性等の機械的性質を確認するため、継手引張試験、曲げ試験及び衝撃試験により溶接部の健全性を確認する。
(判定) ^{*1}	以上の全ての工程において、技術基準規則に適合していることが確認された場合、当該溶接施工法は技術基準規則に適合するものとする。

注記*1:()は検査項目ではない。

表3 あらかじめ確認すべき事項（溶接士）

検査項目	検査方法及び判定基準
溶接士の検査 内容確認	検査を受けようとする溶接士の氏名，溶接訓練歴等，及びその者が行う溶接施工法の範囲を確認する。
材料確認	試験材の種類及び機械的性質が試験に適したものであることを確認する。
開先確認	試験をする上で，健全な溶接が施工できることを確認する。
溶接作業中 確認	溶接士及びその溶接士が行う溶接作業が溶接検査計画書のとおりであり，溶接条件が溶接検査計画書のとおりに実施されることを確認する。
外観確認	目視により外観が良好であることを確認する。
浸透探傷試験 確認	技術基準規則に適合した試験の方法により浸透探傷試験を行い，表面における開口した欠陥の有無を確認する。
機械試験確認	曲げ試験を行い，欠陥の有無を確認する。
（判定）*1	以上の全ての工程において，技術基準規則に適合していることが確認された場合，当該溶接士は技術基準規則に適合する技能を持った者とする。

注記*1：（ ）は検査項目ではない。

表4 主要な耐圧部の溶接部に対して確認する事項

検査項目	検査方法及び判定基準
適用する溶接施工法、溶接士の確認	適用する溶接施工方法、溶接士について、表2及び表3に示す適合確認がなされていることを確認する。
材料検査	溶接に使用する材料が技術基準規則に適合するものであることを確認する。
開先検査	開先形状、開先面の清浄及び継手面の食違い等が技術基準規則に適合するものであることを確認する。
溶接作業検査	あらかじめの確認において、技術基準規則に適合していることが確認された溶接施工法及び溶接士により溶接施工しているかを確認する。
熱処理検査	溶接後熱処理の方法、熱処理設備の種類及び要領が、技術基準規則に適合するものであること、また、あらかじめの確認において技術基準規則に適合していることを確認した溶接施工法の範囲により実施しているかを確認する。
非破壊試験	溶接部について非破壊試験を行い、その試験方法及び結果が技術基準規則に適合するものであることを確認する。
機械試験	溶接部について機械試験を行い、当該溶接部の機械的性質が技術基準規則に適合するものであることを確認する。
耐圧検査	<p>規定圧力で耐圧検査を行い、これに耐え、かつ、漏えいがないことを確認する。規定圧力で行うことが著しく困難な場合は、可能な限り高い圧力で検査を実施し、耐圧検査の代替として非破壊試験を実施する。</p> <p>(外観の状況確認)</p> <p>溶接部の形状、外観及び寸法が技術基準規則に適合することを確認する。</p>
(適合確認) *1	以上の全ての工程において、技術基準規則に適合していることが確認された場合、当該溶接部は技術基準規則に適合するものとする。

注記*1：() は検査項目ではない。

表5 機能及び性能に係る検査

検査項目*1	検査方法	判定基準
気密漏えい検査	金属キャスクのシール部におけるヘリウムリークテストにより漏えい率を測定する。	許容漏えい率を超えないこと。
遮蔽性能検査	ガンマ線又は中性子遮蔽機能に係る材料検査、寸法検査、外観検査及び溶接検査の記録を確認する。	ガンマ線又は中性子遮蔽機能に係る材料検査、寸法検査、外観検査及び溶接検査の基準を満足していること。
未臨界検査	バスケットの材料検査、寸法検査、外観検査及び溶接検査を確認する。	臨界防止機能に係る材料検査、寸法検査、外観検査及び溶接検査の合格基準を満足すること。
伝熱検査	代表キャスクについては、燃料集合体を模擬した電気ヒータに設計発熱量を模擬し、キャスク表面の温度を測定する。 代表キャスク以外については、除熱機能に係る材料検査、寸法検査、外観検査及び溶接検査の記録を確認する。	代表キャスクについては、周囲温度を45℃に補正したときに、バスケット温度及び胴内面の温度が最高使用温度以下であること。 代表キャスク以外については、除熱機能に係る材料検査、寸法検査、外観検査及び溶接検査の合格基準を満足すること。

注記*1：各検査は、全数又は抜取りにより実施されるものとする。

表6 基本設計方針検査

検査項目	検査方法	判定基準
基本設計方針検査	基本設計方針のうち，表1及び表5では確認できない事項について，基本設計方針に従い型式設計特定容器が製作されたことを製造中における適切な段階で確認する。	6.1項「基本設計方針」のとおりであること。

表7 品質マネジメントシステムに係る検査

検査項目	検査方法	判定基準
品質マネジメントシステムに係る検査	品質記録や聞き取り等により記録の信頼性が確保されていることを確認するとともに，管理要領やその遵守状況の確認により，品質マネジメントシステムに従ったプロセスとおり実行されていることを確認する。	「7.申請に係る型式設計特定容器等の設計及び製作に係る品質管理の方法並びにその実施に係る組織に関する事項」の内，購入仕様に係る範囲について，そのとおりであること。

表8 品質マネジメントシステム文書体系

	文書名
1次文書	品質マネジメントシステム計画書（品質方針（品質目標）を含む。）
2次文書	7.2.2（1）に関する文書
	7.2.2（4）として文書・記録に関する文書
	7.2.2（4）として不適合管理，是正処置等及び未然防止処置に関する文書
3次文書	手順書，指示書

別添 2

添付書類の一部補正

添付書類を以下のとおり補正する。

頁	行	補 正 前	補 正 後
全頁	上1～ 下1	添付書類 1	資料 1 の記載に変更する。
全頁	上1～ 下1	添付書類 2	資料 2 の記載に変更する。
全頁	上1～ 下1	添付書類 3	資料 3 の記載に変更する。
全頁	上1～ 下1	添付書類 4	資料 4 の記載に変更する。
全頁	上1～ 下1	添付書類 5	資料 5 の記載に変更する。
全頁	上1～ 下1	添付書類 6	資料 6 の記載に変更する。
全頁	上1～ 下1	添付書類 7	資料 7 の記載に変更する。
全頁	上1～ 下1	添付書類 8	資料 8 の記載に変更する。
全頁	上1～ 下1	添付書類 9	資料 9 の記載に変更する。
全頁	上1～ 下1	添付書類 10	資料 10 の記載に変更する。
全頁	上1～ 下1	添付書類 11	資料 11 の記載に変更する。
全頁	上1～ 下1	参考図面 各部の公称寸法及び許容範囲	資料 12 の記載に変更する。

添付書類 1

型式証明を受けた設計との整合性に関する説明書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 記載の基本事項	1
4. 型式証明を受けた設計との整合性.....	1

図表目次

表 1 型式証明を受けた設計との整合性	2
---------------------------	---

1. 概要

本書は、HDP-69B(B)型が「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（昭和32年6月10日 法律第166号）（以下「原子炉等規制法」という。）第43条の26の2第1項の型式証明を受けた設計に基づいたものであることを説明するものである。

2. 基本方針

HDP-69B(B)型の設計が使用済燃料貯蔵施設に係る特定容器等の設計の型式証明申請書（以下「型式証明申請書」という。）の基本方針に従った詳細設計であることを、型式証明申請書との整合性により示す。

型式証明申請書との整合性は、型式証明申請書「本文（四号）」及び「本文（五号）」について、型式指定申請書「本文」及び型式指定申請書「添付書類」の記載を比較することにより示す。

また、型式証明申請書「添付書類一」のうち「本文（四号）」及び「本文（五号）」に係る特定容器の設計方針及び設計条件を記載している箇所についても整合性を示す。

3. 記載の基本事項

- (1) 説明書の構成は比較表形式とし、左欄から型式証明申請書「本文」、型式証明申請書「添付書類一」、型式指定申請書、型式指定申請書「添付書類」及び整合性を記載する。
- (2) 説明書の記載順は、型式証明申請書「本文（四号）」及び「本文（五号）」に記載する順とする。
- (3) 型式証明申請書と型式指定申請書の記載が同等の箇所には、実線のアンダーライン又は囲み枠で明示する。表記等が異なる場合には破線のアンダーライン又は囲み枠で明示するとともに、型式指定申請の内容が型式証明申請と整合していることを明示する。

4. 型式証明を受けた設計との整合性

型式証明を受けた設計との整合性を表1に示す。

表 1 型式証明を受けた設計との整合性(1/6)

型式証明申請書「本文」	型式証明申請書「添付書類一」該当事項	型式指定申請書「本文」該当事項	型式指定申請書「添付書類」該当事項	整合性
<p>四 特定容器等の構造及び設備</p> <p>1. 構造</p> <p>HDP-69B(B)型は、軽水減速、軽水冷却、沸騰水型原子炉(以下「BWR」という。)で発生した使用済燃料を貯蔵する機能を有するとともに、使用済燃料の事業所外運搬に使用する輸送容器の機能を併せ持つ金属製の乾式キャスク(以下「金属キャスク」という。)である。HDP-69B(B)型は、使用済燃料が臨界に達することを防止する機能(以下「臨界防止機能」という。)、金属キャスクに収納された使用済燃料からの放射線を遮蔽する機能(以下「遮蔽機能」という。)、金属キャスクに収納された使用済燃料を閉じ込める機能(以下「閉じ込め機能」という。)、及び金属キャスクに収納された使用済燃料の崩壊熱を除去する機能(以下「除熱機能」という。)といった安全性を確保するために必要な機能(以下「基本的安全機能」という。)を有する構造とする。</p> <p>HDP-69B(B)型は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」等の関連法規の要求を満足するとともに、原則として、現行国内法規に基づく規格及び基準等によって設計する。</p> <p>イ. 使用済燃料の臨界防止に関する構造</p> <p>HDP-69B(B)型は、その内部のバスケットの幾何学的な配置及び中性子を吸収する材料により、技術的に想定されるいかなる場合においても臨界に達することを防止できる構造とする。</p> <p>ロ. 放射線の遮蔽に関する構造</p> <p>HDP-69B(B)型は、使用済燃料からの放射線をガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により遮蔽できる構造とする。</p>	<p>2. 設計方針及び設計条件</p> <p>2.1 設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、設計貯蔵期間において、使用済燃料が臨界に達することを防止する機能(以下「臨界防止機能」という。)、金属キャスクに収納された使用済燃料からの放射線を遮蔽する機能(以下「遮蔽機能」という。)、金属キャスクに収納された使用済燃料等を閉じ込める機能(以下「閉じ込め機能」という。)、及び金属キャスクに収納された使用済燃料の崩壊熱を除去する機能(以下「除熱機能」という。)といった安全性を確保するために必要な機能(以下「基本的安全機能」という。)を有するように設計する。</p> <p>また、HDP-69B(B)型は、原則として、現行国内法規に基づく以下の規格及び基準等によって設計する。ただし、外国の規格及び基準による場合又は規格及び基準で一般的でないものを適用する場合には、これらの規格及び基準の適用の根拠、国内法規に基づく規格及び基準との対比並びに適用の妥当性を明らかにする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本工業規格(JIS) ・日本機械学会規格(JSME) ・日本原子力学会標準(AESJ)等 <p>2.1.1 臨界防止機能に関する設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、使用済燃料を所定の幾何学的配置に維持するためのバスケット格子構造、及びバスケットプレートに添加された中性子吸収材により臨界に達することを防止する設計とする。</p> <p>また、HDP-69B(B)型の使用済燃料貯蔵施設への搬入から搬出までの乾燥状態、及びHDP-69B(B)型に使用済燃料を収納する際の冠水状態において、技術的に想定されるいかなる場合でも、中性子実効増倍率を0.95以下となるように設計する。</p> <p>バスケットプレートは、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を所定の幾何学的配置に維持するために必要な構造健全性を保つ設計とする。</p> <p>2.1.2 遮蔽機能に関する設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、使用済燃料からの放射線をガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により遮蔽する設計とする。また、HDP-69B(B)型は、事業所外運搬に使用する輸送容器の機能を持つ金属製の乾式キャスクであるため、「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則(平成28年10月1日施行)」に示されている以下の要求事項を満足する設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面における最大線量当量率が2 mSv/hを超えないこと。 ・表面から1 m離れた位置における最大線量当量率が100 μSv/hを超えないこと。 <p>さらに、設計貯蔵期間中におけるHDP-69B(B)型の中性子遮蔽材の遮蔽機能の低下を考慮しても、これらの要求事項を満足するように設計する。</p>	<p>6. 型式設計特定容器等の設計及び製作の方法の概要</p> <p>6.1 基本設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、軽水減速、軽水冷却、沸騰水型原子炉(以下「BWR」という。)で発生した使用済燃料を貯蔵する機能を有するとともに、使用済燃料の事業所外運搬に使用する輸送容器の機能を併せ持つ金属製の乾式キャスク(以下「金属キャスク」という。)とする。HDP-69B(B)型は、使用済燃料が臨界に達することを防止する機能(以下「臨界防止機能」という。)、金属キャスクに収納された使用済燃料からの放射線を遮蔽する機能(以下「遮蔽機能」という。)、金属キャスクに収納された使用済燃料を閉じ込める機能(以下「閉じ込め機能」という。)、及び金属キャスクに収納された使用済燃料の崩壊熱を除去する機能(以下「除熱機能」という。)といった安全性を確保するために必要な機能(以下「基本的安全機能」という。)を有する構造とする。</p> <p>また、HDP-69B(B)型は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(昭和32年6月10日 法律第166号)及び「使用済燃料貯蔵施設の技術基準に関する規則(令和2年3月17日 原子力規制委員会規則第8号)(以下「技術基準規則」という。))等の関連法規の要求を満足するとともに、原則として、現行国内法規に基づく以下の規格及び基準等によって設計する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本産業規格(JIS) ・日本機械学会規格(JSME) ・日本原子力学会標準(AESJ)等 <p>6.1.1 臨界防止機能に関する設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、使用済燃料を所定の幾何学的配置に維持するためのバスケット格子構造、及びバスケットプレートに添加された中性子吸収材により臨界に達することを防止する設計とする。</p> <p>また、HDP-69B(B)型の使用済燃料貯蔵施設への搬入から搬出までの乾燥状態、及びHDP-69B(B)型に使用済燃料を収納する際の冠水状態において、技術的に想定されるいかなる場合でも、中性子実効増倍率を0.95以下となるように設計する。</p> <p>バスケットプレートは、設計貯蔵期間(60年。以下「設計貯蔵期間」という。)を通じて使用済燃料を所定の幾何学的配置に維持するために必要な構造健全性を保つ設計とする。</p> <p>6.1.7 遮蔽機能に関する設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、使用済燃料からの放射線をガンマ線遮蔽材(胴、外筒及び蓋部)及び中性子遮蔽材により遮蔽する設計とする。また、HDP-69B(B)型は、事業所外運搬に使用する輸送容器の機能を持つ金属キャスクとするため、外運搬規則に示されている以下の要求事項を満足する設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・表面における最大線量当量率が2 mSv/hを超えないこと。 ・表面から1 m離れた位置における最大線量当量率が100 μSv/hを超えないこと。 <p>さらに、設計貯蔵期間中におけるHDP-69B(B)型の中性子遮蔽材の遮蔽機能の低下を考慮しても、これらの要求事項を満足するように設計する。</p>	<p>型式証明申請書「本文」第四号において、型式指定申請書の内容は、以下のとおり満足している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、外国の規格及び基準をHDP-69B(B)型的设计に適用しないため、整合している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、国内規格の名称だけを更新しており、整合している。</p> <p>添付書類2 使用済燃料の臨界防止に関する説明書 (使用済燃料の臨界防止に関する詳細な評価は、資料2に示すとおりである。)</p> <p>添付書類3 放射線の遮蔽に関する説明書 (放射線の遮蔽に関する詳細な評価は、資料3に示すとおりである。)</p>	<p>型式証明申請書「本文」に記載される、バスケットの幾何学的な配置及び中性子を吸収する材料に対する設計方針及び構造を具体的に記載しており、かつ、技術的に想定されるいかなる場合においても臨界に達することを防止できる構造への設計方針を、HDP-69B(B)型の一連の使用状態と実効増倍率により具体的に記載しており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「添付書類一」に記載される、遮蔽に関する設計方針について、関連法規の最新化を含め記載しており、整合している。</p>

表1 型式証明を受けた設計との整合性(2/6)

型式証明申請書「本文」	型式証明申請書「添付書類一」該当事項	型式指定申請書「本文」該当事項	型式指定申請書「添付書類」該当事項	整合性																				
<p>ハ、使用済燃料等の閉じ込めに関する構造</p> <p>HDP-69B(B)型は、設計貯蔵期間を通じて、使用済燃料を収納する空間を不活性雰囲気に伴つとともに負圧に維持できる構造とする。また、HDP-69B(B)型は、一次蓋及び二次蓋による二重の閉じ込め構造により、使用済燃料を収納する空間を金属キャスク外部から隔離するとともに、その蓋間の圧力を測定することにより閉じ込め機能について監視できる設計とする。</p> <p>ニ、使用済燃料等の除熱に関する構造</p> <p>HDP-69B(B)型は、基本的安全機能を維持する観点から、使用済燃料の崩壊熱を金属キャスク表面に伝え、周囲空気等に伝達することにより除去できる構造とする。</p> <p>ホ、その他の主要な構造</p> <p>HDP-69B(B)型は、イからニに加え、次の方針に基づき安全設計を行う。</p> <p>(1) HDP-69B(B)型は、基本的安全機能を維持するうえで重要な構成部品について、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、その必要とされる強度、性能を維持できるように設計する。また、HDP-69B(B)型は、金属キャスク本体内部、バスケット及び使用済燃料の腐食等を防止するために、使用済燃料を不活性ガスであるヘリウムガスとともに封入して貯蔵する設計とする。なお、金属キャスク本体及び蓋部表面の必要な箇所には、塗装等による防錆措置を施す。</p> <p>(2) HDP-69B(B)型は、使用済燃料の健全性及び基本的安全機能を有する構成部材の健全性を保つ観点から、使用済燃料を不活性ガスであるヘリウムガスとともに封入して貯蔵する設計とする。</p>	<p>2.1.3 閉じ込め機能に関する設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、使用済燃料等を限定された区域に閉じ込めるため、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を収納する空間を負圧に維持する設計とする。また、HDP-69B(B)型は、一次蓋と二次蓋の間(以下「蓋間」という。)を正圧に維持することにより、使用済燃料を収納する空間を金属キャスク外部から隔離する設計とする。さらに、蓋間の圧力を測定することにより、閉じ込め機能について監視ができる設計とする。</p> <p>なお、一次蓋の閉じ込め機能に異常が発生したと判断される場合には、三次蓋を取り付け、三次蓋の気密漏えい検査等運搬に必要な措置を講じ、搬出できるように設計する。</p> <p>2.1.4 除熱機能に関する設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、使用済燃料の健全性及び金属キャスクの基本的安全機能を有する構成部材の健全性を維持するために、使用済燃料の崩壊熱を除去する設計とする。</p> <p>燃料被覆管の温度は、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料の健全性を維持する観点から、燃料被覆管の累積クリープ量が1%を超えない温度、照射硬化回復現象により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向による燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度以下とするため、貯蔵する使用済燃料の種類ごとに以下の制限が設けられる。</p> <table border="0"> <tr> <td>・新型8×8燃料</td> <td>200℃以下⁽¹⁾⁽²⁾</td> </tr> <tr> <td>・新型8×8ジルコニウムライナ燃料</td> <td>300℃以下⁽¹⁾⁽²⁾</td> </tr> <tr> <td>・高燃焼度8×8燃料</td> <td>300℃以下⁽¹⁾⁽²⁾</td> </tr> </table> <p>また、HDP-69B(B)型の主要な構成部材の温度は、基本的安全機能を維持する観点から以下の制限を設ける。</p> <table border="0"> <tr> <td>・胴、外筒及び蓋部</td> <td>350℃以下⁽³⁾</td> </tr> <tr> <td>・中性子遮蔽材</td> <td>150℃以下⁽⁴⁾</td> </tr> <tr> <td>・金属バスケット</td> <td>130℃以下⁽⁶⁾</td> </tr> <tr> <td>・バスケットプレート</td> <td>300℃以下⁽⁷⁾</td> </tr> </table> <p>2.1.6 長期健全性に関する設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、基本的安全機能を維持するうえで重要な構成部品について、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、その必要とされる強度、性能を維持できるように設計する。また、HDP-69B(B)型は、金属キャスク本体内部、バスケット及び使用済燃料の腐食等を防止するために、使用済燃料を不活性ガスであるヘリウムガスとともに封入して貯蔵する設計とする。なお、金属キャスク本体及び蓋部表面の必要な箇所には、塗装等による防錆措置を施す。</p>	・新型8×8燃料	200℃以下 ⁽¹⁾⁽²⁾	・新型8×8ジルコニウムライナ燃料	300℃以下 ⁽¹⁾⁽²⁾	・高燃焼度8×8燃料	300℃以下 ⁽¹⁾⁽²⁾	・胴、外筒及び蓋部	350℃以下 ⁽³⁾	・中性子遮蔽材	150℃以下 ⁽⁴⁾	・金属バスケット	130℃以下 ⁽⁶⁾	・バスケットプレート	300℃以下 ⁽⁷⁾	<p>6.1.3 閉じ込め機能に関する設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、使用済燃料等を限定された区域に閉じ込めるため、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を収納する空間を負圧に維持する設計とする。HDP-69B(B)型は、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を収納する空間を負圧に維持するための性能を有する、金属バスケットをシール材とした一次蓋と二次蓋による二重の閉じ込め構造とし、一次蓋と二次蓋の間(以下「蓋間」という。)を正圧に維持することにより、使用済燃料を収納する空間を金属キャスク外部から隔離する設計とする。さらに、蓋間の圧力を測定することにより、閉じ込め機能について監視ができる設計とする。</p> <p>なお、一次蓋の閉じ込め機能に異常が発生したと判断される場合には、三次蓋を取り付け、三次蓋の気密漏えい検査等運搬に必要な措置を講じ、搬出できるように設計する。</p> <p>6.1.6 除熱機能に関する設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、使用済燃料の健全性及び金属キャスクの基本的安全機能を有する構成部材の健全性を維持するために、使用済燃料の崩壊熱を除去する設計とする。</p> <p>燃料被覆管の温度は、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料の健全性を維持する観点から、燃料被覆管の累積クリープ量が1%を超えない温度、照射硬化回復現象により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向による燃料被覆管の機械的特性の低下が生じない温度以下とするため、貯蔵する使用済燃料の種類ごとに以下のように温度制限を設ける。</p> <table border="0"> <tr> <td>・新型8×8燃料：200℃</td> </tr> <tr> <td>・新型8×8ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度8×8燃料：300℃</td> </tr> </table> <p>また、HDP-69B(B)型の主要な構成部材の温度は、基本的安全機能を維持する観点から以下のように制限を設ける。</p> <table border="0"> <tr> <td>・胴、外筒、蓋部、トランシオン：350℃</td> </tr> <tr> <td>・中性子遮蔽材：150℃</td> </tr> <tr> <td>・金属バスケット：130℃</td> </tr> <tr> <td>・バスケットプレート：300℃</td> </tr> </table> <p>6.1.5 材料及び構造等</p> <p>HDP-69B(B)型の材料及び構造は、「使用済燃料貯蔵施設の技術基準に関する規則の解釈」(令和2年2月5日制定 原規規発第2002054号-3) (以下「技術基準規則解釈」という。)、(社)日本機械学会「使用済燃料貯蔵施設規格 金属キャスク構造規格 JSME S FA1-2007」(以下「金属キャスク構造規格」という。))及び(社)日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2005 (2007年追補版含む。)」(以下「設計・建設規格」という。))に基づき設計する。</p> <p>6.1.5.1 材料について</p> <p>(1) 機械的強度及び化学的成分</p> <p>(a) 容器等は、その使用される圧力、温度、水質、放射線、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分(使用中の応力その他の使用条件に対する適切な耐食性を含む。)を有する材料を使用する。</p>	・新型8×8燃料：200℃	・新型8×8ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度8×8燃料：300℃	・胴、外筒、蓋部、トランシオン：350℃	・中性子遮蔽材：150℃	・金属バスケット：130℃	・バスケットプレート：300℃	<p>添付書類4 使用済燃料等の閉じ込めに関する説明書 (使用済燃料等の閉じ込めに関する詳細な評価は、資料4に示すとおりである。)</p> <p>添付書類5 使用済燃料等の除熱に関する説明書 (使用済燃料等の除熱に関する詳細な評価は、資料5に示すとおりである。)</p> <p>添付書類8-5 金属キャスクの耐食性に関する説明書</p> <p>1. 設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、基本的安全機能を維持するうえで重要な構成部品について、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、その必要とされる強度、性能を維持できる設計とした。また、HDP-69B(B)型は、金属キャスク本体内部、バスケット及び使用済燃料の腐食等を防止するために、使用済燃料を不活性ガスとともに封入して貯蔵する設計とした。なお、金属キャスク本体及び蓋部表面の必要な箇所には、塗装等による防錆処理を施す。</p> <p>2. HDP-69B(B)型の構成部品</p> <p>HDP-69B(B)型は、基本的安全機能を維持するうえで重要な構成部品について、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定している。</p>	<p>型式証明申請書「本文」に記載される、設計貯蔵期間を通じて、使用済燃料を収納する空間を不活性雰囲気に伴つとともに負圧に維持できる構造に対する設計方針を具体的に記載しており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、一次蓋及び二次蓋による二重の閉じ込め構造により、使用済燃料を収納する空間を金属キャスク外部から隔離するとともに、その蓋間の圧力を測定することにより閉じ込め機能について監視できる設計に対する設計方針を具体的に記載しており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、基本的安全機能を維持する観点から、使用済燃料の崩壊熱を金属キャスク表面に伝え、周囲空気等に伝達することにより除去できる構造に対する設計方針を具体的に記載しており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、使用済燃料の健全性及び基本的安全機能を有する構成部材の健全性を保つ観点から、使用済燃料を不活性ガスであるヘリウムガスとともに封入して貯蔵する設計に対して、HDP-69B(B)型の基本的安全機能を有する構成部材を具体的に挙げ、設計方針を記載するとともに、その他の主要な構成部品についても耐食性を評価していることから、整合している。</p>
・新型8×8燃料	200℃以下 ⁽¹⁾⁽²⁾																							
・新型8×8ジルコニウムライナ燃料	300℃以下 ⁽¹⁾⁽²⁾																							
・高燃焼度8×8燃料	300℃以下 ⁽¹⁾⁽²⁾																							
・胴、外筒及び蓋部	350℃以下 ⁽³⁾																							
・中性子遮蔽材	150℃以下 ⁽⁴⁾																							
・金属バスケット	130℃以下 ⁽⁶⁾																							
・バスケットプレート	300℃以下 ⁽⁷⁾																							
・新型8×8燃料：200℃																								
・新型8×8ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度8×8燃料：300℃																								
・胴、外筒、蓋部、トランシオン：350℃																								
・中性子遮蔽材：150℃																								
・金属バスケット：130℃																								
・バスケットプレート：300℃																								

表1 型式証明を受けた設計との整合性(3/6)

型式証明申請書「本文」	型式証明申請書「添付書類一」該当事項	型式指定申請書「本文」該当事項	型式指定申請書「添付書類」該当事項	整合性
<p>(3) HDP-69B(B)型は、三次蓋を取り付けて輸送できる構造を有する設計とする。</p> <p>(4) HDP-69B(B)型は、自重、内圧、外圧、熱荷重及び地震荷重等の条件に対し、十分耐え、かつ、基本的安全機能を維持できる設計とする。</p> <p>(5) HDP-69B(B)型は、使用済燃料貯蔵施設への搬入、貯蔵及び搬出にかかる金属キャスクの移動の際に想定される金属キャスクの転倒事象、落下事象、及び金属キャスクへの重量物の落下事象に対して、基本的安全機能を維持できる設計とする。</p>	<p>2.1.3 閉じ込め機能に関する設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、使用済燃料等を限定された区域に閉じ込めるため、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を収納する空間を負圧に維持する設計とする。また、HDP-69B(B)型は、一次蓋と二次蓋の間(以下「蓋間」という。)を正圧に維持することにより、使用済燃料を収納する空間を金属キャスク外部から隔離する設計とする。さらに、蓋間の圧力を測定することにより、閉じ込め機能について監視ができる設計とする。</p> <p>なお、一次蓋の閉じ込め機能に異常が発生したと判断される場合には、<u>三次蓋を取り付け、三次蓋の気密漏えい検査等運搬に必要な措置を講じ、搬出できるように設計する。</u></p> <p>2.1.5 構造強度に関する設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、自重、内圧、熱荷重等を考慮し、(一社)日本機械学会「<u>使用済燃料貯蔵施設規格 金属キャスク構造規格</u>」⁽⁴⁾(以下「<u>金属キャスク構造規格</u>」という。)に基づき設計する。</p> <p>また、HDP-69B(B)型は、設計条件として設定する地震力に対して概ね弾性状態にとどまる範囲で耐え得る設計とする。</p>	<p>6.1.3 閉じ込め機能に関する設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、使用済燃料等を限定された区域に閉じ込めるため、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を収納する空間を負圧に維持する設計とする。HDP-69B(B)型は、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を収納する空間を負圧に維持するための性能を有する、金属ガスケットをシール材とした一次蓋と二次蓋による二重の閉じ込め構造とし、一次蓋と二次蓋の間(以下「蓋間」という。)を正圧に維持することにより、使用済燃料を収納する空間を金属キャスク外部から隔離する設計とする。さらに、蓋間の圧力を測定することにより、閉じ込め機能について監視ができる設計とする。</p> <p>なお、一次蓋の閉じ込め機能に異常が発生したと判断される場合には、<u>三次蓋を取り付け、三次蓋の気密漏えい検査等運搬に必要な措置を講じ、搬出できるように設計する。</u></p> <p>6.1.5 材料及び構造等</p> <p>HDP-69B(B)型の材料及び構造は、「使用済燃料貯蔵施設の技術基準に関する規則の解釈」(令和2年2月5日制定 原規発第2002054号-3) (以下「<u>技術基準規則解釈</u>」という。)、(社)日本機械学会「<u>使用済燃料貯蔵施設規格 金属キャスク構造規格 JSME S FA1-2007</u>」(以下「<u>金属キャスク構造規格</u>」という。)及び(社)日本機械学会「<u>発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2005</u> (2007年追補版含む。)」(以下「<u>設計・建設規格</u>」という。)に基づき設計する。</p> <p>6.1.5.2 構造及び強度について</p> <p>(1) 延性破断の防止</p> <p>(a) 容器等は、取扱い時及び貯蔵時において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。</p> <p>(b) 密封容器は、破断延性限界に十分な余裕を有し、金属キャスクに要求される機能に影響を及ぼさない設計とする。また、閉じ込め機能を担保する密封シール部については、変形を弾性域に抑える設計とする。</p> <p>(c) 密封容器は、試験状態において、全体的な塑性変形が生じない設計とする。また、密封シール部については、変形を弾性域に抑える設計とする。</p> <p>6.1.2 地震による損傷の防止に関する設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、当該型式設計特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲としている金属キャスクの貯蔵姿勢及び固定方式において、<u>設計条件として設定する地震力</u>(水平方向 1.40 G、鉛直方向 0.87 G)に対して、<u>金属キャスクの構成部材を剛構造とし、応力を弾性状態に留めることで、基本的安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。</u></p> <p>6.1.8 その他の設計方針</p> <p>HDP-69B(B)型は、使用済燃料貯蔵施設への搬入、貯蔵及び搬出に係る金属キャスクの移動の際に想定される金属キャスクの転倒事象、落下事象、及び金属キャスクへの重量物の落下事象に対して、<u>基本的安全機能を維持できる設計とする。</u></p>	<p>添付書類8 耐圧強度及び耐食性に関する説明書 (耐圧強度に関する詳細な評価は、資料8に示すとおりである。)</p> <p>添付書類7 耐震性に関する説明書 (耐震性に関する詳細な評価は、資料7に示すとおりである。)</p>	<p>型式証明申請書「本文」に記載される、三次蓋を取り付けて輸送できる構造を有する設計に対して、三次蓋の目的及び運用を具体的に挙げることで設計方針を明確にしており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、自重、内圧、外圧、熱荷重等の条件に対し、十分耐え、かつ、基本的安全機能を維持できる設計に対して、HDP-69B(B)型の設計方針を具体的に記載しており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、地震荷重等の条件に対し、十分耐え、かつ、基本的安全機能を維持できる設計に対して、HDP-69B(B)型の設計方針を具体的に記載しており、整合している。</p>

表1 型式証明を受けた設計との整合性(4/6)

型式証明申請書「本文」	型式証明申請書「添付書類」該当事項	型式指定申請書「本文」該当事項	型式指定申請書「添付書類」該当事項	整合性																																																																																																																																																																																																
<p>2. 主要な設備及び機器の種類</p> <p>金属キャスク</p> <p>種類 鍛造キャスク(銅-樹脂遮蔽体タイプ)</p> <p>全質量(使用済燃料を含む。) 約119 t</p> <p>寸法</p> <p>全長.....長 約5.4 m</p> <p>外径.....径 約2.5 m</p>	<p>表1-1 HDP-69B(B)型の仕様</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>全質量(使用済燃料を含む。)(t)</td> <td>約119</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">寸法</td> <td>全長(m)</td> <td>約5.4</td> </tr> <tr> <td>外径(m)</td> <td>約2.5</td> </tr> <tr> <td>収納体数(体)</td> <td>69</td> </tr> <tr> <td>最大崩壊熱量(kW)</td> <td>13.8</td> </tr> <tr> <td>金属材料</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>金属キャスク本体</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>胴(ガンマ線遮蔽材)</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>外筒(ガンマ線遮蔽材)</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>トラニオン</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td>中性子遮蔽材</td> <td>樹脂</td> </tr> <tr> <td>伝熱フィン</td> <td>炭素鋼(銅クラッド鋼)</td> </tr> <tr> <td>蓋部 *1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>一次蓋</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>二次蓋</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>蓋ボルト</td> <td>ニッケルクロムモリブデン鋼</td> </tr> <tr> <td>バスケット</td> <td>ステンレス鋼 (中性子吸収材を添加)</td> </tr> <tr> <td>内部充填ガス</td> <td>ヘリウムガス</td> </tr> <tr> <td>シール材</td> <td>金属ガスケット</td> </tr> <tr> <td>閉じ込め監視方式</td> <td>圧力センサによる義問圧力監視</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <p>注記*1: 使用済燃料貯蔵施設への搬入時、使用済燃料貯蔵施設からの搬出時には、ゴムリングをシール材とした三次蓋を装着する。</p> </td> </tr> </tbody> </table>	項目	仕様	全質量(使用済燃料を含む。)(t)	約119	寸法	全長(m)	約5.4	外径(m)	約2.5	収納体数(体)	69	最大崩壊熱量(kW)	13.8	金属材料	<table border="1"> <tr> <td>金属キャスク本体</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>胴(ガンマ線遮蔽材)</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>外筒(ガンマ線遮蔽材)</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>トラニオン</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td>中性子遮蔽材</td> <td>樹脂</td> </tr> <tr> <td>伝熱フィン</td> <td>炭素鋼(銅クラッド鋼)</td> </tr> <tr> <td>蓋部 *1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>一次蓋</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>二次蓋</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>蓋ボルト</td> <td>ニッケルクロムモリブデン鋼</td> </tr> <tr> <td>バスケット</td> <td>ステンレス鋼 (中性子吸収材を添加)</td> </tr> <tr> <td>内部充填ガス</td> <td>ヘリウムガス</td> </tr> <tr> <td>シール材</td> <td>金属ガスケット</td> </tr> <tr> <td>閉じ込め監視方式</td> <td>圧力センサによる義問圧力監視</td> </tr> </table>	金属キャスク本体	炭素鋼	胴(ガンマ線遮蔽材)	炭素鋼	外筒(ガンマ線遮蔽材)	炭素鋼	トラニオン	ステンレス鋼	中性子遮蔽材	樹脂	伝熱フィン	炭素鋼(銅クラッド鋼)	蓋部 *1		一次蓋	炭素鋼	二次蓋	炭素鋼	蓋ボルト	ニッケルクロムモリブデン鋼	バスケット	ステンレス鋼 (中性子吸収材を添加)	内部充填ガス	ヘリウムガス	シール材	金属ガスケット	閉じ込め監視方式	圧力センサによる義問圧力監視	<p>注記*1: 使用済燃料貯蔵施設への搬入時、使用済燃料貯蔵施設からの搬出時には、ゴムリングをシール材とした三次蓋を装着する。</p>		<p>6.2 設計仕様</p> <p>HDP-69B(B)型の設計仕様は、以下のとおりとする。また、HDP-69B(B)型の構造図を図1に示す。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>型式</th> <th>—</th> <th>HDP-69B(B)型</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>容量</td> <td>体</td> <td>69**</td> </tr> <tr> <td>最大崩壊熱量</td> <td>kW</td> <td>13.8**</td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>MPa</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">最高使用温度</td> <td>金属キャスク本体</td> <td>℃</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>バスケット</td> <td>℃</td> <td>260</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">全長</td> <td>mm</td> <td>5320</td> </tr> <tr> <td>外径</td> <td>mm</td> <td>2482</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">胴</td> <td>内径</td> <td>mm</td> <td>1664</td> </tr> <tr> <td>胴板厚さ</td> <td>mm</td> <td>246</td> </tr> <tr> <td>底板厚さ</td> <td>mm</td> <td>195</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">外筒</td> <td>外径</td> <td>mm</td> <td>2482</td> </tr> <tr> <td>厚さ</td> <td>mm</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">トラニオン</td> <td>外径</td> <td>mm</td> <td>260</td> </tr> <tr> <td>mm</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>mm</td> <td>140</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">底部中性子遮蔽材カバー</td> <td>外径</td> <td>mm</td> <td>□</td> </tr> <tr> <td>厚さ</td> <td>mm</td> <td>□</td> </tr> <tr> <td>側部中性子遮蔽材厚さ</td> <td>mm</td> <td>143</td> </tr> <tr> <td>底部中性子遮蔽材厚さ</td> <td>mm</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">一次蓋</td> <td>外径</td> <td>mm</td> <td>1910</td> </tr> <tr> <td>厚さ</td> <td>mm</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>蓋部中性子遮蔽材厚さ</td> <td>mm</td> <td>93</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">一次蓋ボルト</td> <td>呼び径</td> <td>—</td> <td>□</td> </tr> <tr> <td>本数</td> <td>本</td> <td>□</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">二次蓋</td> <td>外径</td> <td>mm</td> <td>2136</td> </tr> <tr> <td>厚さ</td> <td>mm</td> <td>169</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">二次蓋ボルト</td> <td>呼び径</td> <td>—</td> <td>□</td> </tr> <tr> <td>本数</td> <td>本</td> <td>□</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">バスケット</td> <td>外径**</td> <td>mm</td> <td>1664</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> <td>□</td> </tr> <tr> <td>内幅</td> <td>mm</td> <td>□</td> </tr> <tr> <td>バスケットプレート厚さ</td> <td>mm</td> <td>□</td> </tr> <tr> <td rowspan="12">材料</td> <td>胴</td> <td>—</td> <td>GLF1</td> </tr> <tr> <td>外筒</td> <td>—</td> <td>SM400B</td> </tr> <tr> <td>中性子遮蔽材(蓋部, 底部, 側部)**</td> <td>—</td> <td>レジン</td> </tr> <tr> <td>伝熱フィン</td> <td>—</td> <td>SM400B及びC1020P</td> </tr> <tr> <td>一次蓋</td> <td>—</td> <td>GLF1</td> </tr> <tr> <td>蓋部中性子遮蔽材</td> <td>—</td> <td>レジン</td> </tr> <tr> <td>一次蓋ボルト</td> <td>—</td> <td>SNB23-3</td> </tr> <tr> <td>二次蓋</td> <td>—</td> <td>SGV480</td> </tr> <tr> <td>二次蓋ボルト</td> <td>—</td> <td>SNB23-3</td> </tr> <tr> <td>バスケットプレート</td> <td>—</td> <td>B-SUS304P-1</td> </tr> <tr> <td>トラニオン(上部, 下部)</td> <td>—</td> <td>SUS630 H1150</td> </tr> <tr> <td>底部中性子遮蔽材カバー</td> <td>—</td> <td>SGV480</td> </tr> <tr> <td>バルブカバー(ドレン, ベント用)</td> <td>—</td> <td>SUS304</td> </tr> </tbody> </table> <p>注記*1: 主要寸法は、公称値を示す。</p>	型式	—	HDP-69B(B)型	容量	体	69**	最大崩壊熱量	kW	13.8**	最高使用圧力	MPa	1.0	最高使用温度	金属キャスク本体	℃	150	バスケット	℃	260	全長	mm	5320	外径	mm	2482	胴	内径	mm	1664	胴板厚さ	mm	246	底板厚さ	mm	195	外筒	外径	mm	2482	厚さ	mm	20	トラニオン	外径	mm	260	mm	200	mm	140	底部中性子遮蔽材カバー	外径	mm	□	厚さ	mm	□	側部中性子遮蔽材厚さ	mm	143	底部中性子遮蔽材厚さ	mm	110	一次蓋	外径	mm	1910	厚さ	mm	85	蓋部中性子遮蔽材厚さ	mm	93	一次蓋ボルト	呼び径	—	□	本数	本	□	二次蓋	外径	mm	2136	厚さ	mm	169	二次蓋ボルト	呼び径	—	□	本数	本	□	バスケット	外径**	mm	1664	高さ	mm	□	内幅	mm	□	バスケットプレート厚さ	mm	□	材料	胴	—	GLF1	外筒	—	SM400B	中性子遮蔽材(蓋部, 底部, 側部)**	—	レジン	伝熱フィン	—	SM400B及びC1020P	一次蓋	—	GLF1	蓋部中性子遮蔽材	—	レジン	一次蓋ボルト	—	SNB23-3	二次蓋	—	SGV480	二次蓋ボルト	—	SNB23-3	バスケットプレート	—	B-SUS304P-1	トラニオン(上部, 下部)	—	SUS630 H1150	底部中性子遮蔽材カバー	—	SGV480	バルブカバー(ドレン, ベント用)	—	SUS304	<p>添付書類2 使用済燃料の臨界防止に関する説明書 (使用済燃料の臨界防止に関する詳細な評価は、資料2に示すとおりである。)</p> <p>添付書類3 放射線の遮蔽に関する説明書 (放射線の遮蔽に関する詳細な評価は、資料3に示すとおりである。)</p> <p>添付書類5 使用済燃料等の除熱に関する説明書 (使用済燃料等の除熱に関する詳細な評価は、資料5に示すとおりである。)</p> <p>添付書類8 耐圧強度及び耐食性に関する説明書 (耐圧強度及び耐食性に関する詳細な評価は、資料8に示すとおりである。)</p>	<p>型式証明申請書「本文」に記載される、鍛造キャスク(銅-樹脂遮蔽体タイプ)、全質量(使用済燃料を含む。)約119 t並びに全長約5.4 m及び外径約2.5 mに対して、HDP-69B(B)型各部の材質名、質量及び寸法値を具体的に記載しており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「添付書類」に記載される、HDP-69B(B)型の仕様に対して、各部の材質名、収納体数、最大崩壊熱量、内部ガス、シール材及び閉じ込め監視方法を具体的に記載しており、整合している。</p>
項目	仕様																																																																																																																																																																																																			
全質量(使用済燃料を含む。)(t)	約119																																																																																																																																																																																																			
寸法	全長(m)	約5.4																																																																																																																																																																																																		
	外径(m)	約2.5																																																																																																																																																																																																		
収納体数(体)	69																																																																																																																																																																																																			
最大崩壊熱量(kW)	13.8																																																																																																																																																																																																			
金属材料	<table border="1"> <tr> <td>金属キャスク本体</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>胴(ガンマ線遮蔽材)</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>外筒(ガンマ線遮蔽材)</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>トラニオン</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td>中性子遮蔽材</td> <td>樹脂</td> </tr> <tr> <td>伝熱フィン</td> <td>炭素鋼(銅クラッド鋼)</td> </tr> <tr> <td>蓋部 *1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>一次蓋</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>二次蓋</td> <td>炭素鋼</td> </tr> <tr> <td>蓋ボルト</td> <td>ニッケルクロムモリブデン鋼</td> </tr> <tr> <td>バスケット</td> <td>ステンレス鋼 (中性子吸収材を添加)</td> </tr> <tr> <td>内部充填ガス</td> <td>ヘリウムガス</td> </tr> <tr> <td>シール材</td> <td>金属ガスケット</td> </tr> <tr> <td>閉じ込め監視方式</td> <td>圧力センサによる義問圧力監視</td> </tr> </table>	金属キャスク本体	炭素鋼	胴(ガンマ線遮蔽材)	炭素鋼	外筒(ガンマ線遮蔽材)	炭素鋼	トラニオン	ステンレス鋼	中性子遮蔽材	樹脂	伝熱フィン	炭素鋼(銅クラッド鋼)	蓋部 *1		一次蓋	炭素鋼	二次蓋	炭素鋼	蓋ボルト	ニッケルクロムモリブデン鋼	バスケット	ステンレス鋼 (中性子吸収材を添加)	内部充填ガス	ヘリウムガス	シール材	金属ガスケット	閉じ込め監視方式	圧力センサによる義問圧力監視																																																																																																																																																																							
金属キャスク本体	炭素鋼																																																																																																																																																																																																			
胴(ガンマ線遮蔽材)	炭素鋼																																																																																																																																																																																																			
外筒(ガンマ線遮蔽材)	炭素鋼																																																																																																																																																																																																			
トラニオン	ステンレス鋼																																																																																																																																																																																																			
中性子遮蔽材	樹脂																																																																																																																																																																																																			
伝熱フィン	炭素鋼(銅クラッド鋼)																																																																																																																																																																																																			
蓋部 *1																																																																																																																																																																																																				
一次蓋	炭素鋼																																																																																																																																																																																																			
二次蓋	炭素鋼																																																																																																																																																																																																			
蓋ボルト	ニッケルクロムモリブデン鋼																																																																																																																																																																																																			
バスケット	ステンレス鋼 (中性子吸収材を添加)																																																																																																																																																																																																			
内部充填ガス	ヘリウムガス																																																																																																																																																																																																			
シール材	金属ガスケット																																																																																																																																																																																																			
閉じ込め監視方式	圧力センサによる義問圧力監視																																																																																																																																																																																																			
<p>注記*1: 使用済燃料貯蔵施設への搬入時、使用済燃料貯蔵施設からの搬出時には、ゴムリングをシール材とした三次蓋を装着する。</p>																																																																																																																																																																																																				
型式	—	HDP-69B(B)型																																																																																																																																																																																																		
容量	体	69**																																																																																																																																																																																																		
最大崩壊熱量	kW	13.8**																																																																																																																																																																																																		
最高使用圧力	MPa	1.0																																																																																																																																																																																																		
最高使用温度	金属キャスク本体	℃	150																																																																																																																																																																																																	
	バスケット	℃	260																																																																																																																																																																																																	
全長	mm	5320																																																																																																																																																																																																		
	外径	mm	2482																																																																																																																																																																																																	
胴	内径	mm	1664																																																																																																																																																																																																	
	胴板厚さ	mm	246																																																																																																																																																																																																	
	底板厚さ	mm	195																																																																																																																																																																																																	
外筒	外径	mm	2482																																																																																																																																																																																																	
	厚さ	mm	20																																																																																																																																																																																																	
トラニオン	外径	mm	260																																																																																																																																																																																																	
	mm	200																																																																																																																																																																																																		
	mm	140																																																																																																																																																																																																		
底部中性子遮蔽材カバー	外径	mm	□																																																																																																																																																																																																	
	厚さ	mm	□																																																																																																																																																																																																	
側部中性子遮蔽材厚さ	mm	143																																																																																																																																																																																																		
底部中性子遮蔽材厚さ	mm	110																																																																																																																																																																																																		
一次蓋	外径	mm	1910																																																																																																																																																																																																	
	厚さ	mm	85																																																																																																																																																																																																	
	蓋部中性子遮蔽材厚さ	mm	93																																																																																																																																																																																																	
一次蓋ボルト	呼び径	—	□																																																																																																																																																																																																	
	本数	本	□																																																																																																																																																																																																	
二次蓋	外径	mm	2136																																																																																																																																																																																																	
	厚さ	mm	169																																																																																																																																																																																																	
二次蓋ボルト	呼び径	—	□																																																																																																																																																																																																	
	本数	本	□																																																																																																																																																																																																	
バスケット	外径**	mm	1664																																																																																																																																																																																																	
	高さ	mm	□																																																																																																																																																																																																	
	内幅	mm	□																																																																																																																																																																																																	
	バスケットプレート厚さ	mm	□																																																																																																																																																																																																	
材料	胴	—	GLF1																																																																																																																																																																																																	
	外筒	—	SM400B																																																																																																																																																																																																	
	中性子遮蔽材(蓋部, 底部, 側部)**	—	レジン																																																																																																																																																																																																	
	伝熱フィン	—	SM400B及びC1020P																																																																																																																																																																																																	
	一次蓋	—	GLF1																																																																																																																																																																																																	
	蓋部中性子遮蔽材	—	レジン																																																																																																																																																																																																	
	一次蓋ボルト	—	SNB23-3																																																																																																																																																																																																	
	二次蓋	—	SGV480																																																																																																																																																																																																	
	二次蓋ボルト	—	SNB23-3																																																																																																																																																																																																	
	バスケットプレート	—	B-SUS304P-1																																																																																																																																																																																																	
	トラニオン(上部, 下部)	—	SUS630 H1150																																																																																																																																																																																																	
	底部中性子遮蔽材カバー	—	SGV480																																																																																																																																																																																																	
バルブカバー(ドレン, ベント用)	—	SUS304																																																																																																																																																																																																		

