

Doc No. 18-180-I-011 Rev. 1

2021年6月10日

トランスニュークリア株式会社

補足説明資料 1-1

TK-26 型の臨界防止設計に関する説明資料

本資料のうち、枠囲いの内容は、商業機密等に属しますので公開できません。

目 次

1. 設計方針	1-1
2. 臨界防止機能に関する構造及び評価.....	2-2

別紙 1 乾燥状態での TK-26 型の臨界解析について

別紙 2 冠水状態での TK-26 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 (6.2.1) を用い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

1. 設計方針

TK-26 型は、使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持するための中性子吸収機能を有するバスケット格子により臨界を防止する設計とする。

また、TK-26 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 TK-26 型に使用済燃料集合体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。

バスケット格子は、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料集合体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。

2. 臨界防止機能に関する構造及び評価

(1) 臨界防止機能に関する構造

TK-26 型の仕様を第 1 表に示す。

TK-26 型は、臨界防止のため以下の配慮を行う。

- a. 使用済燃料集合体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集合体を所定の幾何学的配置に維持する設計とする。（補足説明資料 1-5「TK-26 型の構成部材の経年変化に関する説明資料」参照）
- b. バスケットは、中性子吸収機能を有するバスケット格子構造である。（第 1 図参照）

(2) 臨界解析

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を防止する設計とする。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 ($k_{\text{eff}}+3\sigma \leq 0.95$) であることとする。

TK-26 型は、使用済燃料集合体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、密封性能を有した複数の蓋を有しており、TK-26 型内に水が浸入することはなく、貯蔵中は TK-26 型内は乾燥状態であるが、原子力発電所における TK-26 型への使用済燃料集合体収納時に冠水することから、乾燥状態及び冠水状態の評価を実施する。（別紙 1 及び別紙 2 参照）

TK-26 型の臨界解析フローを第 2 図に示す。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、TK-26 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る。

使用済燃料集合体の仕様を第 2 表に示す。臨界評価に用いる使用済燃料集合体の仕様は 17×17 燃料 48,000Mwd/t 型 (A 型) 及び 15×15 燃料 48,000Mwd/t 型 (A 型) の新燃料とする。（別紙 5 参照）

評価に当たっては、TK-26 型の周囲を完全反射とし、TK-26 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貯蔵容量最大に TK-26 型を配置した条件を包絡した設定とする。ここで、TK-26 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、バスケット格子材厚さ、内のり等のバスケット格子寸法についても公差を考慮する。（別紙 3 参照）

解析コードとして SCALE コードシステム (6.2.1) を用い、燃料棒単位セル計算には XSPROC モジュールを、臨界解析には臨界解析コード KENO-VI を使用する。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 252 群ライブラリデータを使用する。（別紙 4 参照）

(3) 臨界解析結果

解析結果を第 3 表に示す。

乾燥状態及び冠水状態でのTK-26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、0.95を下回ることを確認した。

第1表 TK-26型の仕様

項目	仕様
寸法	全長：約 5.1m 外径：約 2.6m
収納体数	26 体
バスケットの材料	バスケット格子材：ほう素添加アルミニウム合金

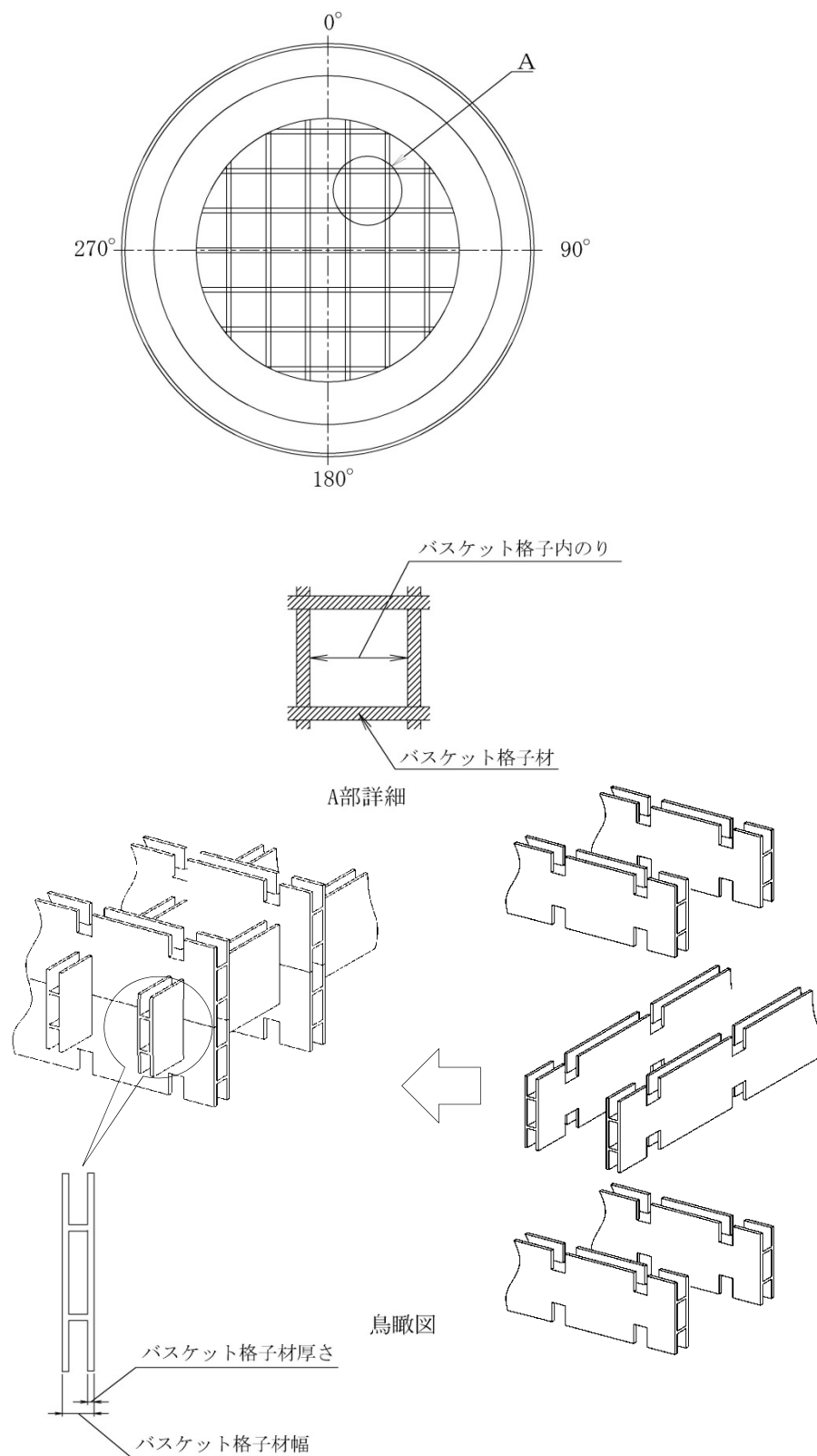
第2表 使用済燃料集合体の仕様

項目	単位	17×17 燃料 39,000MWd/t 型		17×17 燃料 48,000MWd/t 型	
		A 型	B 型	A 型	B 型
燃料材質	—	二酸化ウラン	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-4	ジルカロイ-4	ジルカロイ-4	ジルカロイ-4
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	—	17×17	17×17	17×17	17×17
燃料集合体当たり の燃料棒数	本	264	264	264	264
初期濃縮度	wt%	3.7 以下	3.7 以下	4.2 以下	4.2 以下

