

STACY施設 設工認

(実験用装荷物の製作及びデブリ模擬炉心の新設)

日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所
臨界ホット試験技術部

令和5年1月30日

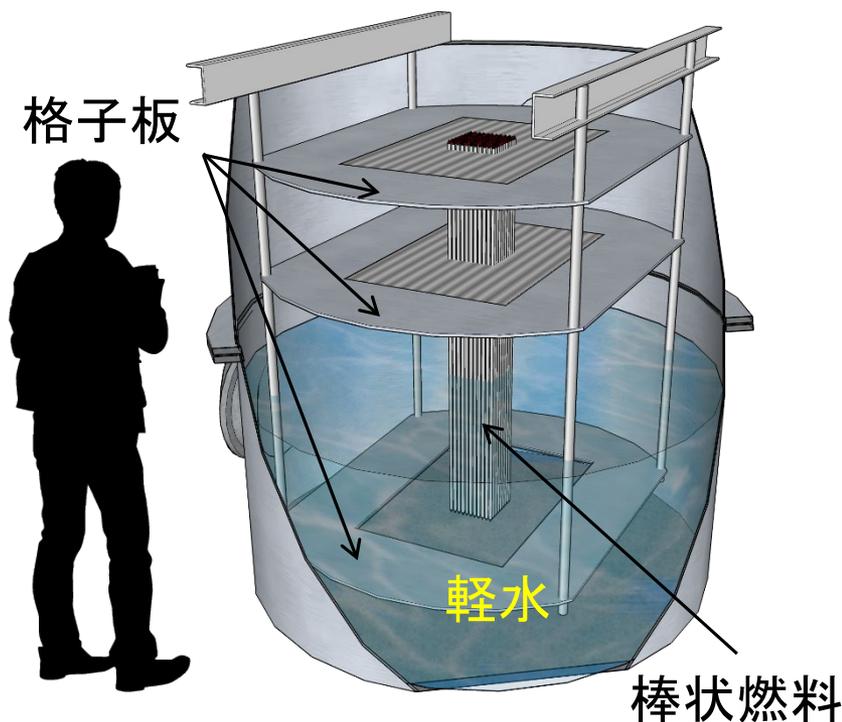
➤ STACYにおける臨界実験の目的

- 燃料デブリの臨界特性を明らかにする
- 燃料デブリを取り扱う解析計算の妥当性を示す

➤ STACYの特徴

- ウラン酸化物棒状燃料及び軽水減速材を用いる臨界実験装置
- ^{235}U 濃縮度10wt%以下(現有は約5wt%)
- 上部開放型の炉心タンク、格子板に棒状燃料を配列
- 水位で反応度制御するために給水ポンプ、排水弁を設置
- 緊急停止用として炉心タンク上部に安全板を配置

炉心タンク
(直径 約180cm、高さ 約190cm)



STACYの外観イメージ

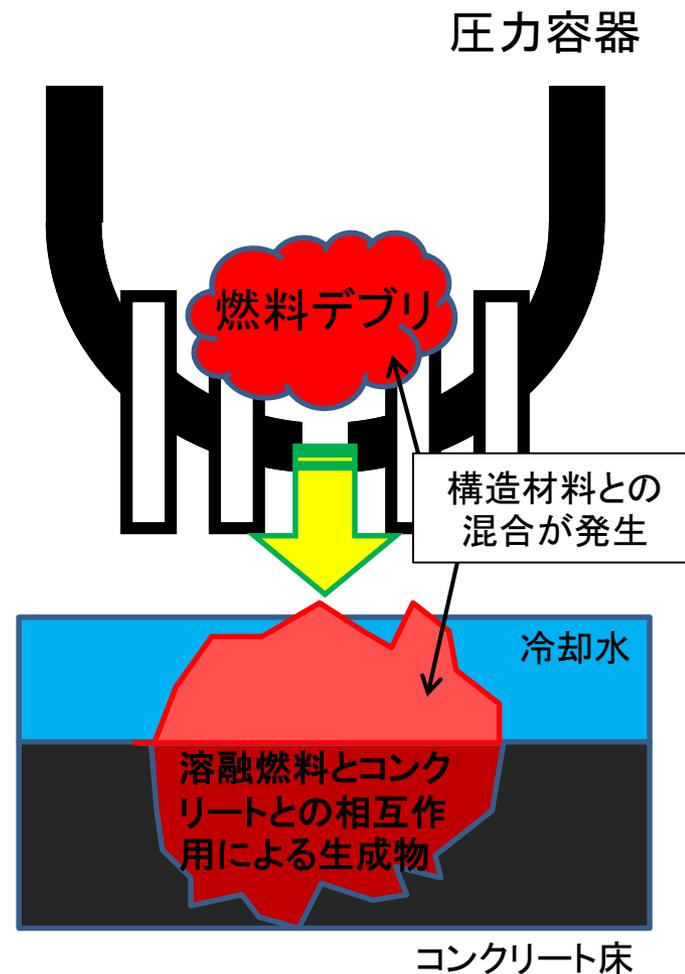
(燃料デブリの問題)

- 組成・形状が不確かな核燃料物質の発生
 - ・ 鉄・コンクリート等、通常の原子炉の燃料に含まれない構造材料の混入
 - ・ 制御棒、可燃性毒物等、反応度影響の強い物質の変形、移動、混合
- ➔ 従来経験のない混合物の臨界安全性検討が必要

(燃料デブリ取出し時の性状変化)

- 取出し作業中の変形、粉碎、移動による性状、減速材対燃料体積比の変化
- 遮へい、冷却に使用する軽水の変化
(可溶性中性子吸収材濃度変化、ボイド率変化)
- ➔ 取出し作業に先立ち、幅広い条件下の臨界安全性検討が不可欠

- ・ JAEAは、想定される燃料デブリの臨界データを網羅的に収録したデータベース(臨界マップ)を解析により整備する。
- ・ 上記データベースの精度確認のため、STACYを使用した臨界実験を計画している。