表1 型式証明を受けた設計との整合性(5/6)

型式証明申請書「本文」	型式証明申請書「添付書類一」該当事項	型式指定申請書「本文」該当事項	型式指定申請書「添付書類」該当事項	整合性																																													
<p>3. 貯蔵する使用済燃料の種類及びその種類ごとの最大貯蔵能力</p> <p>イ. 使用済燃料の種類</p> <p>BWR 使用済燃料</p> <p> 新型 8×8 燃料</p> <p> 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料</p> <p> 高燃焼度 8×8 燃料</p> <p>使用済燃料の種類に応じて収納する使用済燃料の燃焼度及び冷却期間について以下のとおりとする。</p> <p>(1) 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料を収納する場合</p> <p> 配置(i)</p> <p> 収納する使用済燃料の最高燃焼度 40,000 MWd/t 以下</p> <p> 収納する使用済燃料の平均燃焼度 34,000 MWd/t 以下</p> <p> 冷却期間 18 年以上</p> <p> 配置(ii)</p> <p> 収納する使用済燃料の最高燃焼度 48,000 MWd/t 以下¹</p> <p> 収納する使用済燃料の平均燃焼度 40,000 MWd/t 以下¹</p> <p> 冷却期間 22 年以上²</p> <p> *1: 軸方向燃焼度が確認された使用済燃料を収納可能とする。</p> <p> *2: 収納位置によっては冷却期間 20 年以上の使用済燃料を収納可能とする。</p> <p>(2) 新型 8×8 燃料のみを収納する場合</p> <p> 配置(iii)</p> <p> 収納する使用済燃料の最高燃焼度 34,000 MWd/t 以下</p> <p> 収納する使用済燃料の平均燃焼度 29,000 MWd/t 以下</p> <p> 冷却期間 28 年以上</p> <p>なお、使用済燃料を HDP-69B(B) 型へ収納するに当たり、使用済燃料の種類、収納する使用済燃料の燃焼度に応じて収納位置が制限される。</p> <p>ロ. 最大貯蔵能力</p> <p> 金属キャスク 1 基当たりの貯蔵能力</p> <p> BWR 使用済燃料 69 体</p> <p> 最大崩壊熱量 13.8 kW</p>	<p>表 1-2 使用済燃料の仕様</p> <table border="1" data-bbox="795 1144 1365 1596"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th colspan="4">仕様</th> </tr> <tr> <th>使用済燃料の種類</th> <th>新型 8×8 燃料</th> <th>新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料</th> <th colspan="2">高燃焼度 8×8 燃料</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>集合体幅(mm)</td> <td colspan="4">約 132 又は約 134</td> </tr> <tr> <td>全長(mm)</td> <td colspan="4">約 4,350 又は約 4,470</td> </tr> <tr> <td>質量(kg)</td> <td colspan="4">約 270</td> </tr> <tr> <td>初期濃縮度(wt%)</td> <td colspan="2">約 3.1 以下</td> <td colspan="2">約 3.7 以下</td> </tr> <tr> <td>最高燃焼度¹(MWd/t)</td> <td>34,000 以下</td> <td>40,000 以下</td> <td>40,000 以下</td> <td>48,000 以下</td> </tr> <tr> <td>最短冷却期間²(年)</td> <td>28</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>収納体数(体)</td> <td colspan="4">69</td> </tr> </tbody> </table> <p>注記*1: 最高燃焼度とは、収納する燃料集合体 1 体の燃焼度の平均値の最大値を示す。</p> <p>注記*2: 最短冷却期間とは、収納する燃料集合体の最短の冷却期間を示す。</p>	項目	仕様				使用済燃料の種類	新型 8×8 燃料	新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料	高燃焼度 8×8 燃料		集合体幅(mm)	約 132 又は約 134				全長(mm)	約 4,350 又は約 4,470				質量(kg)	約 270				初期濃縮度(wt%)	約 3.1 以下		約 3.7 以下		最高燃焼度 ¹ (MWd/t)	34,000 以下	40,000 以下	40,000 以下	48,000 以下	最短冷却期間 ² (年)	28	18	18	20	収納体数(体)	69				<p>*2: バスケット外径は、バスケットプレートを胴内面の溝で支持する構造とするため、胴内径の寸法を示す。</p> <p>*3: レジンの密度は <input type="text"/> g/cm³ とする。</p> <p>*4: HDP-69B(B) 型全質量 (BWR 使用済燃料 69 体を含む。) は、118.3 t 以下とする。(後略)</p> <p>6.1.3 閉じ込め機能に関する設計方針</p> <p>HDP-69B(B) 型は、使用済燃料等を限定された区域に閉じ込めるため、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を収納する空間を負圧に維持する設計とする。HDP-69B(B) 型は、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を収納する空間を負圧に維持するための性能を有する、金属ガスケットをシール材とした一次蓋と二次蓋による二重の閉じ込め構造とし、一次蓋と二次蓋の間(以下「蓋間」という。)を正圧に維持することにより、使用済燃料を収納する空間を金属キャスク外部から隔離する設計とする。さらに、蓋間の圧力を測定することにより、閉じ込め機能について監視ができる設計とする。</p> <p>なお、一次蓋の閉じ込め機能に異常が発生したと判断される場合には、三次蓋を取り付け、三次蓋の気密漏えい検査等運搬に必要な措置を講じ、搬出できるように設計する。</p> <p>*5: 以下の燃料を貯蔵する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新型 8×8 燃料 ・新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料 ・高燃焼度 8×8 燃料 <p>使用済燃料の種類に応じて収納する使用済燃料の燃焼度及び冷却期間について以下のとおりとする。</p> <p>(1) 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料を収納する場合</p> <p> 配置(i)</p> <p> 収納する使用済燃料の最高燃焼度 40,000 MWd/t 以下</p> <p> 収納する使用済燃料の平均燃焼度 34,000 MWd/t 以下</p> <p> 冷却期間 18 年以上</p> <p> 配置(ii)</p> <p> 収納する使用済燃料の最高燃焼度 48,000 MWd/t 以下</p> <p> 収納する使用済燃料の平均燃焼度 40,000 MWd/t 以下</p> <p> 冷却期間 22 年以上</p> <p>(2) 新型 8×8 燃料のみを収納する場合</p> <p> 配置(iii)</p> <p> 収納する使用済燃料の最高燃焼度 34,000 MWd/t 以下</p> <p> 収納する使用済燃料の平均燃焼度 29,000 MWd/t 以下</p> <p> 冷却期間 28 年以上</p> <p>HDP-69B(B) 型に収納する使用済燃料の収納位置条件を図 2、図 3、図 6 に示す。なお、配置(ii)に関しては、軸方向燃焼度が図 4 に示す燃焼度を下回ることを貯蔵事業者により確認された使用済燃料を収納可能とする。配置(ii)で収納する使用済燃料の軸方向燃焼度確認フローの例を、図 5 に示す。</p>	<p>添付書類 4 使用済燃料等の閉じ込めに関する説明書 (使用済燃料等の閉じ込めに関する詳細な評価は、資料 4 に示すとおりである。)</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、HDP-69B(B) 型で貯蔵する使用済燃料の種類及びその種類ごとの最大貯蔵能力に対して、設計方針を同等に記載しており、整合している。また、収納する使用済燃料の種類及び燃焼度に応じての収納条件に対して、HDP-69B(B) 型の設計方針を具体的に記載しており、整合している。</p>	
項目	仕様																																																
使用済燃料の種類	新型 8×8 燃料	新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料	高燃焼度 8×8 燃料																																														
集合体幅(mm)	約 132 又は約 134																																																
全長(mm)	約 4,350 又は約 4,470																																																
質量(kg)	約 270																																																
初期濃縮度(wt%)	約 3.1 以下		約 3.7 以下																																														
最高燃焼度 ¹ (MWd/t)	34,000 以下	40,000 以下	40,000 以下	48,000 以下																																													
最短冷却期間 ² (年)	28	18	18	20																																													
収納体数(体)	69																																																

表1 型式証明を受けた設計との整合性(6/6)

型式証明申請書「本文」	型式証明申請書「添付書類一」該当事項	型式指定申請書「本文」該当事項	型式指定申請書「添付書類」該当事項	整合性																																																						
<p>五 特定容器等を使用することができる範囲を限定し、又は条件を付する場合にあっては、当該特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲又は条件</p> <p>1. 特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲</p> <p>以下に示す条件により設計された金属キャスクを使用することができる使用済燃料貯蔵施設であること。</p> <table border="0"> <tr> <td>金属キャスクの設計貯蔵期間</td> <td>60年以下</td> </tr> <tr> <td>金属キャスクの貯蔵場所</td> <td>貯蔵建屋内</td> </tr> <tr> <td>金属キャスクの貯蔵姿勢</td> <td>たて置き</td> </tr> <tr> <td>金属キャスクの固定方式</td> <td>下部トランニオン固定</td> </tr> <tr> <td>金属キャスクの全質量(使用済燃料を含む。)</td> <td>約119 t</td> </tr> <tr> <td>金属キャスクの主要寸法</td> <td>全長 約5.4 m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>外径 約2.5 m</td> </tr> <tr> <td>金属キャスク表面から1 m離れた位置における線量当量率</td> <td>100 μSv/h以下</td> </tr> <tr> <td>貯蔵区域における金属キャスク周囲温度</td> <td>最低温度 -22.4 ℃</td> </tr> <tr> <td></td> <td>最高温度 45 ℃</td> </tr> <tr> <td>貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度</td> <td>最高温度 65 ℃</td> </tr> <tr> <td>貯蔵区域における地震力</td> <td>水平方向 1.4 G</td> </tr> <tr> <td></td> <td>鉛直方向 0.87 G</td> </tr> </table> <p>2. 特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の条件</p> <p>使用済燃料の貯蔵の事業(変更)許可申請時に別途確認しなければならない事項等の条件は以下のとおりである。</p> <p>イ. HDP-69B(B)型に収納する使用済燃料の反応度が、本申請の臨界防止機能に関する評価で使用した使用済燃料が有する反応度を超えないこと。</p> <p>ロ. 使用済燃料貯蔵施設の遮蔽機能に関する評価で使用するエネルギーシールドによる遮蔽材中の放射線透過率が、HDP-69B(B)型の表面エネルギーシールドによる遮蔽材中の放射線透過率に対して同等以上であること。</p> <p>ハ. HDP-69B(B)型を含めた金属キャスク周囲温度及び貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度が、前項に示したそれぞれの最高温度以下であること。</p> <p>ニ. HDP-69B(B)型を使用した場合、使用済燃料貯蔵施設の貯蔵架台が、前項に示した地震力に対して概ね弾性状態にとどまる範囲で耐え得る設計であること。</p> <p>ホ. 火災等、津波及び外部からの衝撃については、使用済燃料貯蔵施設で想定される条件において HDP-69B(B)型の基本的安全機能が損なわれないこと。</p> <p>ヘ. 使用済燃料貯蔵施設の設計最大評価事故を決定し、設計最大評価事故が発生した場合において、事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないこと。</p>	金属キャスクの設計貯蔵期間	60年以下	金属キャスクの貯蔵場所	貯蔵建屋内	金属キャスクの貯蔵姿勢	たて置き	金属キャスクの固定方式	下部トランニオン固定	金属キャスクの全質量(使用済燃料を含む。)	約119 t	金属キャスクの主要寸法	全長 約5.4 m		外径 約2.5 m	金属キャスク表面から1 m離れた位置における線量当量率	100 μSv/h以下	貯蔵区域における金属キャスク周囲温度	最低温度 -22.4 ℃		最高温度 45 ℃	貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度	最高温度 65 ℃	貯蔵区域における地震力	水平方向 1.4 G		鉛直方向 0.87 G	<p>2.2 設計条件</p> <p>(1) HDP-69B(B)型の設計条件</p> <p>HDP-69B(B)型の設計条件は以下のとおりである。</p> <p>a. <u>設計貯蔵期間は60年とする。</u></p> <p>b. <u>金属キャスクの貯蔵場所は貯蔵建屋内とする。</u></p> <p>c. <u>金属キャスクの貯蔵姿勢はたて置きとする。</u></p> <p>d. <u>金属キャスクの固定は、床面に固定された貯蔵架台を介した下部トランニオンによる固定方式とする。</u></p> <p>e. <u>金属キャスクの全質量(使用済燃料を含む。)は約119 tとする。</u></p> <p>f. <u>金属キャスクの主要寸法は、全長約5.4 m及び外径約2.5 mとする。</u></p> <p>g. <u>金属キャスクの最大崩壊熱量は13.8 kW/基とする。</u></p> <p>h. <u>金属キャスクの表面放射率は0.8とする。</u></p> <p>i. <u>金属キャスク表面及び表面から1 m離れた位置における最大線量当量率は、それぞれ2 mSv/h以下及び100 μSv/h以下とする。</u></p> <p>j. <u>貯蔵区域における金属キャスク周囲の最低温度及び最高温度は、それぞれ-22.4 ℃及び45 ℃とする。</u></p> <p>k. <u>貯蔵区域における貯蔵建屋壁面最高温度は65 ℃とする。</u></p> <p>1. <u>貯蔵区域における貯蔵建屋壁面放射率は0.8とする。</u></p> <p>m. <u>貯蔵区域における金属キャスク配列ピッチ寸法は3.5 mとする。</u></p> <p>n. <u>貯蔵区域における水平方向及び鉛直方向の地震力は、それぞれ1.4 G及び0.87 Gとする。</u></p>	<p>8. 本型式設計特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲又は条件</p> <p>8.1 型式設計特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲</p> <p>以下に示す条件により設計された型式設計特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設であること。</p> <table border="0"> <tr> <td>金属キャスクの設計貯蔵期間</td> <td>60年以下</td> </tr> <tr> <td>金属キャスクの貯蔵場所</td> <td>貯蔵建屋内</td> </tr> <tr> <td>金属キャスクの貯蔵姿勢</td> <td>たて置き</td> </tr> <tr> <td>金属キャスクの固定方式</td> <td>下部トランニオン固定</td> </tr> <tr> <td>金属キャスクの全質量(使用済燃料を含む。)</td> <td>118.3 t以下</td> </tr> <tr> <td>金属キャスクの主要寸法</td> <td>全長 約5.4 m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>外径 約2.5 m</td> </tr> <tr> <td>金属キャスク表面における線量当量率</td> <td>2 mSv/h以下</td> </tr> <tr> <td>金属キャスク表面から1 m離れた位置における線量当量率</td> <td>100 μSv/h以下</td> </tr> <tr> <td>貯蔵区域における金属キャスク周囲温度</td> <td>最低温度 -22.4 ℃</td> </tr> <tr> <td></td> <td>最高温度 45 ℃</td> </tr> <tr> <td>貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度</td> <td>最高温度 65 ℃</td> </tr> <tr> <td>貯蔵区域における地震力</td> <td>水平方向 1.40 G</td> </tr> <tr> <td></td> <td>鉛直方向 0.87 G</td> </tr> </table> <p>8.2 型式設計特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の条件</p> <p>使用済燃料貯蔵施設の設計及び工事の計画の認可申請時に別途確認しなければならない事項等の条件は以下のとおりとする。</p> <p>(1) <u>HDP-69B(B)型を貯蔵した場合に使用済燃料貯蔵施設を設置する事業所周辺の線量が原子力規制委員会の定める線量限度を十分下回ること。</u></p> <p>(2) <u>HDP-69B(B)型を貯蔵した場合に貯蔵区域における金属キャスク周囲温度及び貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度が、前項に示したそれぞれの最高温度以下であること。</u></p> <p>(3) <u>HDP-69B(B)型を使用した場合、使用済燃料貯蔵施設の貯蔵架台が、前項に示した地震力に対して概ね弾性状態にとどまる範囲で耐え得る設計であること。</u></p> <p>(4) <u>火災等、津波及び外部からの衝撃については、使用済燃料貯蔵施設で想定される条件においてHDP-69B(B)型の基本的安全機能が損なわれないこと。</u></p>	金属キャスクの設計貯蔵期間	60年以下	金属キャスクの貯蔵場所	貯蔵建屋内	金属キャスクの貯蔵姿勢	たて置き	金属キャスクの固定方式	下部トランニオン固定	金属キャスクの全質量(使用済燃料を含む。)	118.3 t以下	金属キャスクの主要寸法	全長 約5.4 m		外径 約2.5 m	金属キャスク表面における線量当量率	2 mSv/h以下	金属キャスク表面から1 m離れた位置における線量当量率	100 μSv/h以下	貯蔵区域における金属キャスク周囲温度	最低温度 -22.4 ℃		最高温度 45 ℃	貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度	最高温度 65 ℃	貯蔵区域における地震力	水平方向 1.40 G		鉛直方向 0.87 G	<p>型式証明申請書「本文」第五号1.において、型式指定申請書の内容は、以下のとおり満足している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、金属キャスクの全質量(使用済燃料を含む。)約119 tに対して、HDP-69B(B)型の全質量を具体的に記載しており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「添付書類一」に記載される、HDP-69B(B)型の設計条件に相当する内容を、HDP-69B(B)型を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲又は条件として記載しており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「本文」第五号2.において、型式指定申請書の内容は、以下のとおり満足している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、HDP-69B(B)型を使用済燃料貯蔵建屋に貯蔵した場合に、貯蔵区域における金属キャスク周囲温度及び貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度に係る条件が具体的に記載されており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、HDP-69B(B)型を貯蔵した場合の使用済燃料貯蔵施設の貯蔵架台が、概ね弾性状態にとどまる範囲で耐えなければならない貯蔵区域における地震力の条件を具体的に記載しており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、設計最大評価事故時の放射線障害の防止に関しては、型式指定申請の範囲外である。</p>	<p>型式証明申請書「本文」第五号1.において、型式指定申請書の内容は、以下のとおり満足している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、金属キャスクの全質量(使用済燃料を含む。)約119 tに対して、HDP-69B(B)型の全質量を具体的に記載しており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「添付書類一」に記載される、HDP-69B(B)型の設計条件に相当する内容を、HDP-69B(B)型を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲又は条件として記載しており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「本文」第五号2.において、型式指定申請書の内容は、以下のとおり満足している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、HDP-69B(B)型を使用済燃料貯蔵建屋に貯蔵した場合に、貯蔵区域における金属キャスク周囲温度及び貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度に係る条件が具体的に記載されており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、HDP-69B(B)型を貯蔵した場合の使用済燃料貯蔵施設の貯蔵架台が、概ね弾性状態にとどまる範囲で耐えなければならない貯蔵区域における地震力の条件を具体的に記載しており、整合している。</p> <p>型式証明申請書「本文」に記載される、設計最大評価事故時の放射線障害の防止に関しては、型式指定申請の範囲外である。</p>
金属キャスクの設計貯蔵期間	60年以下																																																									
金属キャスクの貯蔵場所	貯蔵建屋内																																																									
金属キャスクの貯蔵姿勢	たて置き																																																									
金属キャスクの固定方式	下部トランニオン固定																																																									
金属キャスクの全質量(使用済燃料を含む。)	約119 t																																																									
金属キャスクの主要寸法	全長 約5.4 m																																																									
	外径 約2.5 m																																																									
金属キャスク表面から1 m離れた位置における線量当量率	100 μSv/h以下																																																									
貯蔵区域における金属キャスク周囲温度	最低温度 -22.4 ℃																																																									
	最高温度 45 ℃																																																									
貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度	最高温度 65 ℃																																																									
貯蔵区域における地震力	水平方向 1.4 G																																																									
	鉛直方向 0.87 G																																																									
金属キャスクの設計貯蔵期間	60年以下																																																									
金属キャスクの貯蔵場所	貯蔵建屋内																																																									
金属キャスクの貯蔵姿勢	たて置き																																																									
金属キャスクの固定方式	下部トランニオン固定																																																									
金属キャスクの全質量(使用済燃料を含む。)	118.3 t以下																																																									
金属キャスクの主要寸法	全長 約5.4 m																																																									
	外径 約2.5 m																																																									
金属キャスク表面における線量当量率	2 mSv/h以下																																																									
金属キャスク表面から1 m離れた位置における線量当量率	100 μSv/h以下																																																									
貯蔵区域における金属キャスク周囲温度	最低温度 -22.4 ℃																																																									
	最高温度 45 ℃																																																									
貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度	最高温度 65 ℃																																																									
貯蔵区域における地震力	水平方向 1.40 G																																																									
	鉛直方向 0.87 G																																																									

添付書類 2

使用済燃料の臨界防止に関する説明書

目 次

1. 設計方針	1
2. 臨界防止設計	2

別紙 1 乾燥状態での HDP-69B (B) 型の臨界解析について

別紙 2 冠水状態での HDP-69B (B) 型の臨界解析について

別紙 3 臨界解析における条件設定根拠について

別紙 4 SCALE コードシステム (4.4a) を使用することの妥当性について

別紙 5 臨界解析の対象燃料について

図表目次

図 2-1	HDP-69B(B)型のバスケット構造	4
図 2-2	臨界解析フロー図	5
表 2-1	HDP-69B(B)型の仕様	6
表 2-2	使用済燃料の仕様	7
表 2-3	臨界評価結果	8

1. 設計方針

HDP-69B(B)型は、使用済燃料を所定の幾何学的配置に維持するためのバスケット格子構造、及びバスケットプレートに添加された中性子吸収材により、臨界に達することを防止する設計とした。

また、HDP-69B(B)型の使用済燃料貯蔵施設への搬入から搬出までの乾燥状態、及びHDP-69B(B)型に使用済燃料を収納する際の冠水状態において、技術的に想定されるいかなる場合でも、使用済燃料が臨界に達するおそれがないよう、中性子実効増倍率を0.95以下となるように設計した。

バスケットプレートは、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を所定の幾何学的配置に維持するために必要な構造健全性を保つ設計とした。

2. 臨界防止設計

(1) 臨界防止機能に関する構造

HDP-69B(B)型の仕様を表2-1に示す。

HDP-69B(B)型では、臨界に達することを防止するため、以下の設計上の配慮を行っている。

- a. 使用済燃料を収納するバスケットは、格子構造とし、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を所定の幾何学的配置形状に維持する設計とする。（「添付書類8 耐圧強度及び耐食性に関する説明書」参照）
- b. バスケットプレートには、中性子吸収材であるほう素を添加したステンレス鋼を使用する（図2-1参照）。

(2) 臨界評価

使用済燃料貯蔵施設での貯蔵中において、技術的に想定されるいかなる場合にも臨界に達することを防止する設計とした。また、解析コードがモンテカルロ法であり統計誤差を伴うため、解析コードの精度等を考慮して、中性子実効増倍率（ k_{eff} ）の平均値に統計誤差（ σ ）の3倍（ 3σ ）を加味した値が0.95以下（ $k_{\text{eff}} + 3\sigma \leq 0.95$ ）であることとした。

HDP-69B(B)型は、使用済燃料を収納後に内部水が排出され、さらに真空乾燥が行われる。また、密封機能を有した複数の蓋を有しており、HDP-69B(B)型内に水が浸入することはなく、貯蔵中はHDP-69B(B)型内は乾燥状態であるが、原子力発電所におけるHDP-69B(B)型への使用済燃料収納時に冠水することから、乾燥状態及び冠水状態の臨界評価を行った（別紙1及び別紙2参照）。

HDP-69B(B)型の臨界評価フローを図2-2に示す。中性子実効増倍率は、燃料棒単位セル計算により求まる核定数を用い、HDP-69B(B)型の実形状をモデル化し、臨界解析コードを使用して求めた。

使用済燃料の仕様を表2-2に示す。臨界評価に用いる使用済燃料の仕様は、代表として最も反応度の高い高燃焼度8×8燃料とし、乾燥状態の解析では初期濃縮度3.66 wt%とし、熱中性子吸収効果のあるガドリニアを添加した燃料棒の存在を無視した。

BWR燃料は、燃料ペレットにガドリニアを含む燃料棒が組み込まれていることから、ガドリニアの燃焼に伴って、燃料の無限増倍率は一旦上昇するが、今回収納する燃料においては、炉心装荷冷温状態で1.3を超えることがない設計となっている（別紙2参照）。このため、冠水状態の解析では、ガドリニアによる燃焼初期の反応度抑制効果を考慮して、濃縮度の異なる2種類の燃料棒を用い、炉心装荷冷温状態で燃料の無限増倍率が1.3となる燃料モデル（モデルバンドル）を仮定した。モデルバンドルについては、新型8×8燃料及び新型8×8ジルコニウムライナ燃料用のモデルバンドルと高燃焼度8×8

燃料用のモデルバンドルの2種類を用いた（別紙5参照）。

評価に当たっては、HDP-69B(B)型の周囲を完全反射境界条件とし、HDP-69B(B)型の無限配列を模擬することにより、使用済燃料貯蔵施設の最大貯蔵容量にHDP-69B(B)型を配置した条件を包絡した設定とした。ここで、HDP-69B(B)型内は真空又は水で満たした状態とし、厳しい燃料配置状態を仮定し、また、バスケットプレート板厚、バスケット格子内のり等の寸法条件についても公差を考慮した（別紙3参照）。

解析コードとしてSCALEコードシステム（4.4a）を用い、燃料棒単位セル計算には輸送解析コードXSDRNPMを、臨界解析には臨界解析コードKENO-V.aを使用した。断面積ライブラリとしてはSCALEコードシステムの内蔵ライブラリデータのひとつである238群ライブラリデータを使用した（別紙4参照）。

(3) 臨界評価結果

評価結果を表2-3に示す。

HDP-69B(B)型の中性子実効増倍率（モンテカルロ計算の統計誤差（ 3σ ）を加えたもの）は、技術的に想定されるいかなる場合においても、0.95を下回るため、使用済燃料が臨界に達するおそれがないことを確認した。

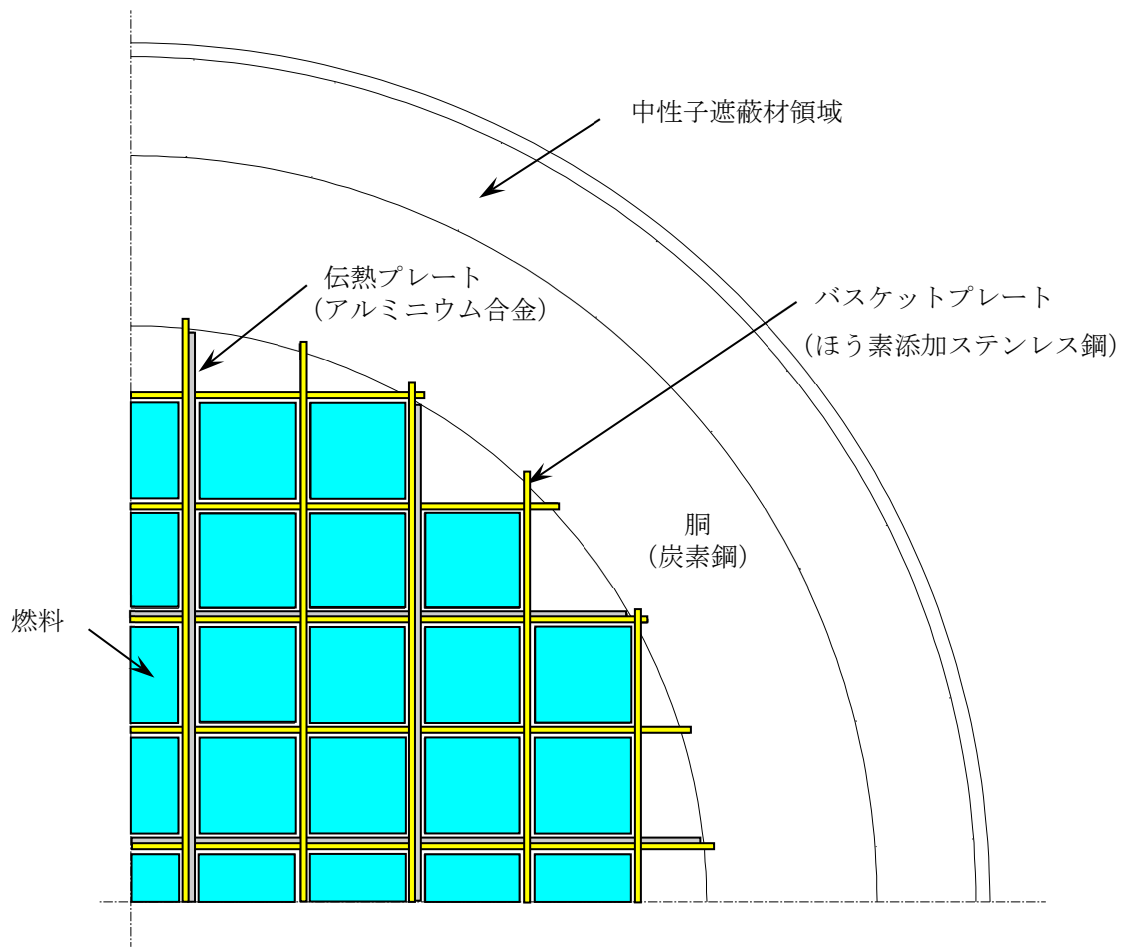


図 2-1 HDP-69B(B)型のバスケット構造

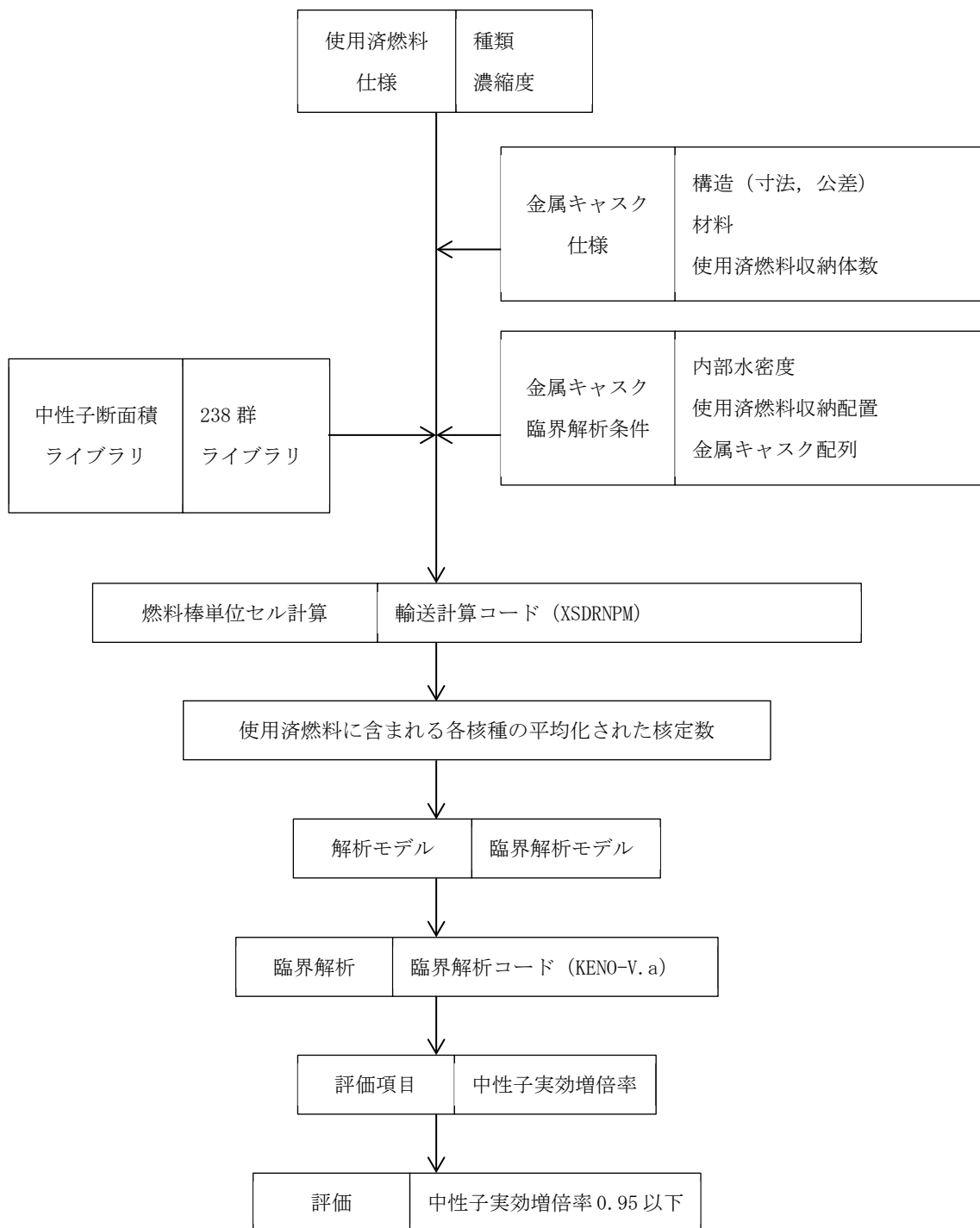


図 2-2 臨界解析フロー図

表2-1 HDP-69B(B)型の仕様

寸法 (m)	全長：約5.4		
	外径：約2.5		
収納体数 (体)	69		
バスケットの材料	バスケットプレート：ほう素添加ステンレス鋼		
	伝熱プレート：アルミニウム合金		
収納する使用済燃料の種類	新型 8×8燃料	新型8×8 ジルコニウムライナ 燃料	高燃焼度 8×8 燃料