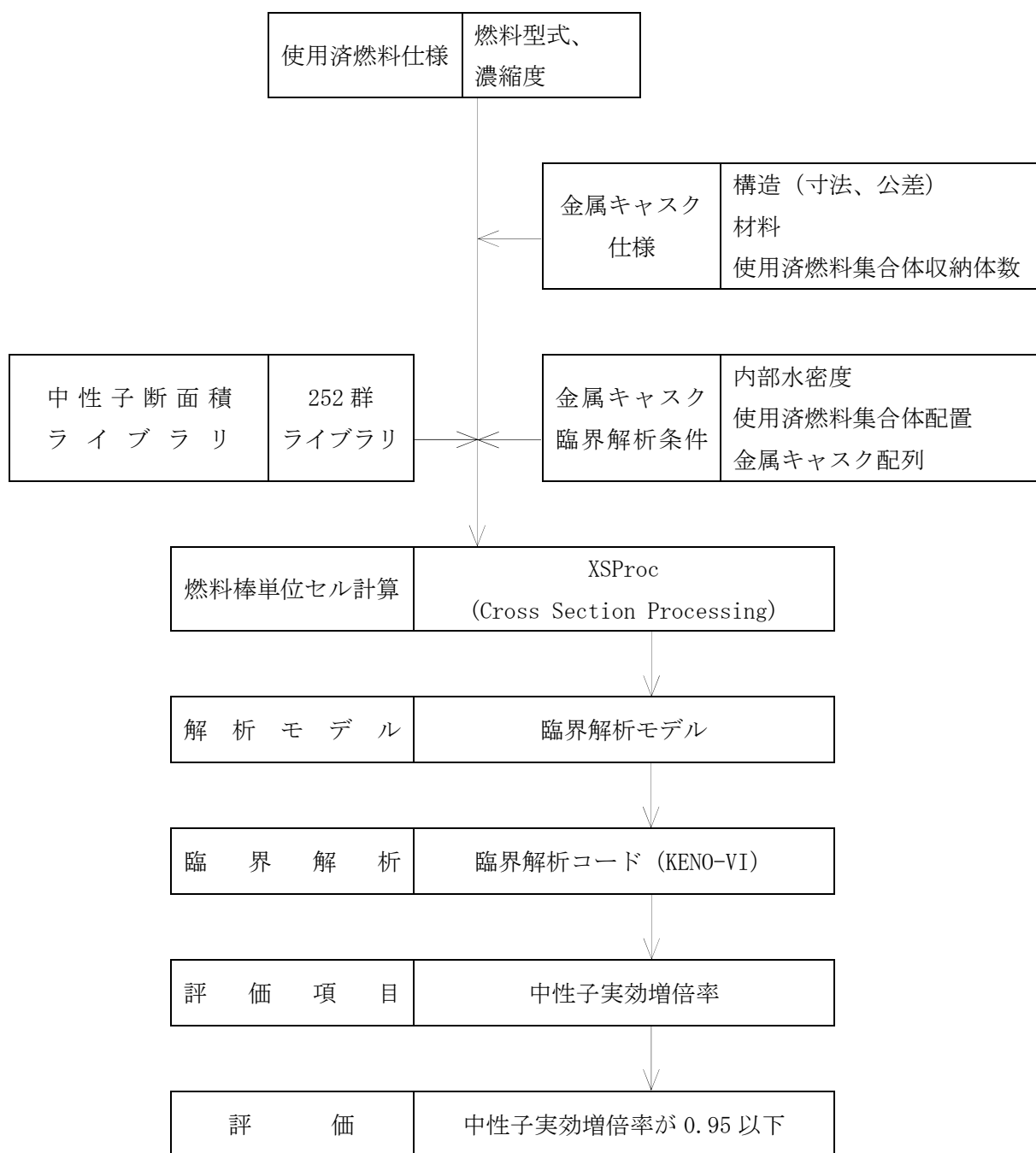
項目	単位	15×15 燃料 39,000MWd/t 型		15×15 燃料 48,000MWd/t 型	
		A 型	B 型	A 型	B 型
燃料材質	—	二酸化ウラン	二酸化ウラン	二酸化ウラン	二酸化ウラン
被覆管材質	—	ジルカロイ-4	ジルカロイ-4	ジルカロイ-4	ジルカロイ-4
燃料密度	%理論密度				
ペレット直径	mm				
燃料有効長	mm				
燃料棒配列	—	15×15	15×15	15×15	15×15
燃料集合体当たり の燃料棒数	本	204	204	204	204
初期濃縮度	wt%	3.5 以下	3.5 以下	4.1 以下	4.1 以下

第3表 TK-26型の臨界解析結果

	17×17 燃料		15×15 燃料	
	乾燥状態	冠水状態	乾燥状態	冠水状態
中性子実効増倍率 ($k_{\text{eff}}+3\sigma$)	0.409	0.914	0.404	0.914
統計誤差 (σ)	<0.001			
判定基準	0.95 以下			



第1図 TK-26型のバスケット構造図



第2図 TK-26型の臨界解析フロー図

乾燥状態での TK-26 型の臨界解析について

TK-26 型は、使用済燃料集合体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、密封性能を有した複数の蓋を有しており、TK-26 型内に水が浸入することはなく、TK-26 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。）を行うこととする。

1. 収納物

TK-26 型に収納する使用済燃料集合体は照射済のものであるが、濃縮度は未照射のままの減損していない値を用い、安全側の仮定とする。また、燃料集合体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場合があるが、熱中性子吸収効果のあるガドリニアの存在を無視する。さらに、使用済燃料集合体はバーナブルポイズン集合体を挿入した状態で収納される場合があるが、熱中性子吸収効果のあるバーナブルポイズン集合体を無視する。

臨界解析は、収納対象である使用済燃料集合体のうち、別紙 1-1 表に示す 17×17 燃料 48,000Mwd/t 型（A 型）及び 15×15 燃料 48,000Mwd/t 型（A 型）に対して実施した。使用済燃料集合体の燃料棒配置を別紙 1-1 図に示す。

2. 解析モデル

TK-26 型の乾燥時臨界解析条件を別紙 1-2 表に示す。また、乾燥時臨界解析モデルを別紙 1-2 図及び別紙 1-3 図に示す。

3. 解析結果

解析結果を別紙 1-3 表に示す。

別紙 1-1 表 臨界解析用の使用済燃料集合体の仕様

項目	単位	仕様	仕様
燃料集合体の種類	—	17×17 燃料 48,000MWd/t 型 (A 型)	15×15 燃料 48,000MWd/t 型 (A 型)
燃料材質	—	二酸化ウラン	二酸化ウラン
被覆管材質	—	ジルコニウム ^(注1)	ジルコニウム ^(注1)
燃料密度	%理論密度		
燃料棒直径	mm		
燃料ペレット直径	mm		
被覆管内厚	mm		
燃料有効長	mm		
燃料棒配列	—	17×17	15×15
燃料集合体当たり の燃料棒数	本	264	204
燃料棒ピッチ	mm		
燃料集合体の幅	mm		
濃縮度	wt%	4.2	4.1

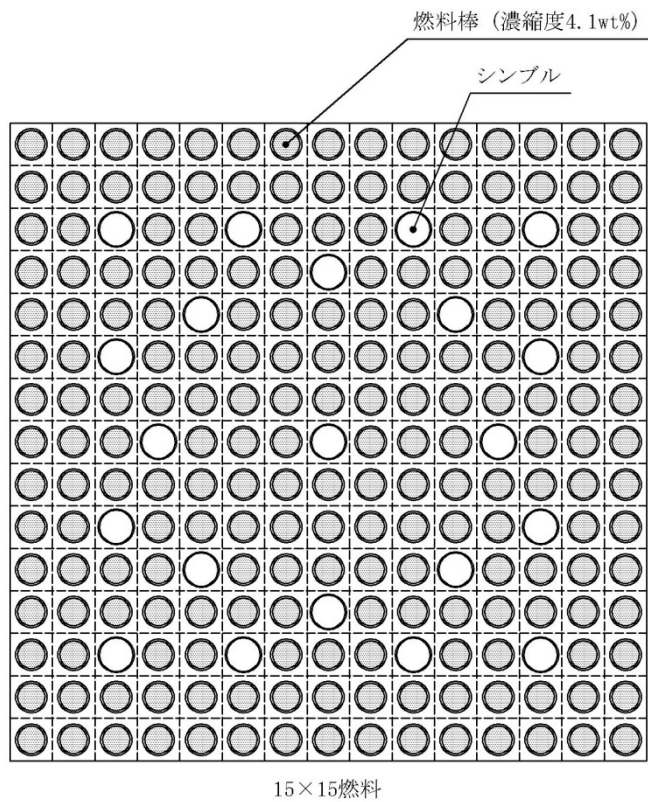
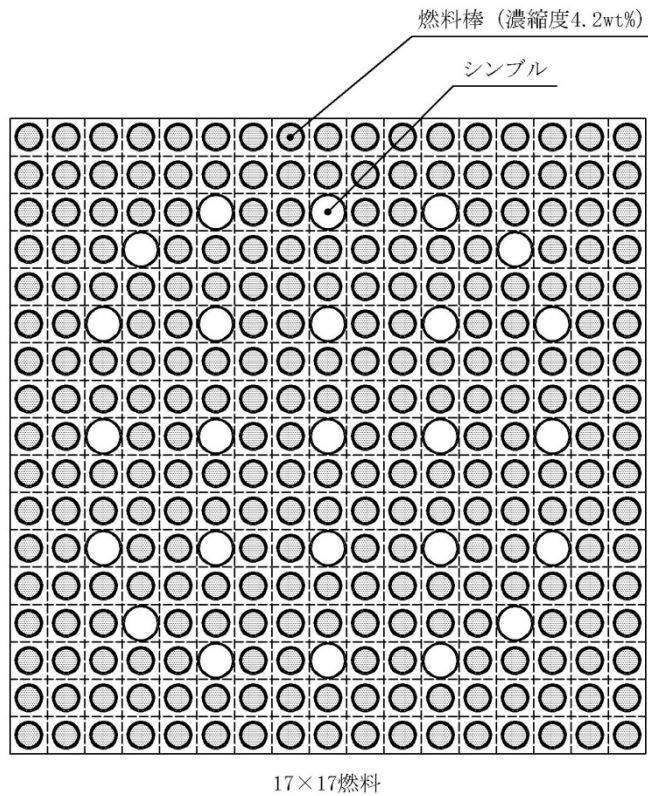
(注1) 実際の仕様はジルコニウム合金 (ジルカロイ-4) であるが、解析上は純度 100%のジルコニウムとして扱う。なお、他の合金成分 (スズ等) は中性子吸収効果がジルコニウムより大きいため、この取り扱いは保守的である。