燃料デブリのイメージ

(1) 反応度価値測定

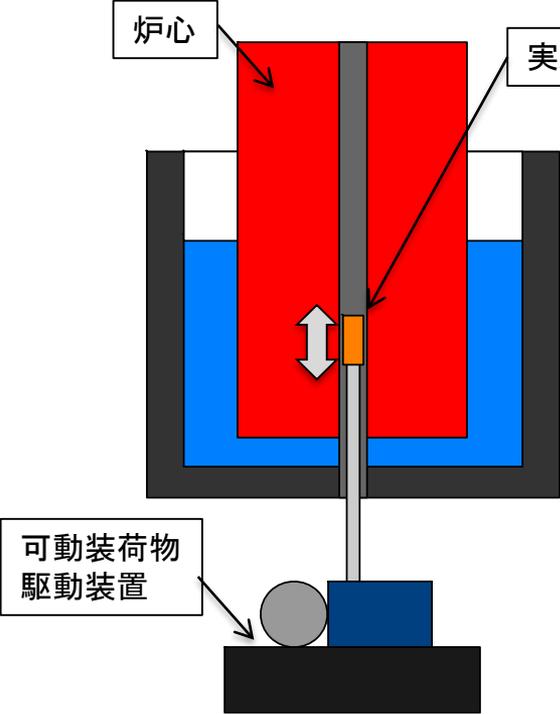
少量の実験試料をテスト領域に挿入し、反応度価値、核データを測定・検証する。

(2) 全炉心デブリ模擬実験

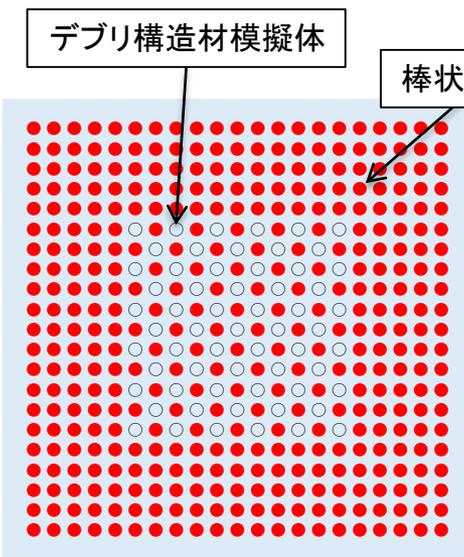
炉心全体でデブリを核的に模擬（非均質）し、臨界量や反応度を測定する。また、計算モデルを検証する。

(3) 燃料デブリ模擬体試験

燃料試料（デブリ模擬体）をテスト領域に装荷して、反応度を測定する。

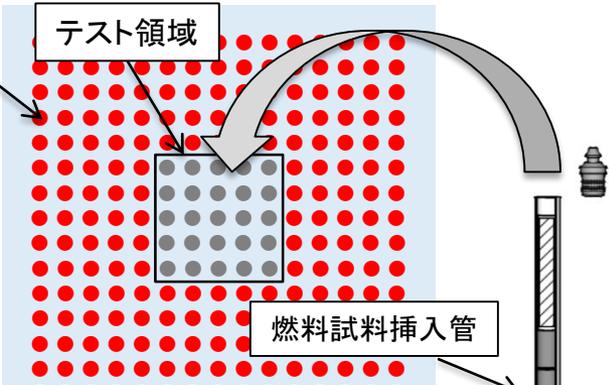


- 使用する実験用装荷物:
- 可動装荷物駆動装置
 - 内挿管

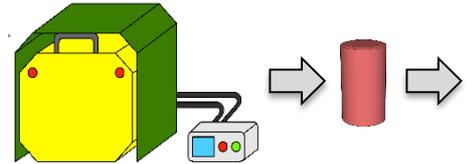


炉心のモデル例
デブリ構造材模擬体61本を炉心中央に均一に配列し、その周囲に棒状燃料を配列

- 使用する実験用装荷物:
- デブリ構造材模擬体
 - ボイド模擬体
 - 固定吸収体
 - 構造材模擬体



炉心のモデル例
燃料試料挿入管25本を炉心中央に配列し、その周囲に棒状燃料を配列



- 使用する実験用装荷物:
- 燃料試料挿入管

臨界実験装置の規制の特徴

Hard (設置許可・設工認段階)

臨界実験装置は、①核特性等の測定を目的とするものであり、測定目的に応じて、炉心構成及び運転モードの変更、減速材の水位及び温度の制御、運転中の燃料の移動等が行われるとともに、多種多様の燃料及び実験試料が使用される。②炉心構成を変えるたびに制御棒価値、反応度フィードバック等の核特性、核計装の応答性等が異なり、総合的な反応度フィードバックが正になる範囲の実験が行われる場合もある。③最大過剰反応度についての運転制限値を厳しく設定する等、安全確保上、運転管理に負うところが大きい。《後略》

水冷型試験研究用原子炉施設の安全評価に関する審査指針(平成3年7月18日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂)より引用。

位置、構造及び設備(ハードウェア主)

 配置及び配置替えの手續(ソフトウェア)

Soft (供用段階)

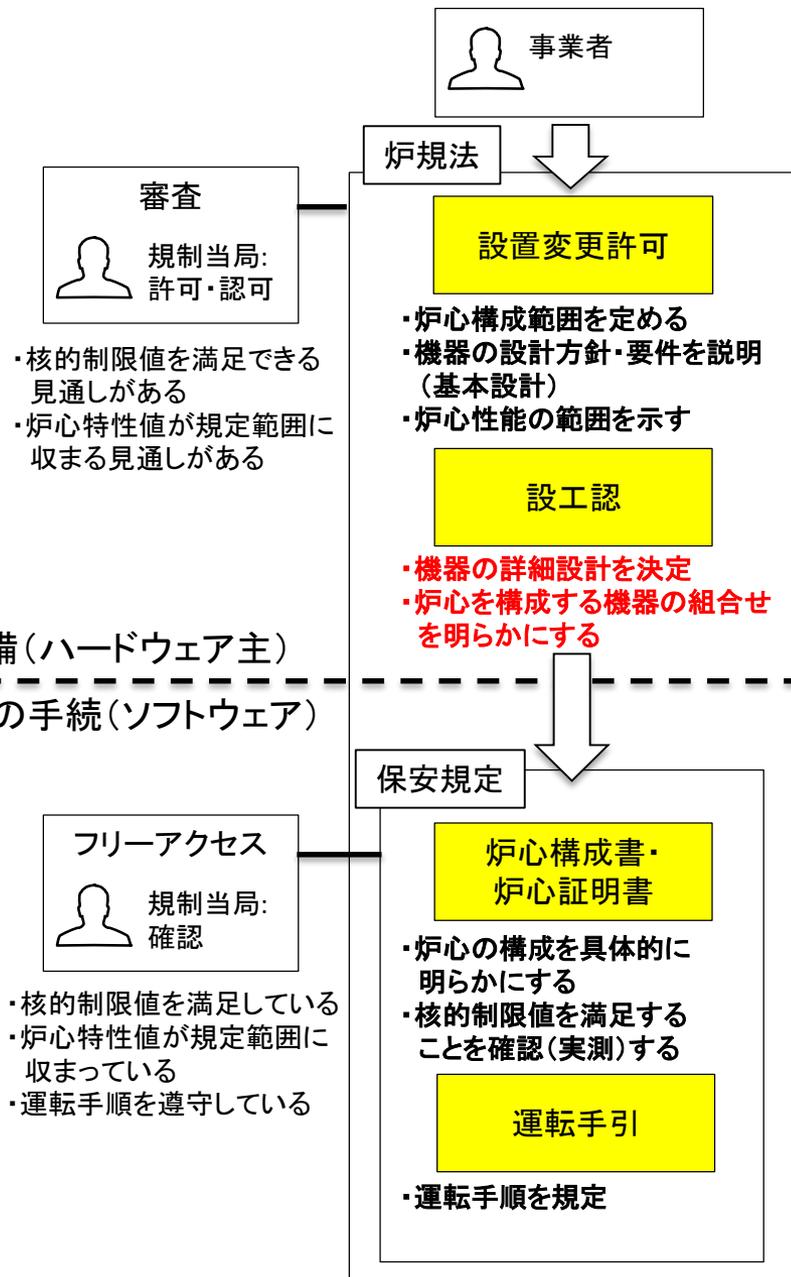
試験炉規則第15条第1項第6号イからハまで
 試験研究用等原子炉施設の運転に関する体制、確認すべき事項、異状があった場合の措置等
 《中略》