表 2-2 使用済燃料の仕様

項目	単位	新型 8×8 燃料	新型8×8 ジルコニウム ライナ燃料	高燃焼度 8×8 燃料
燃料材質	—	二酸化ウラン	二酸化ウラン	二酸化ウラン
被覆管材質	—	ジルカロイ-2	ジルカロイ-2	ジルカロイ-2
燃料密度	%理論密度			
ペレット直径	mm			
燃料有効長	mm			
燃料棒配列	—	8×8	8×8	8×8
燃料集合体当たり の燃料棒本数	本	62	62	60
初期濃縮度	wt%	約 3.1	約 3.1	3.66
モデルバンドル	—	別紙 5-1 図		別紙 5-2 図
使用済燃料の無限 増倍率	—	1.3 以下	1.3 以下	1.3 以下

表 2-3 臨界評価結果

	乾燥状態	冠水状态
中性子実効増倍率 ($k_{\text{eff}} + 3\sigma$)	0.41	0.89
統計誤差 (σ)	<0.001	
判定基準	0.95 以下	

乾燥状態でのHDP-69B(B)型の臨界解析について

HDP-69B(B)型は、使用済燃料を収納後に内部水が排出され、さらに真空乾燥が行われる。また、密封機能を有した複数の蓋を有しており、HDP-69B(B)型内部に水が浸入することとはなく、HDP-69B(B)型内は乾燥状態である。したがって、貯蔵中を対象にした乾燥状態での臨界解析（以下「乾燥時臨界解析」という。）を行うこととした。

1. 収納物

HDP-69B(B)型に収納する使用済燃料は照射済みのものであるが、濃縮度は未照射のままの減損していない値とし、安全側の仮定とした。また、燃料には可燃性毒物としてガドリニアを添加した燃料棒が含まれるが、熱中性子吸収効果のあるガドリニアの存在を無視した。臨界解析の対象は、代表として最も反応度の高い高燃焼度8×8燃料とし、別紙1-1表に示す仕様の使用済燃料に対して臨界解析を行った。使用済燃料の燃料棒配置を別紙1-1図に示す。

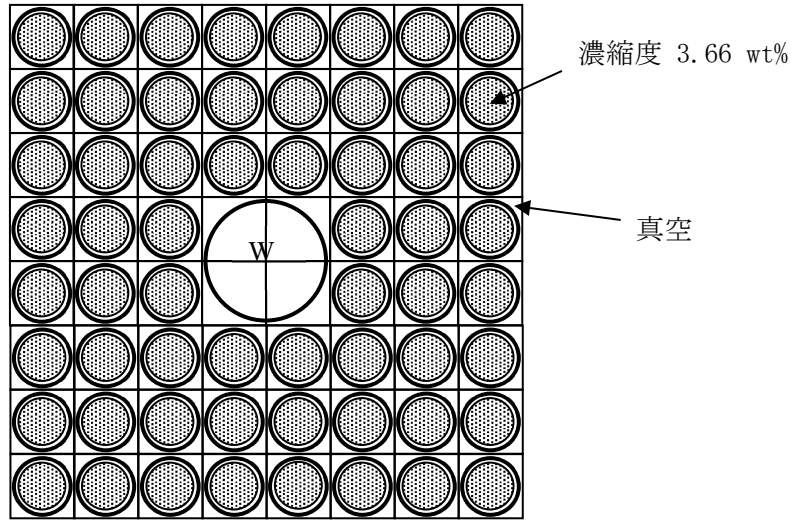
なお、実際にHDP-69B(B)型に収納する使用済燃料が、本解析の条件としている使用済燃料の反応度以下であることは、使用済燃料貯蔵施設の設計及び工事の方法の認可申請時に別途確認されることとする。

2. 解析モデル

HDP-69B(B)型の乾燥時臨界解析条件を別紙1-2表に示す。また、別紙1-2図に乾燥時臨界解析モデルを示す。

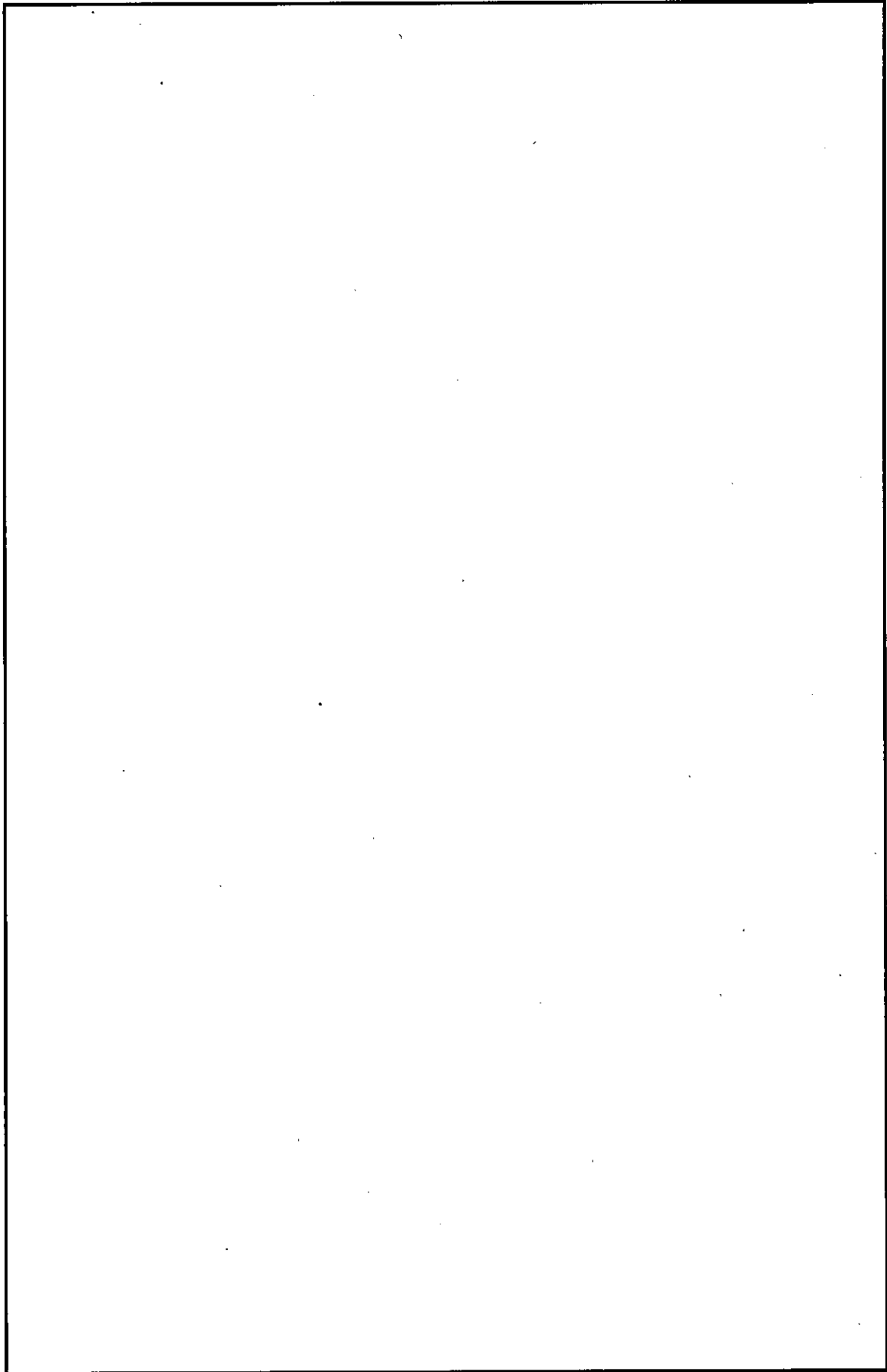
3. 解析結果

解析結果を別紙 1-3 表に示す。



W : ウォータロッド

別紙 1-1 図 乾燥時臨界解析における燃料棒配置 (高燃焼度 8×8 燃料)



別紙 1-2 図 乾燥時臨界解析モデル

別紙 1-3

内は商業機密のため、非公開とします。

別紙 1-1 表 乾燥時臨界解析用の使用済燃料（高燃焼度 8×8 燃料）の仕様

項目	単位	仕様
燃料材質	—	二酸化ウラン
被覆管材質	—	ジルカロイ-2 *1
燃料密度	%理論密度	
燃料棒外径	mm	
ペレット直径	mm	
被覆管肉厚	mm	
燃料有効長	mm	
燃料棒配列	—	
燃料集合体当たり の燃料棒本数	本	60
燃料棒ピッチ	mm	
使用済燃料の幅	mm	
濃縮度	wt%	3.66

注記*1：実際の仕様はジルコニウム合金（被覆管はジルカロイ-2，チャンネルボックスはジルカロイ-4又はジルカロイ-2）であるが，臨界解析上は純度100%のジルコニウムとして扱う。

*2：(燃料棒ピッチ) × (燃料棒配列) = × (8) = mm を臨界解析上の使用済燃料の幅とした。

内は商業機密のため，非公開とします。

別紙 1-2 表 乾燥時臨界解析条件

項目	乾燥時臨界解析条件	
臨界解析の方法	HDP-69B(B)型の中性子実効増倍率は、燃料棒単位セル計算により求まる核定数を用い、HDP-69B(B)型の実形状をモデル化し、臨界解析コードを使用	
解析コード	SCALE コードシステム (4.4a) <ul style="list-style-type: none"> 燃料棒単位セル計算：輸送計算コード XSDRNPM 臨界解析：臨界解析コード KENO-V.a (中性子ヒストリー数 <input type="text"/>) 断面積ライブラリ：SCALE コードシステム (4.4a) の内蔵ライブラリデータのひとつである 238 群ライブラリデータ 	
解析条件	収納物	高燃焼度 8×8 燃料
	濃縮度 (wt%)	3.66
	収納体数 (体)	69
	燃料配置	HDP-69B(B)型中心偏向配置 (別紙 1-2 図参照)
	寸法条件	バスケットプレート板厚, バスケット格子内のり等の寸法は公差を考慮。胴内径はバスケットに接するように設定
		バスケットプレート板厚 : 最小 <input type="text"/> 伝熱プレート板厚 : 最小 <input type="text"/> バスケット格子内のり : 最小 <input type="text"/>
	HDP-69B(B)型内雰囲気	真空
	HDP-69B(B)型外雰囲気	真空
	HDP-69B(B)型配列	無限配列 (HDP-69B(B)型周囲は完全反射境界条件)
	使用済燃料の構造材	真空に置換
	ほう素添加量	ほう素添加ステンレス鋼に含まれる天然ほう素量を仕様上の下限値 (<input type="text"/>) に設定
	チャンネルボックス	なし
中性子遮蔽材	側部, 蓋部, 底部中性子遮蔽材を真空に置換	
蓋部	一次蓋, 二次蓋を考慮	

内は商業機密のため、非公開とします。

別紙 1-3 表 乾燥時臨界解析結果

	乾燥時臨界解析結果
中性子実効増倍率 (k_{eff})	0.409
統計誤差 (σ)	<0.001
中性子実効増倍率 ($k_{\text{eff}} + 3\sigma$)	0.410

冠水状態での HDP-69B(B) 型の臨界解析について

原子力発電所において、HDP-69B(B)型に使用済燃料を収納するに当たり、使用済燃料が冠水することから冠水状態も考慮し、HDP-69B(B)型内を減速材（純水）で満たした解析（以下「冠水時臨界解析」という。）を行った。

1. 収納物

別紙2-1図に示すように、一般的なBWR 燃料では、ガドリニアは、ほぼ1サイクル照射で燃え尽きるように設計されている⁽¹⁾。したがって、燃料としての反応度のピークは10 GWd/t程度の燃焼度で現れる。HDP-69B(B)型は、炉心装荷冷温状態での無限増倍率が1.3を超えることがない使用済燃料を収納することを前提とした。

この前提に基づきHDP-69B(B)型の冠水時臨界解析においては、炉心装荷冷温状態での無限増倍率が1.3となるような別紙2-1表に示す仕様のモデルバンドルを仮定した。モデルバンドルの燃料棒配置を別紙2-2図に示す。このように、本解析においてはモデルバンドルを用いるため、使用済燃料の平均濃縮度は、実燃料の平均初期濃縮度と異なる。

なお、実際にHDP-69B(B)型に収納する使用済燃料が、本解析の条件としているモデルバンドルの反応度以下であることは、使用済燃料貯蔵施設の設計及び工事の方法の認可申請時に別途確認されることとする。

2. 解析モデル

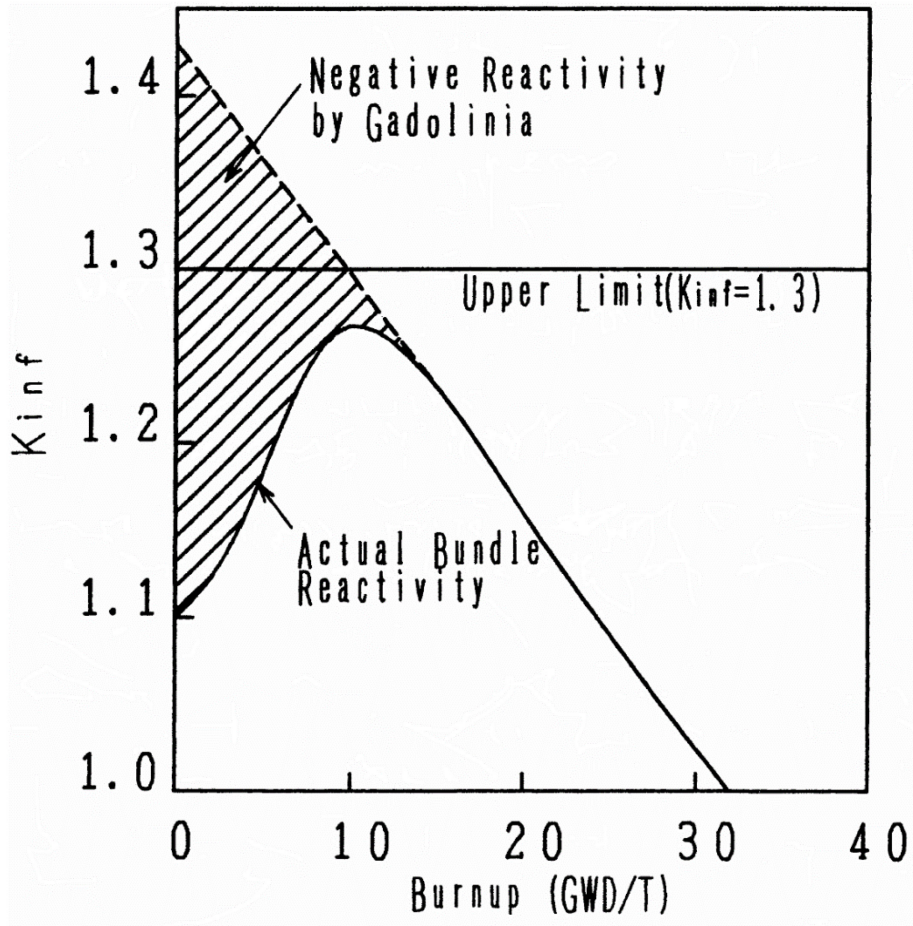
HDP-69B(B)型の冠水時解析条件を別紙2-2表に示す。また、別紙2-3図に冠水時臨界解析モデルを示す。

3. 解析結果

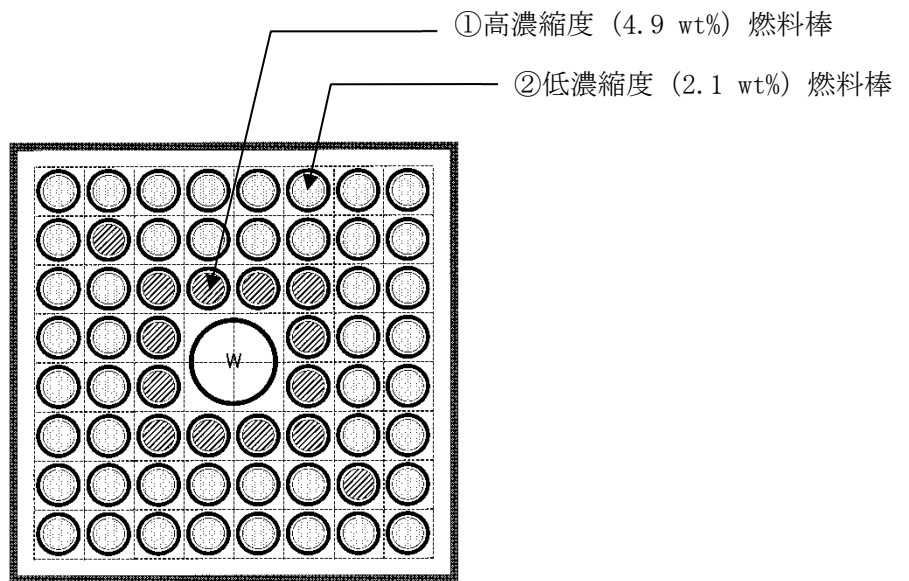
解析結果を別紙 2-3 表に示す。

4. 参考文献

- (1) K. Kawakami, M. Matsumoto, H. Asano, T. Takakura, T. Matsumoto, T. Mochida, M. Yamaguchi, “The Use of Gadolinia Credit for Criticality Evaluation of a Spent-Fuel Cask,” The 11th International Conference on the Packaging and Transportation of Radioactive Materials (PATRAM '95), December 3-8, 1995, Las Vegas, USA (1995).

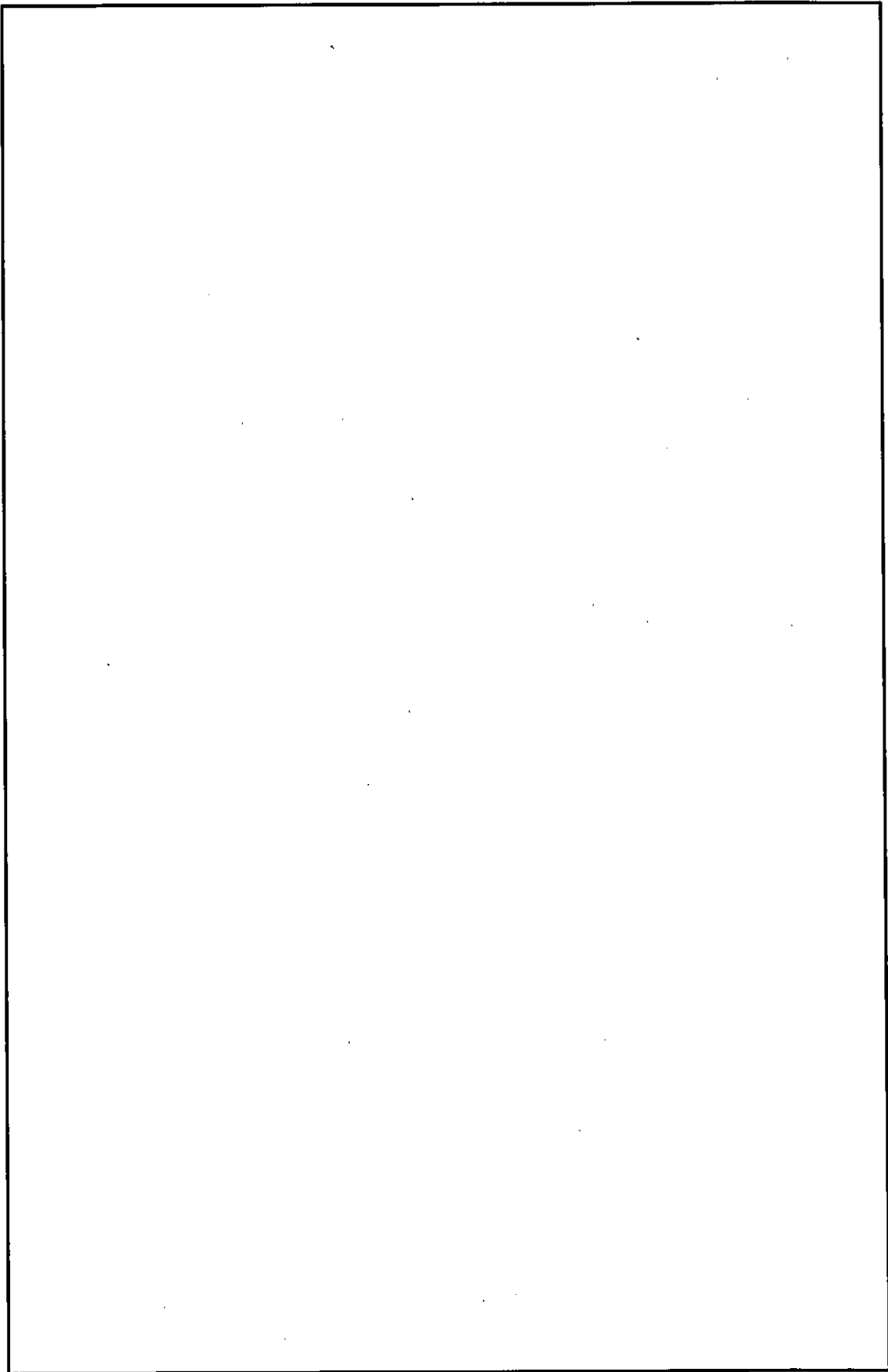


別紙 2-1 図 BWR 燃料の反応度特性⁽¹⁾



①高濃縮度燃料棒：14 本
 ②低濃縮度燃料棒：46 本
 W：ウォータロッド

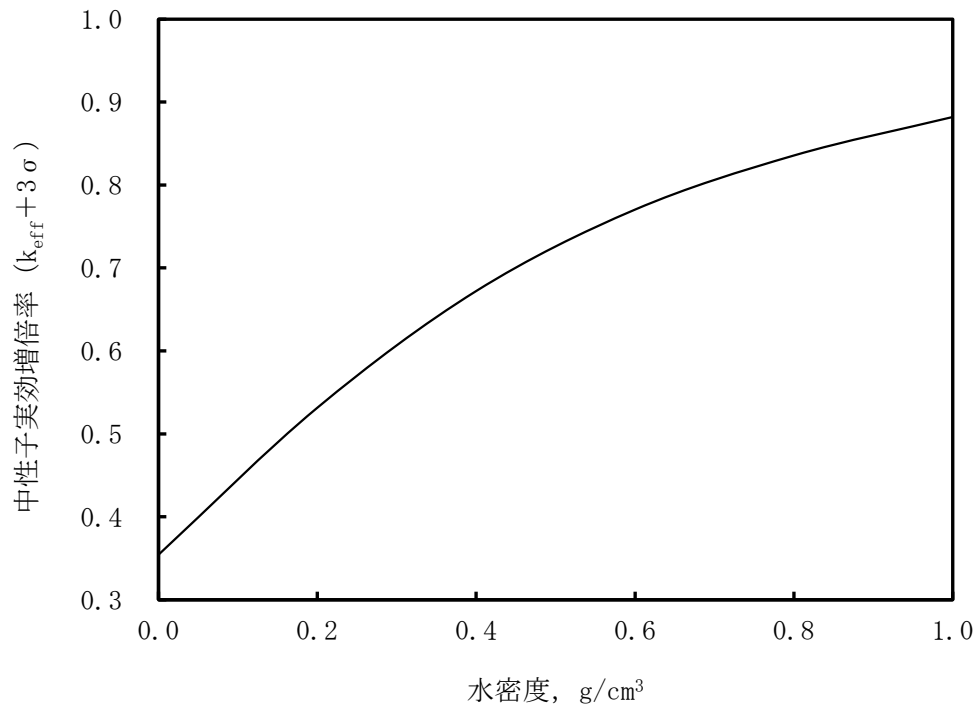
別紙 2-2 図 冠水時臨界解析における燃料棒配置 (高燃焼度 8×8 燃料モデルバンドル)



別紙 2-3 図 冠水時臨界解析モデル

別紙 2-4

内は商業機密のため、非公開とします。



別紙 2-4 図 HDP-69B(B)型内の水密度と中性子実効増倍率の関係 (高燃焼度 8×8 燃料)

別紙 2-1 表 冠水時臨界解析用の使用済燃料（高燃焼度 8×8 燃料）の仕様

項目	単位	仕様
燃料材質	—	二酸化ウラン
被覆管材質	—	ジルカロイ-2 *1
燃料密度	%理論密度	
燃料棒直径	mm	
ペレット直径	mm	
被覆管肉厚	mm	
燃料有効長	mm	
燃料棒配列	—	8×8
燃料集合体当たり の燃料棒本数	本	60
燃料棒ピッチ	mm	
使用済燃料の幅	mm	
濃縮度	wt%	高濃縮度 4.9
		低濃縮度 2.1
チャンネルボックス材質	—	ジルカロイ *1
チャンネルボックス全幅	mm	
チャンネルボックス厚さ	mm	

注記*1：実際の仕様はジルコニウム合金（被覆管はジルカロイ-2，チャンネルボックスはジルカロイ-4又はジルカロイ-2）であるが，臨界解析上は純度 100%のジルコニウムとして扱う。

*2：（燃料棒ピッチ）×（燃料棒配列） = × (8) = mm を臨界解析上の使用済燃料の幅とした。

内は商業機密のため，非公開とします。

別紙 2-2 表 冠水時臨界解析条件

項目	冠水時臨界解析条件	
臨界解析の方法	HDP-69B(B)型の中性子実効増倍率は、燃料棒単位セル計算により求まる核定数を用い、HDP-69B(B)型の実形状をモデル化し、臨界解析コードを使用	
解析コード	SCALE コードシステム (4.4a) <ul style="list-style-type: none"> 燃料棒単位セル計算：輸送計算コード XSDRNPM 臨界解析：臨界解析コード KENO-V.a (中性子ヒストリー数 <input type="text"/>) 断面積ライブラリ：SCALE コードシステム (4.4a) の内蔵ライブラリデータのひとつである 238 群ライブラリデータ 	
解析条件	収納物	高燃焼度 8×8 燃料
	濃縮度 (wt%)	4.9 及び 2.1 (平均約 2.75) (炉心装荷冷温状態の無限増倍率が 1.3 となるような仮想的なモデルバンドル)
	収納体数 (体)	69
	燃料配置	HDP-69B(B)型中心偏向配置 (別紙 2-3 図参照)
	寸法条件	バスケットプレート板厚, バスケット格子内のり等の寸法は公差を考慮。胴内径はバスケットに接するように設定
		バスケットプレート板厚 : 最小 <input type="text"/> 伝熱プレート板厚 : 最小 <input type="text"/> バスケット格子内のり : 最小 <input type="text"/>
	HDP-69B(B)型内雰囲気	冠水 (水密度 : 1.0 g/cm ³) (別紙2-4図に示すとおりHDP-69B(B)型内の水を考慮する場合には、冠水時の中性子実効増倍率が最大となる。)
	HDP-69B(B)型外雰囲気	真空
	HDP-69B(B)型配列	無限配列 (HDP-69B(B)型周囲は完全反射境界条件)
	使用済燃料の構造材	水に置換
	ほう素添加量	ほう素添加ステンレス鋼に含まれる天然ほう素量を仕様上の下限値 (<input type="text"/>) に設定
	チャンネルボックス	あり
中性子遮蔽材	側部, 蓋部, 底部中性子遮蔽材を真空中に置換	
蓋部	一次蓋, 二次蓋を考慮	

別紙 2-7

内は商業機密のため、非公開とします。

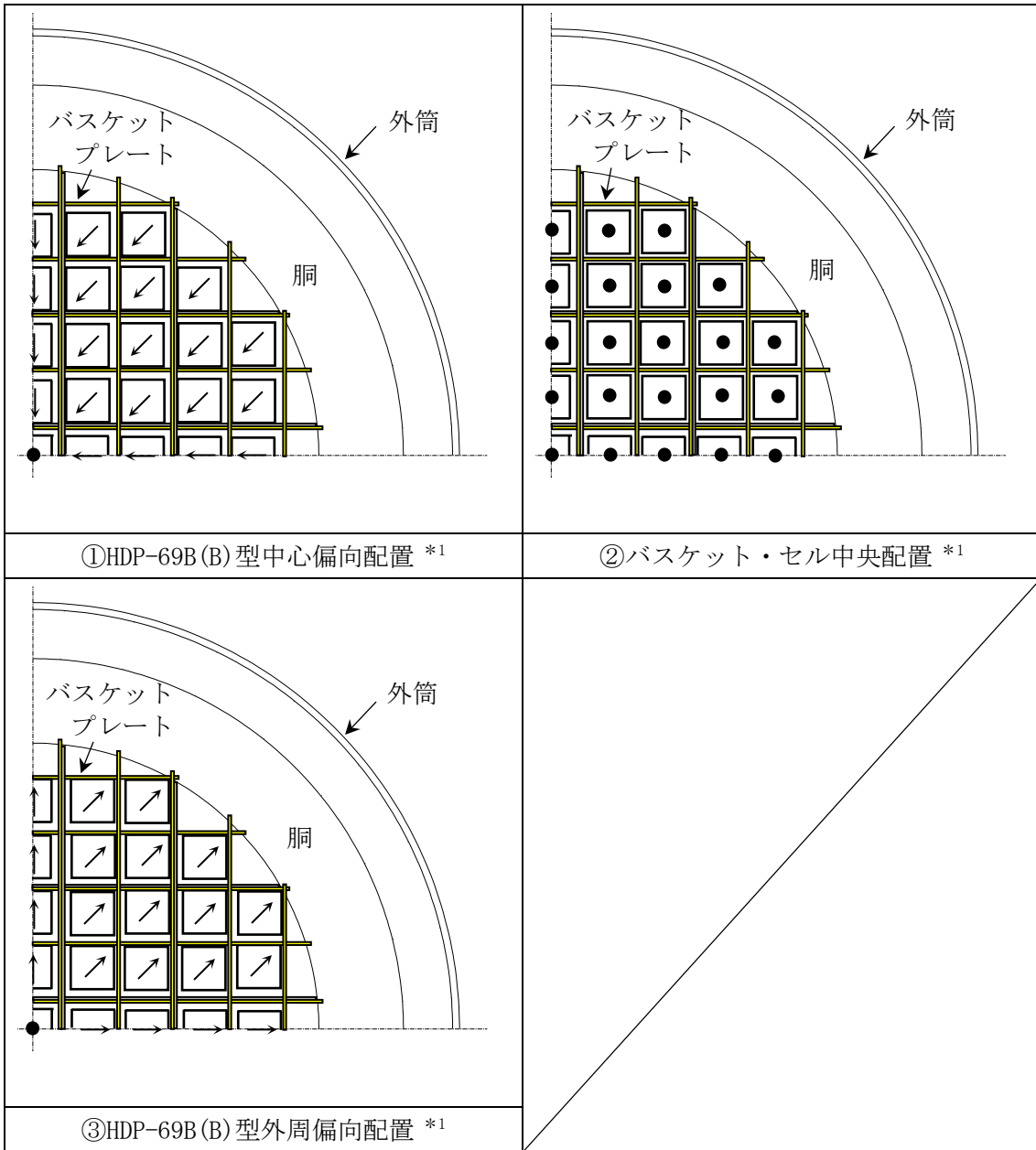
別紙 2-3 表 冠水時臨界解析結果

	冠水時臨界解析結果
中性子実効増倍率 (k_{eff})	0.879
統計誤差 (σ)	<0.001
中性子実効増倍率 ($k_{\text{eff}} + 3\sigma$)	0.882

臨界解析における条件設定根拠について

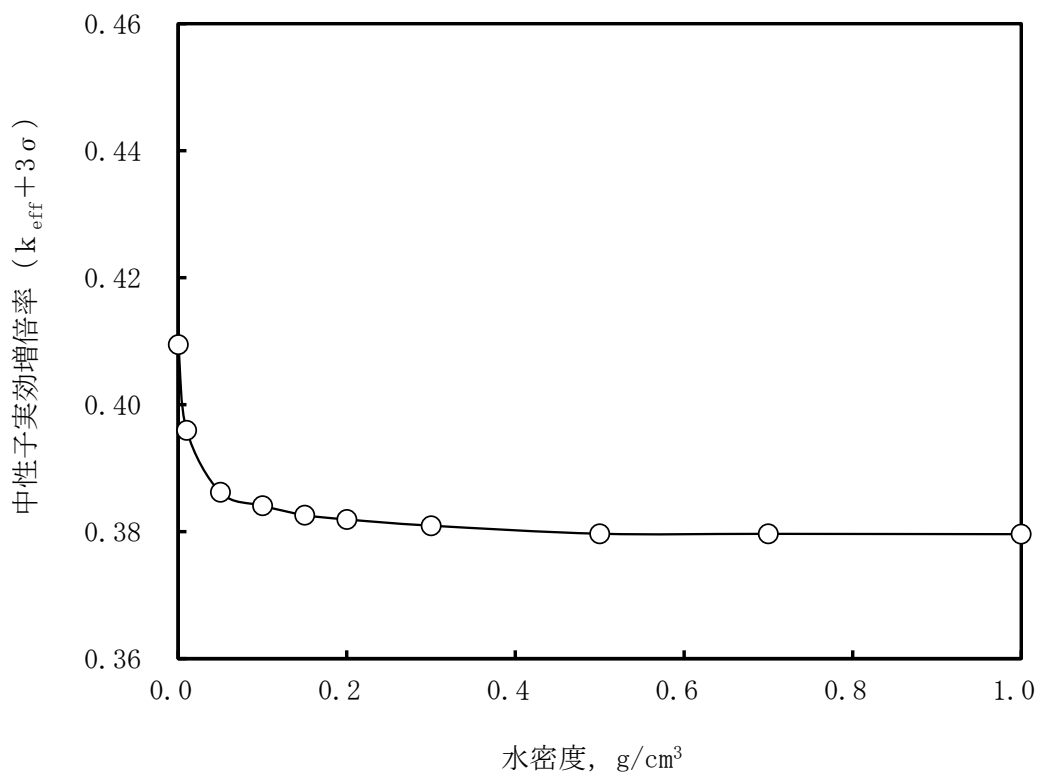
乾燥時臨界解析及び冠水時臨界解析における臨界解析条件及び設定根拠を別紙 3-1 表に示す。

なお、臨界解析条件のうち、燃料配置、寸法条件、HDP-69B(B)型外雰囲気及びチャンネルボックスの有無については、別紙 3-2 表（乾燥時臨界解析）及び別紙 3-3 表（冠水時臨界解析）に示す感度解析により設定条件が妥当であることを確認している。



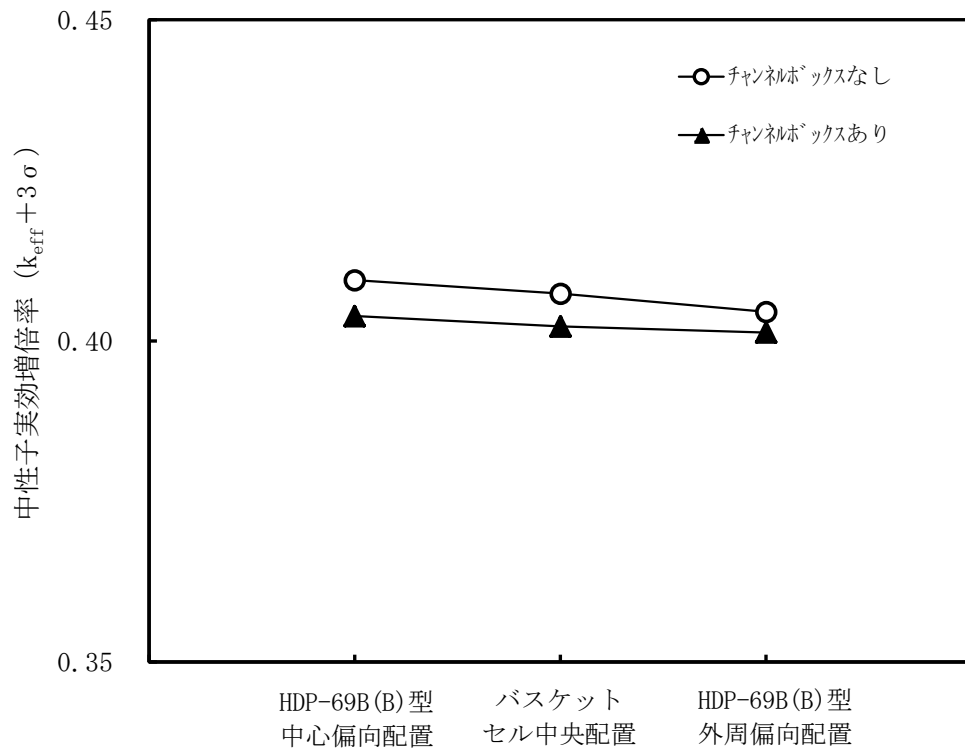
注記*1: 「●」は、使用済燃料がバスケット・セル中央に配置されていることを表す。
「→」は、使用済燃料の偏向配置方向を表す。

別紙 3-1 図 燃料配置感度解析条件（乾燥時及び冠水時臨界解析）



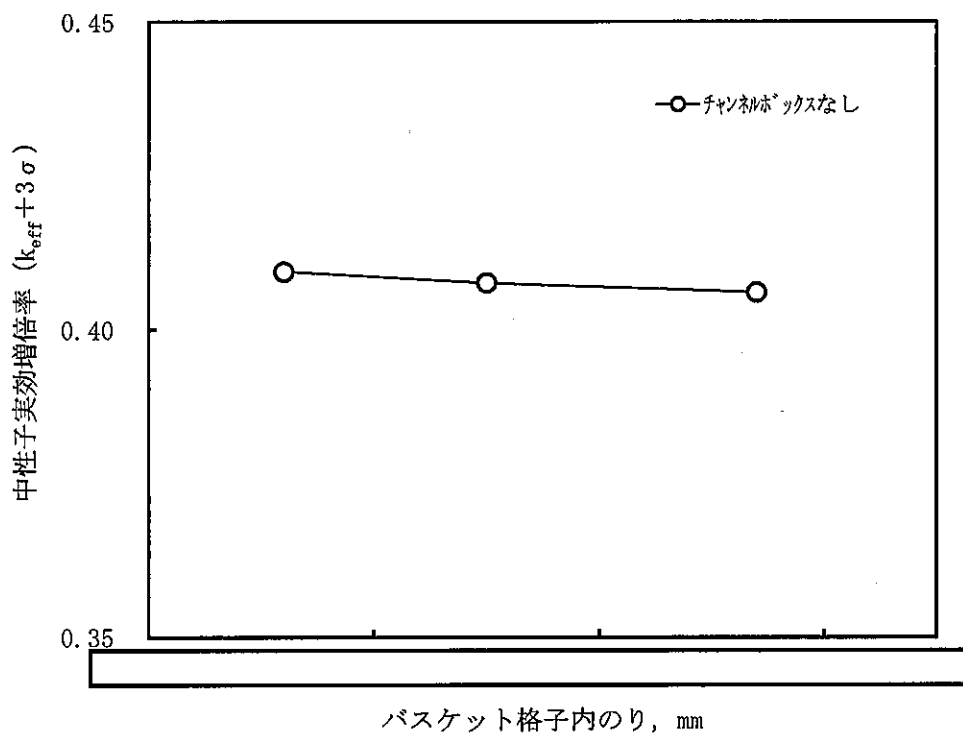
注記：HDP-69B(B)型外雰囲気（水密度）以外は、別紙 3-1 表に示す条件を適用。