別紙 1-2 表 乾燥時臨界解析条件

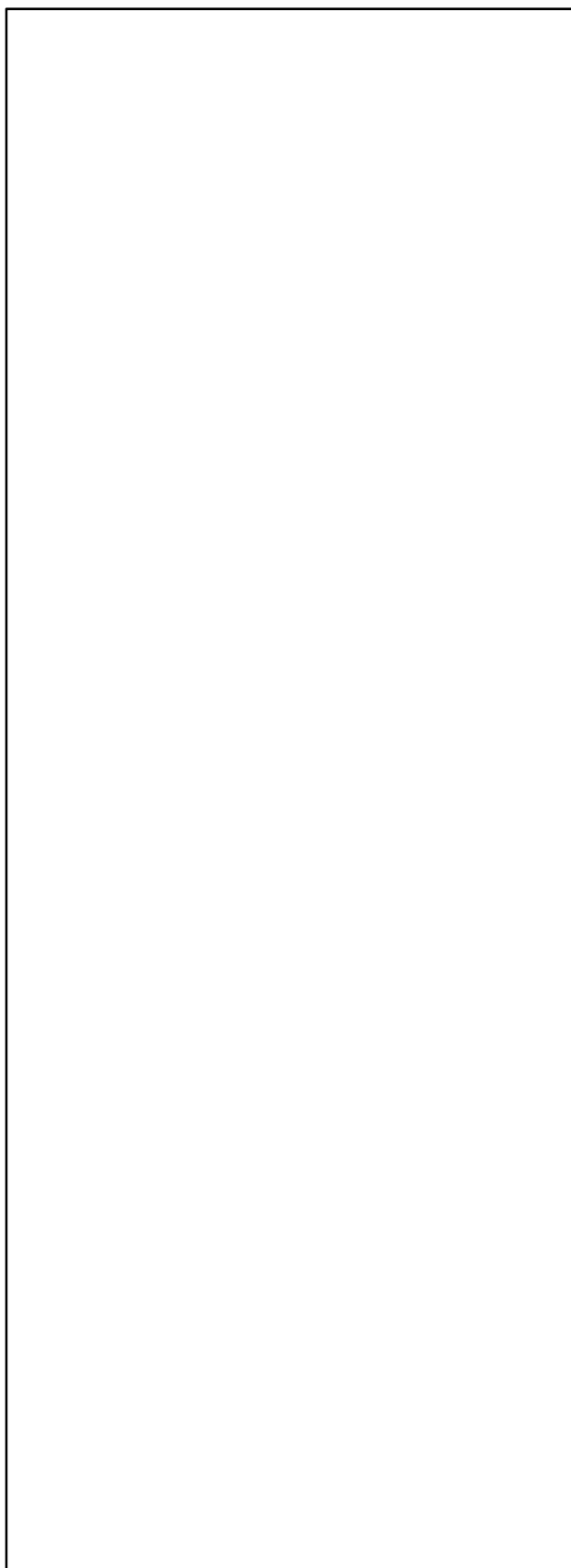
項目		乾燥時臨界解析条件	
臨界解析の方法		TK-26 型の中性子実効増倍率は、燃料棒単位セル計算により求まる核定数を用い、TK-26 型の実形状をモデル化し、臨界解析コードを使用	
解析コード		SCALE コードシステム 6.2.1 ・燃料棒単位セル計算：XSPROC モジュール ・臨界解析：臨界解析コード KENO-VI（中性子ヒストリー数 <input type="text"/>) ・断面積ライブラリ：SCALE コードシステム 6.2.1 の内蔵ライブラリデータのひとつである 252 群ライブラリデータ	
解析条件	収納物	17×17 燃料	15×15 燃料
	濃縮度	4.2wt%	4.1wt%
	収納体数	26 体	
	燃料配置	TK-26 型中心偏向配置（別紙 1-3 図参照）	
	バスケット格子材寸法 （別紙 2-2 図、別紙 2-3 図参照）	バスケット格子材厚さ、バスケット格子材幅、バスケット格子内のりの寸法は公差を考慮 バスケット格子材厚さ：最小 (<input type="text"/>) バスケット格子材幅：最小 (<input type="text"/>) バスケット格子内のり：最小 (<input type="text"/>)	
	TK-26 型内雰囲気	真空	
	TK-26 型外雰囲気	真空	
	TK-26 型配列	無限配列（TK-26 型周囲は完全反射境界条件）	
	使用済燃料集合体構造材	真空に置換	
	ほう素添加量	中性子吸収材に含まれるほう素添加量を仕様上の下限値に設定 (¹⁰ B： <input type="text"/> 質量%)	
	バーナブルポイズン集合体	無し	
	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	一次蓋及び二次蓋を考慮	

別紙 1-3 表 乾燥時臨界解析結果

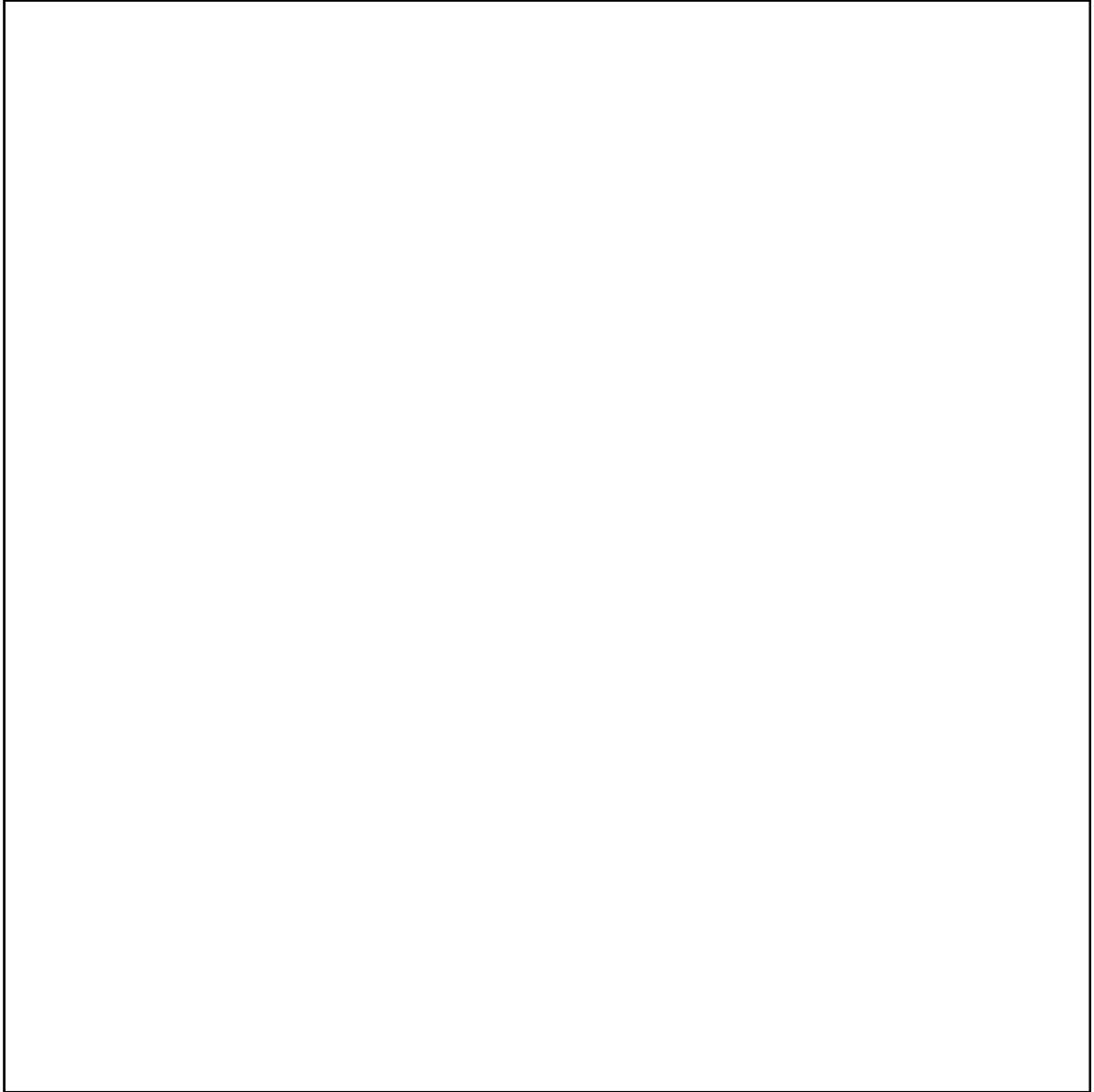
	17×17 燃料	15×15 燃料
中性子実効増倍率 (k_{eff})	0.409	0.403
統計誤差 (σ)	<0.001	<0.001
中性子実効増倍率 ($k_{eff}+3\sigma$)	0.409	0.404



別紙 1-1 図 臨界解析における燃料棒配置



別紙 1-2 図 乾燥時臨界解析モデル (縦断面図)



別紙 1-3 図 乾燥時臨界解析モデル (燃料領域横断面図)