5. 臨界実験装置については、以下の事項が定められていること。

・燃料体、減速材、反射材等の配置及び配置替えに伴う炉心特性の算定及びその結果の承認に関すること。

《省略》

試験研究の用に供する原子炉等における保安規定の審査基準
 (制定 平成25年11月27日、最新改正 令和2年2月5日原規規発第 2002054号-7)



令和4年度まで

令和6年度まで

新規規制基準適合対応

フェーズⅠ

原子炉プラントとして必要な設備の整備として設置(変更)許可申請書の工事計画に記載(基本炉心(1)の設工認まで)

【使用する設備】

- 原子炉プラントとして必要な設備一式
- 可動装荷物駆動装置(下方から少量サンプル挿入)

【使用する炉心】

- 基本炉心(1)

デブリ模擬臨界実験

フェーズⅡ

実験ニーズに応じて柔軟に対応するため設置(変更)許可申請書の工事計画に記載していない

【使用する実験用装荷物】

- デブリ構造材模擬体
- 燃料試料挿入管
- 内挿管

【使用する炉心】

- デブリ模擬炉心(1)

フェーズⅢ

【使用する実験用装荷物】

- 固定吸収体
- 構造材模擬体
- ボイド模擬体
- 可動装荷物駆動装置(高精度水位計)
- 可動装荷物駆動装置(上方から少量サンプル挿入)

【使用する格子板】

- 格子板(狭小格子間隔)

【使用する実験設備】

- パルス中性子発生措置(既設設備を新規に設工認申請する)

【使用する炉心】

- 軽水炉等模擬炉心(1)(仮称)

フェーズⅣ

【使用する燃料】

- 濃縮度5wt%超棒状燃料
- 中性子毒物添加棒状燃料
- 短尺棒状燃料

【使用する炉心】

- 軽水炉等模擬炉心(2)(仮称)

設工認の申請状況(色分け)

申請済: 緑字

本申請: 赤字

未申請: 青字

(設工認段階)

(1) 炉心構成要素の組合せ範囲の明確化

- 炉心支持構造物(格子板パターン等)
- 棒状燃料(種類、本数)
- 減速材対燃料ペレット体積比
- 安全板(挿入位置、枚数)
- 実験用装荷物*(中性子吸収体、他)

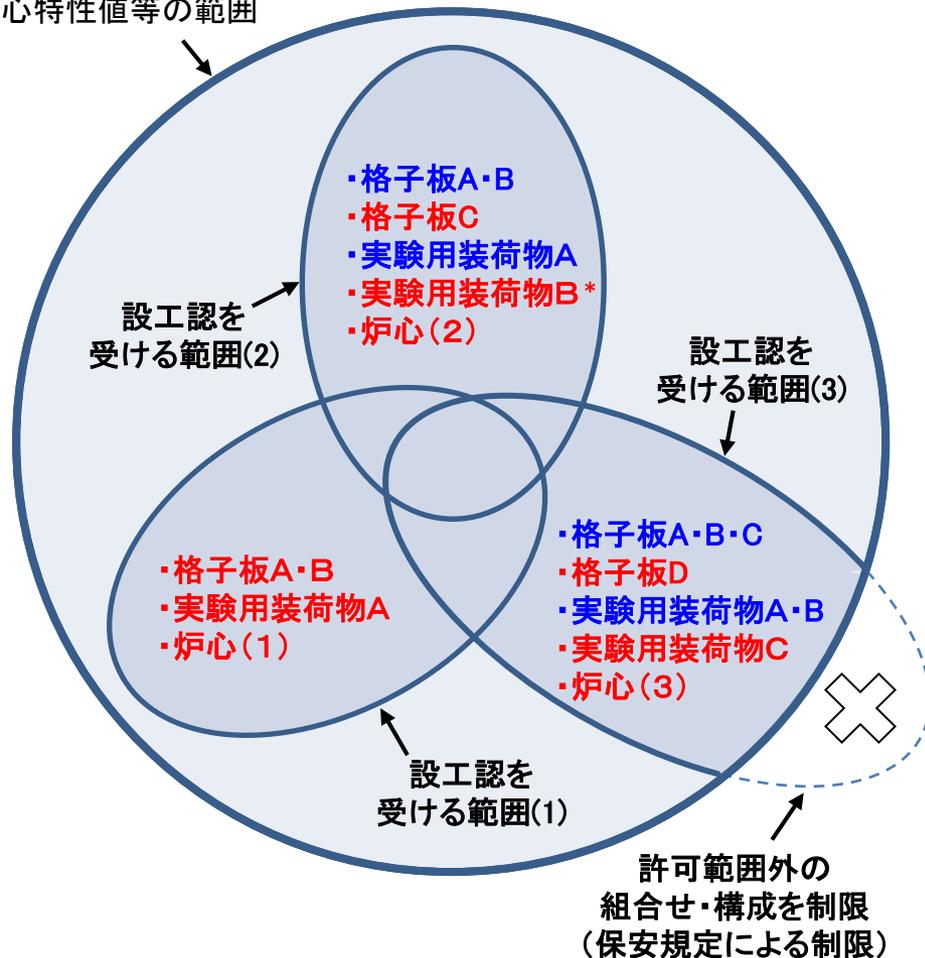
(2) 炉心性能の説明

- 核特性値が制限された範囲に収まる見通しを示す
- 核的制限値を満足できる見通しを示す
- 制限範囲を逸脱する条件を特定、保安規定により制限する手順を示し、許可範囲内で運転できる見通しを示す

* : 実験用装荷物のうち核特性への影響が申請済みの炉心評価に包含される場合は、炉心としての申請を省略する。

(実験試料等 核的影響の小さいものを装荷する内挿管、水面の上方で使用する高精度水位計、申請済み実験用装荷物の寸法等軽微設計変更など)