別紙 3-2 図 HDP-69B(B)型外雰囲気感度解析結果（乾燥時臨界解析）



注記：燃料配置及びチャンネルボックス有無以外は，別紙 3-1 表に示す条件を適用。

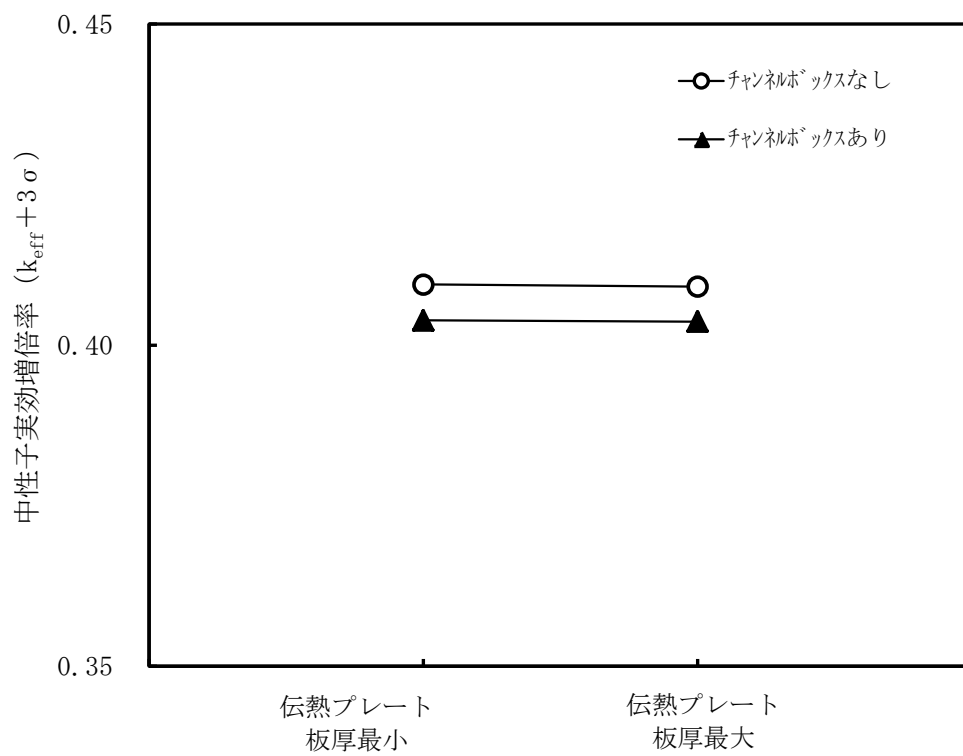
別紙 3-3 図 燃料配置感度解析結果（乾燥時臨界解析）



注記：バスケット格子内のり以外は、別紙 3-1 表に示す条件を適用。

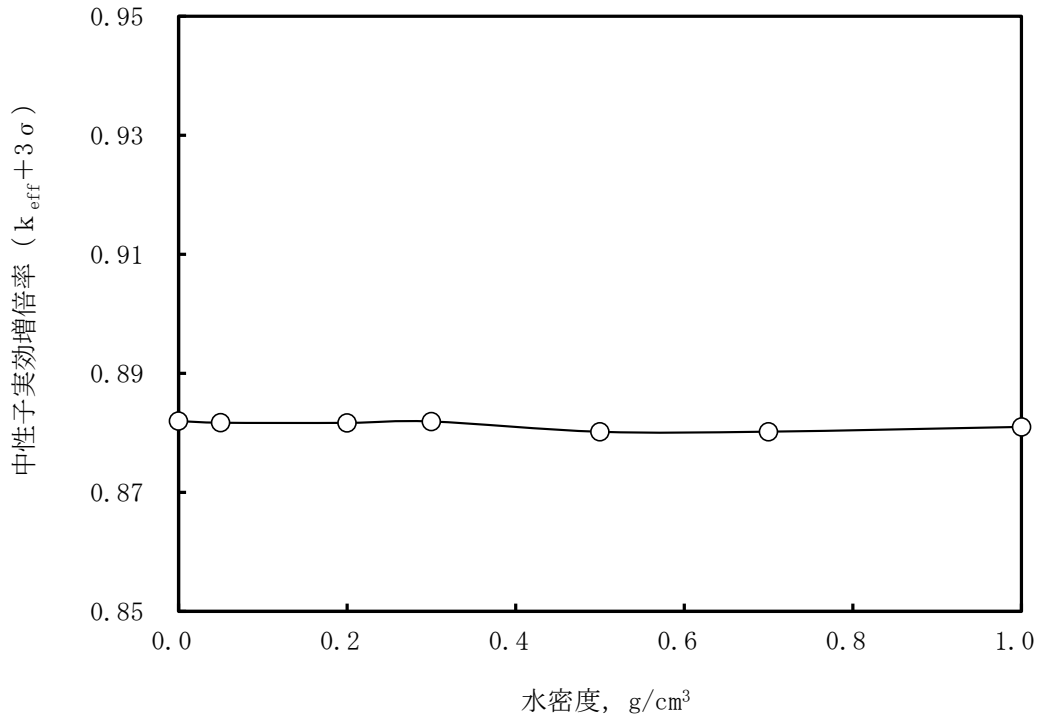
別紙 3-4 図 バスケット格子内のり感度解析結果 (乾燥時臨界解析)

内は商業機密のため、非公開とします。



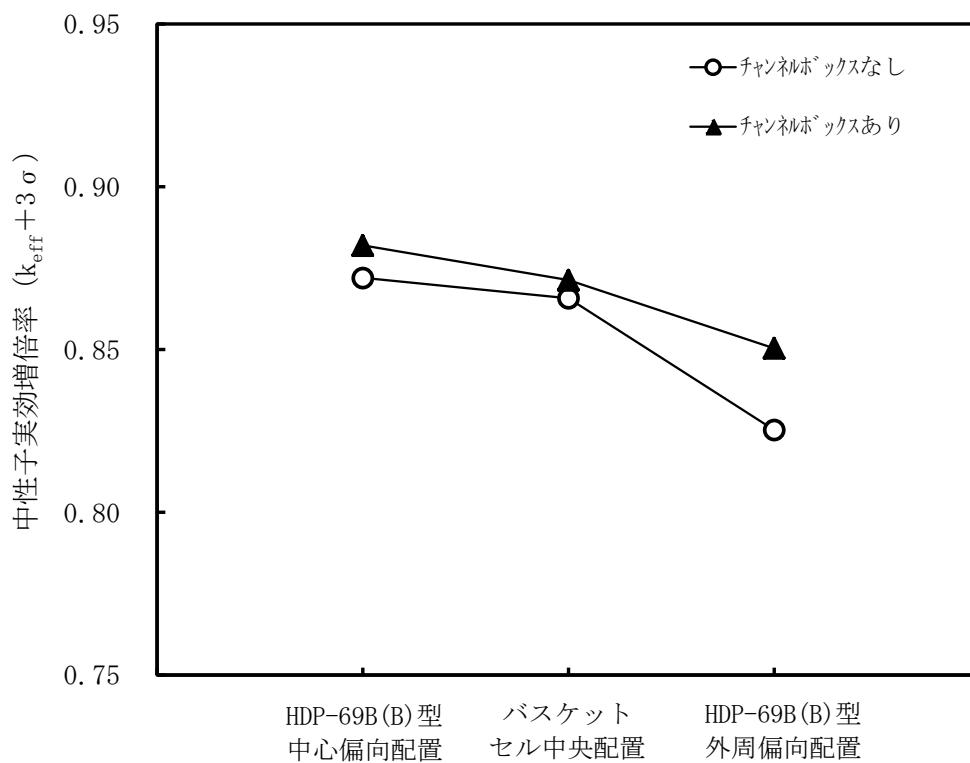
注記：伝熱プレート板厚及びチャンネルボックス有無以外は，別紙 3-1 表に示す条件を適用。

別紙 3-5 図 伝熱プレート板厚感度解析結果（乾燥時臨界解析）



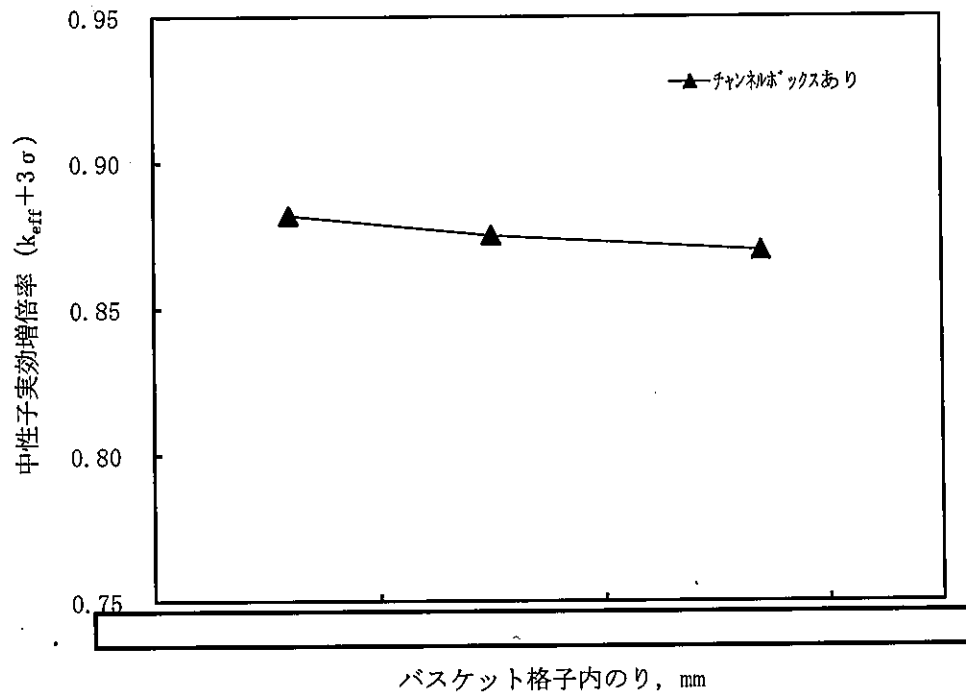
注記：HDP-69B(B)型外雰囲気（水密度）以外は，別紙 3-1 表に示す条件を適用。

別紙 3-6 図 HDP-69B(B)型外雰囲気感度解析結果（冠水時臨界解析）



注記：燃料配置及びチャンネルボックス有無以外は，別紙 3-1 表に示す条件を適用。

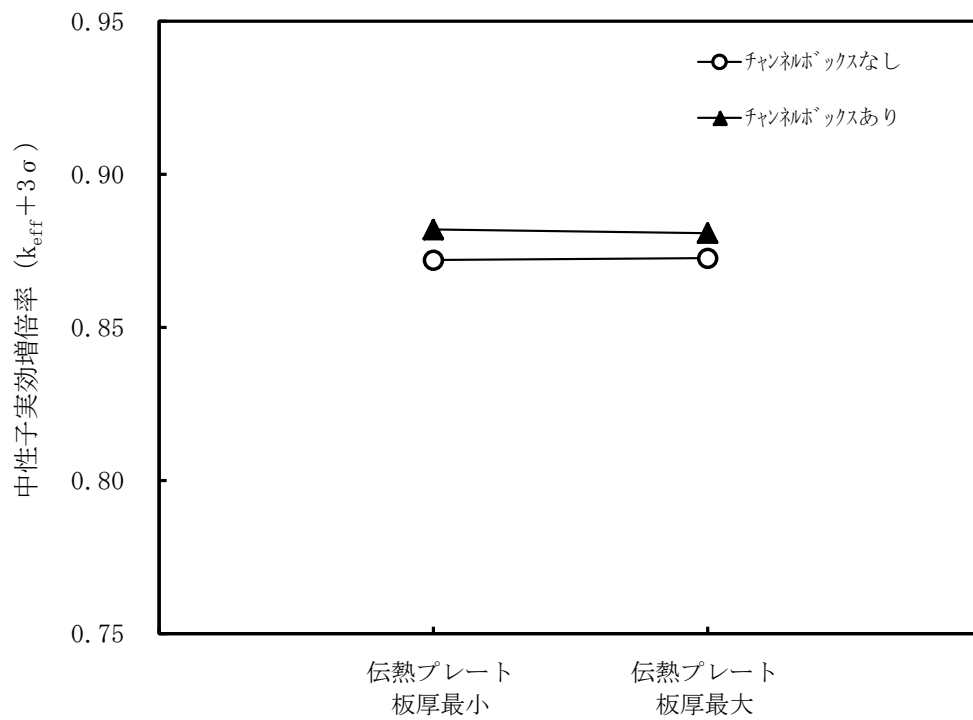
別紙 3-7 図 燃料配置感度解析結果（冠水時臨界解析）



注記：バスケット格子内のり以外は，別紙 3-1 表に示す条件を適用。

別紙 3-8 図 バスケット格子内のり感度解析結果（冠水時臨界解析）

内は商業機密のため，非公開とします。



注記：伝熱プレート板厚及びチャンネルボックス有無以外は、別紙 3-1 表に示す条件を適用。

別紙 3-9 図 伝熱プレート板厚感度解析結果（冠水時臨界解析）

別紙 3-1 表 (1/2) 臨界解析条件及び設定根拠

項目	乾燥時臨界解析	冠水時臨界解析
収納物	濃縮度が高く、燃料ペレットの理論密度や直径が大きく、反応度が最も高い高燃焼度8×8燃料を対象とした。	
濃縮度	ガドリニアの存在を無視し、平均初期濃縮度の最大値である3.66 wt%とした。	炉心装荷冷温状態における無限増倍率が1.3となるモデルバンドルとした。
燃料配置	中性子実効増倍率が最大となる HDP-69B (B) 型中心偏向配置とした。	
寸法条件	バスケットプレート板厚：バスケットプレート材に含まれる中性子吸収材（天然ほう素）の量が少なくなり、かつ隣接する使用済燃料までの距離が短くなる板厚最小とした。	
	伝熱プレート板厚：隣接する使用済燃料までの距離が短くなる板厚最小とした。	
	バスケット格子内のり：隣接する使用済燃料までの距離が短くなるバスケット格子内のり最小とした。	
HDP-69B (B) 型内雰囲気	雰囲気ガスの中性子吸収効果を無視する真空とした。	中性子減速効果が最大となる水密度最大の1.0 g/cm ³ とした。
HDP-69B (B) 型外雰囲気	解析モデルを完全反射境界とし、HDP-69B (B) 型の外部に漏れ出た中性子が吸収されることなく反射してHDP-69B (B) 型へ戻る真空とした。	
HDP-69B (B) 型配列	解析モデルをHDP-69B (B) 型に外接する四角柱表面で完全反射とした。 (HDP-69B (B) 型が無限に並ぶ配列と等価)	
ほう素添加量	中性子吸収材に含まれる天然ほう素量は、仕様上の下限值とした。 (ほう素の減損については、「添付書類8-5 金属キャスクの耐食性に関する説明書」参照)	

別紙 3-1 表 (2/2) 臨界解析条件及び設定根拠

項目	乾燥時臨界解析	冠水時臨界解析
使用済燃料の構造材	ステンレス鋼製の上・下部タイププレート部及びプレナム部は、中性子吸収効果が小さい真空に置換した。	ステンレス鋼製の上・下部タイププレート部及びプレナム部は、中性子減速効果がある水に置換した。
チャンネルボックス	隣接する使用済燃料までの距離が短くなるチャンネルボックスなしとした。	水からチャンネルボックスに置換することで、減速効果及び中性子吸収効果がともに小さくなる。しかし、吸収効果の減少の影響が減速効果の減少の影響より大きいため、チャンネルボックスありとした。
中性子遮蔽材	中性子吸収効果のある側部，蓋部，及び底部中性子遮蔽材は真空とした。	
蓋部	貯蔵中は，一次蓋及び二次蓋により密封されるため蓋部をモデル化した。	

別紙 3-2 表 感度解析結果 (乾燥時臨界解析)

(申請書記載値)

項目	中性子実効増倍率 *1
解析結果 (乾燥)	0.41

(感度解析結果)

項目		感度解析条件		中性子 実効増倍率 *1	
燃料配置 (別紙 3-1 図参照)		①中心偏向配置		別紙 3-2 図 別紙 3-3 図 別紙 3-4 図 別紙 3-5 図 参 照	
		②バスケット・セル中央配置 *2			
		③外周偏向配置 *2			
HDP-69B (B) 型内雰囲気		①真空 (水密度 0 g/cm ³)			
HDP-69B (B) 型外雰囲気		①真空 (水密度 0 g/cm ³) ②0 < 水密度 ≤ 1.0 g/cm ³ *2			
チャンネルボックス		①なし ②あり *2			
寸法 条件 (mm)	バスケットプレート板厚	①最小	[]		
	バスケット格子内のり	①最小			
		②公称			*2
		③最大			*2
	伝熱プレート板厚	①最小			
		②最大		*2	

注記*1: 解析結果はモンテカルロ計算の統計誤差 (σ) の3倍を加えた値 ($k_{\text{eff}} + 3\sigma$) である。

*2: 別紙3-1表に示す臨界解析条件を変更。

[] 内は商業機密のため、非公開とします。

別紙 3-3 表 感度解析結果 (冠水時臨界解析)
(申請書記載値)

項目	中性子実効増倍率 *1
解析結果 (冠水)	0.89

(感度解析結果)

項目		感度解析条件		中性子 実効増倍率 *1	
燃料配置 (別紙 3-1 図参照)		①中心偏向配置		別紙 3-6 図 別紙 3-7 図 別紙 3-8 図 別紙 3-9 図 参 照	
		②バスケット・セル中央配置 *2			
		③外周偏向配置 *2			
HDP-69B(B)型内雰囲気		①冠水 (水密度 1.0 g/cm ³)			
HDP-69B(B)型外雰囲気		①真空 (水密度 0 g/cm ³) ②0 < 水密度 ≤ 1.0 g/cm ³ *2			
チャンネルボックス		①なし *2 ②あり			
寸法 条件 (mm)	バスケットプレート板厚	①最小	[]		
	バスケット格子内のり	①最小			
		②公称			*2
		③最大			*2
	伝熱プレート板厚	①最小			
		②最大		*2	

注記*1: 解析結果はモンテカルロ計算の統計誤差 (σ) の3倍を加えた値 ($k_{\text{eff}} + 3\sigma$) である。

*2: 別紙3-1表に示す臨界解析条件を変更。

[] 内は商業機密のため、非公開とします。

SCALE コードシステム (4. 4a) を使用することの妥当性について

1. 概要

臨界解析には、米国のオークリッジ国立研究所 (ORNL) で開発された公開の SCALE (Standardized Computer Analyses for Licensing Evaluation) コードシステム⁽¹⁾を用い、中性子実効増倍率の計算には同コードシステムに含まれる KENO-V. a コードを用いた。

KENO-V. a コードは、モンテカルロ法に基づく臨界解析コードであり、輸送及び貯蔵キャスクの臨界解析等に広く用いられている。

2. 臨界解析フロー

臨界解析フローを別紙 4-1 図に示す。

均質化燃料領域以外の領域の群定数計算には共鳴計算処理コード NITAWL-II⁽¹⁾を、均質化燃料領域の群定数計算には共鳴処理コード BONAMI⁽¹⁾、NITAWL-II 及び一次元輸送計算コード XSDRNPM⁽¹⁾を用い、核データライブラリは SCALE コードシステムの内蔵ライブラリデータの一つである 238GROUPNDF5 ライブラリを用いた。

燃料領域の均質化の方法としては、単位燃料棒の形状を一次元円柱モデルで近似し、XSDRNPM コードを用いて 238 群の中性子束分布を求め、それを重みとして燃料の均質化領域の 238 群定数を算出した。この 238 群定数及び KENO-V. a コードを用いて臨界解析を行った。

なお、KENO-V. a コードは、臨界解析に際して以下の機能を有している。

- ① 実際に中性子が出会う物理現象は、確率理論を用いて模擬するため、どのような体系にも適用できる。なお、統計的な手法を用いるため、計算結果には統計誤差が付随する。
- ② 3次元の複雑な幾何形状の体系を扱うことができる。

3. SCALE コードシステムの検証

臨界解析で使用した SCALE コードシステムに対しては、軽水炉燃料の輸送及び貯蔵キャスクを模擬した多数の臨界実験のベンチマーク試験解析が実施され、その妥当性が示されている。

米国 PNL で行われた臨界実験⁽²⁾を対象としたベンチマーク解析を実施した。ベンチマーク解析対象とした PNL-3602 臨界実験の体系は、鉄の反射体に挟まれた3つのクラスタ（低濃縮ウラン燃料棒を正方格子に配列した体系）の間に中性子吸収材を設置したものであり、中性子吸収材の種類、板厚、水ギャップ幅及び燃料濃縮度等、輸送及び貯蔵キャスクの臨界解析で重要と考えられる要因に関し、数種類の異なる体系で実施されている。

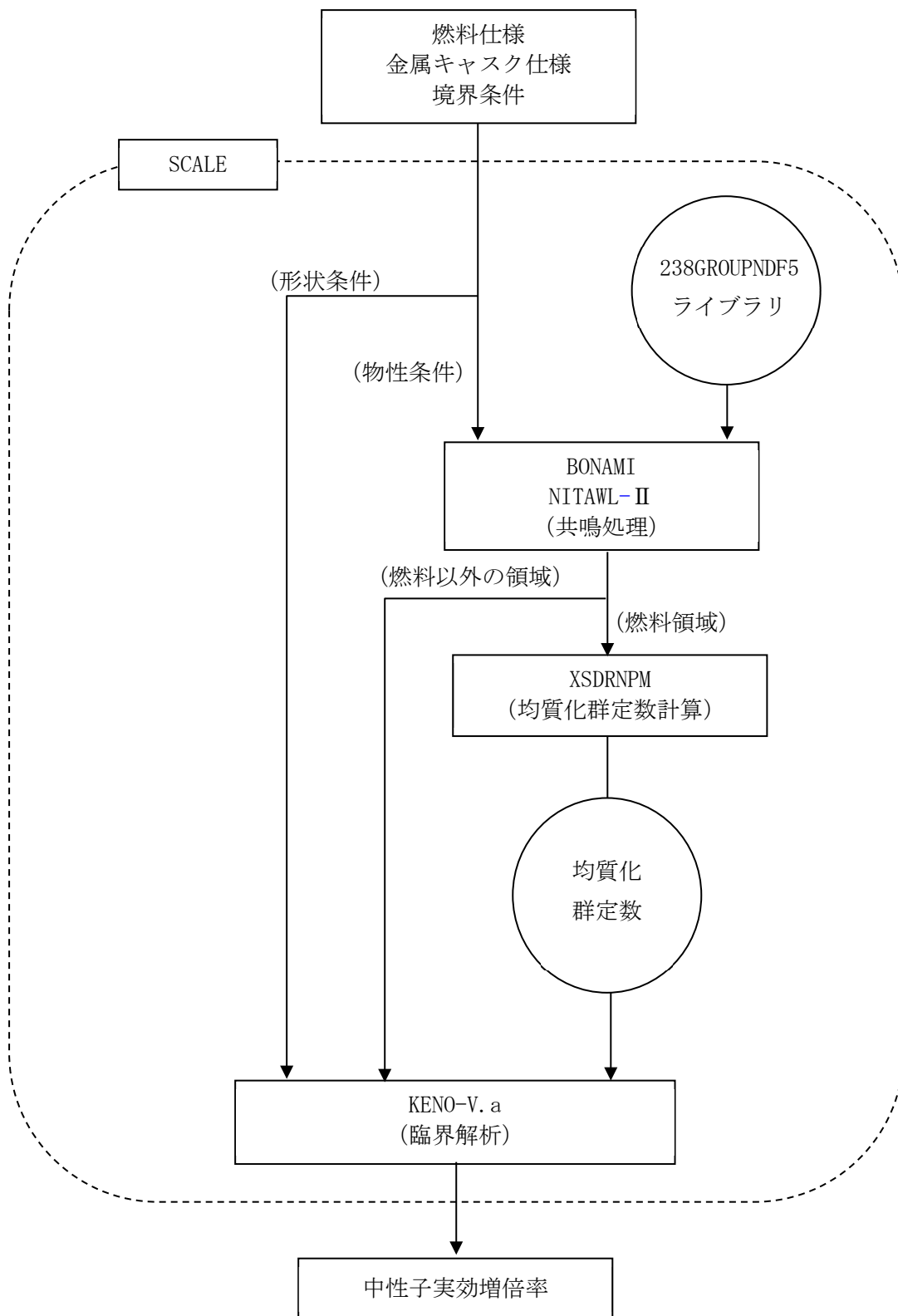
実験体系の概要を別紙 4-2 図に示す。この臨界実験体系は周囲を炭素鋼製の厚い胴に囲まれ、各燃料の間にバスケットのほう素添加ステンレス鋼による中性子吸収材を有する

HDP-69B(B)型の臨界解析体系と類似している。

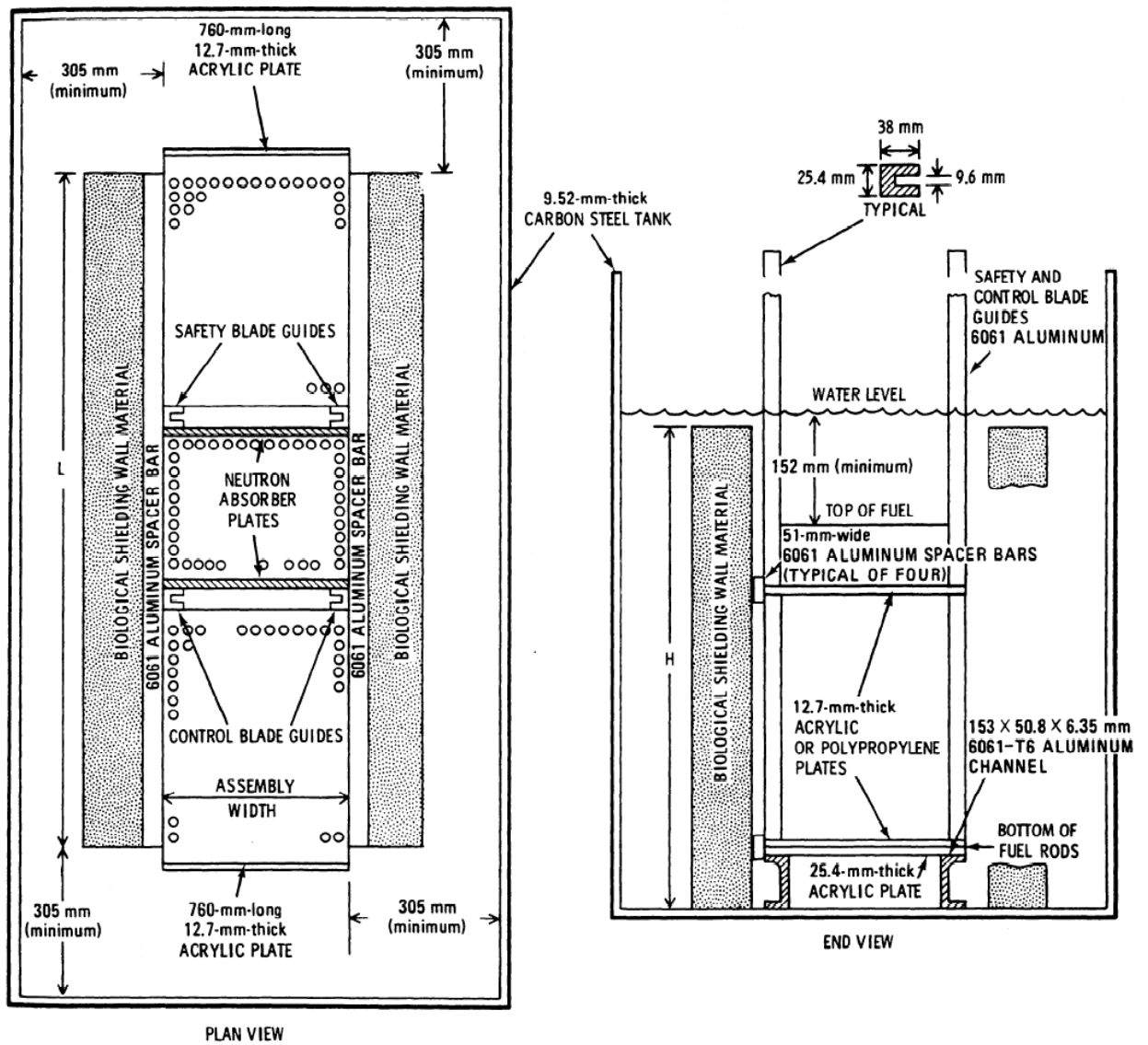
ベンチマーク解析は 238GROUPNDF5 ライブラリを用い SCALE コードシステムで行った。別紙 4-1 表にベンチマーク臨界計算の結果を示す。ベンチマーク解析の結果、臨界解析に用いた計算コード及び核データは妥当な結果を与えるといえる。

4. 参考文献

- (1) “SCALE : A Modular Code System for Performing Standardized Computer Analyses for Licensing Evaluation,” Vols.1-3, NUREG/CR-0200, U. S. Nuclear Regulatory Commission (originally issued July 1980).
- (2) S. R. Bierman and E. D. Clayton, “Criticality Experiments with Subcritical Clusters of 2.35 Wt% and 4.31 Wt% ²³⁵U Enriched UO₂ Rods in Water with Steel Reflecting Walls,” NUREG/CR-1784(PNL-3602), U. S. Nuclear Regulatory Commission (1981).



別紙4-1図 臨界解析フロー



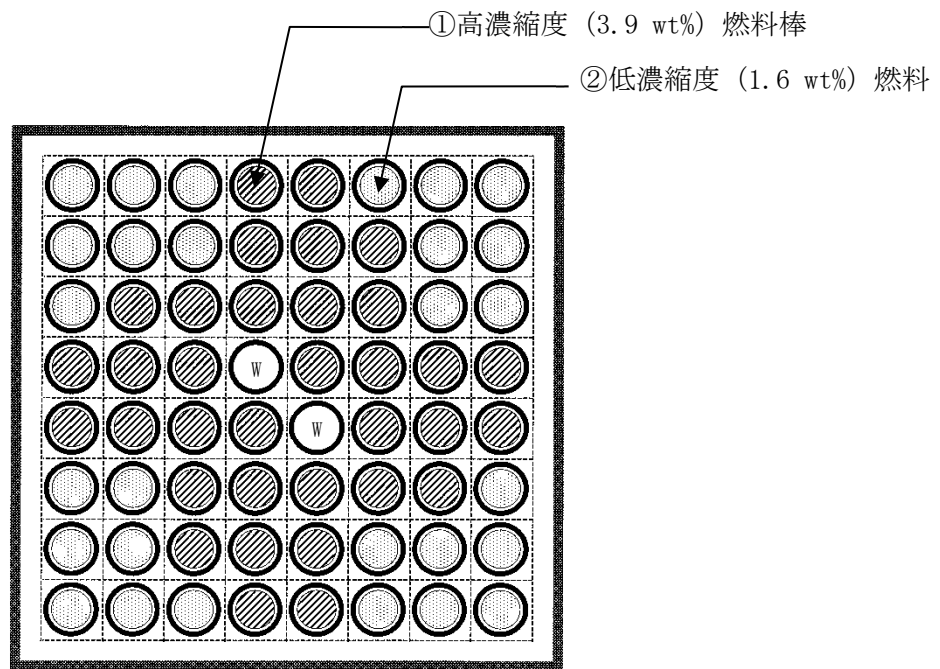
別紙4-2図 PNL-3602の臨界実験体系⁽²⁾

別紙 4-1 表 ベンチマーク 臨界解析結果

項 目	解析結果等
解析ケース数	16
平均値	0.99794
標準偏差	0.00191
最小値	0.99470
最大値	1.00105

臨界解析の対象燃料について

冠水時臨界解析では、炉心装荷冷温状態での燃料の無限増倍率が1.3となる燃料モデル（モデルバンドル）を収納した解析を実施している。モデルバンドルは、別紙5-1表に示すとおりHDP-69B(B)型の収納対象燃料の燃料仕様（濃縮度，燃料棒配置等）に応じて2種類あるが，最も反応度の高い高燃焼度8×8燃料のモデルバンドルを代表としている。新型8×8燃料及び新型8×8ジルコニウムライナ燃料を対象としたウォータロッドが2本のモデルバンドル（別紙5-1図参照）を対象とした臨界解析結果は，別紙5-2表に示すとおりであり，高燃焼度8×8燃料のモデルバンドル（別紙5-2図参照）を収納した場合の方が，中性子実効増倍率が高くなることを確認している。

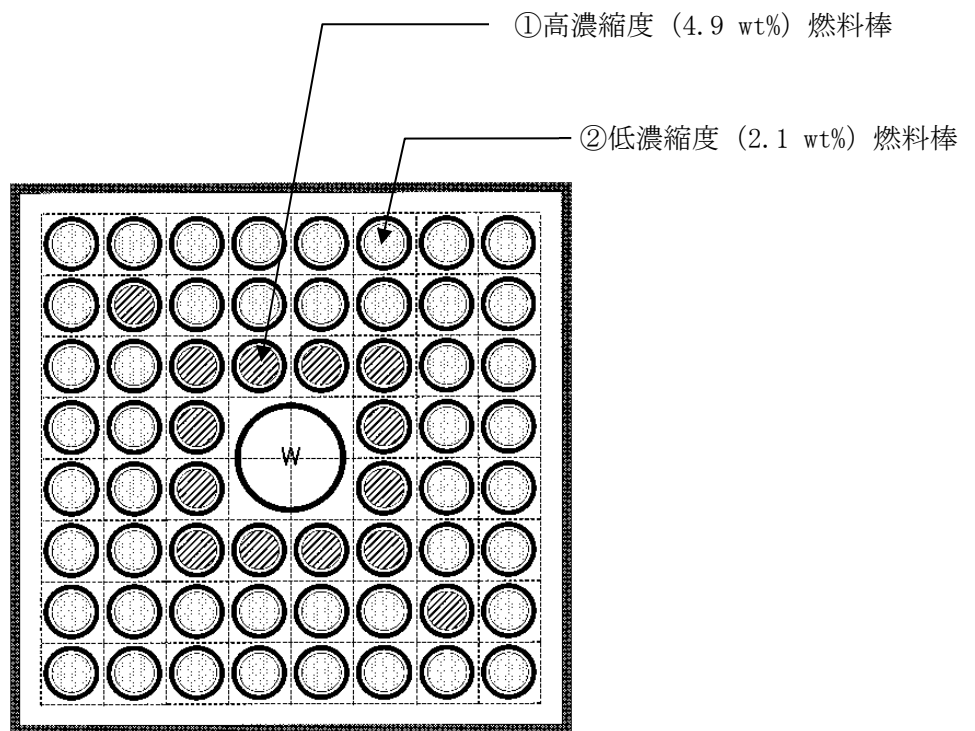


①高濃縮度燃料棒 : 34 本

②低濃縮度燃料棒 : 28 本

W : ウォータロッド

別紙5-1図 冠水時臨界解析における燃料棒配置
(新型8×8燃料及び新型8×8ジルコニウムライナ燃料モデルバンドル)



①高濃縮度燃料棒 : 14 本

②低濃縮度燃料棒 : 46 本

W : ウォータロッド

別紙5-2図 冠水時臨界解析における燃料棒配置
(高燃焼度8×8燃料モデルバンドル)

別紙5-1表 冠水時臨界解析用の使用済燃料の仕様 (モデルバンドル)

項目	単位	仕様	
燃料の種類	—	新型 8×8 燃料 及び 新型 8×8 ジルコ ニウムライナ燃料	高燃焼度 8×8 燃料
燃料材質	—	二酸化ウラン	
被覆管材質	—	ジルカロイ-2 *1	
燃料密度	%理論密度		
燃料棒直径	mm		
ペレット直径	mm		
被覆管肉厚	mm		
燃料有効長	mm		
燃料棒配列	—	8×8	
燃料集合体当たり の燃料棒本数	本	62	60
燃料棒ピッチ	mm		
使用済燃料の幅	mm		
濃縮度	wt%	高濃縮度 3.9	高濃縮度 4.9
		低濃縮度 1.6	低濃縮度 2.1
チャンネルボックス材質	—	ジルカロイ *1	
チャンネルボックス全幅	mm		
チャンネルボックス厚さ	mm		
燃料棒配置	—	別紙 5-1 図参照	別紙 5-2 図参照

注記*1：実際の仕様はジルコニウム合金（被覆管はジルカロイ-2，チャンネルボックスはジルカロイ-4又はジルカロイ-2）であるが，臨界解析上は純度 100%のジルコニウムとして扱う。

*2：(燃料棒ピッチ) × (燃料棒配列) = × (8) = mm を臨界解析上の使用済燃料の幅とした。

内は商業機密のため，非公開とします。

別紙5-2表 燃料種類ごとの冠水時臨界解析結果

燃料の種類	冠水時臨界解析結果	
	新型8×8燃料及び 新型8×8ジルコニウム ライナ燃料	高燃焼度 8×8燃料
中性子実効増倍率 ($k_{eff} + 3\sigma$)	0.878	0.882

添付書類 3

放射線の遮蔽に関する説明書

目 次

1. 設計方針	1
2. 遮蔽設計	2

別紙 1 HDP-69B(B)型の遮蔽解析条件について

別紙 2 ピーキングファクターについて

別紙 3 線量当量率の分布について

別紙 4 中性子遮蔽体領域のモデル化について

別紙 5 トラニオン部のモデル化について

別紙 6 二次元輸送計算コードで使用する断面積ライブラリについて

図表目次

図 2-1	遮蔽解析フロー図	4
図 2-2-1	使用済燃料の収納配置条件(配置(i))(新型8×8ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度8×8燃料を混載収納する場合)	5
図 2-2-2	使用済燃料の収納配置条件(配置(ii))(新型8×8ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度8×8燃料を混載収納する場合)	6
図 2-2-3	使用済燃料の収納配置条件(配置(iii))(新型8×8燃料のみを収納する場合)	7
図 2-3	HDP-69B(B)型の遮蔽解析モデル化の概要	8
図 2-4	線量当量率評価位置(配置(i), (ii))	9
表 2-1	HDP-69B(B)型の主要部位の構成部材	10
表 2-2	使用済燃料の線源強度計算条件	11
表 2-3	使用済燃料の線源強度計算方法	13
表 2-4	金属キャスク1基当たりのガンマ線及び中性子の線源強度	14
表 2-5	遮蔽解析の保守性	15
表 2-6	遮蔽解析の不確かさの考慮	15
表 2-7-1	線量当量率評価結果(配置(i))	16
表 2-7-2	線量当量率評価結果(配置(ii))	17

1. 設計方針

HDP-69B(B)型を用いる使用済燃料貯蔵施設は、遮蔽機能を確保するために「使用済燃料貯蔵施設の技術基準に関する規則」(令和2年3月17日 原子力規制委員会規則第8号)(以下「技術基準規則」という。)に示されている以下の要求事項を満足するように設計される。

- ・使用済燃料貯蔵施設は、当該使用済燃料貯蔵施設からの直接線及びスカイシャイン線による事業所周辺の線量が原子力規制委員会の定める線量限度を十分下回るように設置されたものでなければならない。
- ・事業所内における外部放射線による放射線障害を防止する必要がある場所には、放射線障害を防止するために必要な遮蔽能力を有する遮蔽設備が設けられていなければならない。この場合において、当該遮蔽設備に開口部又は配管その他の貫通部がある場合であって放射線障害を防止するために必要がある場合には、放射線の漏えいを防止するための措置が講じられたものでなければならない。

上記のとおり、HDP-69B(B)型は一般公衆、放射線業務従事者等に対して放射線被ばく上の影響を及ぼすことのないよう遮蔽することが要求されており、使用済燃料からの放射線をガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により遮蔽する設計としている。

また、HDP-69B(B)型は、事業所外運搬に使用する輸送容器の機能を持つ金属製の乾式キャスクであるため、「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則」(昭和53年12月28日 総理府令第57号)(以下「外運搬規則」という。)に示されている要求事項を踏まえ、本型式設計特定容器等を使用することができる使用済燃料貯蔵施設の範囲から、以下の項目を遮蔽設計の条件とする。

- ・表面における最大線量当量率が2 mSv/hを超えないこと。
- ・表面から1 m離れた位置における最大線量当量率が100 μ Sv/hを超えないこと。

2. 遮蔽設計

(1) 遮蔽構造

HDP-69B(B)型の主要部位の構成部材を表 2-1 に示す。

HDP-69B(B)型は、以下の遮蔽構造を有する設計としている。

- a. ガンマ線遮蔽と中性子遮蔽の機能を有する。
- b. ガンマ線遮蔽材は、金属キャスク本体(胴及び外筒)、蓋部の炭素鋼等で構成する。
- c. 中性子遮蔽材は、水素を多く含有する樹脂(以下「レジン」という。)で構成する。

(2) 遮蔽解析

遮蔽解析においては、以下に示すとおり線源条件を設定し、金属キャスクの表面及び表面から 1 m 離れた位置における線量当量率を求め、それぞれ 2 mSv/h 以下及び 100 μ Sv/h 以下となることを確認する。

遮蔽解析フローを図2-1に示す。解析条件は、別紙1に示す。

a. 線源条件

使用済燃料の線源強度計算条件を表 2-2、収納配置条件を図 2-2-1 から図 2-2-3 に示す。使用済燃料の線源強度は、収納する使用済燃料の種類、燃焼度、濃縮度、冷却期間等を条件に燃焼計算コード ORIGEN2 を使用して求める。また、使用済燃料平均燃焼度に対する軸方向の燃焼度の比を包含する燃焼度分布(以下「ピーキングファクター」という。別紙 2 参照。)を考慮する。

使用済燃料の構造材については、照射期間、中性子束、冷却期間等を条件に放射化計算式を用いて線源強度を求める。

使用済燃料の線源強度計算方法を表 2-3 に、表 2-3 の計算方法で評価した金属キャスク 1 基当たりの線源強度を表 2-4 に示す。

なお、後述の「b. 線量当量率評価方法」では、線源強度評価の結果(表 2-4 参照)より、線源強度の大きい新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料を混載した収納配置(i)、(ii)を対象として評価を実施する。

b. 線量当量率評価方法

HDP-69B(B)型の線量当量率は、HDP-69B(B)型の実形状を軸方向断面で二次元でモデル化し、「a. 線源条件」に示した線源強度に基づき、二次元輸送計算コードDOT3.5(DLC-23/CASKライブラリ)を使用して求める。

線量当量率の評価位置である金属キャスク表面から1 mの位置までの評価にはレイエフェクトを平準化するためDOT3.5の補助コードであるSPACETRAN-IIIを用いる。

HDP-69B(B)型のモデル化の概要を図2-3に示す。また、遮蔽解析の保守性を表2-5に、解析における不確かさの考慮を表2-6に示す。

(3) 遮蔽解析結果

配置(i)、(ii)それぞれについて、金属キャスク表面及び表面から1 m離れた位置における線量当量率を表2-7-1及び表2-7-2に、評価方向ごとの最大線量当量率を与える位置を図2-4に示す。評価方向ごとの最大線量当量率を与える位置は、配置(i)、(ii)ともに同じ位置である。