冠水状態での TK-26 型の臨界解析について

原子力発電所において、TK-26 型に使用済燃料集合体を収納するに当たり、使用済燃料集合体が冠水することから冠水状態も考慮し、TK-26 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。）を行う。

1. 収納物

収納物条件は別紙 1 に示す乾燥時臨界解析と同一である。

2. 解析モデル

TK-26 型の冠水時臨界解析条件を別紙 2-1 表に示す。また、冠水時臨界解析モデルを別紙 2-1 図～別紙 2-3 図に示す。

3. 解析結果

解析結果を別紙 2-2 表に示す。

別紙 2-1 表 冠水時臨界解析条件

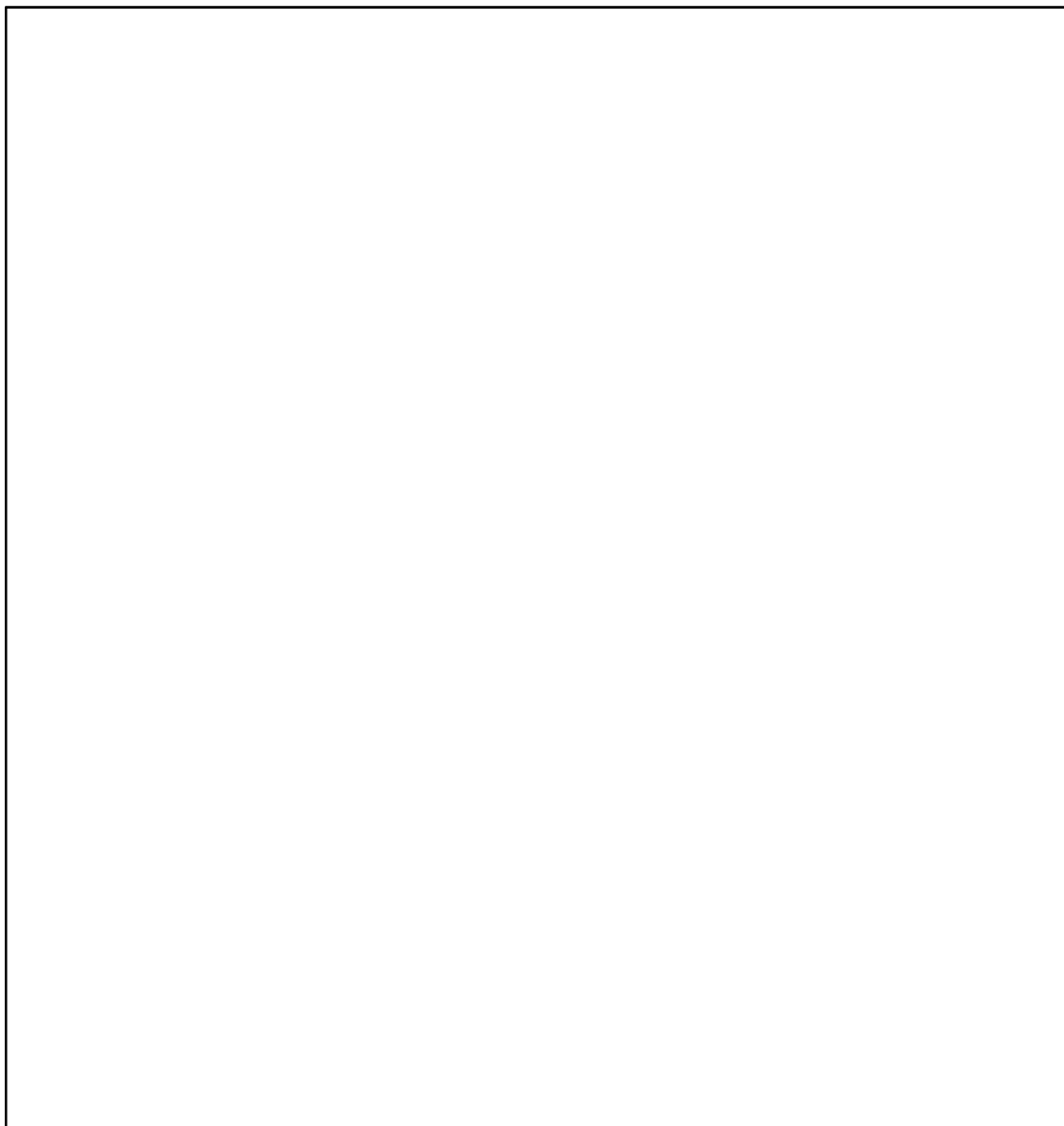
項目		乾燥時臨界解析条件	
臨界解析の方法		TK-26 型の中性子実効増倍率は、燃料棒単位セル計算により求まる核定数を用い、TK-26 型の実形状をモデル化し、臨界解析コードを使用	
解析コード		SCALE コードシステム 6.2.1 ・燃料棒単位セル計算：XSProc モジュール ・臨界解析：臨界解析コード KENO-VI（中性子ヒストリー数 <input type="text"/>) ・断面積ライブラリ：SCALE コードシステム 6.2.1 の内蔵ライブラリデータのひとつである 252 群ライブラリデータ	
解析条件	収納物	17×17 燃料	15×15 燃料
	濃縮度	4.2wt%	4.1wt%
	収納体数	26 体	
	燃料配置	バスケット格子中央配置 (別紙 2-2 図参照)	TK-26 型中心偏向配置 (別紙 2-3 図参照)
	バスケット格子材寸法 (別紙 2-2 図、別紙 2-3 図参照)	バスケット格子材厚さ、バスケット格子材幅、バスケット格子内のりの寸法は公差を考慮	
		バスケット格子材厚さ	：最大 <input type="text"/>
		バスケット格子材幅	：最小 <input type="text"/>
		バスケット格子内のり	：最大 <input type="text"/>
	TK-26 型内雰囲気	純水冠水（水密度 1.0g/cm ³ ） (別紙 2-4 図参照)	
	TK-26 型外雰囲気	真空	
	TK-26 型配列	無限配列（TK-26 型周囲は完全反射境界条件）	
	使用済燃料集合体構造材	純水に置換	
ほう素添加量	中性子吸収材に含まれるほう素添加量を仕様上の下限値に設定 (¹⁰ B： <input type="text"/> 質量%)		
バーナブルポイズン集合体	無し		
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	一次蓋及び二次蓋を考慮		

別紙 2-2 表 冠水時臨界解析結果

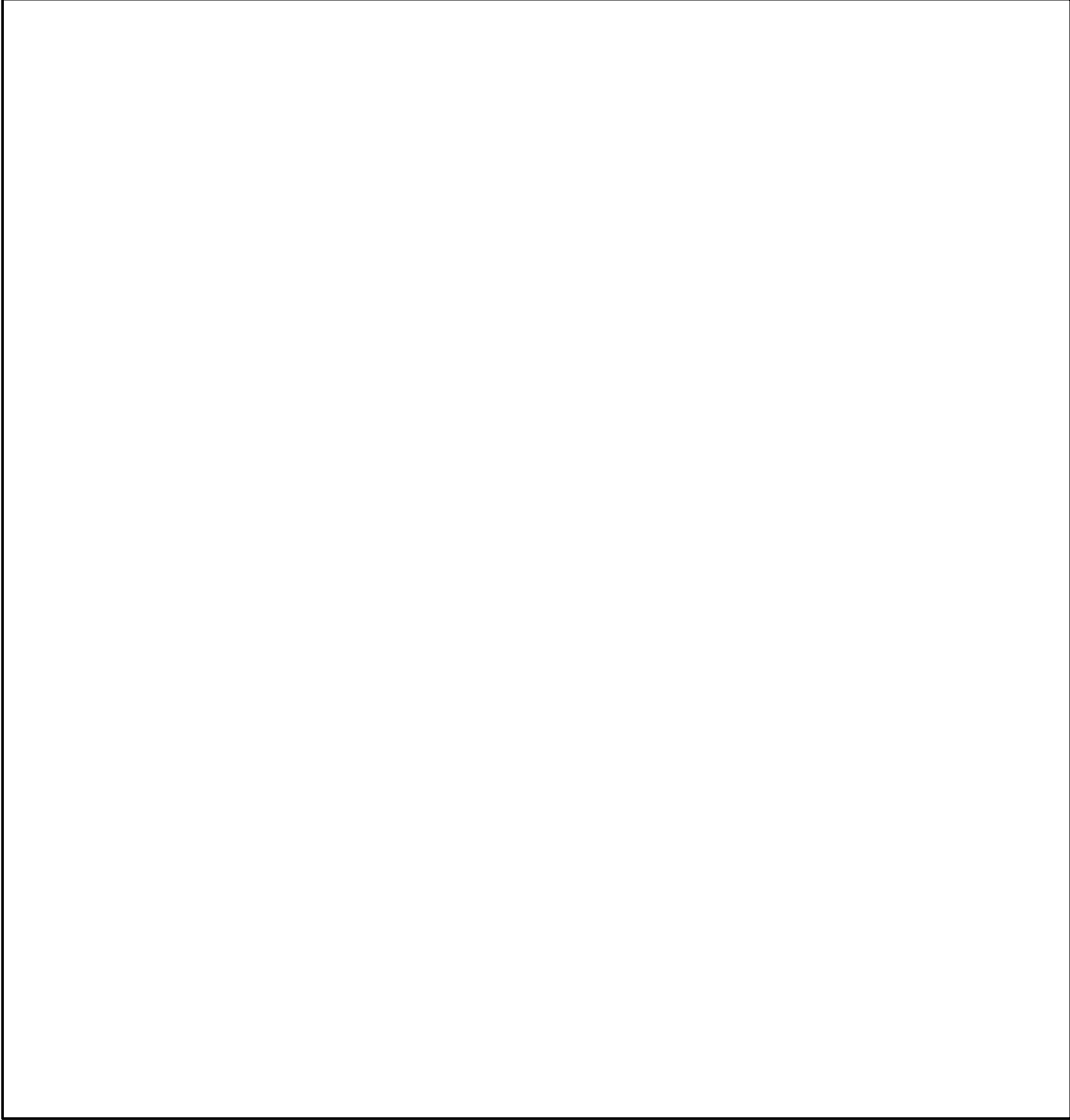
	17×17 燃料	15×15 燃料
中性子実効増倍率 (k_{eff})	0.912	0.913
統計誤差 (σ)	<0.001	<0.001
中性子実効増倍率 ($k_{\text{eff}}+3\sigma$)	0.914	0.914