設置変更許可を受けた炉心特性値等の範囲



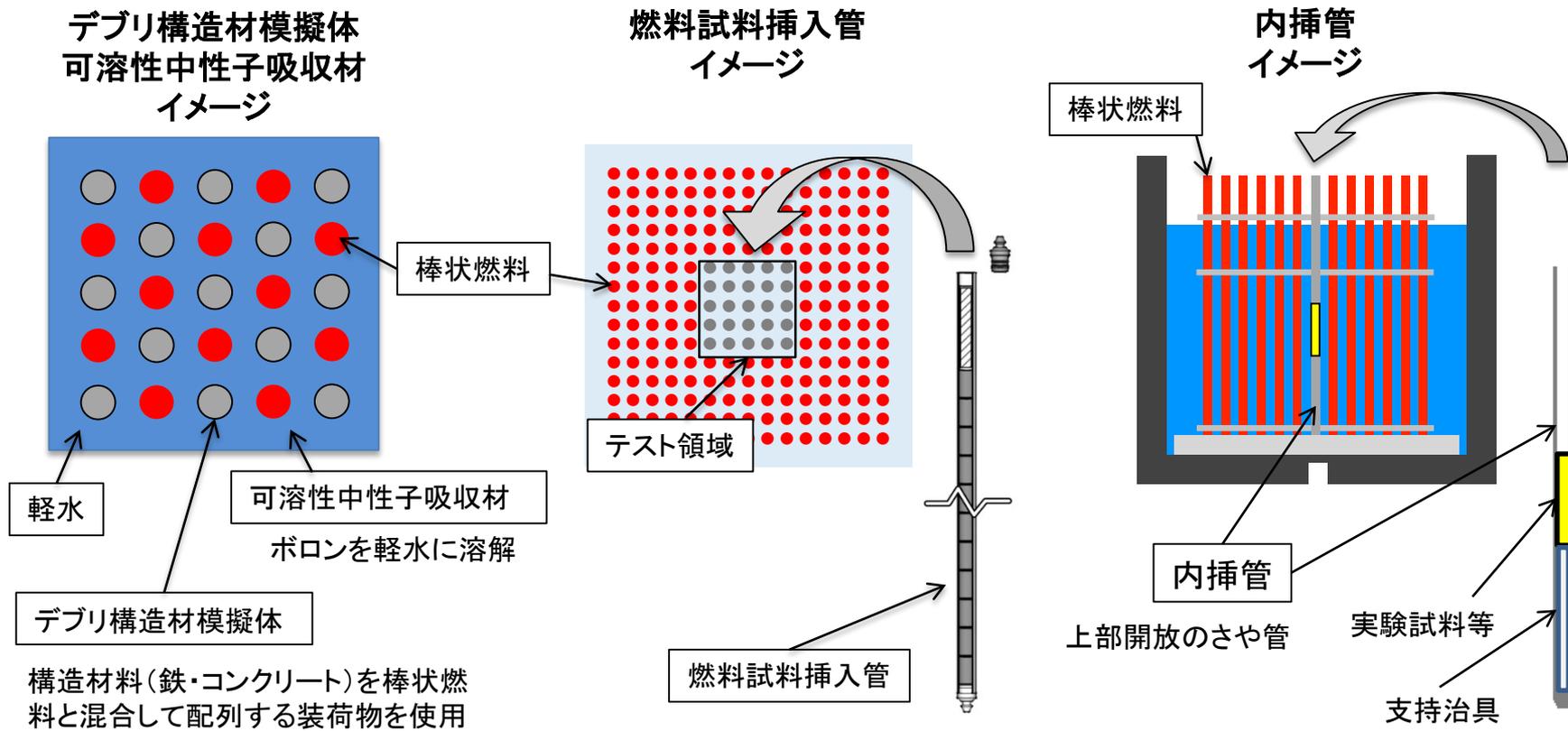
新しい炉心を構成する際の方針(概念図)
その1: 設工認段階

実験設備（実験用装荷物等）と炉心の組合せ

炉心の種類	格子板 (12.7mm、15mm)	可溶性中性子 吸収材 (ボロン)	デブリ構造材 模擬体 (鉄、コンクリート)	燃料試料 挿入管*	内挿管* (細径、太径)	可動装荷物 駆動装置* (下方から少量 サンプル挿入)
基本炉心(1)	○	○	×	○	○	○
デブリ模擬炉心(1)	○	○	○	○	○	○

凡例 ○:組合せ可、×組合せ不可

*: 実験試料等 核的影響の小さいものを装荷するものとして、
設工認申請済みの炉心に装荷して用いる。

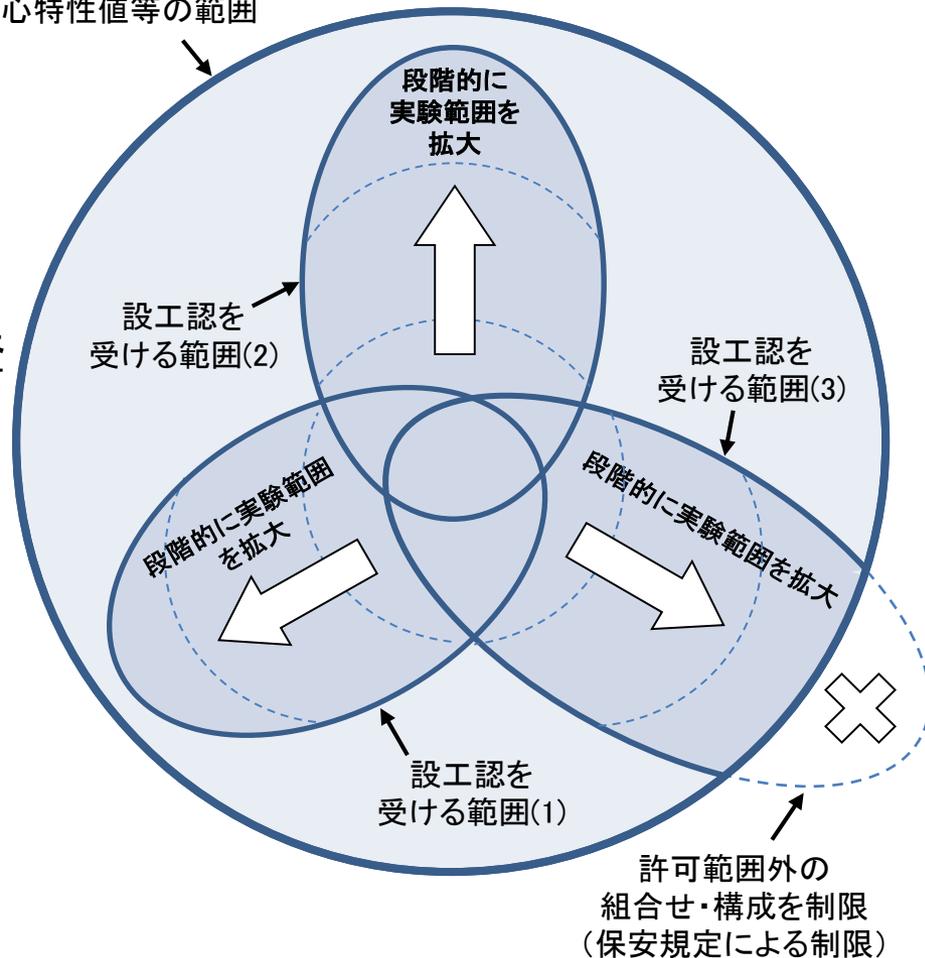


(保安規定)