遮蔽解析結果から金属キャスク表面及び表面から1 m離れた位置における線量当量率は、それぞれ2 mSv/h及び100 μ Sv/h以下となることを確認した。

各評価方向における線量当量率の分布図は別紙3に示す。

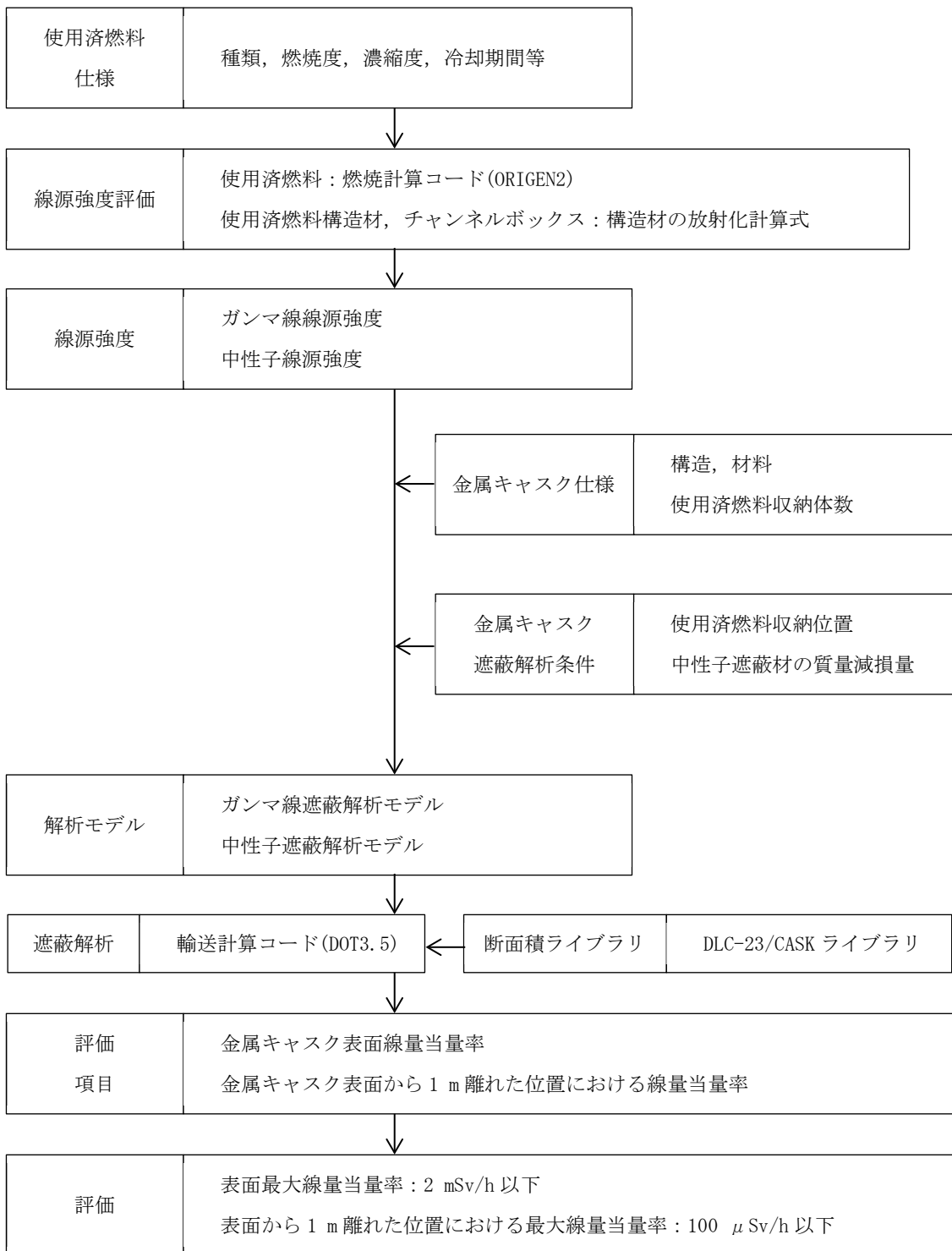
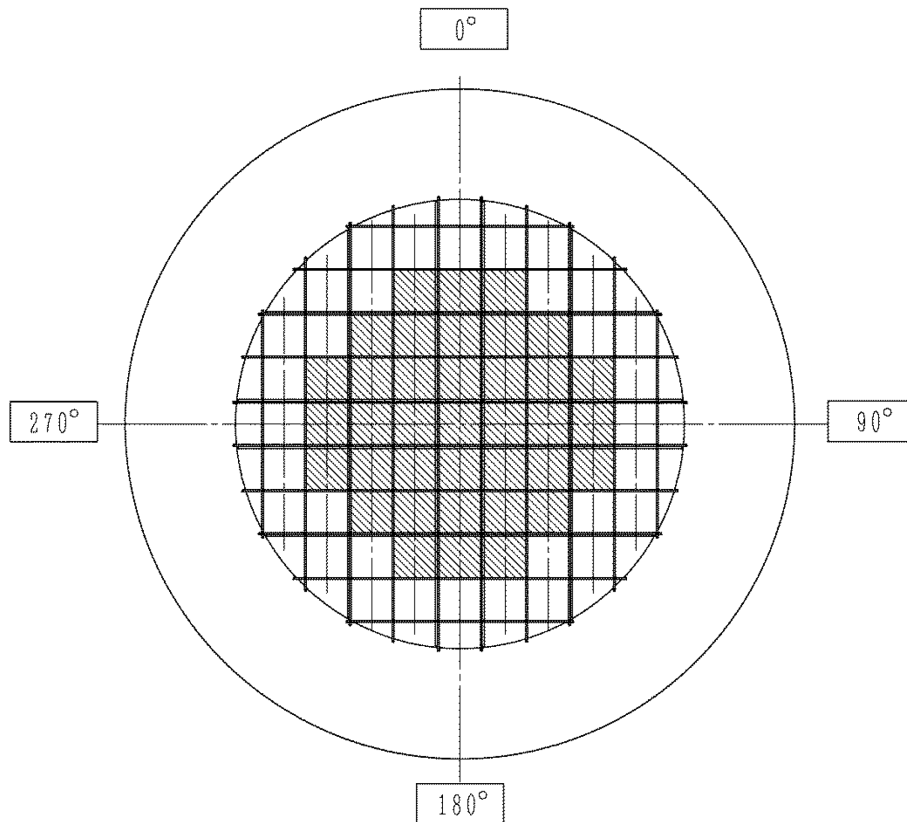


図 2-1 遮蔽解析フロー図



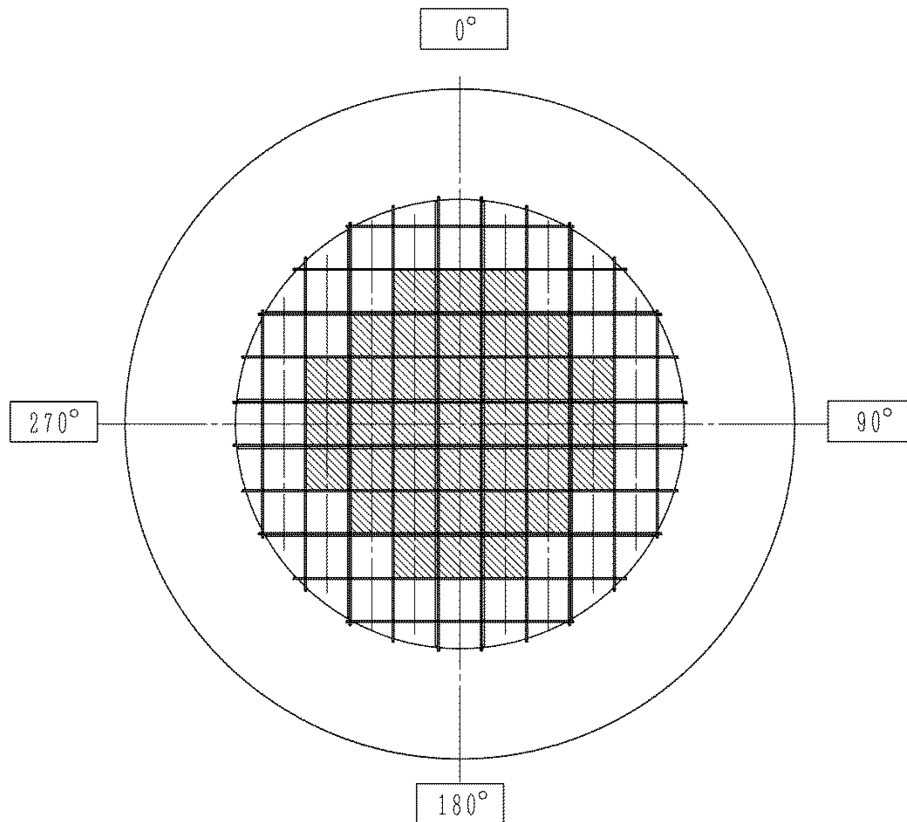
燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料
 収納体数 : 32 体
 燃焼度 : 34,000 MWd/t 以下
 冷却期間 : 18 年以上

燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 40,000 MWd/t 以下
 冷却期間 : 18 年以上

金属キャスク 1 基当たりの平均燃焼度 : 34,000 MWd/t 以下

金属キャスク 1 基当たりの崩壊熱量 : 12.1 kW 以下

図 2-2-1 使用済燃料の収納配置条件(配置(i))
 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料を混載収納する場合)

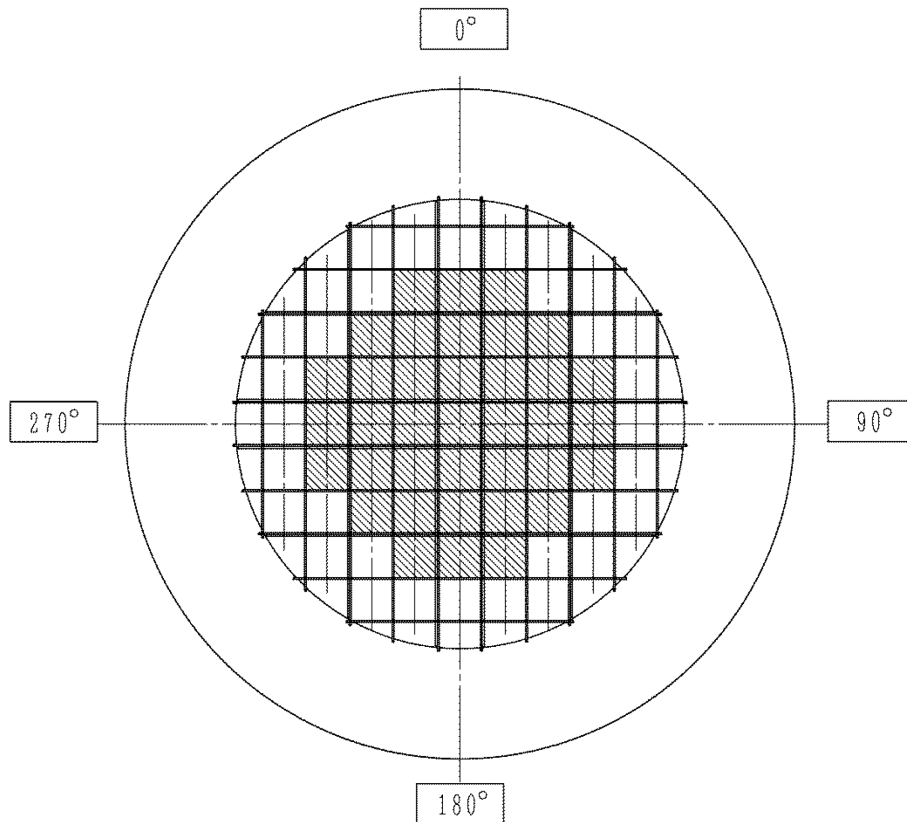


燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料
 収納体数 : 32 体
 燃焼度 : 40,000 MWd/t 以下
 冷却期間 : 22 年以上

燃料種類 : 高燃焼度 8×8 燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 48,000 MWd/t 以下
 冷却期間 : 20 年以上

金属キャスク 1 基当たりの平均燃焼度 : 40,000 MWd/t 以下
 金属キャスク 1 基当たりの崩壊熱量 : 13.8 kW 以下

図 2-2-2 使用済燃料の収納配置条件(配置(ii))
 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料を混載収納する場合)



燃料種類 : 新型 8×8 燃料
 収納体数 : 32 体
 燃焼度 : 29,000 MWd/t 以下
 冷却期間 : 28 年以上

燃料種類 : 新型 8×8 燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 34,000 MWd/t 以下
 冷却期間 : 28 年以上

金属キャスク 1 基当たりの平均燃焼度 : 29,000 MWd/t 以下
 金属キャスク 1 基当たりの崩壊熱量 : 8.4 kW 以下

図 2-2-3 使用済燃料の収納配置条件(配置(iii))
 (新型 8×8 燃料のみを収納する場合)

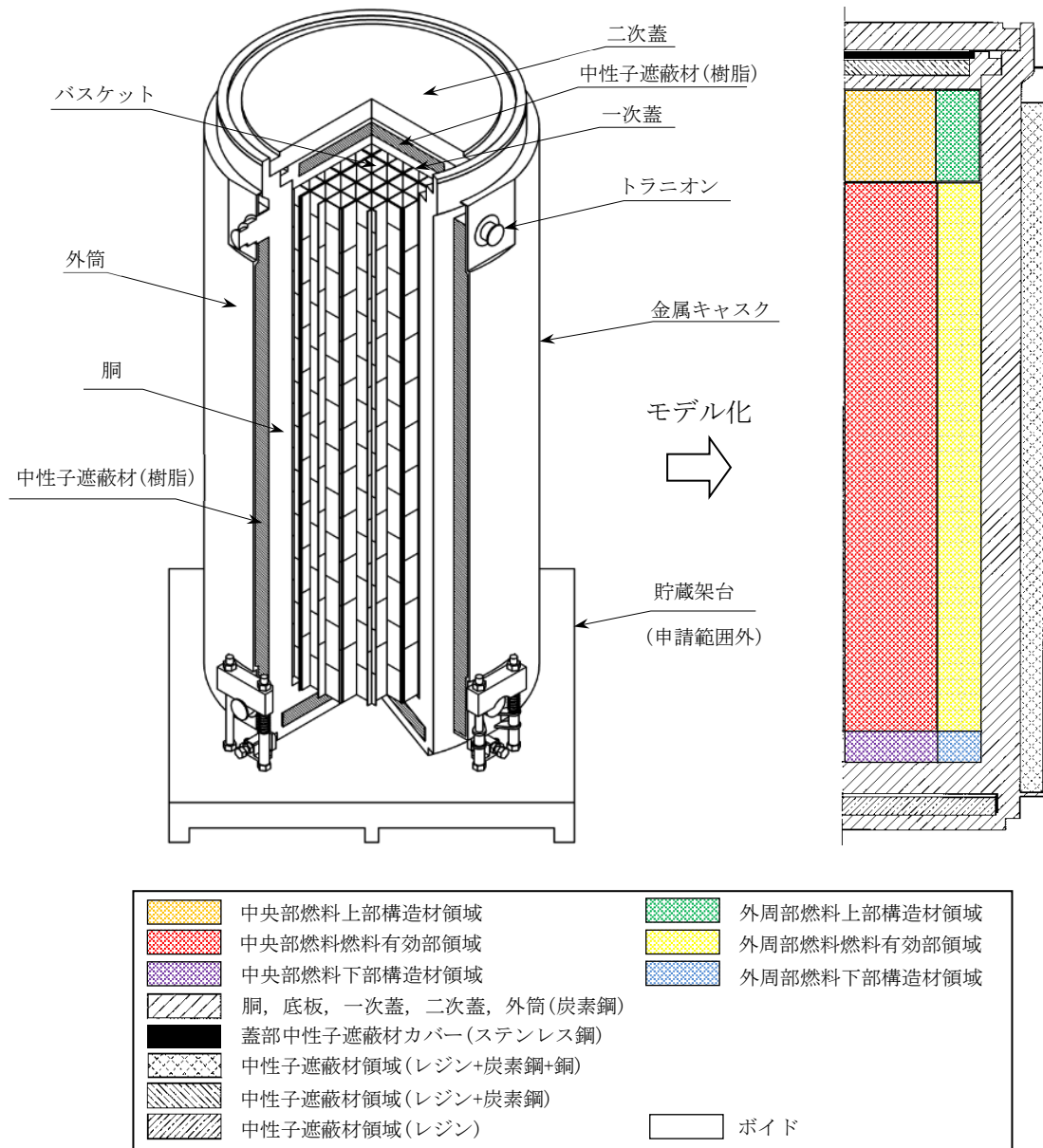
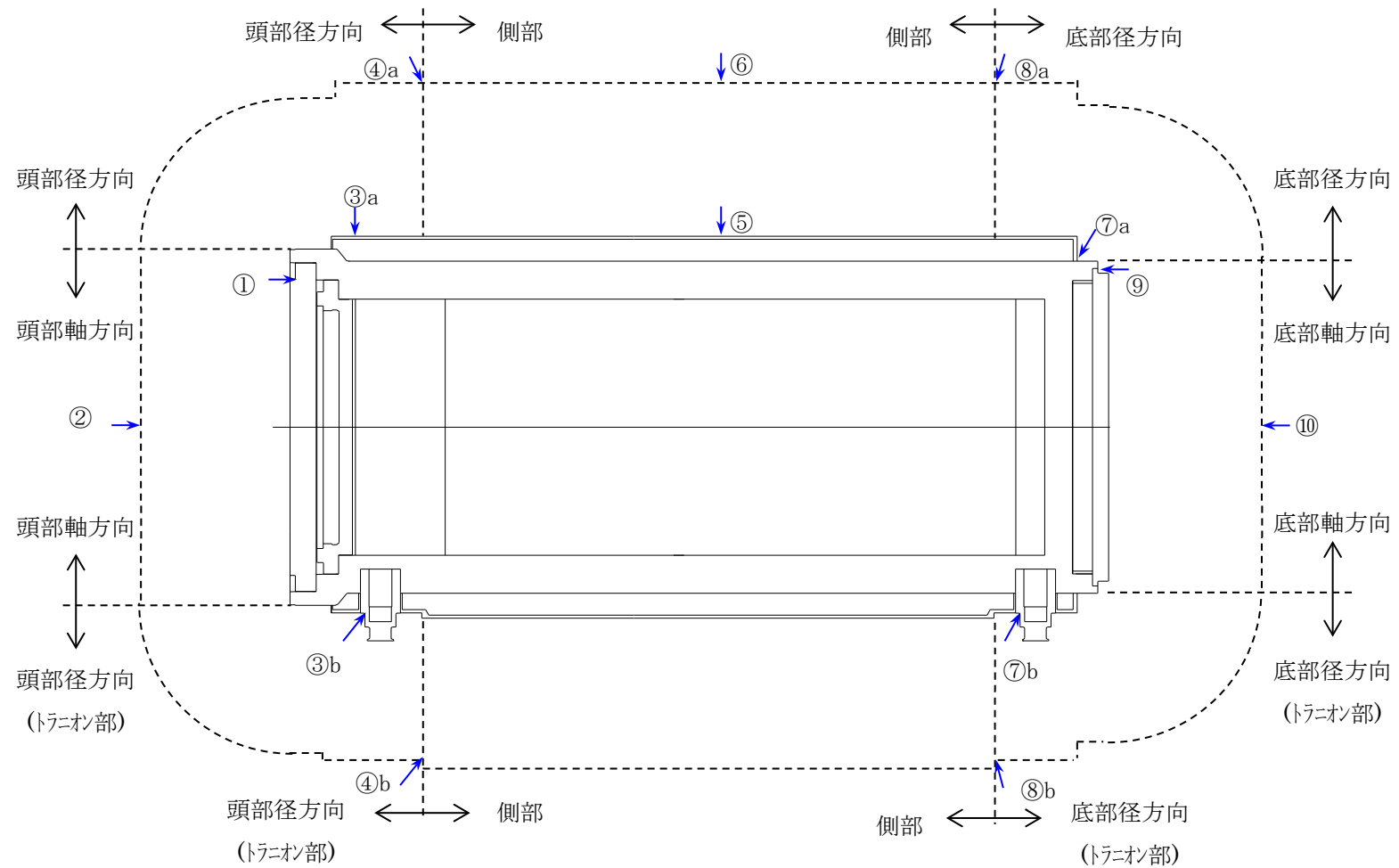


図 2-3 HDP-69B(B)型の遮蔽解析モデル化の概要



注記*1：①～⑩は評価方向ごとの最大線量当量率位置を示しており，評価結果を表 2-7-1 及び表 2-7-2 に示す。

図 2-4 線量当量率評価位置(配置 (i)，(ii))

表 2-1 HDP-69B(B)型の主要部位の構成部材

部位	構成部材
胴	炭素鋼
中性子遮蔽材	レジン*1
伝熱フィン	炭素鋼(銅クラッド鋼)
外筒	炭素鋼
一次蓋	炭素鋼
二次蓋	炭素鋼
バスケット	ステンレス鋼 (中性子吸収材を添加) アルミニウム合金

注記*1：遮蔽評価ではレジンの密度 g/cm³ に設計貯蔵期間中の減損を考慮する（別紙1参照）。中性子遮蔽能力はほぼレジン中の水素の密度で決まることから、密度測定によってレジンの最小密度が基準値を下回らないことを確認する。

内は商業機密のため、非公開とします。

表 2-2 使用済燃料の線源強度計算条件(1/2)

燃料種類		新型 8×8 ジルコニウム ライナ燃料		高燃焼度 8×8 燃料		新型 8×8 燃料	
使用済燃料の 収納配置条件*1		配置 (i)				配置 (iii)	
燃焼度 (MWd/t)		34,000	40,000	34,000	40,000	29,000	34,000
比出力 (MW/t)		25.3	同左	26.2	同左	25.3	同左
照射 期間 (日)	燃料集合体	1344	1582	1298	1527	1147	1344
	チャンネル ボックス						
濃縮度 (wt%)		2.88	同左	3.35	同左	2.88	同左
冷却期間 (年)		18	同左	18	同左	28	同左
ウラン重量 (kg)		177	同左	174	同左	177	同左

注記*1：図 2-2-1～図 2-2-3 参照

表 2-2 使用済燃料の線源強度計算条件(2/2)

燃料種類		新型 8×8 ジルコニウム ライナ燃料	高燃焼度 8×8 燃料	
使用済燃料の 収納配置条件*1		配置(ii)		
燃焼度(MWd/t)		40,000	40,000	48,000
比出力(MW/t)		25.3	26.2	同左
照射 期間(日)	燃料集合体	1582	1527	1833
	チャンネルボックス			
濃縮度(wt%)		2.88	3.35	同左
冷却期間(年)		22	22	20
ウラン重量(kg)		177	174	同左

注記*1：図 2-2-1～図 2-2-3 参照

表 2-3 使用済燃料の線源強度計算方法

項目	計算方法	計算条件
燃料有効部のガンマ線及び中性子	燃料計算コード ORIGEN2 を用い、ガンマ線及び中性子源強度を計算。使用済燃料のピーキングファクターを考慮。また、中性子については実効増倍率を考慮。	燃料条件：表 2-2 参照 図 2-2-1～図 2-2-3 参照 ライブラリ：BWR-U ライブラリ 中性子実効増倍率の考慮 $N_s = N_o / (1 - k_{eff})$ N_s ：全中性子線源強度 N_o ：一次中性子線源強度 k_{eff} ：使用済燃料貯蔵時における実効増倍率
使用済燃料構造材及びチャンネルボックス構造材の放射化によるガンマ線	構造材の ^{59}Co 含有量に従い、放射化計算式に基づき ^{59}Co から ^{60}Co への放射化量を計算。	放射化計算式 $A = N_o \cdot \sigma \cdot \phi \cdot \{1 - \exp(-\lambda \cdot T_1)\} \cdot \exp(-\lambda \cdot T_2)$ A ：放射化核種 (^{60}Co) の放射能 (Bq) N_o ：ターゲット核種 (^{59}Co) の個数 (atoms) σ ：2200 m/s の中性子による ^{59}Co 反応断面積 (cm^2) ϕ ：炉内照射熱中性子束 ($\text{n}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$) λ ： ^{60}Co の崩壊定数 (1/日) T_1 ：照射期間 (日) (表 2-2 参照) T_2 ：冷却期間 (日) (表 2-2 参照)

表 2-4 金属キャスク 1 基当たりのガンマ線及び中性子の線源強度

使用済燃料の種類		新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料 及び 高燃焼度 8×8 燃料		新型 8×8 燃料
使用済燃料の 収納配置条件		配置 (i)	配置 (ii)	配置 (iii)
濃縮度 (wt%)		2.88 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料) 3.35 (高燃焼度 8×8 燃料)		2.88
燃焼度 (MWd/t)	外周部	34,000	40,000	29,000
	中央部	40,000	48,000	34,000
冷却年数 (年)		18	22 (外周) 20 (中央)	28
使用済燃料の燃料有効部の ガンマ線の線源強度 (photons/s)		8.9×10^{16}	8.9×10^{16}	6.0×10^{16}
使用済燃料構造材の放射化 によるガンマ線の線源強度 (^{60}Co :Bq)		1.3×10^{14}	1.1×10^{14}	3.1×10^{13}
使用済燃料の燃料有効部の 中性子の線源強度 (n/s)*1		1.4×10^{10}	1.5×10^{10}	5.0×10^9

注記*1：中性子実効増倍率の効果を考慮した値である。

表 2-5 遮蔽解析の保守性

項目	内容
金属キャスクのモデル化	<ul style="list-style-type: none"> ・バスケット外周領域：燃料領域より外側のバスケットは、バスケット最外周の最小板厚の円環としてモデル化。燃料領域より外側のバスケットの物量よりも円環としてモデル化したバスケットの物量は少ない設定とした。 ・側部中性子遮蔽体領域：伝熱フィンのような小さいものが比較的多く配置されている中性子遮蔽体領域では、レジンと伝熱フィンを均質化したモデルとしている。伝熱フィンが占有する面積を考慮して、中性子遮蔽体としてのレジンの均質化密度を安全側に低下させている。また、伝熱フィンの密度をゼロとし、ガンマ線遮蔽体としての寄与を無視している(別紙4参照)。 ・トラニオン部：トラニオン有モデルとトラニオン無モデルで線種ごとに線量当量率を求め、トラニオン有モデルが大きい場合は、本体モデルの計算結果にその差分を加算するが、トラニオン有モデルが小さい場合は、その低下は無視している(別紙5参照)。
燃料集合体のモデル化	<ul style="list-style-type: none"> ・貯蔵時は燃料が底に接し、蓋と燃料の間は接していないが、頭部評価モデルにおいて燃料が蓋に接した位置でモデル化することで頭部の評価を保守的に実施(別紙1-4図参照)。 ・チャンネルボックスは、放射化線源強度のみ考慮し、構造材としての遮蔽効果を無視する保守的な組合せを仮定。
線源強度	<ul style="list-style-type: none"> ・中央部に最高燃焼度^{*1}の燃料、外周部に平均燃焼度^{*2}の燃料を配置している。 ・収納燃料全数の冷却期間は、最短冷却期間^{*3}と仮定。
劣化評価	<ul style="list-style-type: none"> ・レジン系中性子遮蔽材の経年劣化評価試験結果等の知見を踏まえて、加熱に伴う熱分解によるレジンの質量減損分を遮蔽体として考慮しないこととしており、中性子遮蔽材について減損分を含まない原子個数密度を線量当量率計算に用いている(別紙1の3項参照)。

注記*1：HDP-69B(B)型に収納可能な使用済燃料の燃焼度の上限。

*2：HDP-69B(B)型に収納する使用済燃料の燃焼度の平均値の上限。

*3：HDP-69B(B)型に収納する使用済燃料の最短の冷却期間。

表 2-6 遮蔽解析の不確かさの考慮

項目	内容
寸法公差	<ul style="list-style-type: none"> ・解析モデルの各種寸法は公称値でモデル化するが、各遮蔽体の最小厚さを密度係数(最小寸法/公称寸法)としてばらつきの下限値を考慮。
材料密度	<ul style="list-style-type: none"> ・ばらつきを考慮して、最小密度を使用して原子個数密度を評価。

表 2-7-1 線量当量率評価結果(配置(i))

(単位：μSv/h)

評価点			頭 部			側 部 中 央	底 部		
			軸方向	径方向	径方向 (トランニオン部)		径方向	径方向 (トランニオン部)	軸方向
			①	③a	③b		⑤	⑦a	⑦b
表面	ガンマ線	燃料有効部	0.1	0.5	0.5	95.8	1.3	24.2	3.0
		構造材放射化	4.9	132.5	110.4	< 0.1*1	12.8	63.2	19.1
		二次ガンマ線	0.7	2.0	2.1	26.9	4.6	7.8	2.3
	中性子		188.2	253.9	505.2	72.7	706.9	1012.5	265.9
	合計		193.9	388.9	618.2	195.5	725.6	<u>1107.7</u> *2	290.3
評価点			②	④a	④b	⑥	⑧a	⑧b	⑩
表面から 1 m	ガンマ線	燃料有効部	0.5	12.9	12.9	40.5	21.2	21.2	3.9
		構造材放射化	45.6	24.0	24.0	0.7	8.1	8.1	59.3
		二次ガンマ線	0.2	3.1	3.1	10.5	5.3	5.3	0.9
	中性子		28.7	17.3	20.9	26.2	13.4	24.5	16.2
	合計		75.0	57.3	60.9	77.9	48.0	59.1	<u>80.3</u> *2

注記*1：“<0.1”の値は，“0.1”として合計値に合算した。

*2：下線で示す値は、表面及び表面から1 m離れた位置における線量当量率の最大値である。

表 2-7-2 線量当量率評価結果(配置(ii))

(単位：μSv/h)

評 価 点			頭 部			側 部 中 央	底 部		
			軸方向	径方向	径方向 (トラニオン部)		径方向	径方向 (トラニオン部)	軸方向
			①	③a	③b		⑤	⑦a	⑦b
表面	ガンマ線	燃料有効部	0.1	0.4	0.4	80.9	0.7	14.4	1.7
		構造材放射化	3.7	100.1	83.5	< 0.1*1	8.7	43.4	13.0
		二次ガンマ線	0.8	2.5	2.6	29.4	3.9	6.7	1.9
	中性子		230.2	313.2	626.2	81.7	587.3	859.4	221.0
	合計		234.8	416.2	712.7	192.1	600.6	<u>923.9</u> *2	237.6
評 価 点			②	④a	④b	⑥	⑧a	⑧b	⑩
表面から 1 m	ガンマ線	燃料有効部	0.3	11.4	11.4	33.1	16.5	16.5	2.1
		構造材放射化	38.4	18.5	18.5	1.5	5.6	5.6	48.1
		二次ガンマ線	0.2	3.9	3.9	10.9	5.1	5.1	0.7
	中性子		34.6	21.2	25.7	28.7	12.5	22.0	13.0
	合計		73.5	55.0	59.5	<u>74.2</u> *2	39.7	49.2	63.9

注記*1：“<0.1”の値は，“0.1”として合計値に合算した。

*2：下線で示す値は，表面及び表面から1 m離れた位置における線量当量率の最大値である。

HDP-69B(B)型の遮蔽解析条件について

1. 使用済燃料の線源強度について

使用済燃料の線源強度は、「燃料有効部からのガンマ線」、「燃料有効部からの中性子」、「使用済燃料構造材及びチャンネルボックス構造材からの放射化ガンマ線」に分けて計算する。

金属キャスク 1 基当たりのガンマ線及び中性子の線源強度を別紙 1-1 表に示す。

遮蔽解析に用いる使用済燃料の代表配置は、別紙 1-1 表より線源強度の大きい新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料を混載した収納配置(i)，(ii)とした。

配置(i)，(ii)の線源強度条件について、以下に示す。

(1) 配置(i)の線源強度条件

配置(i)では、金属キャスク中央部、外周部ともに新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料、高燃焼度 8×8 燃料どちらの燃料も収納することができる。

別紙 1-2 表及び別紙 1-3 表に新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料を全数収納した場合と、高燃焼度 8×8 燃料を全数収納した場合の線量当量率評価結果を示す。また、別紙 1-1 図に評価方向ごとの最大線量当量率を与える位置を示す。

いずれの評価位置においても新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料を全数収納した場合の方が線量当量率が高いため、配置(i)の遮蔽解析では新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料を全数収納した場合の線源強度を用いる。

(2) 配置(ii)の線源強度条件

配置(ii)では、金属キャスク中央部に収納する燃料は高燃焼度 8×8 燃料のみであるが、外周部には新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料、高燃焼度 8×8 燃料どちらの燃料も収納することができる。よって、外周部の線源強度は「燃料有効部からのガンマ線」、「燃料有効部からの中性子」、「使用済燃料構造材及びチャンネルボックス構造材からの放射化ガンマ線」それぞれについて、新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料と高燃焼度 8×8 燃料の線源を包絡する、以下の線源強度を用いる。

・燃料有効部からのガンマ線

各ノードのエネルギー群ごとに線源強度を比較し、包絡値を用いる。

・燃料有効部からの中性子

各ノードの線源強度を比較し、包絡値を用いる。

・使用済燃料構造材及びチャンネルボックス構造材からの放射化ガンマ線

新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料の方が照射期間が長いため、線源強度は大きくなる。よって、新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料の線源強度を用いる。

配置(i), (ii)について, 燃料有効部のガンマ線のエネルギーごとの線源強度を別紙 1-2 図に示す。遮蔽解析に用いる中性子線源のエネルギースペクトルは, 線源強度に支配的な核分裂線源のうち最もスペクトルが硬い ^{239}Pu の核分裂スペクトルとする。解析に用いる中性子線源スペクトルを別紙 1-4 表に示す。

2. 遮蔽解析のモデル化について

遮蔽解析では, 従来の使用済燃料輸送金属キャスクの遮蔽解析で実績のある二次元輸送計算コード DOT3.5 により, R-Z 体系の有限円筒モデル(以下「本体モデル」という。)で評価している。ただし, 有限円筒モデルで直接モデル化できない使用済燃料, バスケット, トラニオン等は, 構造上の特徴を考慮して, 均質化あるいは線束の引継ぎによって評価している。なお, 本体モデルは, 金属キャスク中央付近で二分割している。

(1) 燃料領域

燃料領域(線源領域)については, 燃料とバスケットを均質化したモデルとしている。別紙 1-3 図に示すとおり, 中央部燃料, 外周部燃料それぞれの占有領域の断面積と等価な面積を持つ二重円(円筒)にモデル化し, 線源領域としている。

また, 使用済燃料の軸方向位置は, 頭部側は蓋に, 底部側は底板に接したモデルとなっている。モデル化の考え方の概略を以下に示す(別紙 1-4 図参照)。

縦置き状態においては, 使用済燃料は底板に接した状態(バスケット内にある)となっており, 使用済燃料上端と蓋底面との間には隙間が存在する。解析のモデル化においては, 燃料有効部中央において燃料を 2 分割し, 頭部モデルにおいては安全側に使用済燃料を蓋に接したモデルとしている。この際, バスケットは底に接した状態のまま(バスケットから燃料構造材の先端が飛び出したモデル)とする。したがって, 遮蔽解析モデルとしては, 使用済燃料上端と蓋底面との隙間分だけ使用済燃料が頭部に近くなるため, 保守的な評価である。

モデル化において, 燃料長さは維持されており, 金属キャスク中央部の評価に影響することはない。また, バスケットから燃料構造材の先端が飛び出したモデルであるため, 軸方向に燃料構造材のみの領域とバスケットと燃料構造材からなる領域ができることになる(ハンドル部は 2 領域になる。)

(2) バスケット外周部

燃料領域より外側のバスケット部は, 板材を組み合わせる構造であることから, 最外周のバスケット板厚と同一の円環としてモデル化している。燃料領域より外側のバスケットの物量よりも, 円環としてモデル化したバスケットの物量の方が少なく, 遮蔽体としては安全側の設定である(別紙 1-3 図参照)。

(3) 中性子遮蔽体領域

伝熱フィンのような小さなものが比較的多く配置されている中性子遮蔽体領域では、レジンと伝熱フィンを均質化したモデルとし、伝熱フィンが占有する面積を考慮して、中性子遮蔽体としてのレジンの均質化密度を安全側に低下させている。また、伝熱フィンの密度をゼロとしガンマ線遮蔽体としての寄与を無視している。安全側であることの確認結果を別紙4に示す。

(4) トラニオン部の評価方法

トラニオン部については、実形状を模擬して別途モデル化し、DOT3.5を用いて評価している。

トラニオンを無視した本体モデルにて得られたトラニオン付近の線束を、別途モデル化したトラニオンR-Z軸対称モデル(トラニオン有モデル/無モデル)に引継いでいる。概略図を別紙1-5図に示す。トラニオン部は、トラニオン中心を通る断面でトラニオン底面及び金属キャスク本体の一部を含めモデル化している。

トラニオン部の線量当量率は、トラニオン有モデルとトラニオン無モデルの計算結果より線種ごとの計算結果の差を求め、本体モデルの計算結果にその差異を考慮して評価する。トラニオン部の評価の詳細を別紙5に示す。

3. 貯蔵期間中の遮蔽性能の低下について

HDP-69B(B)型の貯蔵期間中に受ける放射線の照射量はわずかであり、遮蔽材の特性を変化させることはない。

ただし、中性子遮蔽材であるレジンについては、設計貯蔵期間後の熱による質量減損分を遮蔽体として考慮しないこととしており、中性子遮蔽材について減損分を含まない原子個数密度を線量当量率計算に用いている。

中性子遮蔽材であるレジンの長期使用による質量減損は、劣化パラメータにより次式で表される。

$$\Delta w = 0.83 \times 10^{-3} \times E_p^{-11.1} \quad (1)$$

ここで、

Δw : レジンの質量減損率(%)

E_p : 劣化パラメータ = $T \times (24.2 + \ln(t))$

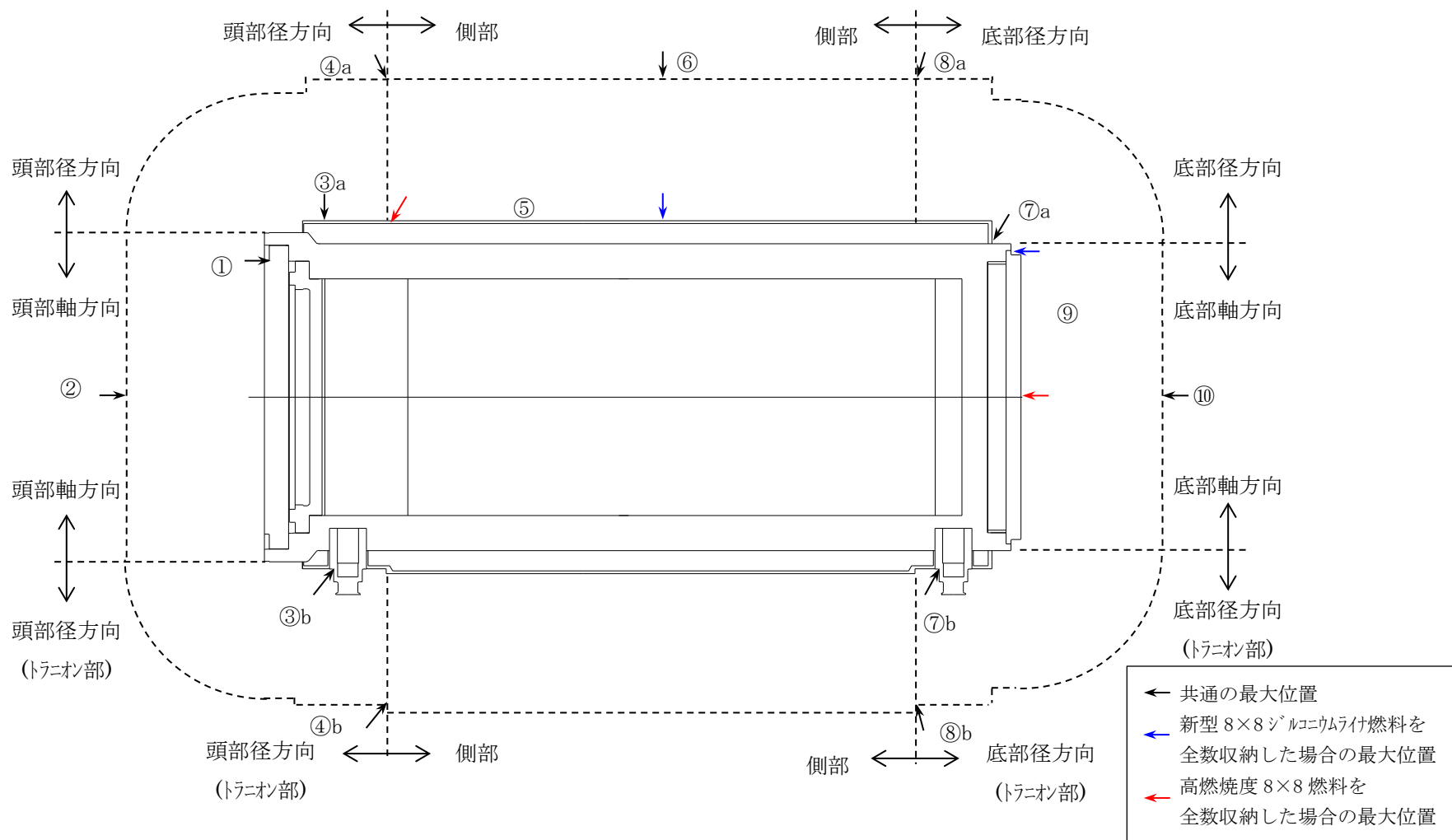
T : レジン温度(K)

t : レジン加熱時間(h)