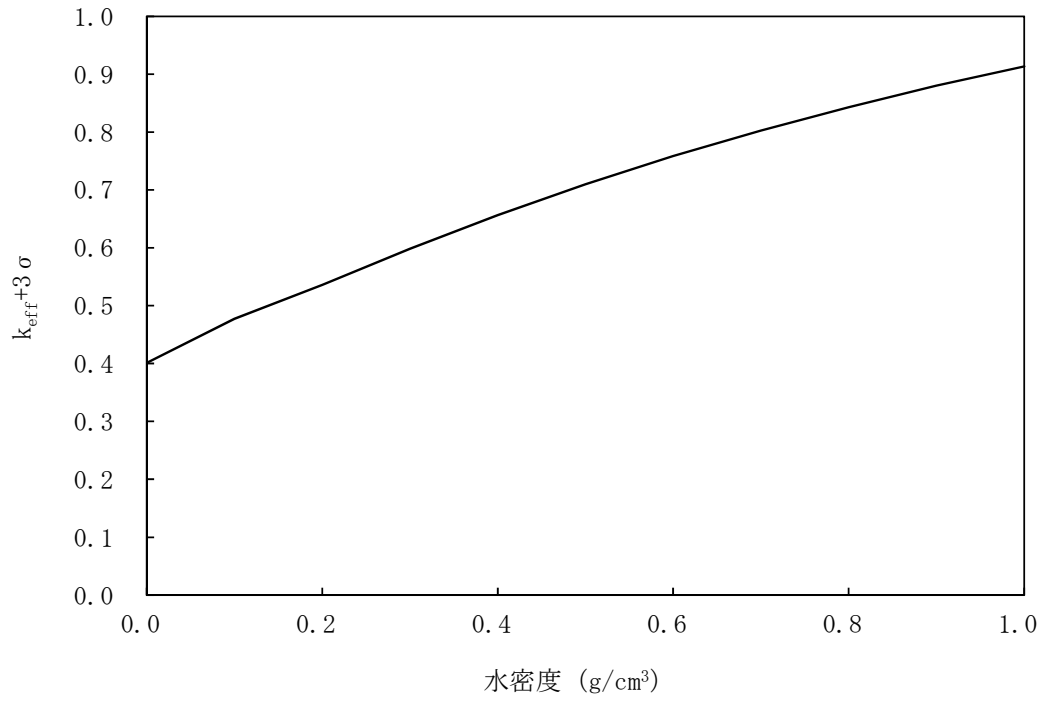
別紙 2-1 図 冠水時臨界解析モデル（縦断面図）



別紙 2-2 図 冠水時臨界解析モデル (燃料領域横断面図、17×17 燃料)



別紙 2-3 図 冠水時臨界解析モデル (燃料領域横断面図、15×15 燃料)



別紙 2-4 図 TK-26 型内雰囲気感度解析結果

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、冠水時臨界解析条件のうち、燃料配置、バスケット格子寸法、TK-26 型外雰囲気については、別紙 3-2 表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。

別紙 3-1 表 (1/2) 臨界解析における条件設定根拠

項目	乾燥時臨界解析における条件設定根拠	冠水時臨界解析における条件設定根拠	
濃縮度	以下のように初期濃縮度の最大値としている。 17×17 燃料：4.2wt% 15×15 燃料：4.1wt%		
燃料配置	使用済燃料集合体が最も集中する配置となる、TK-26 型中心偏向配置としている。	17×17 燃料	15×15 燃料
		実効増倍率が最大となるバスケット格子中央配置としている。	実効増倍率が最大となる TK-26 型中心偏向配置としている。
バスケット格子材寸法	バスケット格子材厚さ：中性子吸収材による中性子吸収効果が小さくなる、バスケット格子材厚さ最小としている。	バスケット格子材厚さ：冠水時に水で満たされる中空部における中性子の減速効果を少なくすることで、熱中性子が減少し、中性子吸収材による中性子吸収効果が小さくなるので、バスケット格子材厚さ最大としている。	
	バスケット格子材幅：隣接する使用済燃料集合体までの距離が短くなる、バスケット格子材幅を最小としている。		
	バスケット格子内のり：隣接する使用済燃料集合体までの距離が短くなる、バスケット格子内のり最小としている。	バスケット格子内のり：実効増倍率が最大となるバスケット格子内のり最大としている。	
TK-26 型内雰囲気	真空としている。	中性子減速効果が大きくなる、水密度最大の 1.0g/cm ³ としている。	
TK-26 型外雰囲気	解析モデルを完全反射境界として TK-26 型外部に漏れ出た中性子が減速及び吸収されることなく反射して TK-26 型内部へ戻る、真空環境としている。		
TK-26 型配列	解析モデルを TK-26 型に外接する四角柱表面で完全反射とすることにより、TK-26 型が無限に並ぶ配列としている。		

別紙 3-1 表 (2/2) 臨界解析における条件設定根拠

項目	乾燥時臨界解析における条件設定根拠	冠水時臨界解析における条件設定根拠
使用済燃料集合体構造材	ステンレス鋼製の上・下部ノズル部及びプレナム部は、中性子吸収効果を小さくするため、真空としている。	ステンレス鋼製の上・下部ノズル部及びプレナム部は、中性子減速効果がある純水としている。
ほう素添加量	中性子吸収材に含まれるほう素添加量は仕様上の下限値としている。 TK-26 型に収納される使用済燃料集合体の全中性子束は約 $8 \times 10^5 (\text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$ であり、安全側に全中性子束を用いて評価すると設計貯蔵期間経過後の中性子吸収材に含まれるほう素の減損割合は 10^{-6} 程度であり、劣化は無視し得るレベルである。	
バーナブルポイズン集合体	中性子吸収効果のあるバーナブルポイズン集合体は無視している。	
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ている。	
蓋	貯蔵中は一次蓋及び二次蓋により密閉されるためモデル化している。	