(1) 炉心構成の変更に関すること

- 実験炉心構成計画の明確化
 - 設工認で認可を受けた範囲内かつ実験計画範囲内において、核特性が比較的よく知られた炉心から実験を開始(使用前事業者検査及び定期事業者検査でも同様とする)
 - 実測等による検証を進めつつ、段階的に実験範囲を拡大
- 炉心構成手順の明確化
 - 炉心構成の手順(制限・禁止事項等)(炉心構成制限事項の遵守、棒状燃料装荷時の注意事項等)
 - 炉心構成状態の確認点検

設置変更許可を受けた炉心特性値等の範囲



新しい炉心を構成する際の方針(概念図)
その2: 供用段階

本申請は、STACY（定常臨界実験装置）施設で用いる実験用装荷物の製作及びデブリ模擬炉心を新設するために申請するものである。

第1編 その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち
I. 実験設備

第2編 原子炉本体のうち
I. 炉心

本申請は、STACY(定常臨界実験装置)施設で用いる実験用装荷物の製作及びデブリ模擬炉心を新設するために申請するものである。

第1編 その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち I. 実験設備

第2編 原子炉本体のうち I. 炉心

その他試験研究用等原子炉の附属施設は、次の施設から構成される。

- (1) 非常用電源設備
- (2) 主要な実験設備
- (3) その他の主要な事項

上記のうち、(2)主要な実験設備は、次の設備から構成される。

イ. 実験用装荷物

- ロ. パルス中性子発生装置

上記のうち、イ. 実験用装荷物は、次の設備から構成される。

- a. 固定吸収体
- b. 構造材模擬体
- c. デブリ構造材模擬体
- d. ボイド模擬体
- e. 燃料試料挿入管
- f. 内挿管
- g. 可動装荷物駆動装置
- h. 可溶性中性子吸収材

今回申請する範囲は、上記(2)主要な実験設備のうち、イ. 実験用装荷物のうち、
c. デブリ構造材模擬体、e. 燃料試料挿入管、f. 内挿管の製作に関するものである。

実験設備等(デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管に限る。)は、STACYの炉心に配置して使用する。その使用環境下でSTACYの安全性を損なうおそれがない設計とする。

- 設置(変更)許可申請書の耐震重要度分類に従い耐震Bクラスの設計とする。
 - Bクラスの静的地震力に耐える耐震設計を行う。
 - Bクラスの静的地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ、その結果発生する応力が、安全上適切と認められる規格及び基準等を参考に設定される許容限界を超えず、おおむね弾性状態に留まるよう耐震設計を行う。
 - 共振するおそれのないように設計する。
- 機器種別は、基準*に従い、主要な実験設備であるため機器種別のクラスなしとして設計する。
- 最高使用圧力及び最高使用温度は、設置(変更)許可申請書で定める原子炉容器の値と同じ静水頭(2.0m)、80℃で設計する。
- 実験設備等に必要な機能を確認するための試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理を実施できるよう、外観の確認ができる設計とする。
- 実験設備等の移動又は状態の変化が生じた場合においても反応度が異常に投入されないように設計する。
- 放射線又は放射性物質の著しい漏えいのおそれがない設計とする。
- 実験設備等の動作状況、異常発生状況、周辺の環境の状況その他の安全上必要なパラメータを制御室に表示できる設計とする。
- 実験設備等が設置される炉室は、制御室と相互に連絡することができる設計とする。

設工認申請書では技術基準に対しどのように設計するかを記載していないため、本スライドのような記載を追加して補正する。

* : 試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準(文部科学省:平成15年5月30日付け15科原安第13号)

設計仕様(デブリ構造材模擬体)

名称		デブリ構造材模擬体(鉄)
型式		棒状形状
主要寸法	直径	9.5 mm
	全長	1500 mm
主要材料	SUS棒	SUS304
本数		70 本

名称		デブリ構造材模擬体 (コンクリート)
型式		棒状形状
主要寸法	被覆管外径	9.5 mm
	被覆管内径	7.5 mm
	全長	1500 mm
主要材料	被覆管	アルミニウム合金 *1
	上部端栓	アルミニウム合金 *2
	下部端栓	アルミニウム合金 *2
本数		70 本

*1 JIS H 4080相当

*2 JIS H 4000相当

名称		燃料試料挿入管	
型式		棒状形状	
主要寸法	被覆管外径	9.5 mm	
	被覆管内径	8.36 mm	
	下部端栓長さ	14.7 mm	
	全長	1500 mm	
主要材料	被覆管	ジルカロイ-4* ¹	
	下部端栓	ジルカロイ-4* ¹	
	上部端栓	シールシャフト	SUS304
		シールキャップ	SUS304
		ノブ	SUS304
ピン		SUS304	
本数		25 本	

*1 JIS H 4751相当

名称		内挿管(細)
型式		棒状形状
主要寸法	管体外径	9.5 mm
	管体内径	8.36 mm
	全長	1495 mm
主要材料	管体	ジルカロイ-4 ^{*1}
	下部端栓	ジルカロイ-4 ^{*1}
本数		30本

*1 JIS H 4751相当

名称		内挿管(太)
型式		棒状形状
主要寸法	管体外径	28.8 mm
	管体内径	27.0 mm
	全長	1495 mm
主要材料	管体	アルミニウム合金 ^{*1}
	下部端栓	アルミニウム合金 ^{*2}
	おもり	鉛 ^{*3}
本数		3本

*1 JIS H 4080相当

*2 JIS H 4040相当

*3 JIS H 2105相当

設計条件に対応する設計仕様を拡充し補正する。

(耐震性)

- デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、3枚の格子板に支持されるため、共振するおそれはない。

(閉じ込め)

- 燃料試料挿入管は、放射線又は放射性物質の著しい漏えいを防止するために、上部端栓を、取扱い時に容易に外れず、水密性を有する脱着式の端栓とする。

(状態監視)

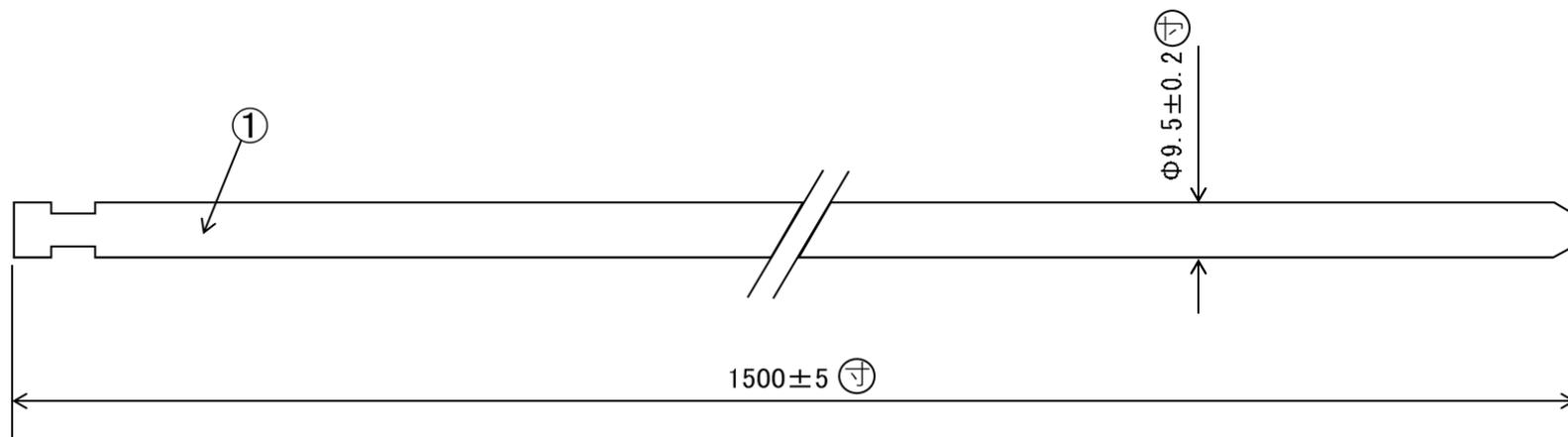
- デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の異常の発生状況、炉心周辺の環境の状況を監視できるように炉室(S)にカメラ、制御室にTVモニタが設置されている。