設計貯蔵期間中の温度の低下を考慮すると、設計貯蔵期間経過時までのレジンの減損率は約1%となる。これを丸めて2%の減損があるとして評価する。

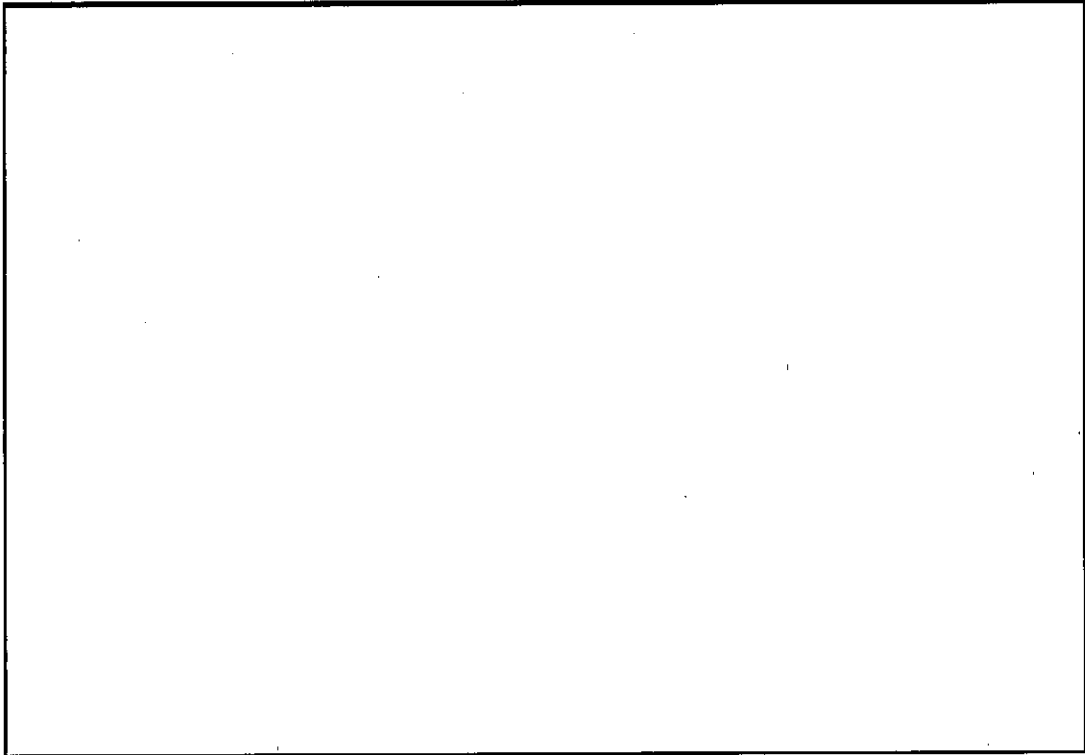
4. 参考文献

- (1) Kumagai, et al., “Optimization of fabrication condition of metal cask neutron shielding part which applied simulation of curing behavior of epoxy resin” , Proc.the 15th Int. Symp. on PATRAM (2007)



注記*1：①～⑩は評価方向ごとの最大線量当量率位置を示しており，評価結果を別紙 1-2 表及び別紙 1-3 表に示す。

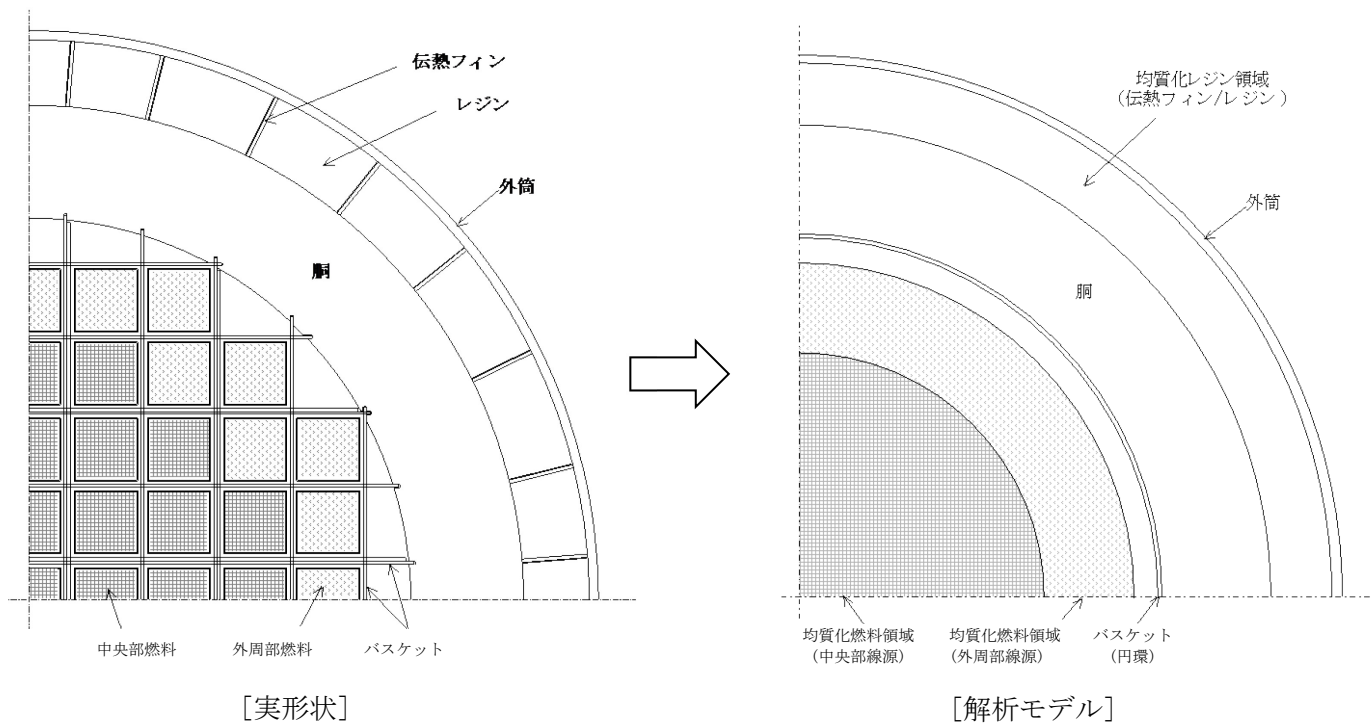
別紙 1-1 図 線量当量率評価位置(配置(i))-新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料，高燃焼度 8×8 燃料)



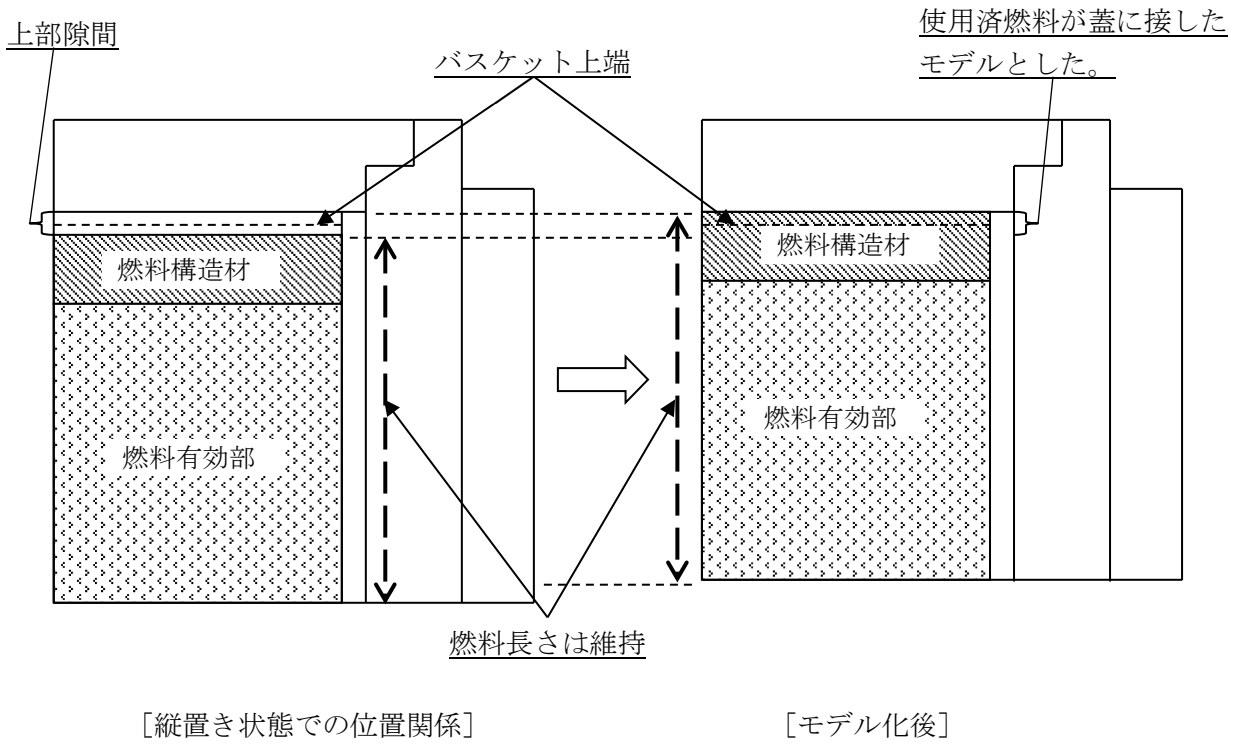
別紙 1-2 図 燃料有効部ガンマ線のエネルギーごとの線源強度
(配置(i), (ii))

別紙 1-6

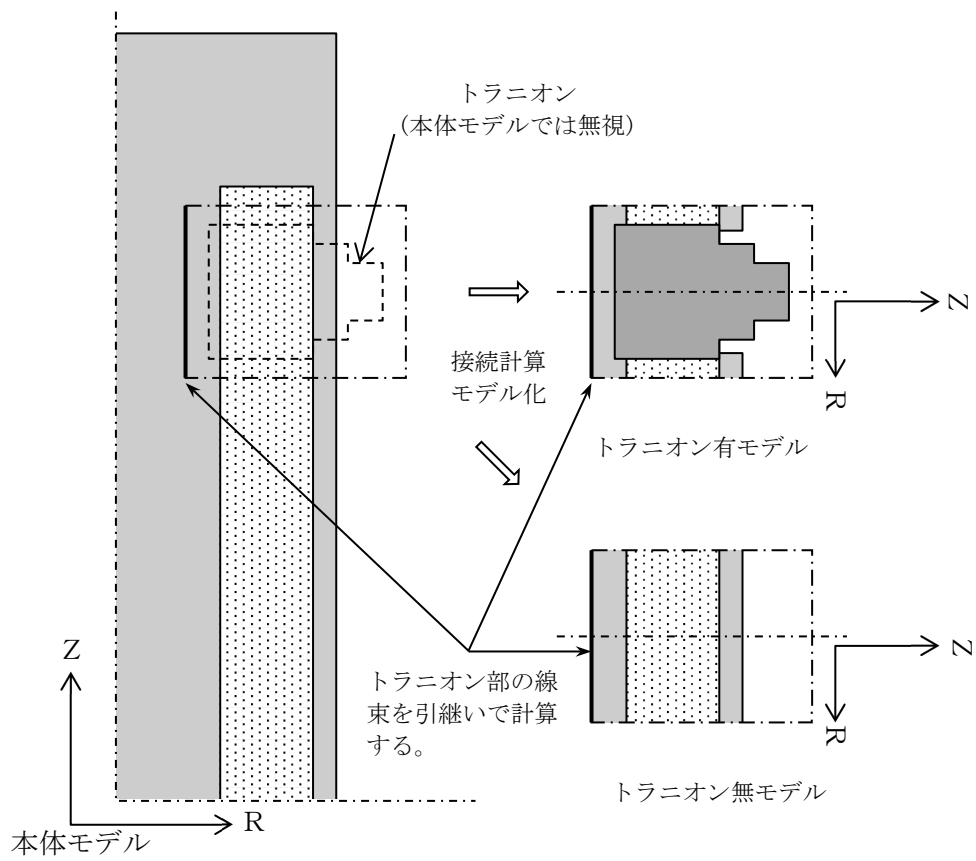
内は商業機密のため、非公開とします。



別紙 1-3 図 金属キャスク中央断面の実形状と解析モデル



別紙 1-4 図 使用済燃料軸方向位置モデル化の概要図



別紙 1-5 図 トラニオン部線束引継ぎの概略図

別紙 1-1 表 金属キャスク 1 基当たりのガンマ線及び中性子の線源強度

使用済燃料の種類		新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料 及び 高燃焼度 8×8 燃料		新型 8×8 燃料
使用済燃料の 収納配置条件		配置 (i)	配置 (ii)	配置 (iii)
濃縮度 (wt%)		2. 88 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料) 3. 35 (高燃焼度 8×8 燃料)		2. 88
燃焼度 (MWd/t)	外周部	34, 000	40, 000	29, 000
	中央部	40, 000	48, 000	34, 000
冷却年数 (年)		18	22 (外周) 20 (中央)	28
使用済燃料の燃料有効部の ガンマ線の線源強度 (photons/s)		8.9×10^{16}	8.9×10^{16}	6.0×10^{16}
使用済燃料構造材の放射化 によるガンマ線の線源強度 (^{60}Co :Bq)		1.3×10^{14}	1.1×10^{14}	3.1×10^{13}
使用済燃料の燃料有効部の 中性子の線源強度 (n/s)* ¹		1.4×10^{10}	1.5×10^{10}	5.0×10^9

注記*1：中性子実効増倍率の効果を考慮した値である。

別紙 1-2 表 配置(i)の線量当量率評価結果
(新型8×8ジルコニウムライナ燃料を全数収納した場合)

(単位：μSv/h)

評 価 点			頭 部			側 部 中 央	底 部		
			軸方向	径方向	径方向 (トラニオン部)		径方向	径方向 (トラニオン部)	軸方向
			①	③a	③b		⑤	⑦a	⑦b
表面	ガンマ線	燃料有効部	0.1	0.5	0.5	95.8	1.3	24.2	3.0
		構造材放射化	4.9	132.5	110.4	< 0.1*1	12.8	63.2	19.1
		二次ガンマ線	0.7	2.0	2.1	26.9	4.6	7.8	2.3
	中性子		188.2	253.9	505.2	72.7	706.9	1012.5	265.9
	合計		193.9	388.9	618.2	195.5	725.6	1107.7	290.3
評 価 点			②	④a	④b	⑥	⑧a	⑧b	⑩
1 m 表面から	ガンマ線	燃料有効部	0.5	12.9	12.9	40.5	21.2	21.2	3.9
		構造材放射化	45.6	24.0	24.0	0.7	8.1	8.1	59.3
		二次ガンマ線	0.2	3.1	3.1	10.5	5.3	5.3	0.9
	中性子		28.7	17.3	20.9	26.2	13.4	24.5	16.2
	合計		75.0	57.3	60.9	77.9	48.0	59.1	80.3

注記*1：“<0.1”の値は，“0.1”として合計値に合算した。

別紙 1-3 表 配置(i)の線量当量率評価結果
(高燃焼度 8×8 燃料を全数収納した場合)

(単位: μ Sv/h)

評 価 点			頭 部			側 部 中 央	底 部		
			軸方向	径方向	径方向 (トラニオン部)		径方向	径方向 (トラニオン部)	軸方向
			①	③a	③b		⑤	⑦a	⑦b
表面	ガンマ線	燃料有効部	0.1	0.5	0.5	10.8	0.9	17.9	6.7
		構造材放射化	4.8	131.0	108.9	152.5	12.6	62.0	137.2
		二次ガンマ線	0.5	1.6	1.7	3.3	2.5	4.3	1.3
	中性子		150.4	204.2	406.9	5.9	365.6	532.5	24.3
	合計		155.8	337.3	518.0	172.5	381.6	616.7	169.5
評 価 点			②	④a	④b	⑥	⑧a	⑧b	⑩
1 m 表面から	ガンマ線	燃料有効部	0.5	12.7	12.7	38.2	18.7	18.7	2.8
		構造材放射化	44.6	23.7	23.7	2.0	8.0	8.0	58.5
		二次ガンマ線	0.1	2.5	2.5	7.2	3.5	3.5	0.5
	中性子		23.0	13.7	16.6	18.7	8.5	14.4	7.8
	合計		68.2	52.6	55.5	66.1	38.7	44.6	69.6

別紙 1-4 表 中性子線源スペクトル

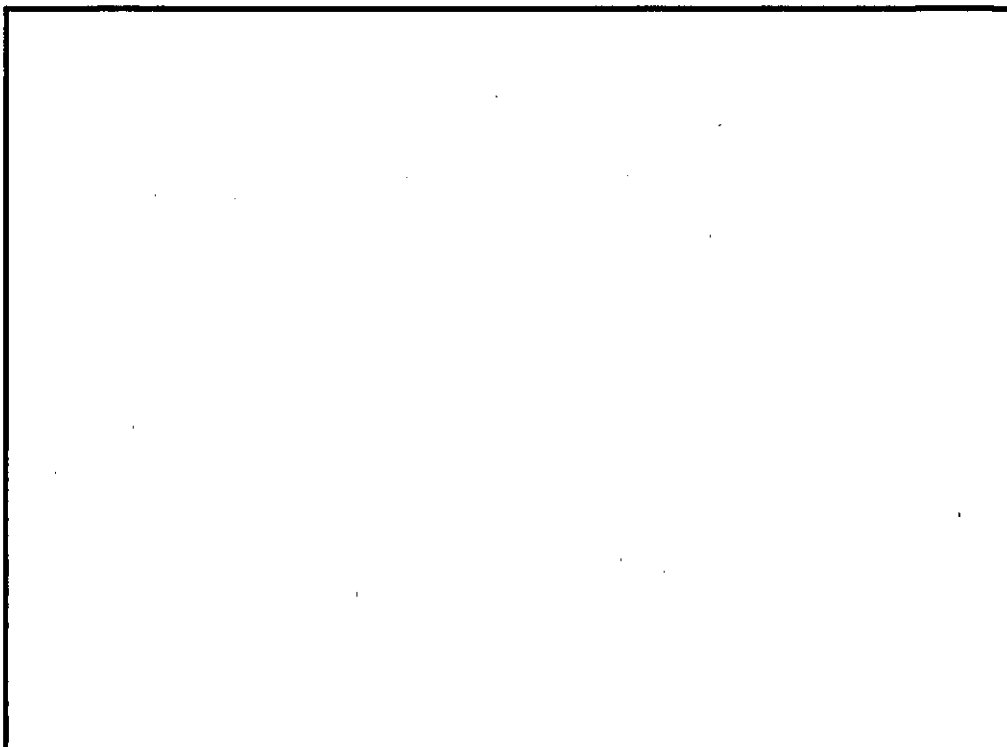
エネルギー群数	上限エネルギー (eV)	スペクトル*1
1	1.492×10^7	5.7×10^{-4}
2	1.220×10^7	2.0×10^{-3}
3	1.000×10^7	6.1×10^{-3}
4	8.180×10^6	2.0×10^{-2}
5	6.360×10^6	4.1×10^{-2}
6	4.960×10^6	5.3×10^{-2}
7	4.060×10^6	1.1×10^{-1}
8	3.010×10^6	8.7×10^{-2}
9	2.460×10^6	2.3×10^{-2}
10	2.350×10^6	1.2×10^{-1}
11	1.830×10^6	2.1×10^{-1}
12	1.110×10^6	1.9×10^{-1}
13	5.500×10^5	1.3×10^{-1}
14	1.110×10^5	1.6×10^{-2}
15	3.350×10^3	8.1×10^{-5}
16	5.830×10^2	5.9×10^{-6}
17	1.010×10^2	3.9×10^{-7}
18	2.900×10^1	5.5×10^{-8}
19	1.070×10^1	1.3×10^{-8}
20	3.060×10^0	1.9×10^{-9}
21	1.120×10^0	4.2×10^{-10}
22	4.140×10^{-1}	1.2×10^{-10}

注記*1： ^{239}Pu の核分裂スペクトルをDLC-23/CASKライブラリの中性子22群構造に振り分けたものである。

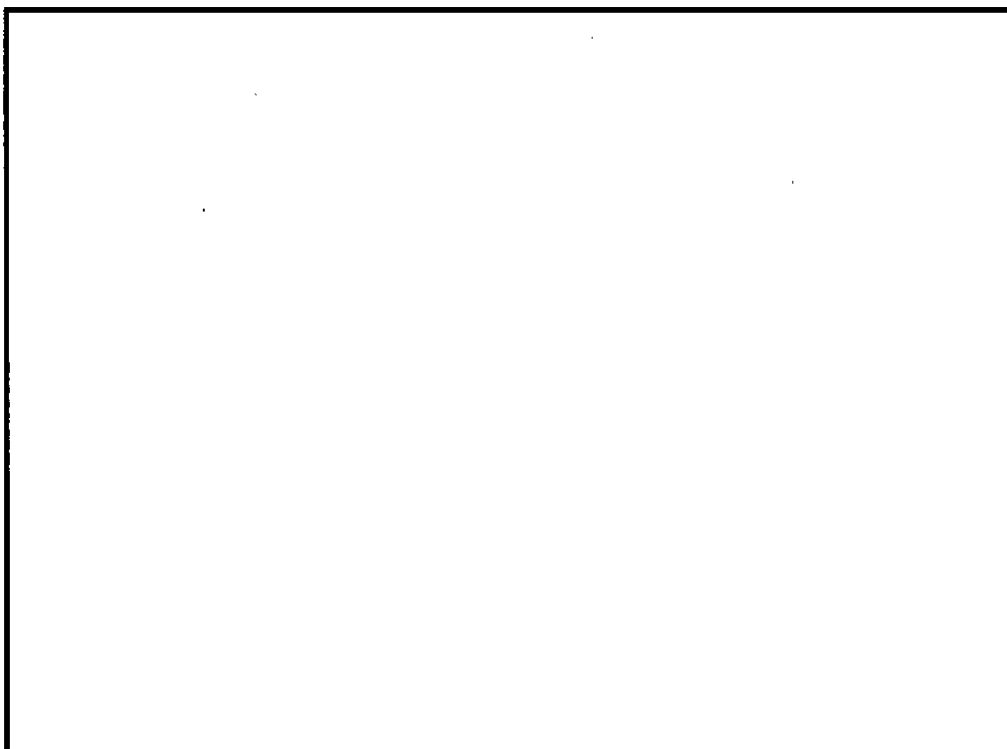
ピーキングファクターについて

HDP-69B(B)型に収納する使用済燃料の線源強度を算出する際に用いるピーキングファクター(以下「PF」という。)は、HDP-69B(B)型が収納対象とする使用済燃料の軸方向の燃焼度を想定して設定したものである。別紙 2-1 表、別紙 2-1-1 図及び別紙 2-1-2 図に配置 (i)、(iii)及び(ii)で収納対象とする使用済燃料それぞれの PF を示す。

別紙 2-1 表、別紙 2-1-1 図及び別紙 2-1-2 図に示す PF は、HDP-69B(B)型に収納する使用済燃料の前提条件であり、収納する使用済燃料の軸方向燃焼度が本 PF に包絡されることは、事業許可申請において確認されるものとする。なお、包絡されない使用済燃料については、HDP-69B(B)型の収納対象外とする。



別紙 2-1-1 図 使用済燃料の PF(配置(i), (iii))



別紙 2-1-2 図 使用済燃料の PF(配置(ii))

別紙 2-2

内は商業機密のため、非公開とします。

別紙 2-1 表 使用済燃料の PF (1/2)

燃料種類	新型 8×8 ジルコニウム ライナ燃料		高燃焼度 8×8 燃料		新型 8×8 燃料	
使用済燃料の 収納配置条件	配置 (i)				配置 (iii)	
燃焼度 (Mwd/t)	34,000	40,000	34,000	40,000	29,000	34,000
冷却期間 (年)	18	同左	18	同左	28	同左
PF *1	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>					
(上部)						
(下部)						

注記*1：ノードは燃料有効部を軸方向に したものである。

別紙 2-3

内は商業機密のため、非公開とします。

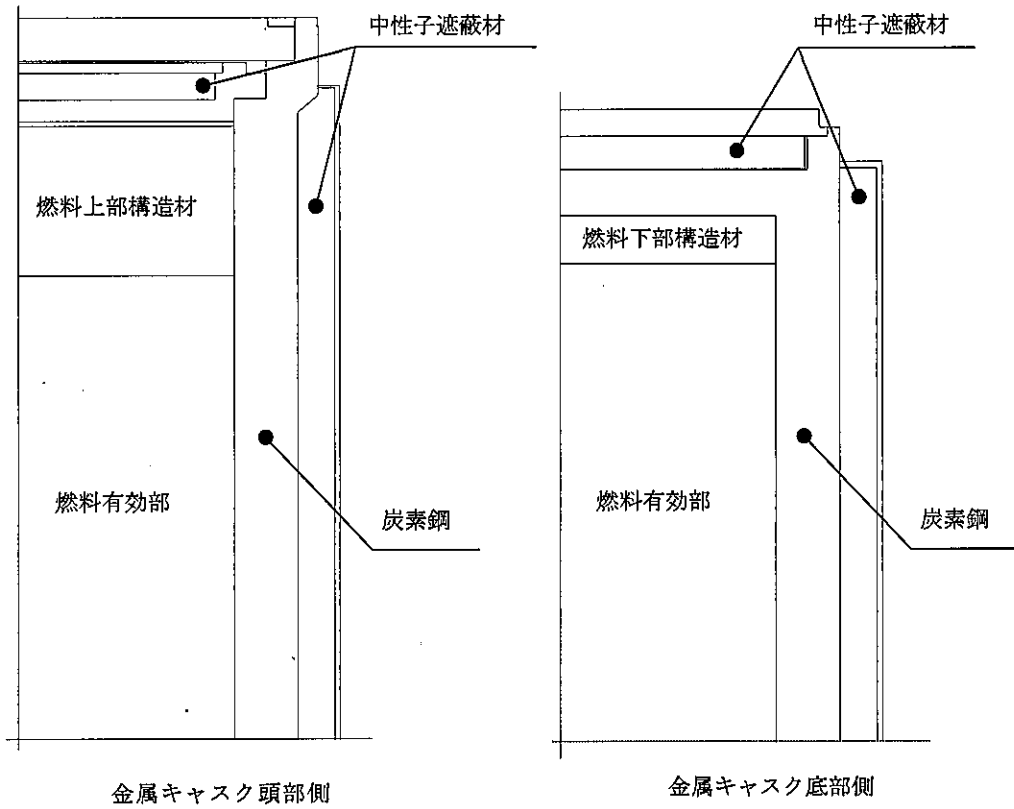
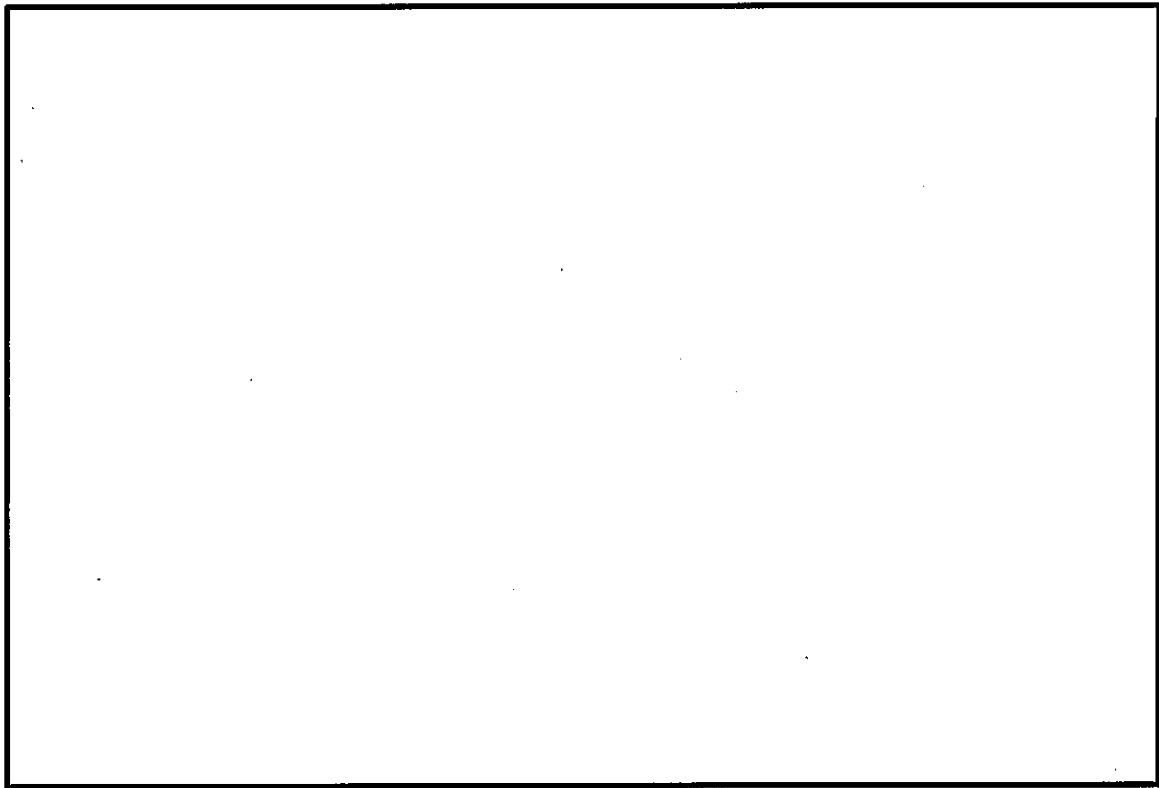
別紙 2-1 表 使用済燃料の PF (2/2)

燃料種類	新型 8×8 ジルコニウム ライナ燃料	高燃焼度 8×8 燃料	
使用済燃料の 収納配置条件	配置 (ii)		
燃焼度 (MWd/t)	40,000	40,000	48,000
冷却期間 (年)	22	22	20
PF*1			
(上部)			
(下部)			

注記*1: ノードは燃料有効部を軸方向に したものである。

線量当量率の分布について

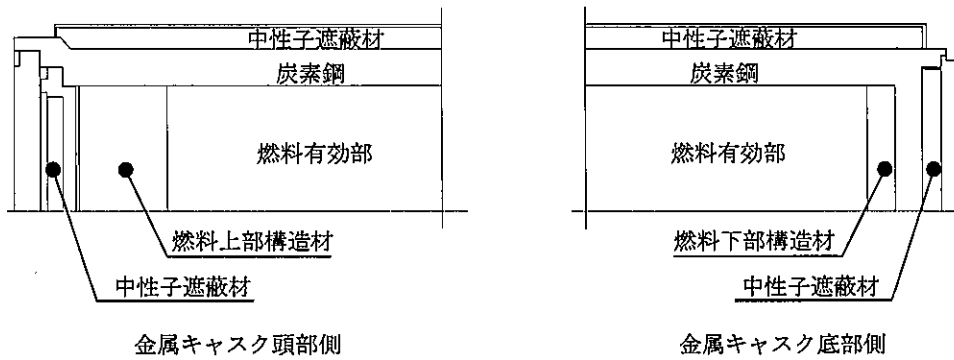
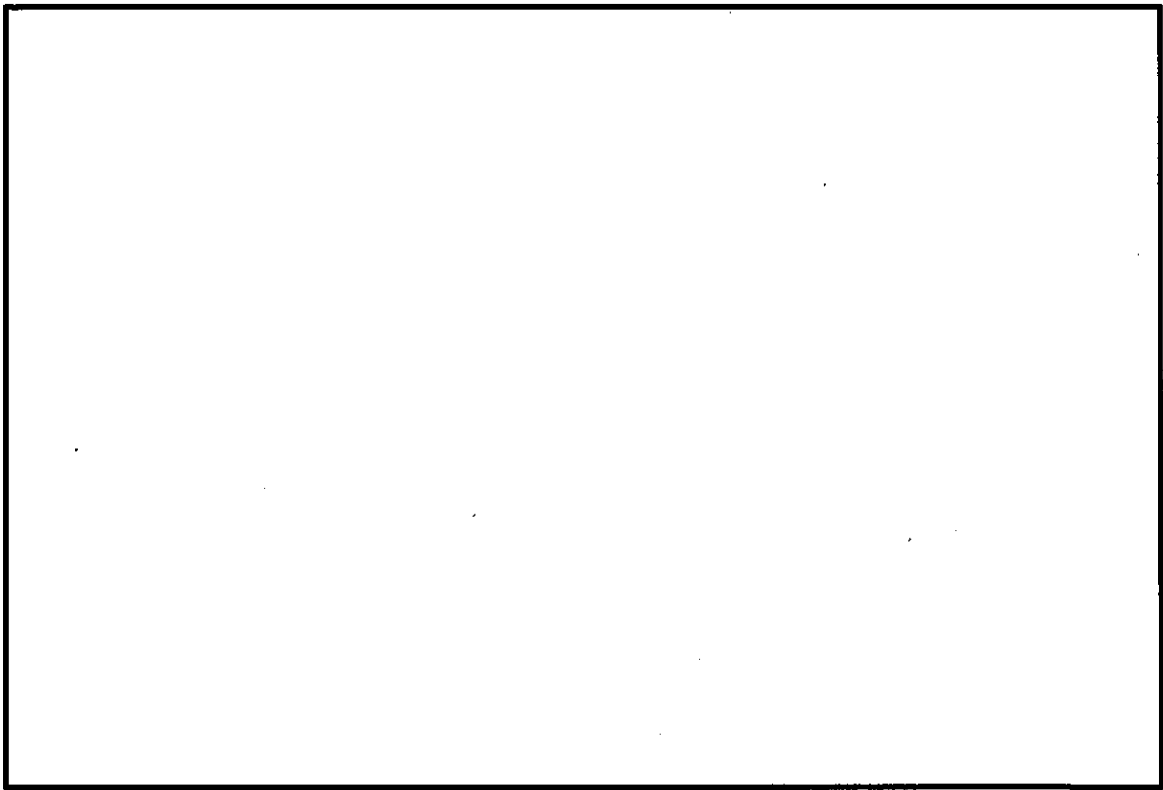
本文の表 2-7-1 に対応する各評価方向における線量当量率の分布図を別紙 3-1-1 図から別紙 3-1-6 図に示す。また、本文の表 2-7-2 に対応する各評価方向における線量当量率の分布図を別紙 3-2-1 図から別紙 3-2-6 図に示す。



別紙 3-1-1 図 表面の線量当量率分布(配置(i))/頭部・底部軸方向

別紙 3-2

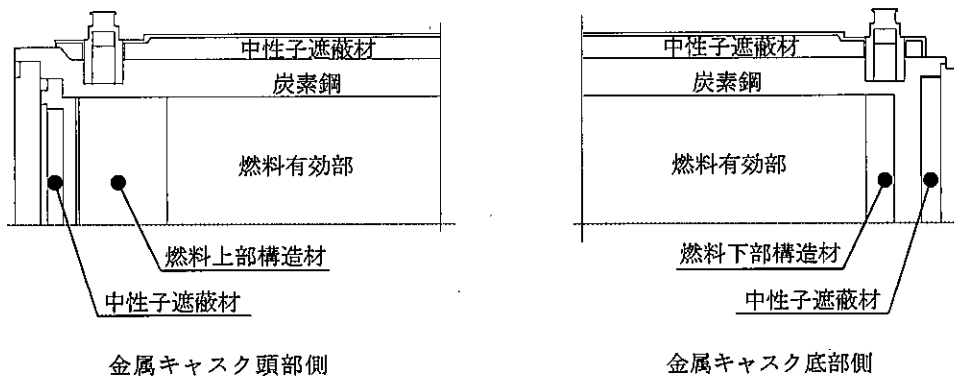
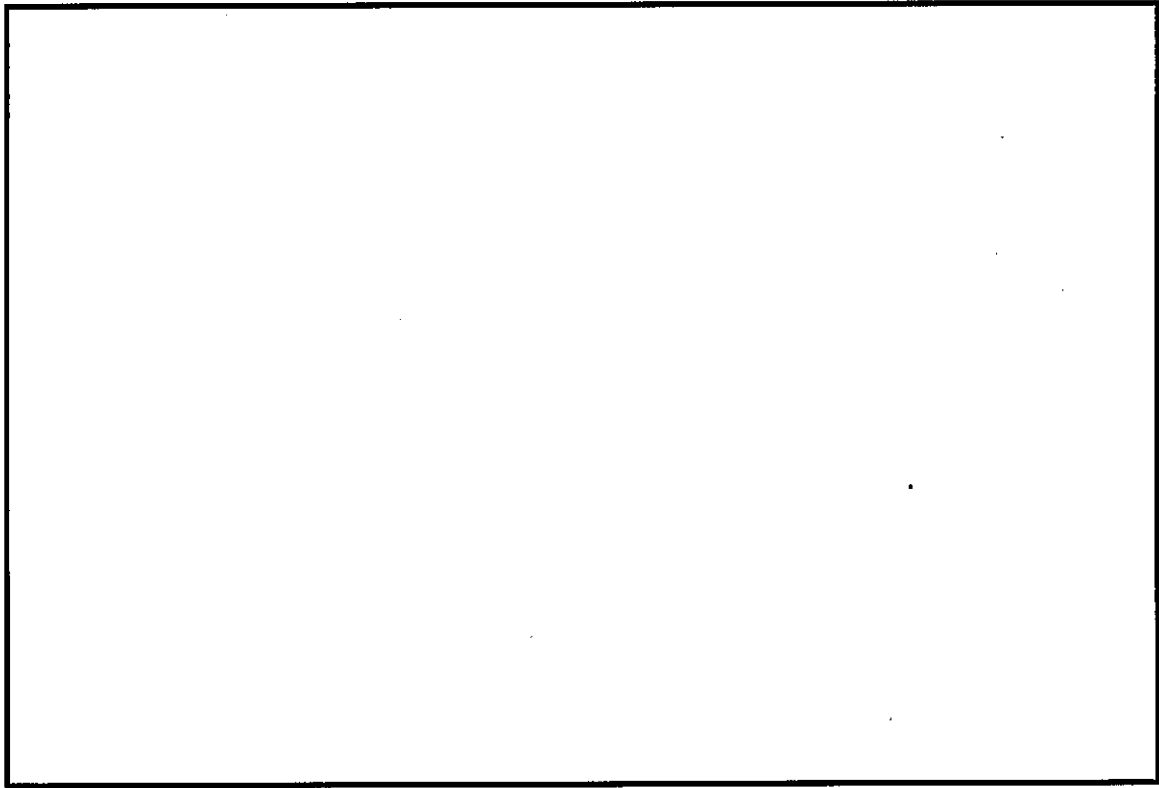
内は商業機密のため、非公開とします。



別紙 3-1-2 図 表面の線量当量率分布(配置(i))/側部方向)