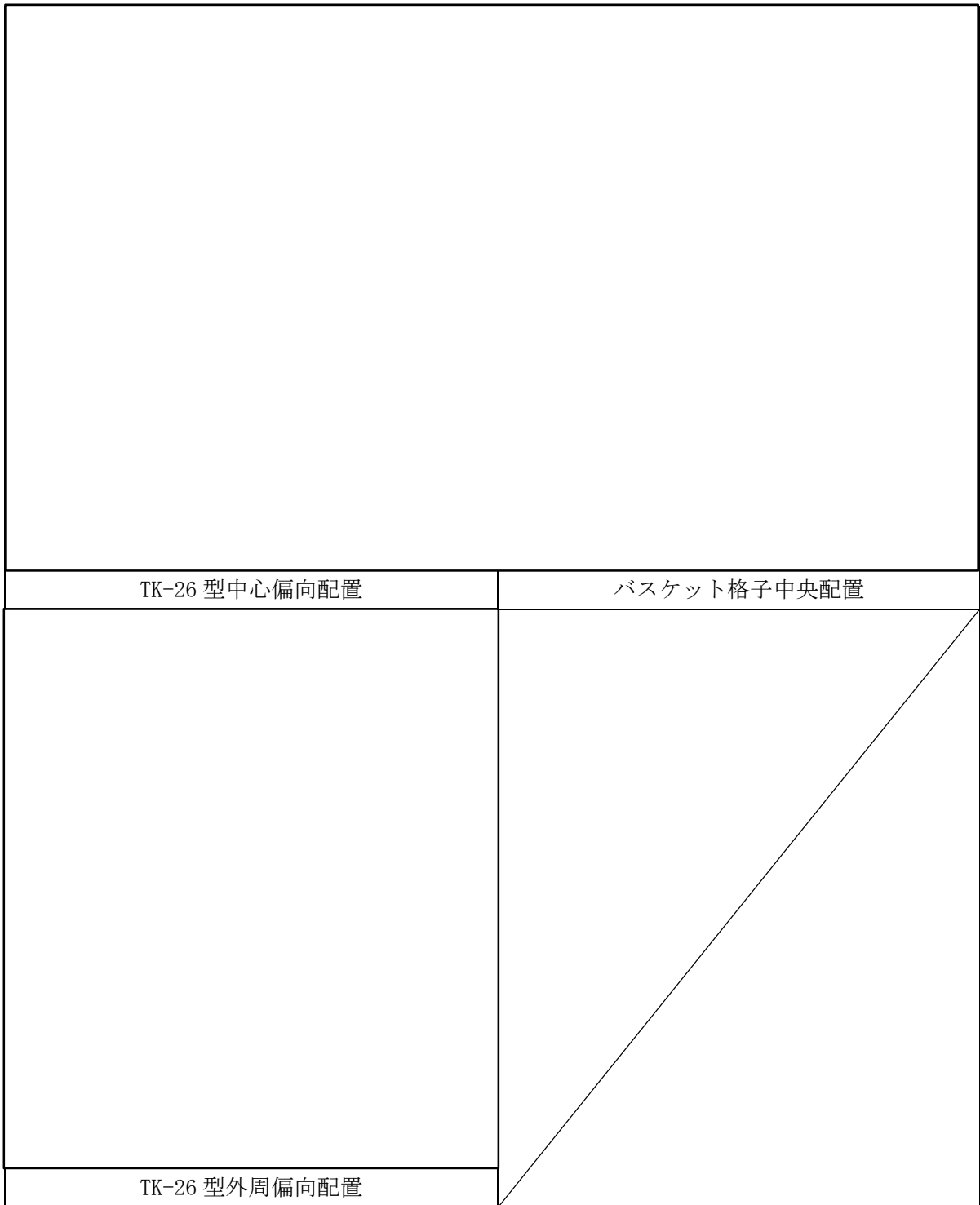
別紙 3-2 表 感度解析結果（冠水時臨界解析）

（申請書記載値）

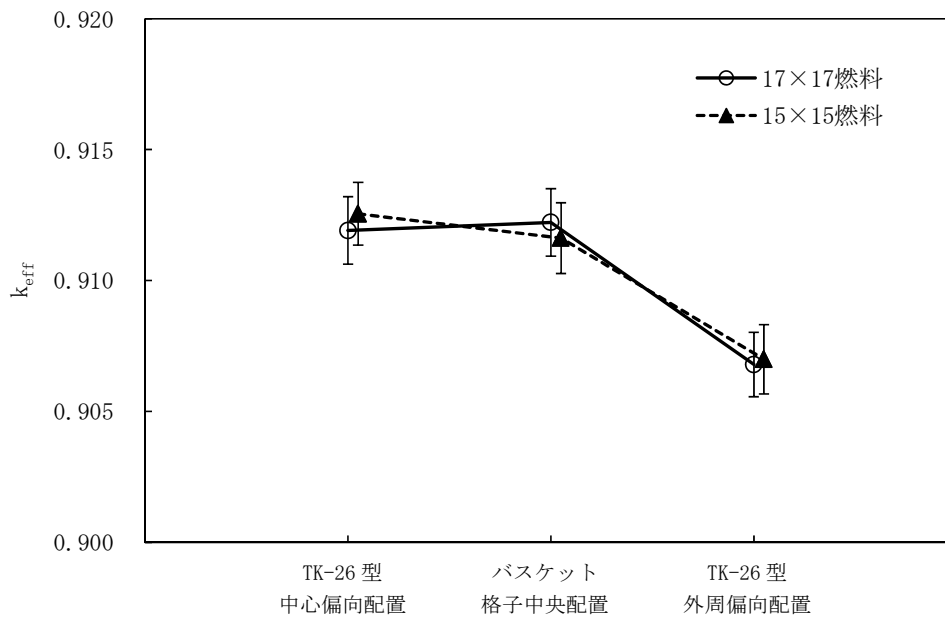
冠水時臨界解析	中性子実効増倍率 ($k_{eff}+3\sigma$)
17×17 燃料	0.914
15×15 燃料	0.914

（感度解析条件及び結果）

項目		感度解析条件	中性子実効増倍率 ($k_{eff}+3\sigma$)
燃料配置 (別紙 3-1 図)		①TK-26 型中心偏向配置	別紙 3-2 図
		②バスケット格子中央配置	
		③TK-26 型外周偏向配置	
バスケット 格子材寸法	バスケット 格子材厚さ	①最小 ()	別紙 3-3 図
		②公称 ()	
		③最大 ()	
	バスケット 格子内のり	①最小 ()	別紙 3-4 図
		②公称 ()	
		③最大 ()	
TK-26 型内雰囲気		水密度 : 0~1.0 g/cm ³	別紙 2-4 図
TK-26 型外雰囲気		真空	—



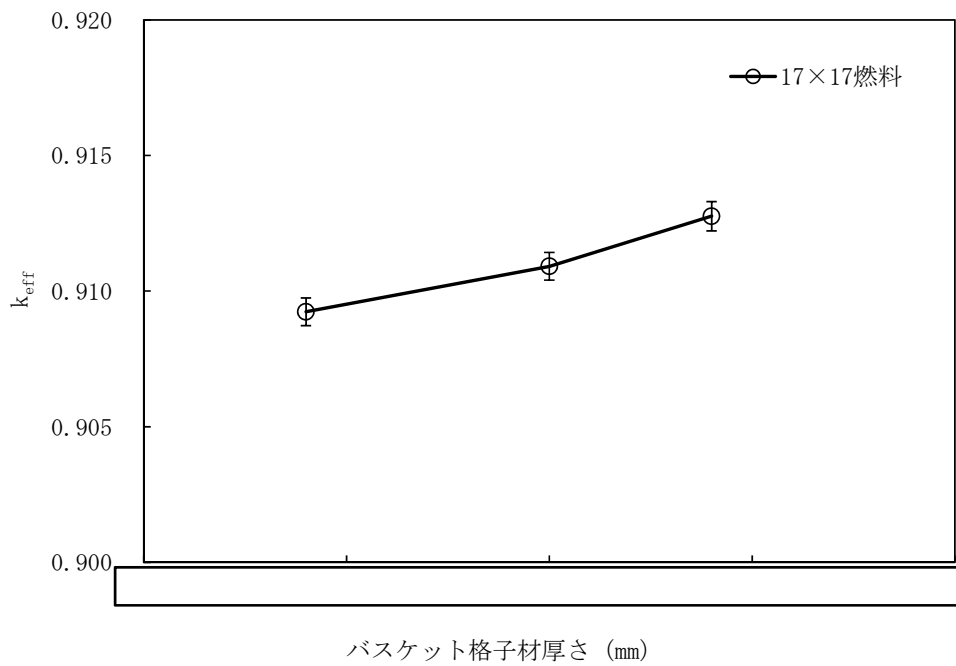
別紙 3-1 図 燃料配置感度解析条件



注 1：燃料配置以外は、別紙 3-1 表に示す条件を適用

注 2：誤差バーは±3σを示す。

別紙 3-2 図 燃料配置感度解析結果

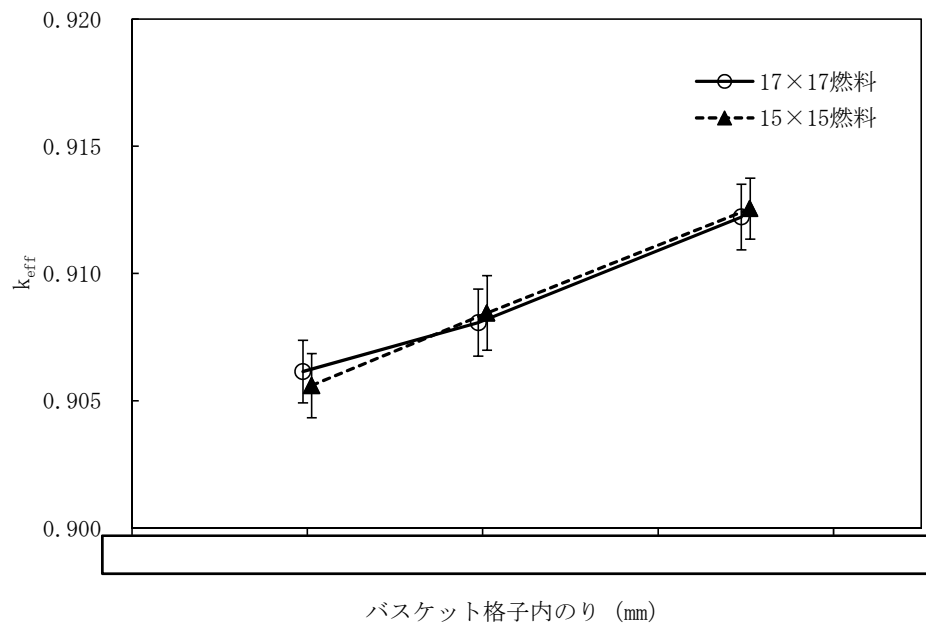


注1：バスケット格子材厚さ以外は、別紙3-1表に示す条件を適用

注2：誤差バーは $\pm 3\sigma$ を示す。

注3：17×17燃料で代表

別紙3-3 図 バスケット格子材厚さ感度解析結果



注1：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

注2：誤差バーは $\pm 3\sigma$ を示す。

別紙3-4図 バスケット格子内のり感度解析結果

SCALE コードシステム (6.2.1) を用いることの妥当性について

金属キャスクの臨界解析の方法及び断面積ライブラリの妥当性を確認するため、ベンチマーク解析を実施した。ベンチマーク解析においては、OECD/NEA にて評価・収集された臨界実験に関わる国際ベンチマークデータベース (International Handbook of Evaluated Criticality Safety Benchmark Experiments., NEA/NSC/DOC(95)03 (Sep. 2014)) から、収納物である使用済燃料集合体の仕様並びに下記①～⑦の条件を考慮し、解析を行う臨界実験を選定した。