(通信連絡)

- デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管を使用する炉室は、制御室とページング装置で相互に連絡することができる。

部品番号	部品名	材質
1	SUS棒	SUS304

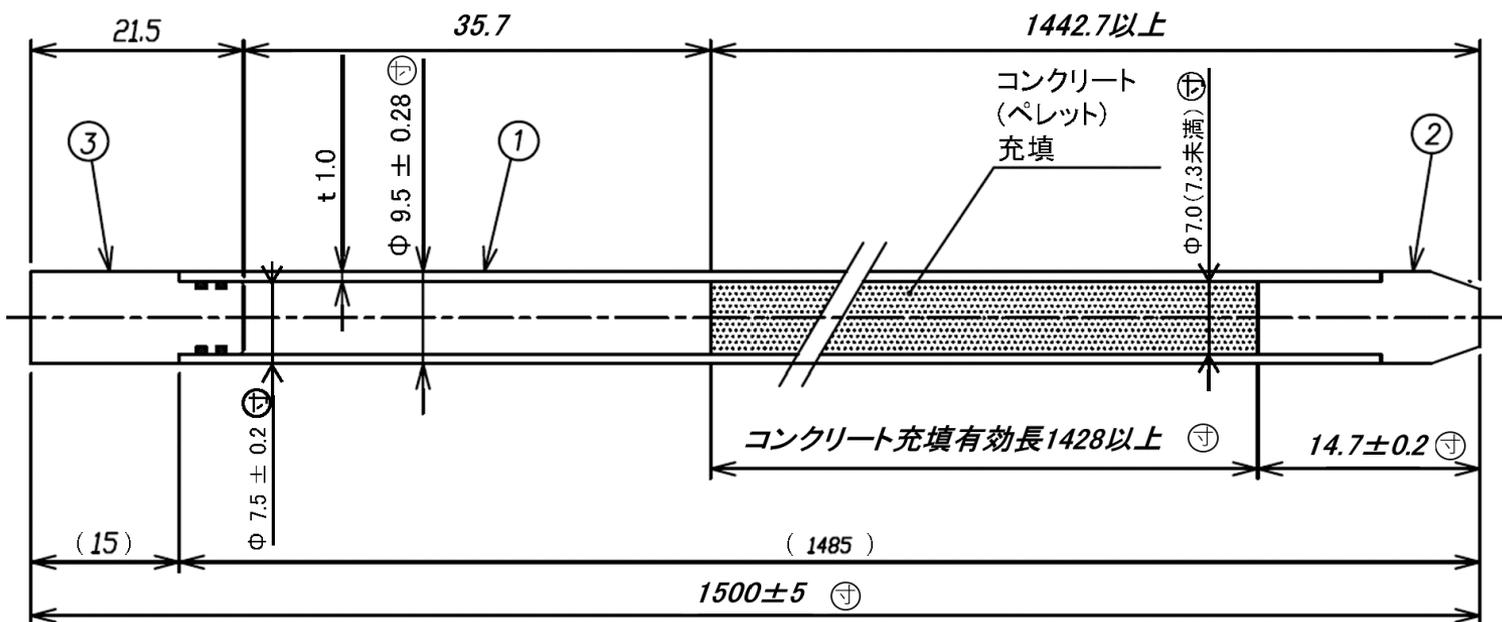
⊕ : 寸法検査対象箇所



デブリ構造材模擬体(鉄)の構造図

部品番号	部品名	材質
1	被覆管	アルミニウム合金
2	下部端栓	アルミニウム合金
3	上部端栓	アルミニウム合金

寸 : 寸法検査対象箇所

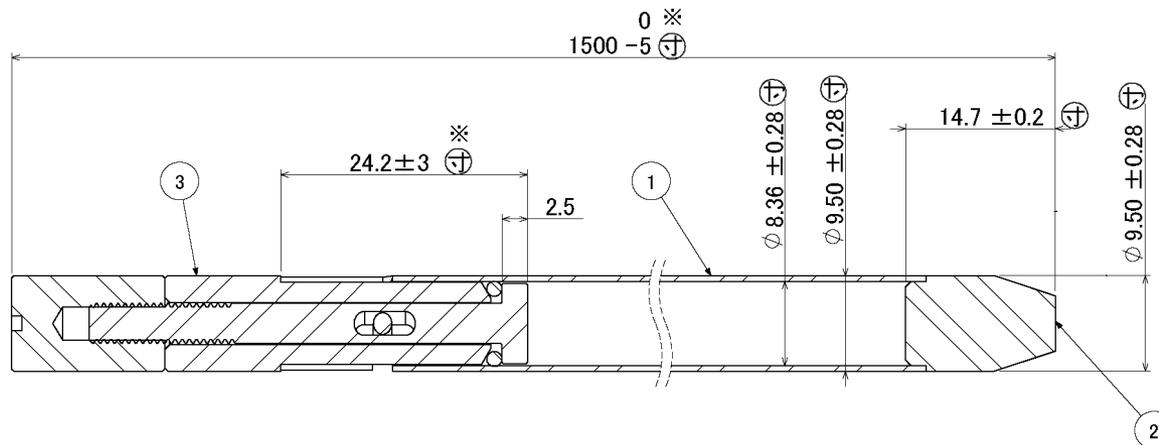


デブリ構造材模擬体(コンクリート)の構造図

部品番号	部品名	材質
1	被覆管	ジルカロイ-4
2	下部端栓	ジルカロイ-4
3	上部端栓	部品図参照

← 次頁参照

⊕ : 寸法検査対象箇所



断面図A-A

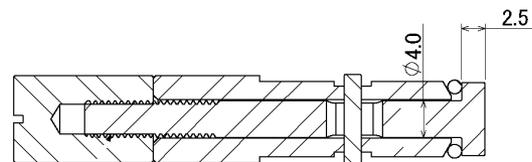
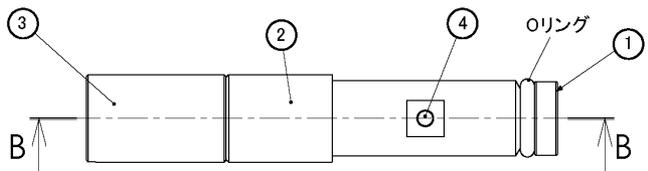