別紙 3-3

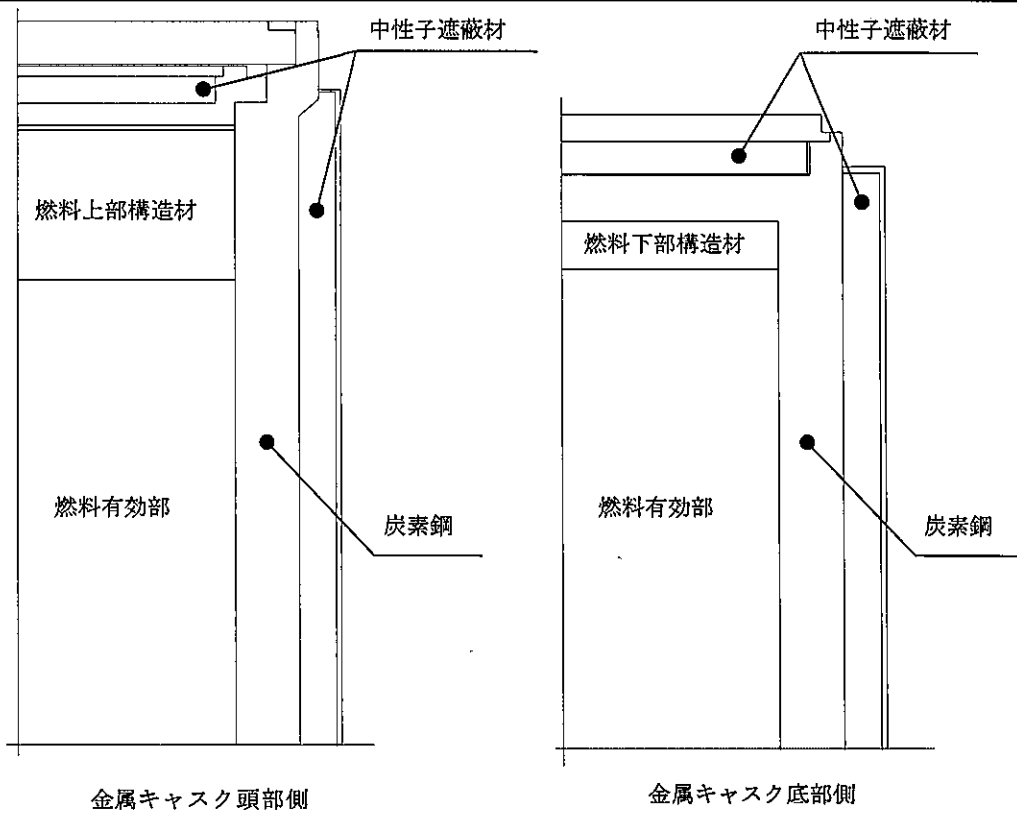
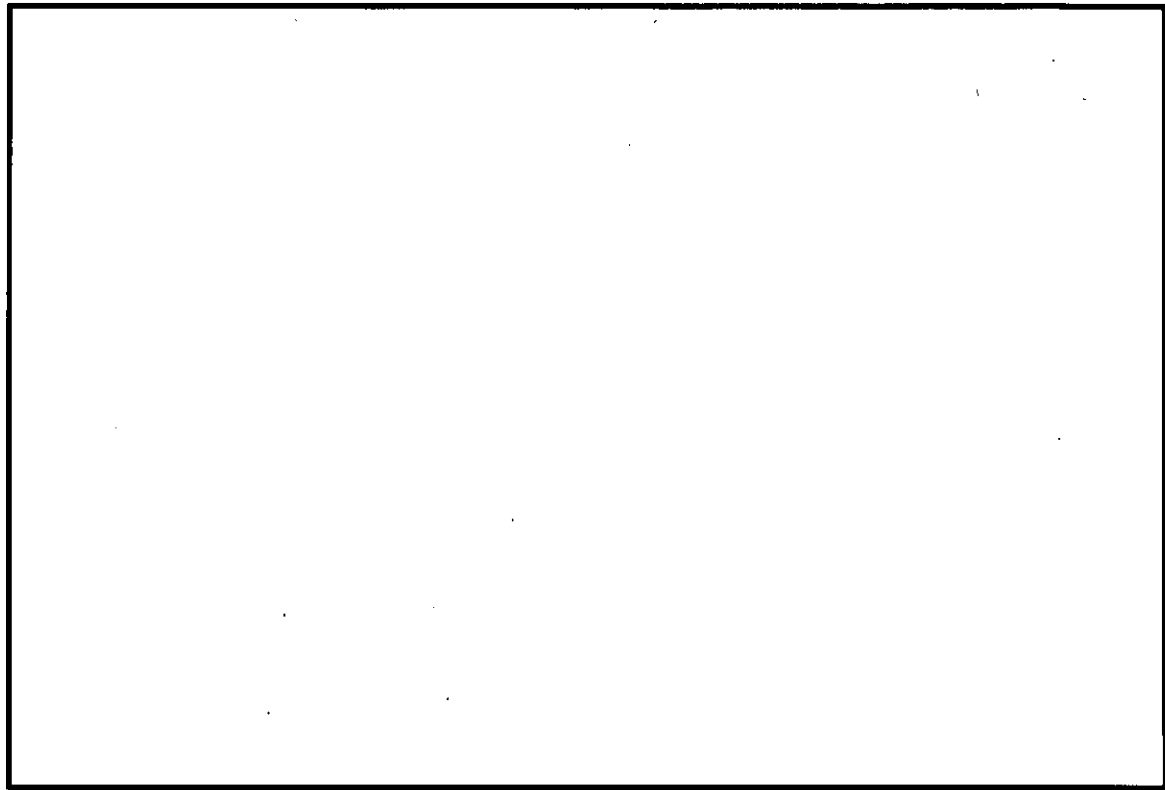
内は商業機密のため、非公開とします。



別紙 3-1-3 図 表面の線量当量率分布(配置(i))/トランニオン部近傍)

別紙 3-4

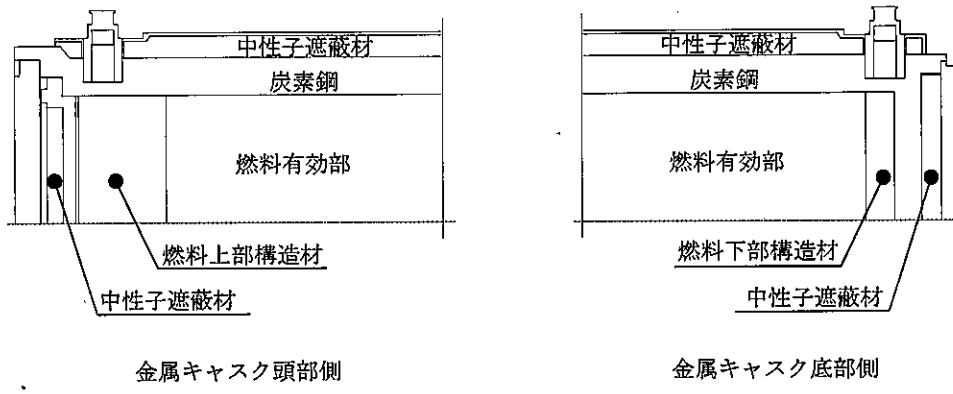
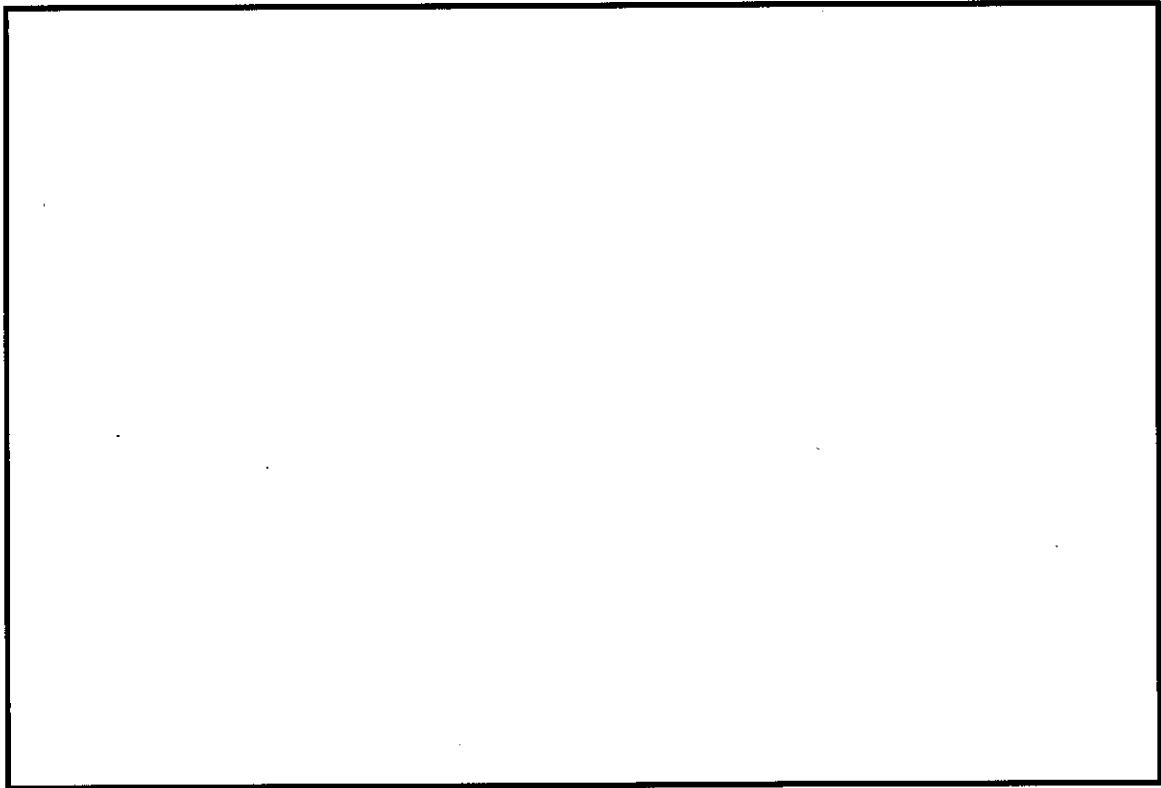
内は商業機密のため、非公開とします。



別紙 3-1-4 図 表面から 1 m 離れた位置の線量当量率分布 (配置 (i))/頭部・底部軸方向

別紙 3-5

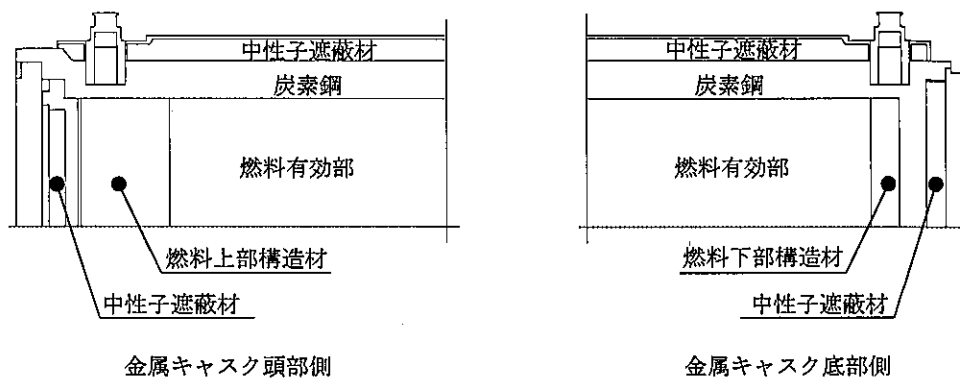
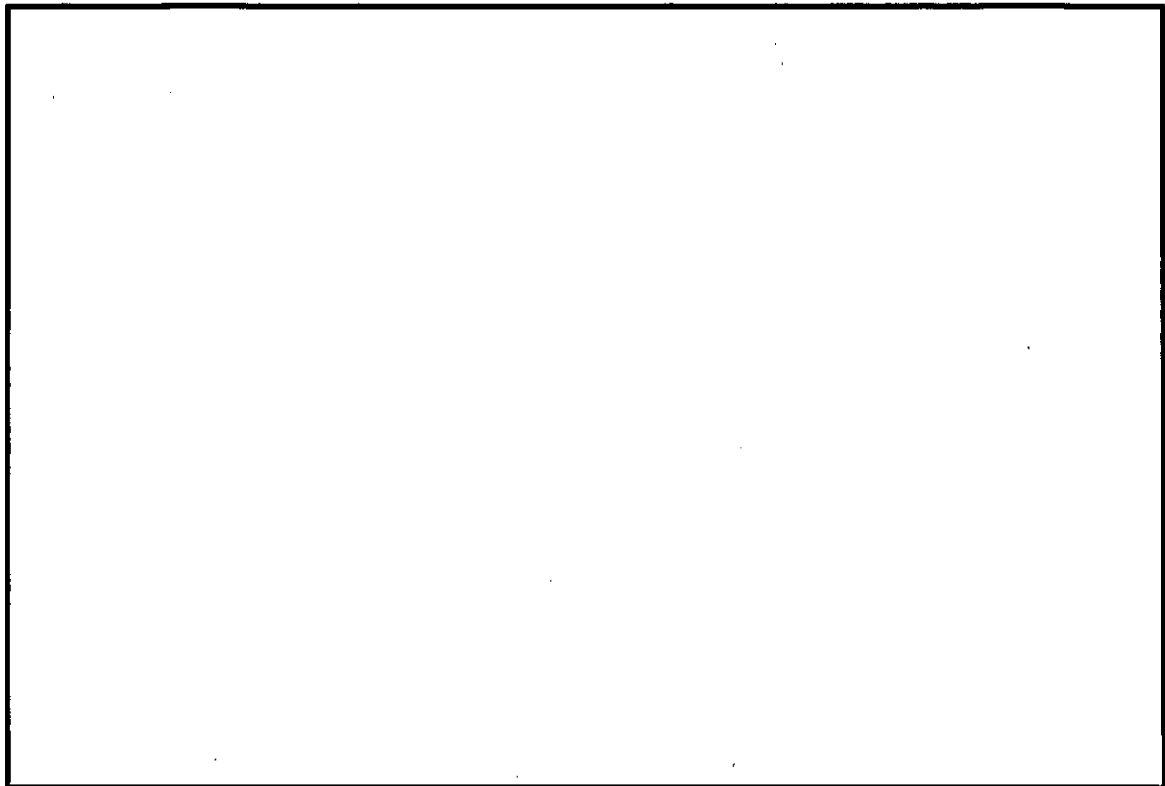
内は商業機密のため、非公開とします。



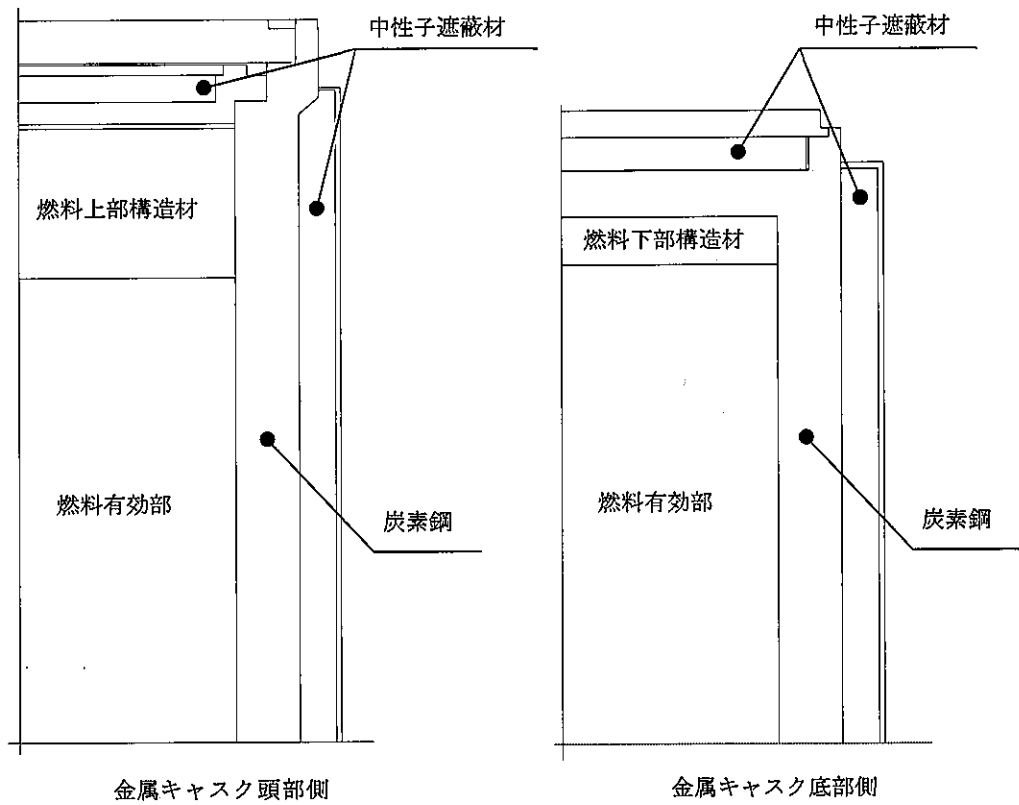
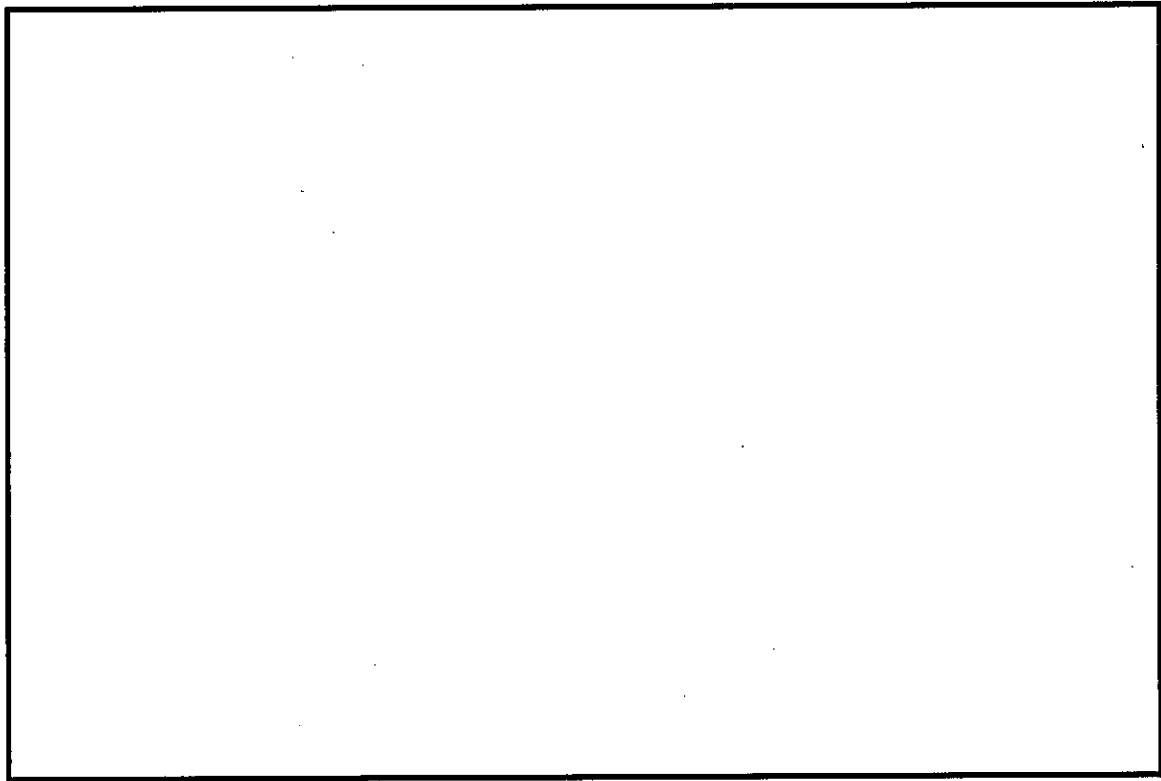
別紙 3-1-5 図 表面から 1 m 離れた位置の線量当量率分布 (配置 (i)/側部方向)

別紙 3-6

内は商業機密のため、非公開とします。



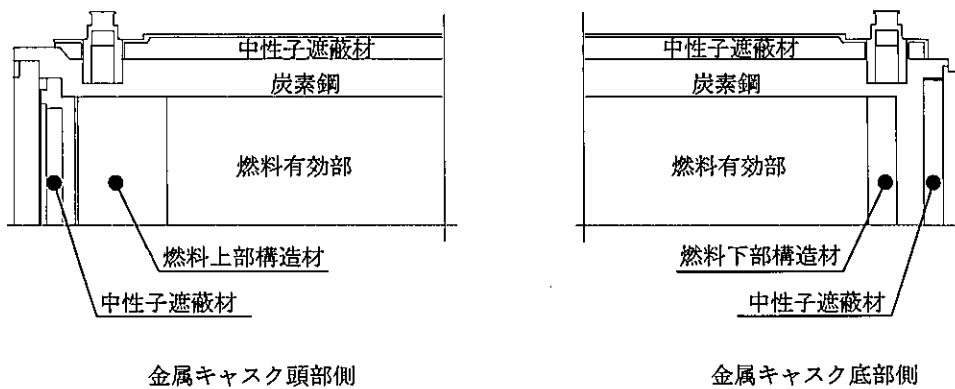
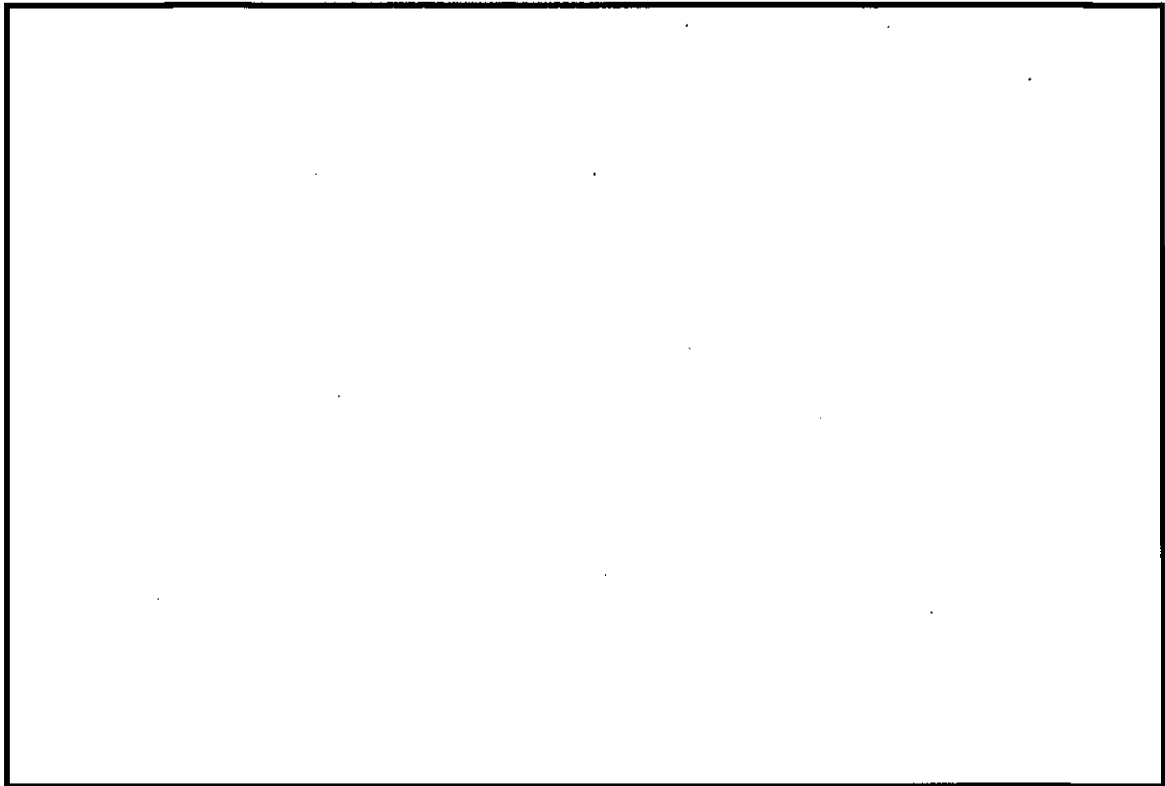
別紙 3-1-6 図 表面から 1 m 離れた位置の線量当量率分布 (配置 (i))/トランニオン部近傍)



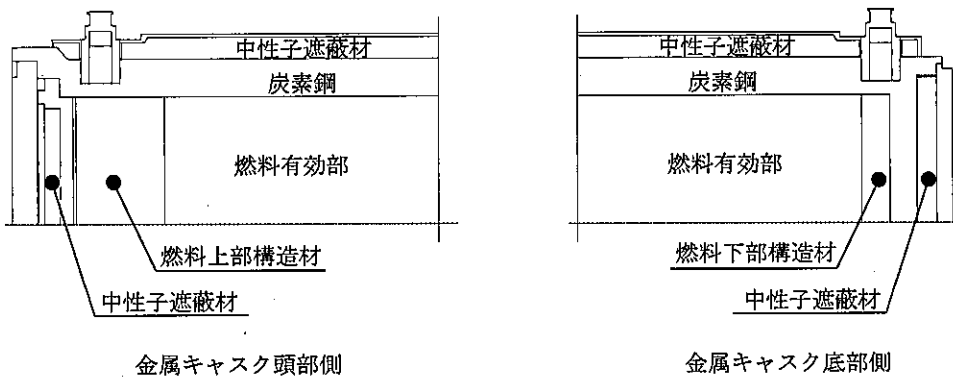
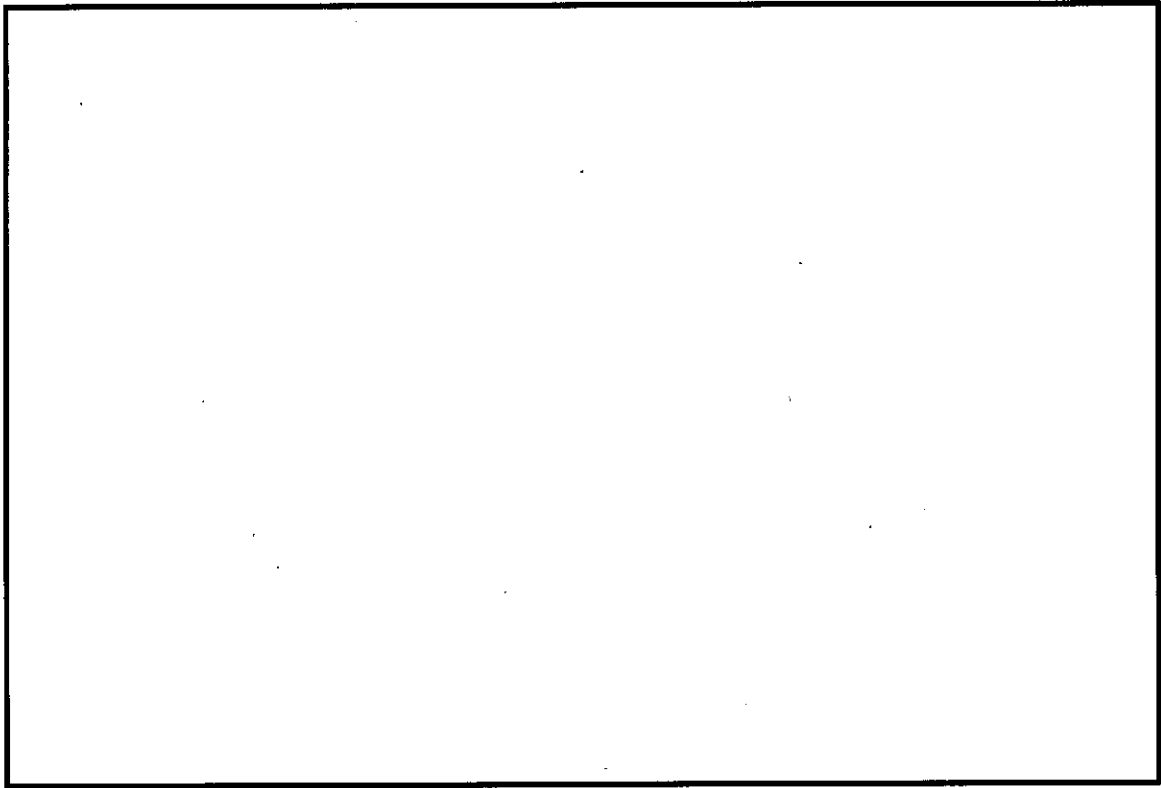
別紙 3-2-1 図 表面の線量当量率分布(配置(ii))/頭部・底部軸方向

別紙 3-8

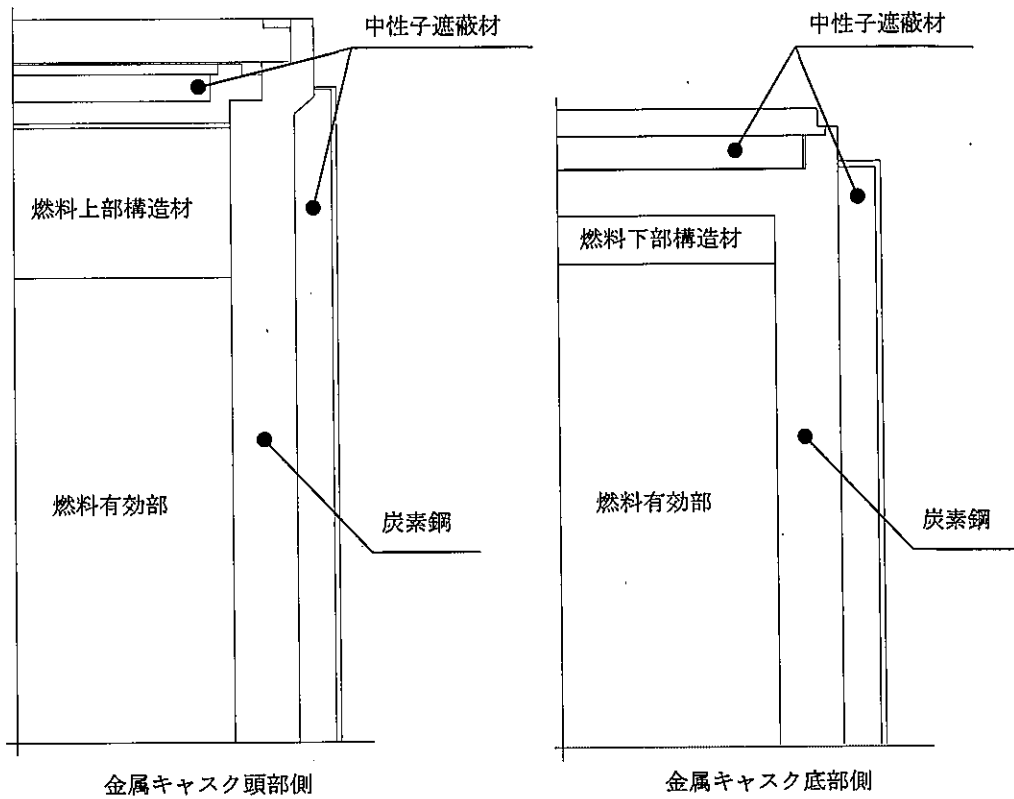
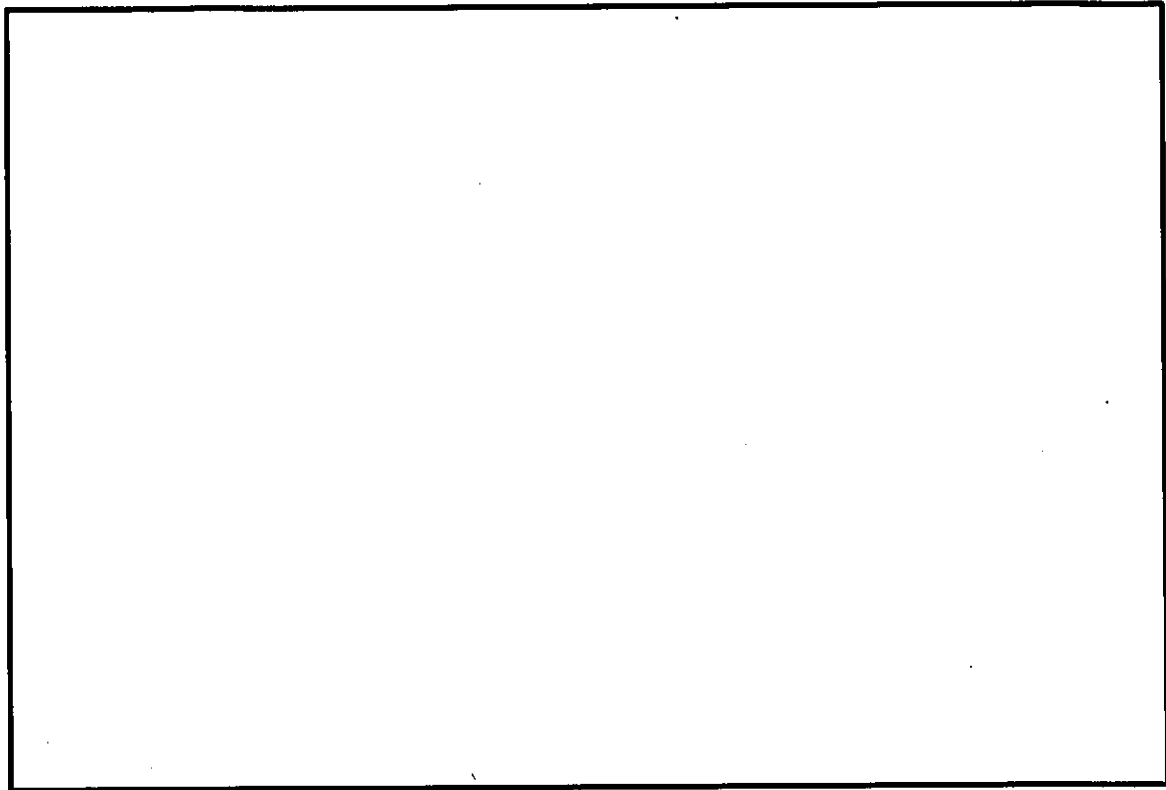
□ 内は商業機密のため、非公開とします。



別紙 3-2-2 図 表面の線量当量率分布 (配置 (ii) / 側部方向)

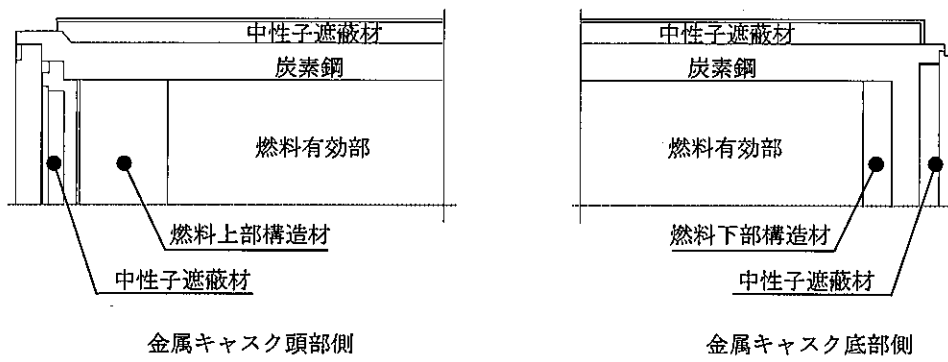
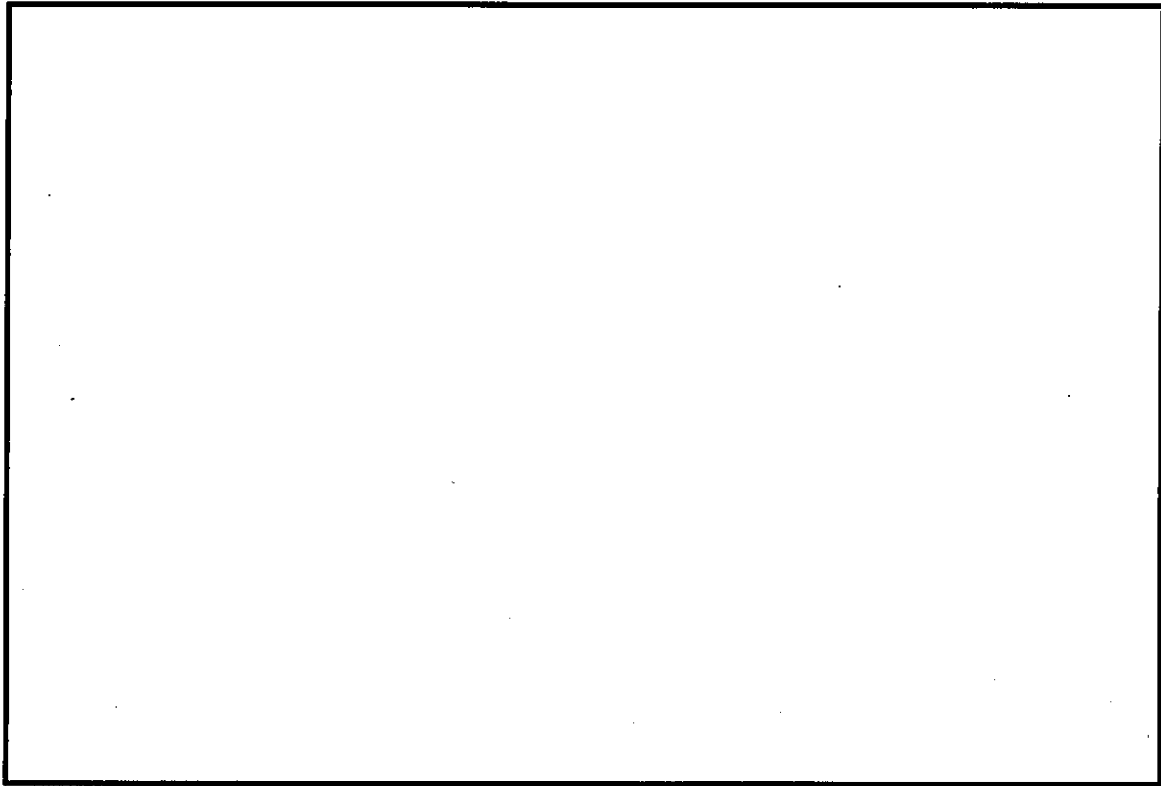


別紙 3-2-3 図 表面の線量当量率分布(配置(ii))/トランニオン部近傍



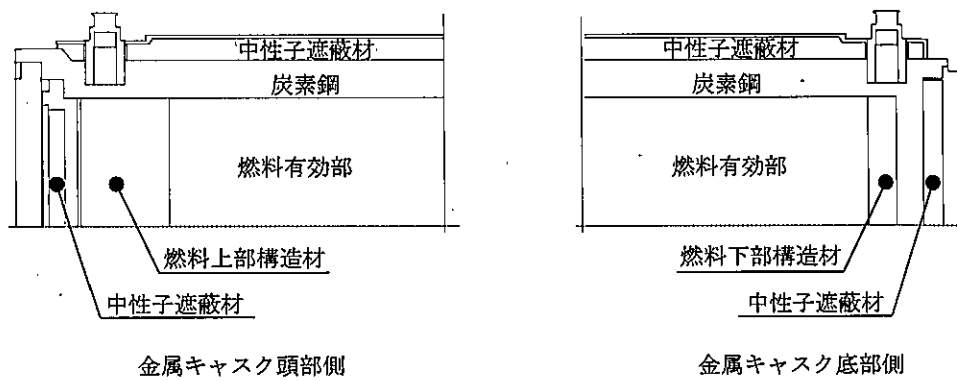
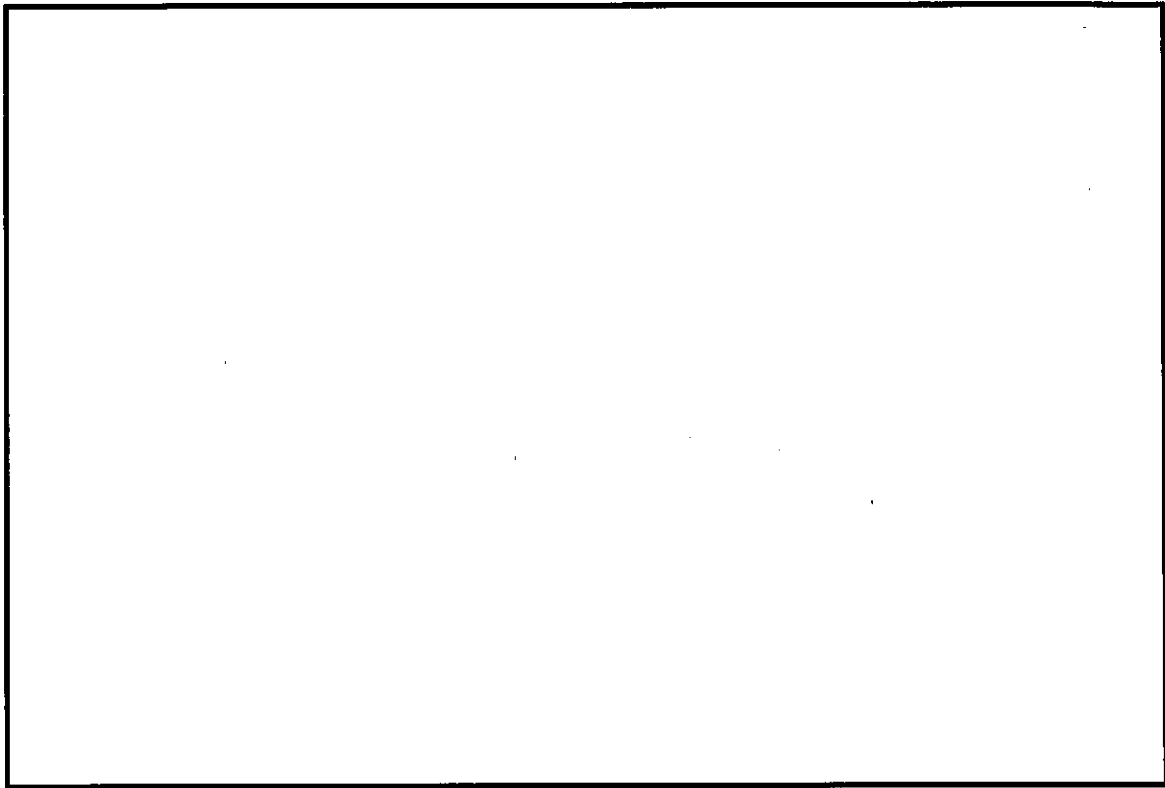
別紙 3-2-4 図 表面から 1 m 離れた位置の線量当量率分布 (配置 (ii)) / 頭部・底部軸方向

内は商業機密のため、非公開とします。



別紙 3-2-5 図 表面から 1 m 離れた位置の線量当量率分布 (配置 (ii))/側部方向)