- ① 燃料棒が正方格子に配列した体系であること
- ② 複数の集合体が近接して配列していること
- ③ 集合体配列間に中性子吸収材が存在すること
- ④ 周囲は厚い金属(反射体)に囲まれていること
- ⑤ 燃料集合体が水中に存在すること
- ⑥ 燃料集合体が乾燥雰囲気中存在すること
- ⑦ 燃料濃縮度が収納物の仕様と同等であること

上記を基に選定したベンチマーク解析ケースを別紙 4-1 表に示す。

解析結果を別紙 4-2 表に示す。ベンチマーク解析の結果、TK-26 型の臨界解析に用いた解析コード及び断面積ライブラリは妥当な結果を与えると言える。

別紙 4-1 表 ベンチマーク解析ケース

ケース	U 濃縮度 [wt%]	中性子 吸収材	選定理由	臨界実験 体系
			①②④⑤⑦	別紙 4-1 図 別紙 4-2 図
			①②③④⑤⑦	
			①②④⑤⑦	
			①②③④⑤⑦	
			⑥	別紙 4-3 図 別紙 4-4 図

別紙 4-1 表 ベンチマーク解析結果

ケース	k_{eff}	σ
	0.99969	0.00044
	0.99842	0.00040
	0.99796	0.00040
	0.99839	0.00041
	0.99962	0.00039
	0.99910	0.00040
	0.99963	0.00041
	0.99753	0.00044
	1.00223	0.00044
	1.00098	0.00046
	1.00109	0.00042
	1.00080	0.00041
	1.00209	0.00043
	1.00077	0.00045
	1.00053	0.00042
	1.00092	0.00040
	1.00633	0.00040
	1.00059	0.00046
	1.00519	0.00039



別紙 4-1 図 臨界実験に用いた燃料棒

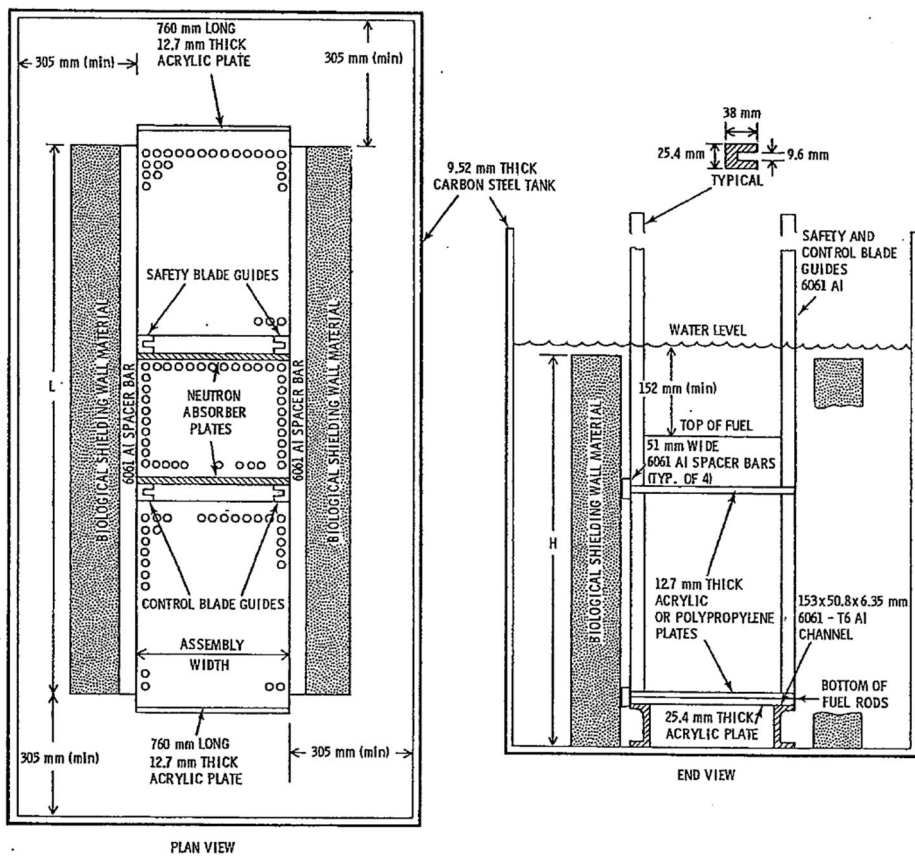
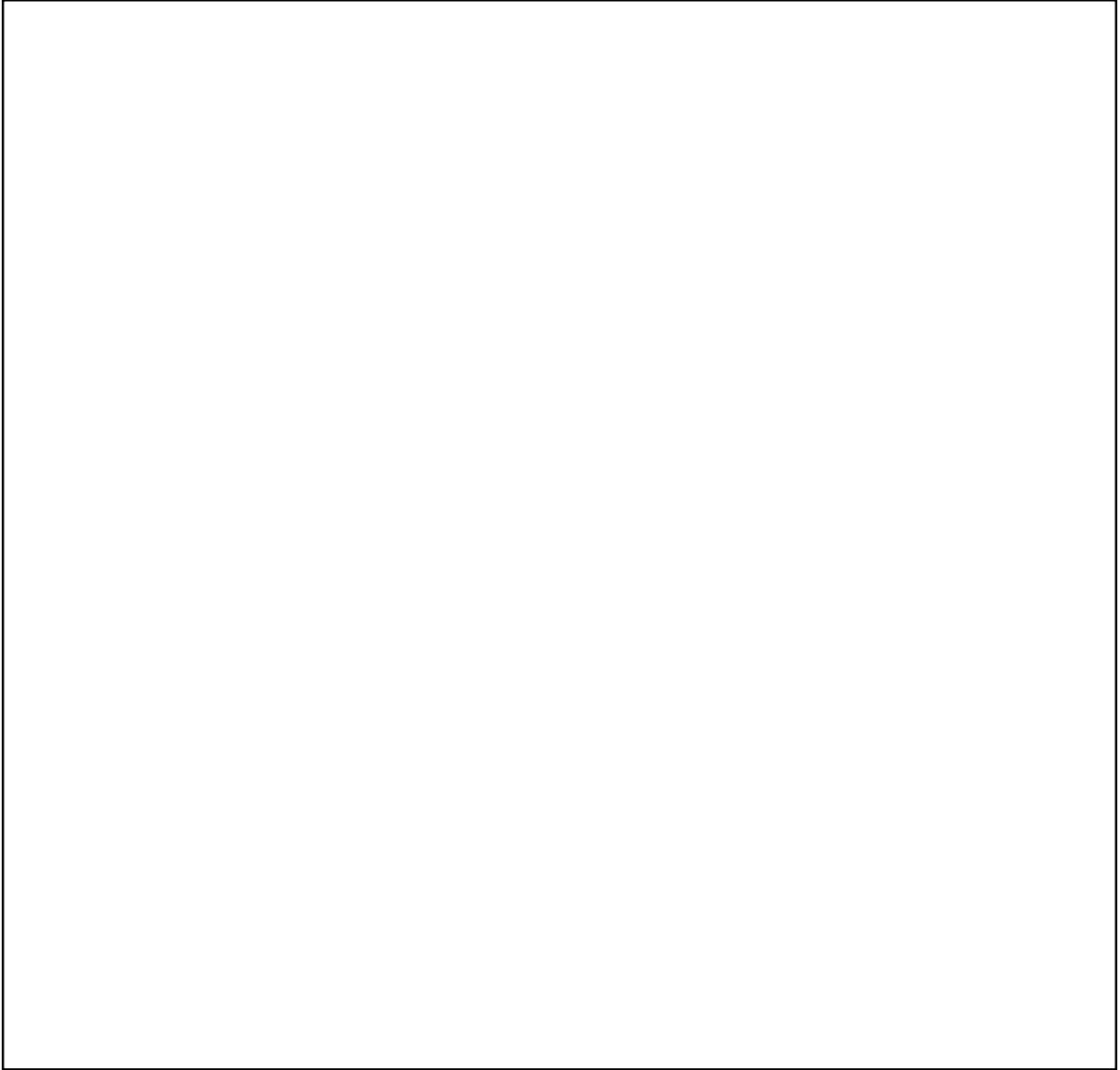
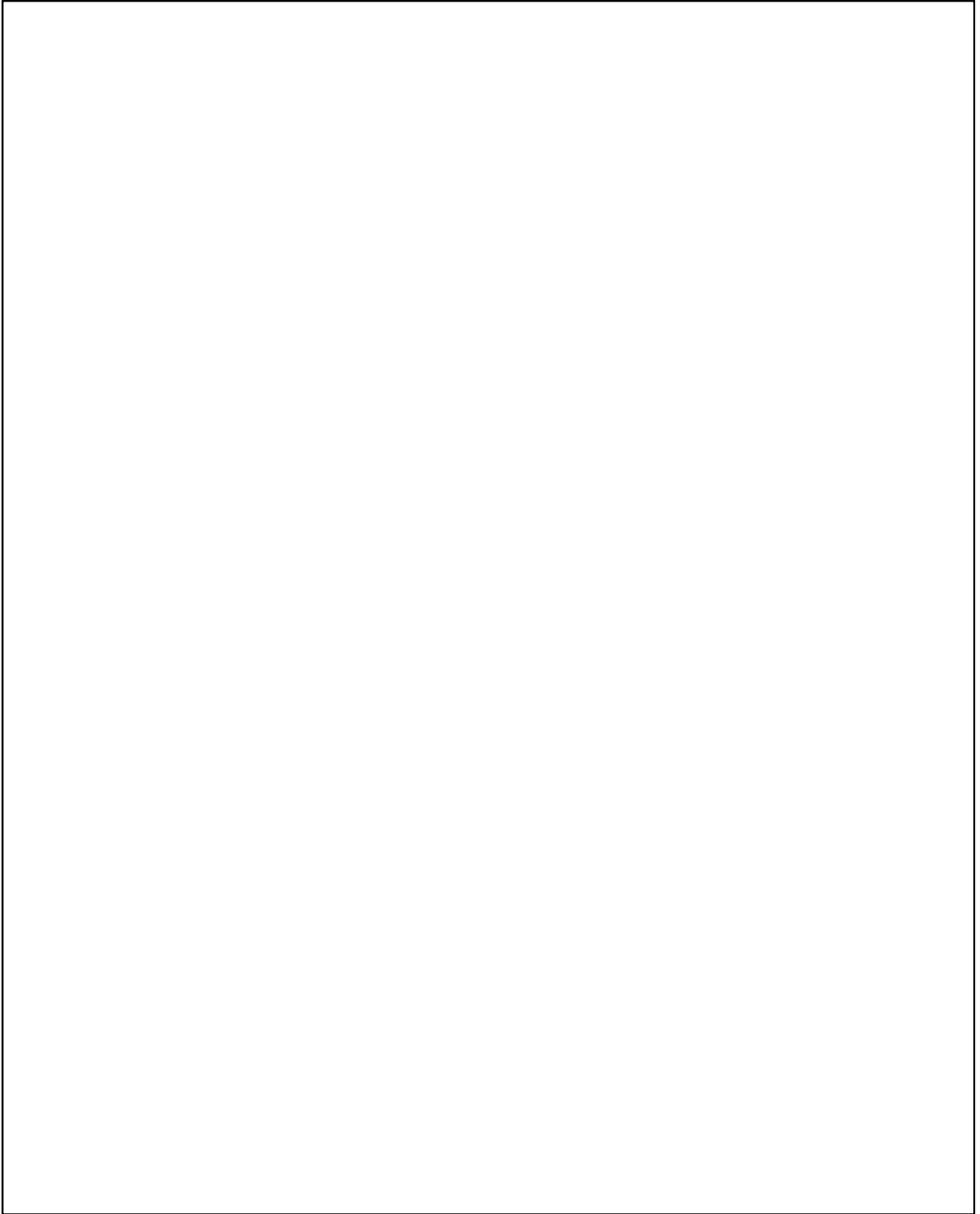