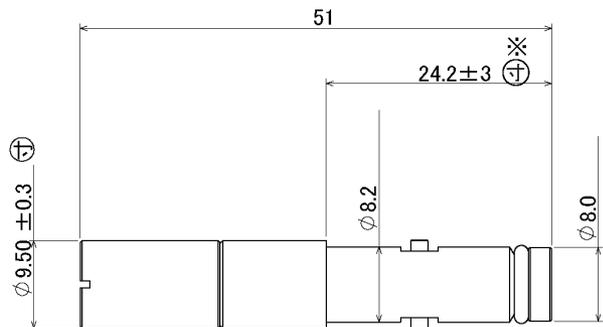
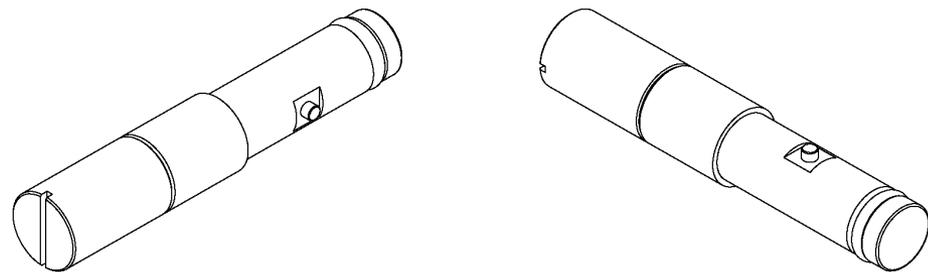


燃料試料挿入管の構造図

燃料試料挿入管(上部端栓)の構造図

部品番号	部品名	材質
1	シールシャフト	SUS304
2	シールキャップ	SUS304
3	ノブ	SUS304
4	ピン	SUS304

寸：寸法検査対象箇所



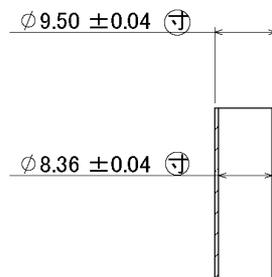
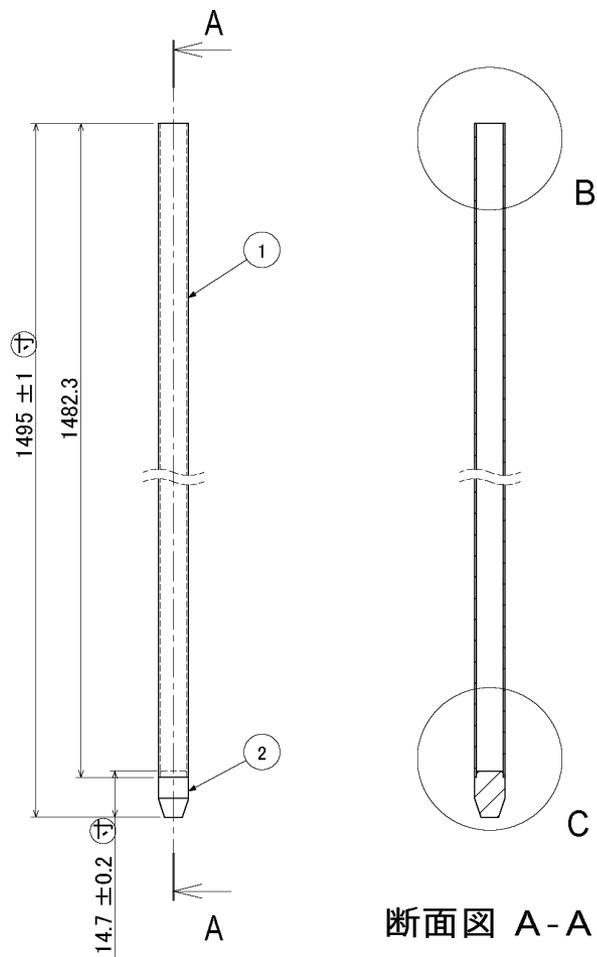
断面図 B-B

燃料試料挿入管の構造図

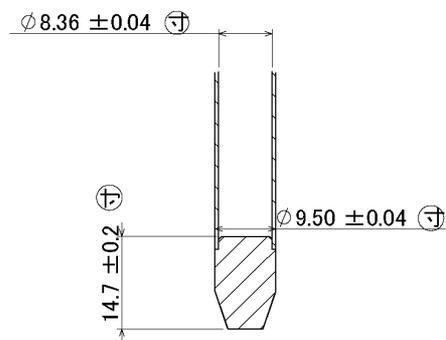
内挿管(細)の構造図

部品番号	部品名	材質
1	管体	ジルカロイ-4
2	下部端栓	ジルカロイ-4

⊕ : 寸法検査対象箇所



詳細図 B

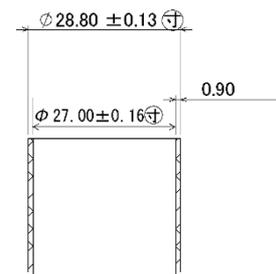
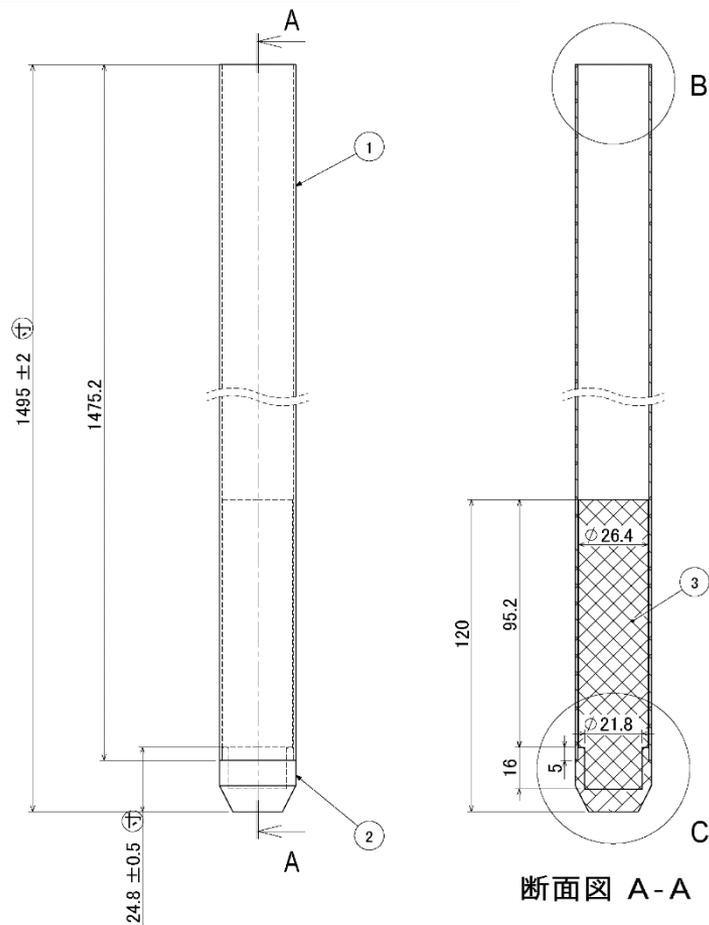