内は商業機密のため、非公開とします。



別紙 3-2-6 図 表面から 1 m 離れた位置の線量当量率分布 (配置 (ii)) / トラニオン部近傍

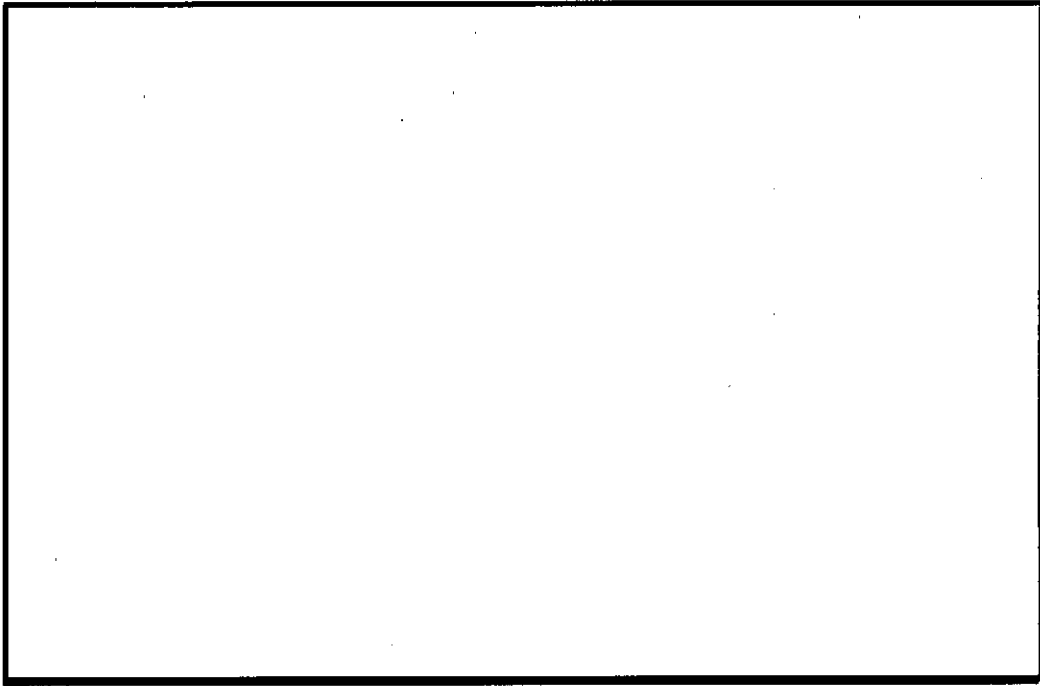
中性子遮蔽体領域のモデル化について

伝熱フィンのような小さなものが比較的多く配置されている中性子遮蔽体領域では、レジンと伝熱フィンを均質化したモデルとし、伝熱フィンが占有する面積を考慮して、中性子遮蔽体としてのレジンの均質化密度を安全側に低下させている。また、伝熱フィンの密度をゼロとしガンマ線遮蔽体としての寄与を無視している。

この手法の保守性を確認するため、HDP-69B(B)型の燃料有効部中心高さでの輪切り断面を対象に、レジンと伝熱フィンを均質化したモデルと、実形状にモデル化した計算を実施し、線量当量率を比較した。計算には二次元輸送計算コード DOT3.5 の R- θ 体系を使用した。レジンと伝熱フィンを実形状としたモデルを別紙 4-1 図に示す。

配置(i)を対象としたときのレジンと伝熱フィンを実形状とした計算結果を別紙 4-1 表に示す。

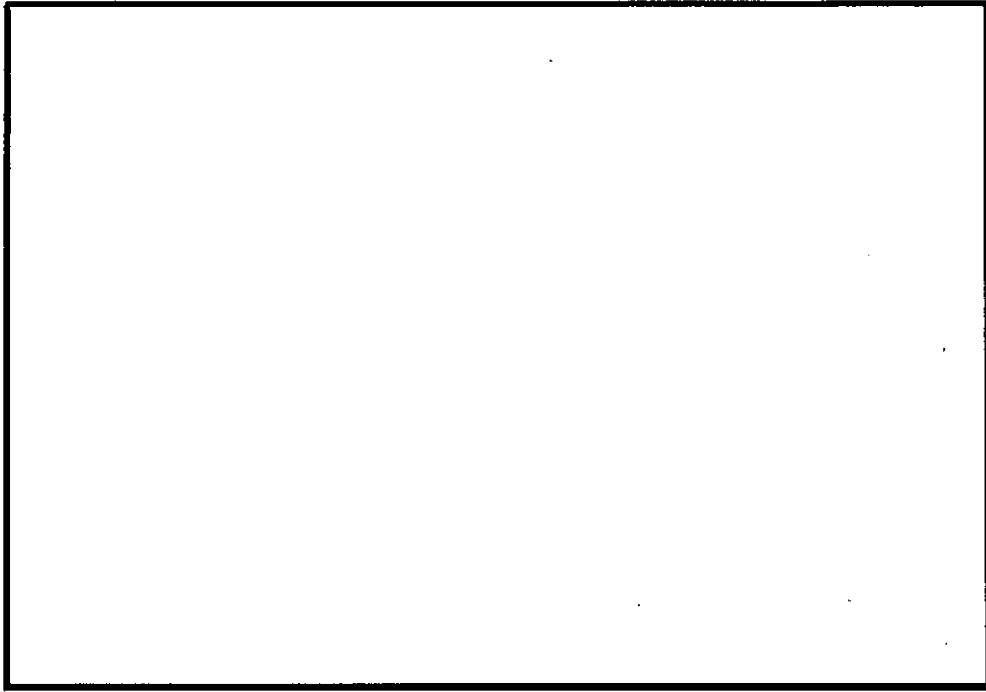
伝熱フィンをモデル化した場合、中性子とガンマ線の合計線量当量率は、ガンマ線の寄与が大きいため、伝熱フィン部よりもレジン部で大きくなっており、中性子の線量当量率は、伝熱フィン部で最大となっているが、レジンと伝熱フィンを均質化した本手法の線量当量率より小さく、本手法が過小評価としないことを確認している（別紙 4-2 図及び別紙 4-3 図参照）。



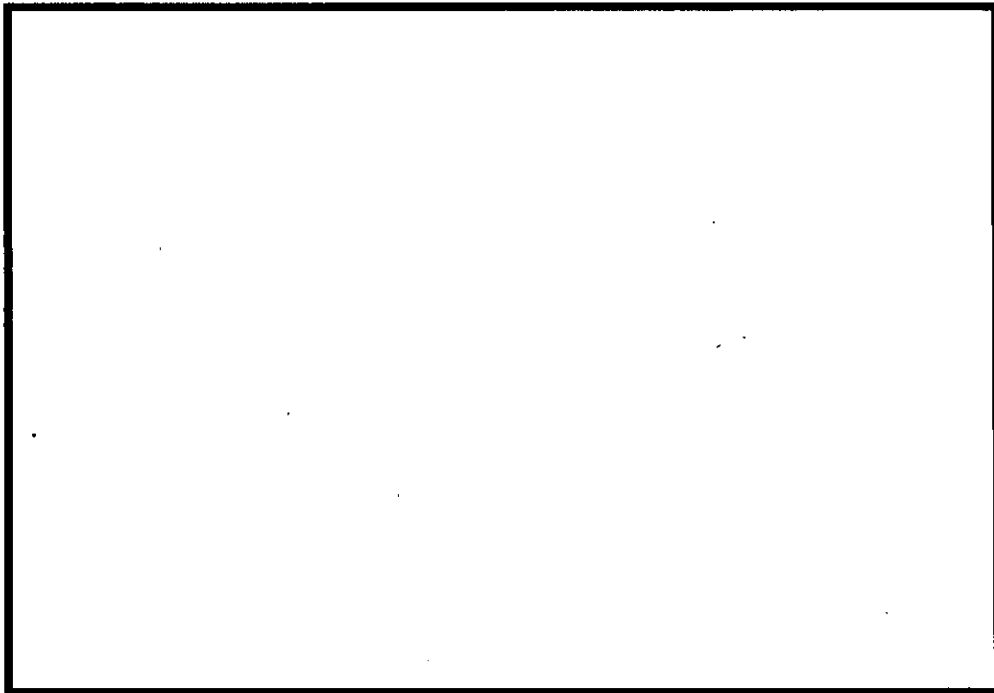
別紙 4-1 図 伝熱フィンをモデル化した二次元モデル(R- θ).

別紙 4-2

内は商業機密のため、非公開とします。



別紙 4-2 図 二次元モデル($R-\theta$)による伝熱フィン部の中性子線量当量率分布



別紙 4-3 図 二次元モデル($R-\theta$)による伝熱フィン部の燃料有効部ガンマ線源の
ガンマ線線量当量率分布

別紙 4-3

内は商業機密のため、非公開とします。

別紙 4-1 表 金属キャスク側部中央の合計線量当量率の最大値の比較
(配置(i)を対象とした結果)

(単位: $\mu\text{Sv/h}$)

			本手法 (レジンと伝熱フィン を均質化)	伝熱フィンモデル化した場合*1	
			合計最大値	合計最大値	中性子最大値
表 面	ガンマ線	燃料有効部	95.8		
		構造材放射化	0.1		
		二次ガンマ線	26.9		
	中性子	72.7			
	合計	195.5	188.0		
1 m 表面から の位置	ガンマ線	燃料有効部	40.5		
		構造材放射化	0.7		
		二次ガンマ線	10.5		
	中性子	26.2			
	合計	77.9	75.0		

注記*1: 詳細モデル(二次元(R- θ)体系)では、軸方向に無限長になるため、軸方向からの寄与が増大し、計算値が過大に評価される。そのため、二次元(R- θ)体系でも燃料領域と側部中性子遮蔽材領域を均質化した計算を行い、以下の方法で詳細モデルの計算値を補正した。

$$\text{補正した計算値} = R\theta_{\text{詳細}} \times (RZ_{\text{均質}} \div R\theta_{\text{均質}})$$

ここで、

$R\theta_{\text{詳細}}$: 二次元(R- θ)体系の詳細モデルの計算値

$RZ_{\text{均質}}$: 二次元(R-Z)体系の均質化モデルの計算値

$R\theta_{\text{均質}}$: 二次元(R- θ)体系の均質化モデルの計算値

トラニオン部のモデル化について

1. トラニオン部の評価方法

金属キャスク本体の計算は二次元計算コードの制約から円筒モデルを使用しておりトラニオンが模擬できない。このため、トラニオン部を対象にモデル化した別計算で、本体モデルに対するトラニオン有無の影響を評価し、本体モデルの結果を補正することでトラニオン部の線量当量率を評価している。

(1) モデル化方法

トラニオン部については、実形状を模擬して別途モデル化し、DOT3.5 を用いて評価している。別紙 5-1 図に示すとおり、トラニオンを無視した本体モデルにて得られたトラニオン付近の線束を、別途モデル化したトラニオン R-Z 軸対称モデル(トラニオン有モデル/無モデル)に引継いでいる。トラニオン部は、トラニオン中心を通る断面でトラニオン底面及び金属キャスク本体の一部を含めモデル化している。

(2) 接続位置の対応

接続位置として線束の引継ぎ面は、本体モデルの線量当量率等高線分布から放射線の流れを確認し、本体モデルの分布が保たれるようトラニオンモデルの線束引継ぎを行った。

本体モデル、トラニオン有モデルとトラニオン無モデルの底部側の線量当量率等高線分布((配置(i)の中性子))とトラニオンモデル線束引継ぎ面を別紙 5-2 図に示す。

(3) 角度束の扱い

引継ぐ線束は、本体モデルの燃料有効部側(金属キャスク側)の Z 方向と R 方向の角度束をトラニオンモデルの底面(R 方向)と側部(Z 方向)の角度束に入れ替えているため、トラニオンモデルでは底部、側部とも全周にわたり線束が高い燃料有効部側の値になっており、トラニオン部の中心軸に対して軸対称に高い線束で評価している(別紙 5-1 図参照)。

(4) トラニオン部の線量当量率評価結果の補正

トラニオン部の線量当量率は、トラニオン有モデルとトラニオン無モデルの計算結果より線種ごとの計算結果の差を求め、本体モデルの計算結果にその差異を考慮して評価している。具体的には下式のようなになる。

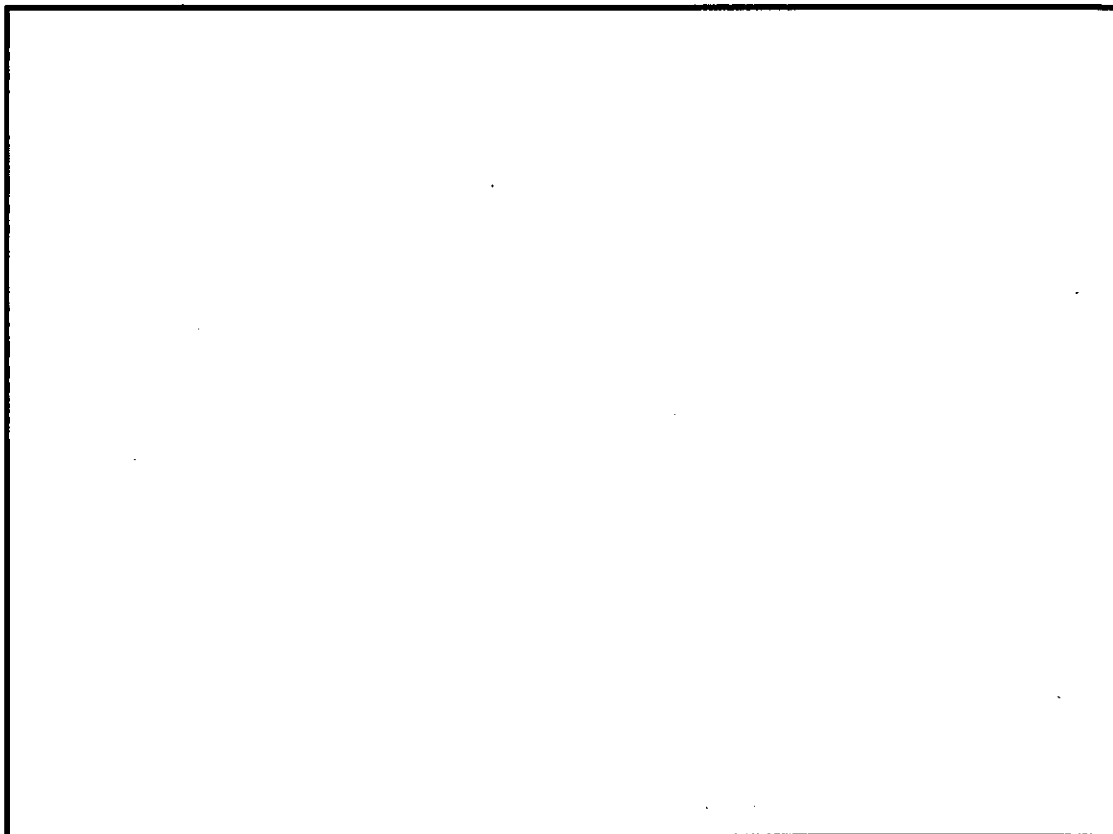
$$\text{トラニオン部の線種ごとの線量当量率} = \text{本体モデル} + ((\text{トラニオン有モデル}) - (\text{トラニオン無モデル}))$$

ただし、(トラニオン有モデル) < (トラニオン無モデル)の場合は、保守的に(本体モデル)の結果をそのまま採用している。

2. トラニオン部の評価方法の妥当性確認

表面の線量当量率が最も高くなる配置(i)の底部トラニオン表面を、別紙 5-3 図に示す三次元計算モデルを用いて、三次元計算コード MCNP5 で計算した。計算条件を別紙 5-1 表、分散低減手法の妥当性確認内容を別紙 5-2 表に示す。また、計算結果を別紙 5-3 表、線量当量率分布を別紙 5-4 図に示す。二次元円筒モデルの線束引継ぎにより二次元輸送計算コード DOT3.5 で計算した結果は、三次元計算結果より保守的な値となっており、二次元円筒モデルの線束引継ぎによる評価結果は妥当である。

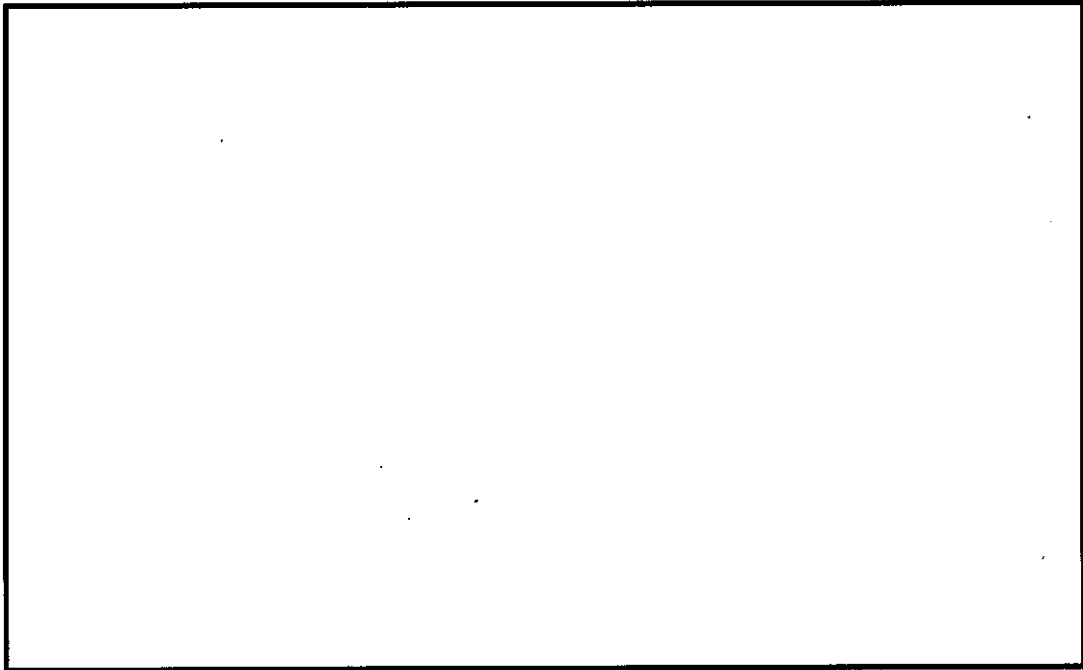
なお、二次元計算では、トラニオンモデルに線束を引継ぐ際、保守的となるように本体モデルの燃料有効部側(金属キャスク中心側)の角度束を用いて評価している。このため、トラニオン部の評価では保守的な線束が全周から入射する条件となり、実際の入射線束よりも高い線束で評価していることから、三次元計算コードでの評価結果に比べ高くなっている。



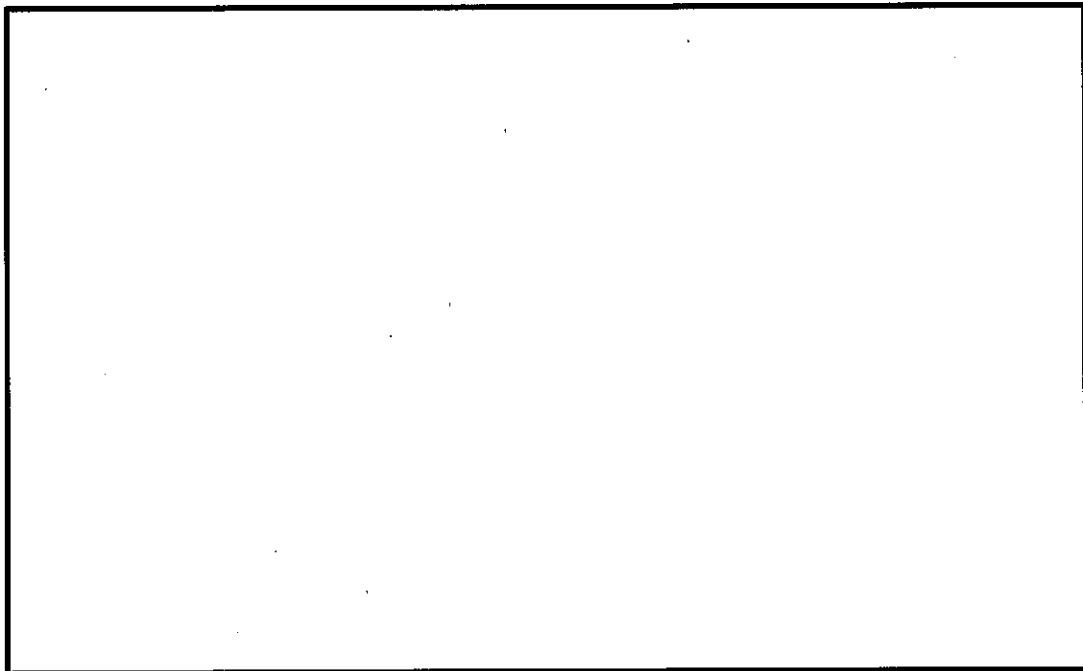
別紙 5-1 図 トラニオン部の解析モデル

別紙 5-3

内は商業機密のため、非公開とします。



a) 本体モデル



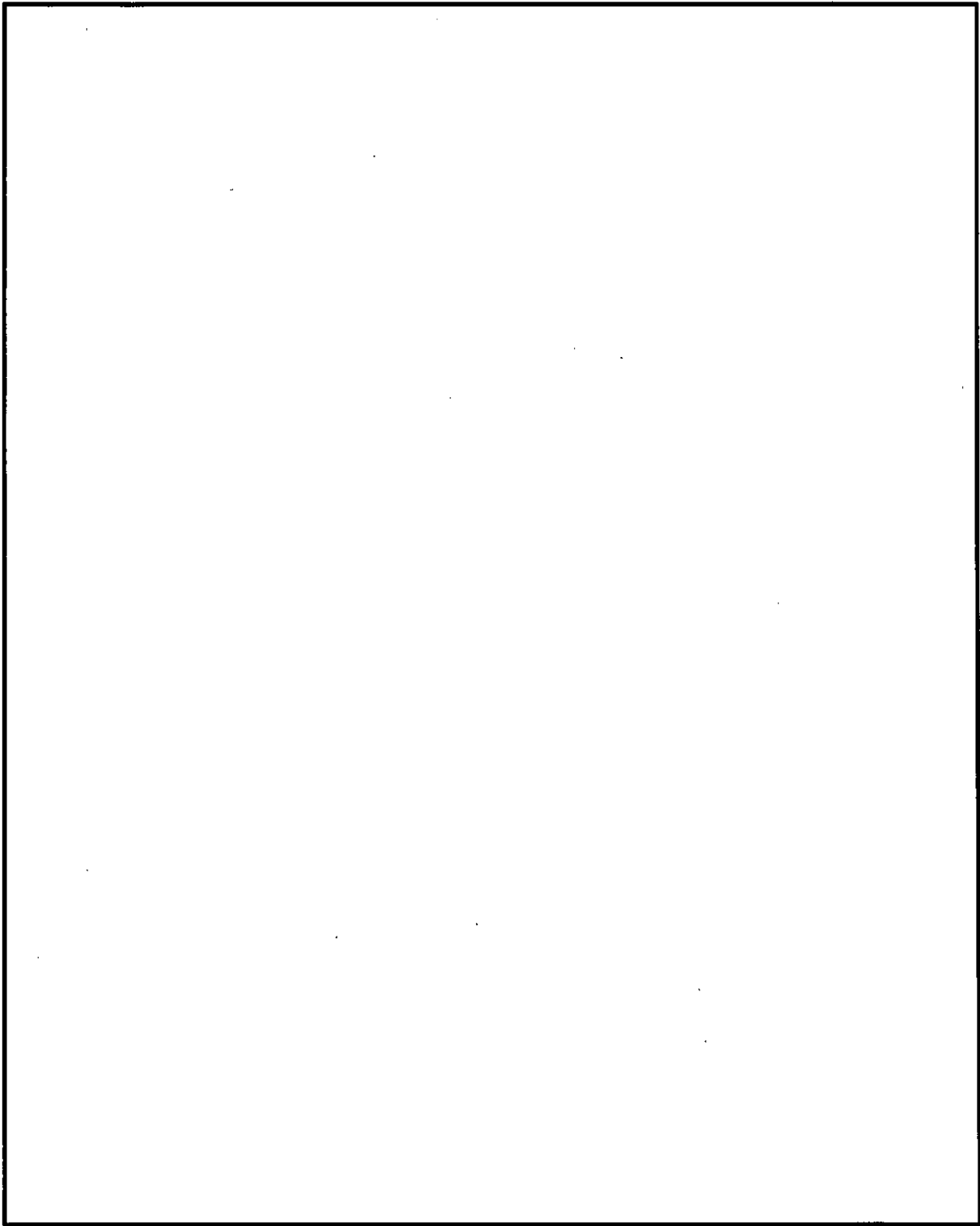
b) トラニオン有モデル

c) トラニオン無モデル

別紙 5-2 図 線量当量率等高線分布
(配置 (i) の中性子)

別紙 5-4

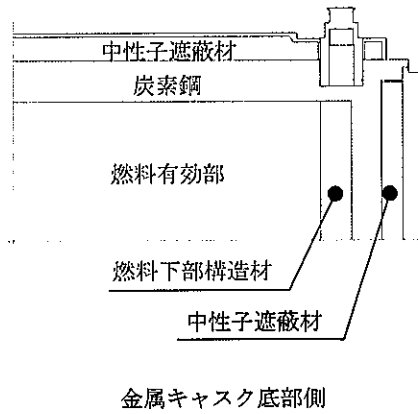
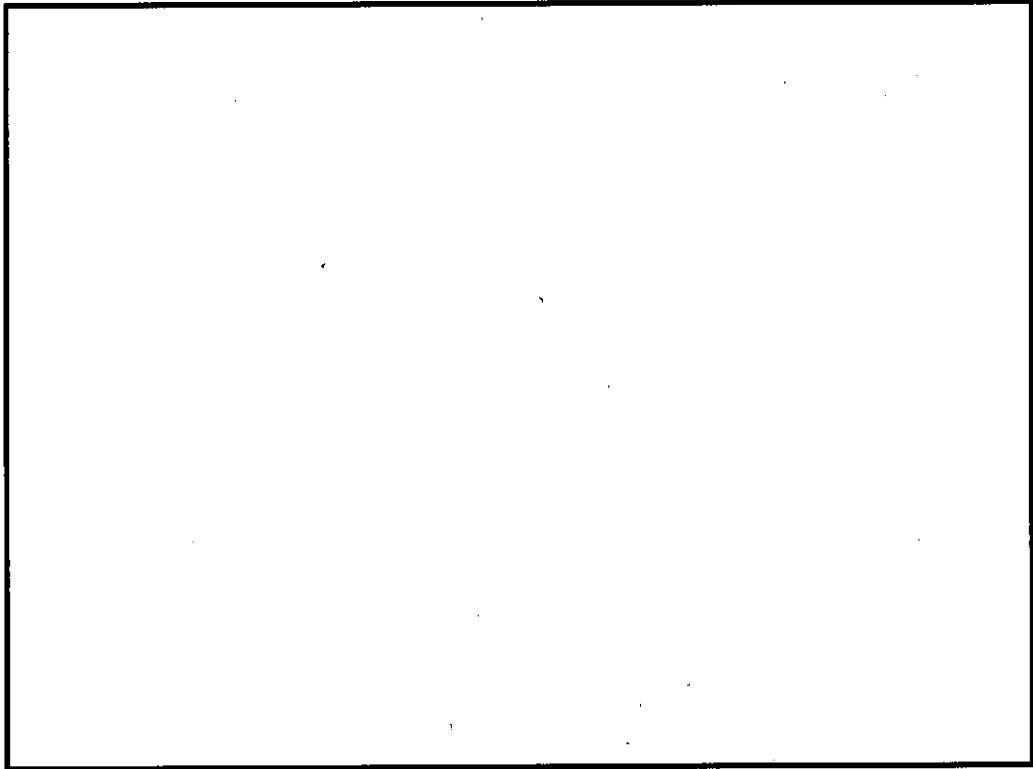
内は商業機密のため、非公開とします。



別紙 5-3 図 底部トランニオン三次元計算モデル
(配置(i))

別紙 5-5

内は商業機密のため、非公開とします。



別紙 5-4 図 表面の線量当量率分布(底部トランニオン部近傍)
(配置(i))

別紙 5-6

内は商業機密のため、非公開とします。

別紙 5-1 表 計算条件

項目		条件	
計算方法		二次元計算	三次元計算
解析コード		DOT3.5	MCNP5
解析手法		Sn 法	モンテカルロ法
断面積ライブラリ		DLC23/CASK (中性子 22 群, ガンマ線 18 群)	FSXLIB-J33(中性子) MCPLIB02(ガンマ線) (連続エネルギー)
線源 スペクトル	燃料有効部 ガンマ線	ORIGEN2 の 18 群構造の評価 値を DLC23/CASK の 18 群構 造にエネルギー保存で変換 して指定	ORIGEN2 の 18 群構造の評 価値をそのまま指定
	構造材放射化 ガンマ線	1.17 MeV と 1.33 MeV の該当 するエネルギー群に指定	1.17 MeV と 1.33 MeV を 1:1
	中性子	Pu-239 核分裂スペクトル (22 群データ)	Pu-239 核分裂スペクトル (連続エネルギー-Watt 型)
評価方法		金属キャスク表面外側の 1 cm 厚さの空気メッシュの値	点検出器タリー *1 (トラニオン表面から 5 mm 位置)
分散低減法		—	ウェイト・ウィンドウ *1

注記*1：セル分割をしてセルごとに設定したウェイト・ウィンドウを使った点検出器タリーの妥当性の確認内容を別紙 5-2 表に示す。

別紙 5-2 表 分散低減手法を使った点検出器タリーの妥当性確認内容

項目	内容
セルの大きさ	セルごとのウェイト・ウィンドウを設定するため、大きな領域に対してはセルを分割している。隣接セルの設定値の差が大きくなり過ぎないように設定する観点で、透過方向にセルを分割しており、その厚さは二次元計算結果を基に、隣接するセル間の減衰率が 1/4 以内を目安に設定している（マニュアルに記載されている隣接セル間のウェイト・ウィンドウ設定値の考え方を考慮）。なお、透過方向以外は減衰が小さいため、構造物や線源が変化する位置に合わせて分割している。
評価点に寄与した粒子の位置	点検出器は衝突後の粒子を延長して評価するため、粒子が評価点に実際に到達しなくても数値が得られることもあることから、粒子が評価点近傍に届いていることを確認するため、評価点に寄与した粒子の存在するセルを確認している。評価点近傍のセルが最も多く評価点に寄与しており、評価点から離れるほど寄与が小さくなる傾向であるため計算値は妥当と判断している。
線量分布	点検出器タリーと併せて、粒子が実際に到達しなければ評価できないトラックレングス・エスティメータであるメッシュタリーを使って周辺の分布を評価している。両タリーとも同等の結果が得られており、点検出器の分散低減手法を妥当と判断している。 また、不連続となるような不自然な分布がないことを確認している。
相対標準偏差	相対標準偏差はマニュアル判断基準の 5 %以下を満足している。

別紙 5-3 表 金属キャスクの底部トランニオン表面における線量当量率
(配置(i))

(単位: $\mu\text{Sv/h}$)



注記*1: 三次元計算の計算条件を以下に示す。

- ・計算コードは MCNP5, ライブラリは FSXLIB-J33 及び MCPLIB02 を使用
- ・モデルは別紙 5-3 図参照

二次元輸送計算コードで使用する断面積ライブラリについて

HDP-69B(B)型の線量当量率評価は、最も実績のある手法である二次元輸送計算コード DOT3.5 と断面積ライブラリ DLC-23/CASK の組合せを採用している。しかし、このライブラリは鉄等の共鳴領域の反応を補正する自己遮蔽因子を考慮していないことから、鉄透過の際に中性子線量率を過小評価することが知られている。このため、共鳴領域の自己遮蔽因子を考慮できる新しいライブラリ MATXSLIB-J33 を用いた評価も実施した。

1. 遮蔽解析条件

ライブラリ以外の計算条件は DLC-23/CASK を使った計算と同一とした。

炭素鋼の組成については DLC-23/CASK を使った計算と同様に微量元素を無視したが、DLC-23/CASK ではデータがなかったため無視していたほう素の同位体(B-11)については、MATXSLIB-J33 ではデータが存在するため考慮した。

2. 遮蔽解析結果

新しいライブラリ MATXSLIB-J33 を用いた場合と、DLC-23/CASK を用いた場合の線量当量率評価結果を別紙 6-1 表及び別紙 6-2 表に示す。別紙 6-1 表、別紙 6-2 表は、それぞれ配置 (i)、配置 (ii) の評価結果である。評価方向ごとの最大線量当量率を与える位置を別紙 6-1 図に示す。評価方向ごとの最大線量当量率を与える位置は、配置 (i)、(ii) とともに同じ位置である。

以上より、MATXSLIB-J33 を使用した場合でも表面及び表面から 1m 離れた位置における線量当量率が、それぞれ 2mSv/h 及び 100 μ Sv/h 以下となることを確認した。

別紙6-1表 線量当量率評価結果の比較(配置(i))

(単位: $\mu\text{Sv/h}$)

評価点			頭 部						側 部 中 央		底 部					
			軸方向		径方向		径方向 (トランニオン部)				径方向		径方向 (トランニオン部)		軸方向	
			①		③a		③b				⑤		⑦a		⑦b	
ライブラリ*3			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
表面	ガンマ線	燃料有効部	0.1	0.1	0.5	0.3	0.5	0.3	95.8	70.6	1.3	0.9	24.2	17.5	3.0	2.0
		構造材放射化	4.9	3.9	132.5	169.7	110.4	118.2	< 0.1*1	< 0.1*1	12.8	9.8	63.2	47.6	19.1	13.3
		二次ガンマ線	0.7	0.6	2.0	2.6	2.1	2.7	26.9	36.9	4.6	7.8	7.8	10.8	2.3	3.2
	中性子	188.2	296.3	253.9	347.2	505.2	770.1	72.7	87.8	706.9	1445.7	1012.5	1735.1	265.9	598.4	
	合計	193.9	300.9	388.9	519.8	618.2	891.3	195.5	195.4	725.6	1464.2	<u>1107.7</u> *2	<u>1811.0</u> *2	290.3	616.9	
評価点			②		④a		④b		⑥		⑧a		⑧b		⑩	
ライブラリ*3			A	B	A	B*4	A	B*4	A	B	A	B*4	A	B	A	B
表面から1m	ガンマ線	燃料有効部	0.5	0.3	12.9	8.9 (2.6)	12.9	8.9 (3.2)	40.5	29.6	21.2	15.4 (0.8)	21.2	15.4	3.9	2.9
		構造材放射化	45.6	45.4	24.0	20.4 (27.1)	24.0	20.4 (26.2)	0.7	0.5	8.1	6.3 (8.8)	8.1	6.3	59.3	44.9
		二次ガンマ線	0.2	0.2	3.1	4.3 (2.0)	3.1	4.3 (2.2)	10.5	14.3	5.3	7.3 (0.6)	5.3	7.3	0.9	1.0
	中性子	28.7	52.7	17.3	23.0 (38.4)	20.9	30.5 (39.1)	26.2	32.2	13.4	16.7 (53.8)	24.5	40.8	16.2	31.4	
	合計	75.0	<u>98.6</u> *2	57.3	56.6 (70.1)	60.9	64.1 (70.7)	77.9	76.6	48.0	45.7 (64.0)	59.1	69.8	<u>80.3</u> *2	80.2	

注記*1: “<0.1” の値は, “0.1” として合計値に合算した。

*2: 下線で示す値は, 表面及び表面から 1m 離れた位置における線量当量率の最大値である。

*3: DLC-23/CASK を用いた評価を A, MATXSLIB-J33 を用いた評価を B とする。

*4: A と B で評価方向ごとの最大値を与える位置が異なる(別紙 6-1 図参照)。A と同じ評価位置における結果を示し, () 内には B の評価位置における結果を示す。

別紙 6-2 表 線量当量率評価結果の比較(配置(ii))

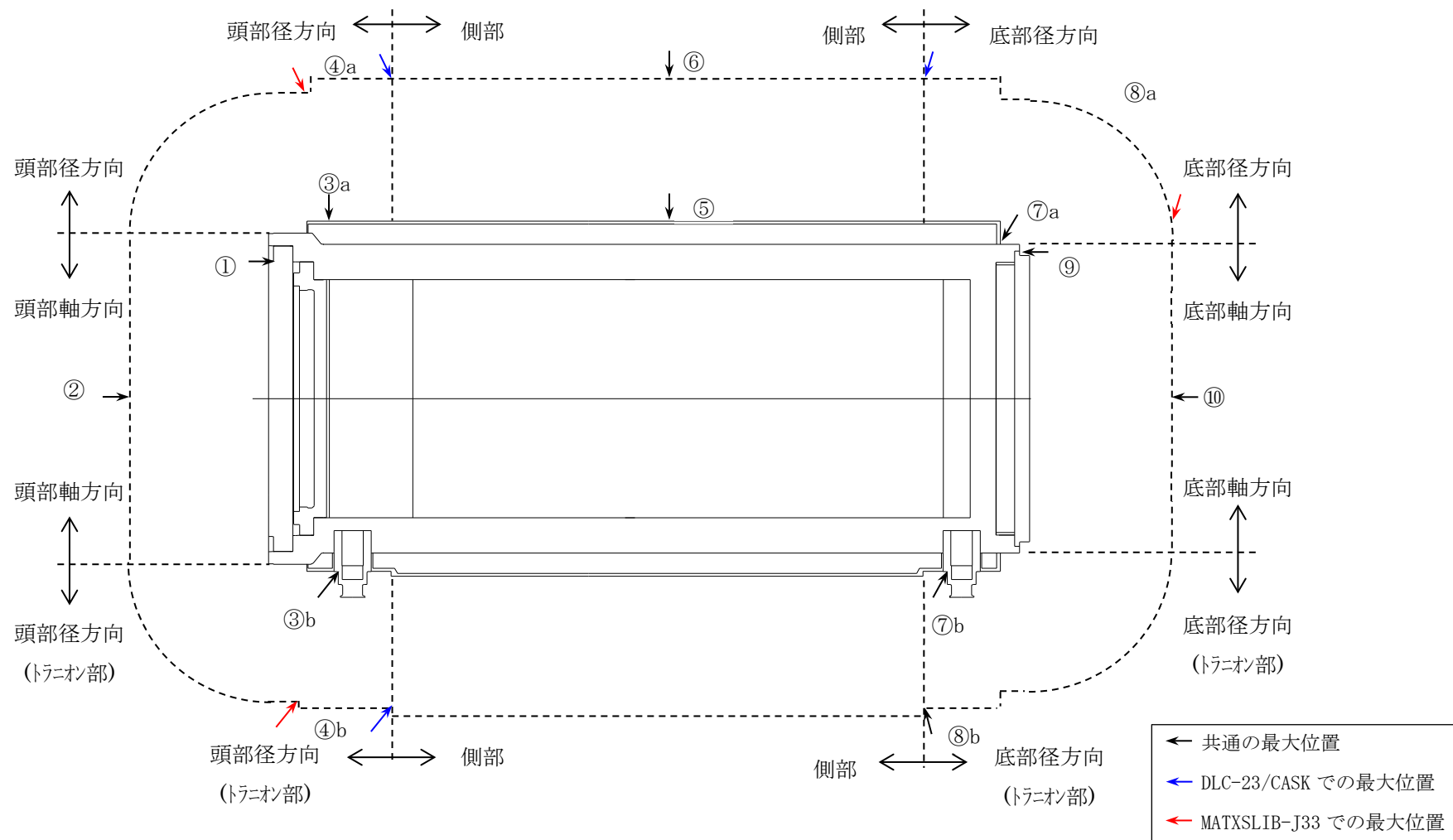
(単位: $\mu\text{Sv/h}$)

評価点			頭 部						側 部 中 央		底 部					
			軸方向		径方向		径方向 (トランニオン部)				径方向		径方向 (トランニオン部)		軸方向	
			①		③a		③b				⑤		⑦a		⑦b	
ライブラリ*2			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
表面	ガンマ線	燃料有効部	0.1	< 0.1*1	0.4	0.2	0.4	0.2	80.9	59.1	0.7	0.5	14.4	10.1	1.7	1.1
		構造材放射化	3.7	2.3	100.1	73.8	83.5	62.5	< 0.1*1	< 0.1*1	8.7	6.6	43.4	32.6	13.0	9.1
		二次ガンマ線	0.8	0.8	2.5	3.1	2.6	3.4	29.4	39.8	3.9	6.6	6.7	9.4	1.9	2.7
	中性子	230.2	362.6	313.2	430.1	626.2	954.1	81.7	98.8	587.3	1189.5	859.4	1469.0	221.0	491.9	
	合計	234.8	365.8	416.2	507.2	712.7	1020.2	192.1	197.8	600.6	1203.2	923.9	1521.1	237.6	504.8	
評価点			②		④a		④b		⑥		⑧a		⑧b		⑩	
ライブラリ*2			A	B	A	B*3	A	B*3	A	B	A	B*3	A	B	A	B
表面から1m	ガンマ線	燃料有効部	0.3	0.2	11.4	8.1 (2.3)	11.4	8.1 (2.9)	33.1	24.0	16.5	11.8 (0.4)	16.5	11.8	2.1	1.5
		構造材放射化	38.4	28.4	18.5	13.4 (15.4)	18.5	13.4 (15.5)	1.5	1.1	5.6	4.3 (6.6)	5.6	4.3	48.1	36.5
		二次ガンマ線	0.2	0.2	3.9	5.3 (2.5)	3.9	5.3 (2.7)	10.9	14.7	5.1	6.9 (0.5)	5.1	6.9	0.7	0.9
	中性子	34.6	63.7	21.2	28.4 (47.0)	25.7	37.7 (48.1)	28.7	35.1	12.5	15.6 (44.2)	22.0	35.8	13.0	24.9	
	合計	73.5	92.5	55.0	55.2 (67.2)	59.5	64.5 (69.2)	74.2	74.9	39.7	38.6 (51.7)	49.2	58.8	63.9	63.8	

注記*1: “<0.1”の値は, “0.1”として合計値に合算した。

*2: DLC-23/CASK を用いた評価をA, MATXSLIB-J33 を用いた評価をBとする。

*3: AとBで評価方向ごとの最大値を与える位置が異なる(別紙6-1図参照)。Aと同じ評価位置における結果を示し, ()内にはBの評価位置における結果を示す。



注記*1: ①～⑩は評価方向ごとの最大線量当量率位置を示しており、評価結果を別紙 6-1 表に示す。

別紙 6-1 図 線量当量率評価位置の比較(配置(i), (ii))