FIGURE 2. GRAPHICAL ARRANGEMENT OF SIMULATED SHIPPING CONTAINER CRITICAL EXPERIMENTS

別紙 4-2 図 臨界実験体系



別紙 4-3 図 臨界実験体系 ()



別紙 4-4 図 臨界実験体系 ()

臨界解析の対象燃料について

TK-26型に収納される使用済燃料の種類は第2表に示す通りであるが、臨界評価では17×17燃料48,000MWd/t型(A型)及び15×15燃料48,000MWd/t型(A型)を代表として用いている(以下、代表燃料という)。

17×17燃料39,000MWd/t(A型及びB型)及び15×15燃料39,000MWd/t(A型及びB型)については濃縮度が低いため、臨界解析結果は代表燃料に包含される。

17×17燃料48,000MWd/t型(B型)及び15×15燃料48,000MWd/t型(B型)の臨界解析に用いる燃料集合体の仕様を別紙5-1表に示す。

17×17燃料48,000MWd/t型(B型)及び15×15燃料48,000MWd/t型(B型)を収納した場合の臨界解析結果を別紙5-2表及び別紙5-3表に示す。B型燃料を収納した場合においても、臨界解析結果は、代表燃料と同等又は包含されており、代表燃料を臨界解析に用いることは妥当である。

別紙 5-1 表 臨界解析用の使用済燃料集合体の仕様

項目	単位	仕様	仕様
燃料集合体の種類	—	17×17 燃料 48,000MWd/t 型 (B 型)	15×15 燃料 48,000MWd/t 型 (B 型)
燃料材質	—	二酸化ウラン	二酸化ウラン
被覆管材質	—	ジルコニウム ^(注1)	ジルコニウム ^(注1)
燃料密度	%理論密度		
燃料棒直径	mm		
燃料ペレット直径	mm		
被覆管肉厚	mm		
燃料有効長	mm		
燃料棒配列	—	17×17	15×15
燃料集合体当たりの 燃料棒数	本	264	204
燃料棒ピッチ	mm		
燃料集合体の幅	mm		
濃縮度	wt%	4.2	4.1

(注1) 実際の仕様はジルコニウム合金（ジルカロイ-4）であるが、解析上は純度 100%のジルコニウムとして扱う。なお、他の合金成分（スズ等）は中性子吸収効果がジルコニウムより大きいため、この取り扱いは保守的である。

別紙 5-2 表 燃料種類毎の臨界解析結果 (17×17 燃料)

	乾燥時臨界解析結果		冠水時臨界解析結果	
燃料集合体の種類	17×17 燃料 48,000Mwd/t 型 (A 型)	17×17 燃料 48,000Mwd/t 型 (B 型)	17×17 燃料 48,000Mwd/t 型 (A 型)	17×17 燃料 48,000Mwd/t 型 (B 型)
中性子実効増倍率 ($k_{\text{eff}}+3\sigma$)	0.409	0.401	0.914	0.909

別紙 5-3 表 燃料種類毎の乾燥時臨界解析結果 (15×15 燃料)

	乾燥時臨界解析結果		冠水時臨界解析結果	
燃料集合体の種類	15×15 燃料 48,000Mwd/t 型 (A 型)	15×15 燃料 48,000Mwd/t 型 (B 型)	15×15 燃料 48,000Mwd/t 型 (A 型)	15×15 燃料 48,000Mwd/t 型 (B 型)
中性子実効増倍率 ($k_{\text{eff}}+3\sigma$)	0.404	0.399	0.914	0.911

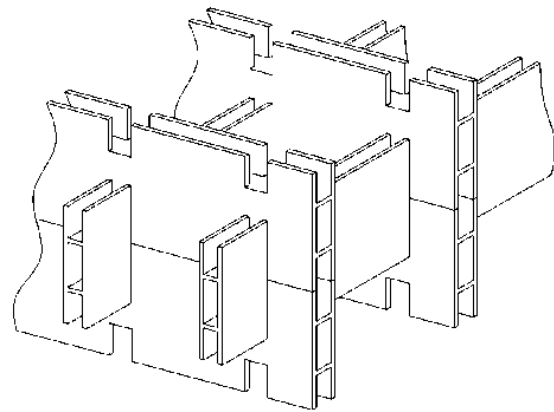
冠水時におけるバスケット格子材中空部の気層残留について

バスケット格子材には排水時に水が円滑に抜けること、及び冠水時に中空部に水が円滑に浸入することを目的として、別紙6-1図に示すように中空部を構成する部分に十分な大きさ及び数の水抜き孔を、さらに、バスケット最下段にも開口部を設けている。また、別紙6-2図に示すようにバスケット格子材の両端部は開口しており、排水時及び冠水時に水は両端部からも中空部に入出入りする。

また、胴内への注水は一次蓋オリフィスから胴内壁に取り付けられたドレンパイプを通して行われる。ドレンパイプの内径は□mm、及び全長は□mmと細長く、その配管抵抗のため過大な流量が発生することはない。仮にTK-26型の最高使用圧力で注水しても、バスケット格子内と中空部にTK-26型が臨界に達するような水位差が生じない設計である。



別紙 6-1 図 バスケット格子材の水抜き穴及び開口部



1

別紙 6-2 図 バスケット格子材の端部開口部