詳細図 C

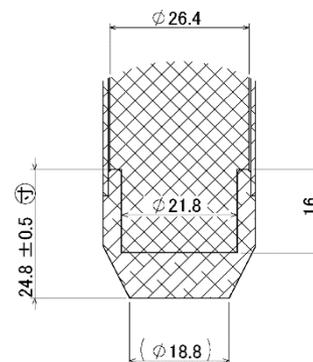
内挿管(太)の構造図

部品番号	部品名	材質
1	管体	アルミニウム合金
2	下部端栓	アルミニウム合金
3	おもり	鉛

寸 : 寸法検査対象箇所



詳細図 B



詳細図 C

設工認技術基準規則との適合性(1/7)

技術基準規則の条項		説明の 必要性 の有無*1	適合性
第1条	適用範囲	第1項	
第2条	定義	第1項 第2項	
第3条	特殊な設計による 試験研究用等原子 炉施設	第1項 第2項	STACY施設は特殊な設計による試験研究用等原子炉施設ではないため該当なし。
第4条	廃止措置中の試験 研究用等原子炉施設 の維持	第1項	STACY施設は廃止措置中の試験研究用等原子炉施設ではないため該当なし。
第5条	試験研究用等原子 炉施設の地盤	第1項	申請設備は施設(建家)ではないため該当なし。
第6条	地震による損傷の 防止	第1項 第2項 第3項	p. 25に示す。 STACY施設は耐震重要施設を有しないため該当なし。
第7条	津波による損傷の 防止	第1項	STACY施設は津波が到達する施設ではないため該当なし。
第8条	外部からの衝撃による 損傷の防止	第1項	○
		第2項	○
		第3項	—
		第4項	—
第9条	試験研究用等原子 炉施設への人の不法 な侵入等の防止	第1項	×
第10条	試験研究用等原子 炉施設の機能	第1項 第2項	× —
第11条	機能の確認等	第1項	○
第12条	材料及び構造	第1項	×
		第2項	×
		第3項	×

技術基準規則の条項		説明の 必要性 の有無*1	適合性
第13条	安全弁等	第1項	×
第14条	逆止め弁	第1項	×
第15条	放射性物質による 汚染の防止	第1項	×
		第2項	×
		第3項	×
		第4項	×
第16条	遮蔽等	第1項	×
		第2項	×
第17条	換気設備	第1項	×
第18条	適用	第1項	
第19条	溢水による損傷の 防止	第1項	×
		第2項	×
第20条	安全避難通路等	第1項	×
第21条	安全設備	第1項	×
		第2項	×
		第3項	×
		第4項	×
		第5項	×
		第6項	×
第22条	炉心等	第1項	×
		第2項	×
		第3項	×
第23条	熱遮蔽材	第1項	—
第24条	一次冷却材	第1項	—

*1: 凡例

- : 当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- : 当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- ×: 当該条項の要求事項に適合すべき設備でなく適合性説明を要しないことを示す。

設工認技術基準規則との適合性(2/7)

技術基準規則の条項		説明の 必要性の 有無*1	適合性
第25条	核燃料物質取扱設備	第1項	STACY施設は核燃料物質取扱設備を有しないため該当なし。
		第2項	
		第3項	
		第4項	
		第5項	
		第6項	
		第7項	
		第8項	
第26条	核燃料物質貯蔵設備	第1項	申請設備は核燃料物質貯蔵設備ではないため該当なし。
		第2項	
第27条	一次冷却材処理装置	第1項	STACY施設は一次冷却材処理装置を有しないため該当なし。
第28条	冷却設備等	第1項	STACY施設は冷却設備等を有しないため該当なし。
		第2項	
		第3項	
		第4項	
		第5項	
		第6項	
		第7項	
第29条	液位の保持等	第1項	STACY施設は一次冷却材を有しないため該当なし。
		第2項	
第30条	計測設備	第1項	申請設備は計測設備ではないため該当なし。
第31条	放射線管理施設	第1項	申請設備は放射線管理施設ではないため該当なし。
第32条	安全保護回路	第1項	申請設備は安全保護回路ではないため該当なし。
第33条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	第1項	申請設備は反応度制御系統及び原子炉停止系統ではないため該当なし。
		第2項	
		第3項	
		第4項	
		第5項	
		第6項	
第34条	原子炉制御室等	第1項	申請設備は原子炉制御室等ではないため該当なし。
		第2項	
		第3項	
		第4項	
		第5項	
第35条	廃棄物処理設備	第1項	申請設備は廃棄物処理設備ではないため該当なし。
		第2項	

技術基準規則の条項		説明の 必要性の 有無*1	適合性
第36条	保管廃棄設備	第1項	申請設備は保管廃棄設備ではないため該当なし。
		第2項	
		第3項	
第37条	原子炉格納施設	第1項	申請設備は原子炉格納施設ではないため該当なし。
第38条	実験設備等	第1項	p. 26～28に示す。
第39条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	第1項	STACY施設は中出力炉又は高出力炉ではないため該当なし。
第40条	保安電源設備	第1項	申請設備は保安電源設備ではないため該当なし。
		第2項	
		第3項	
第41条	警報装置	第1項	申請設備は警報装置ではないため該当なし。
第42条	通信連絡設備等	第1項 第2項	申請設備は通信連絡設備等ではないため該当なし。
第43条～ 第52条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	STACY施設は研究開発段階原子炉ではないため該当なし。
第53条～ 第59条	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	STACY施設はガス冷却型原子炉ではないため該当なし。
第60条～ 第70条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	STACY施設はナトリウム冷却型高速炉ではないため該当なし。
第71条	第六章 雑則		

*1: 凡例

- : 当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- : 当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- ×: 当該条項の要求事項に適合すべき設備でなく適合性説明を要しないことを示す。

(1) デブリ構造材模擬体

第6条(地震による損傷の防止)

第1項

- Bクラスの静的地震力に耐える耐震設計を行う。
- Bクラスの静的地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ、その結果発生する応力が、安全上適切と認められる規格及び基準等を参考に設定される許容限界を超えず、おおむね弾性状態に留まるよう耐震設計を行う。
- 3枚の格子板に支持されるため共振するおそれはない。

設工認申請書の技術基準適合性説明では具体的な設計対応が読み取れないため、p.25～28に示すよう具体的な適合性の説明を記載し補正する。

第8条(外部からの衝撃による損傷の防止)

第1項及び第2項

- 自然現象及び外部からの衝撃による影響を受けないよう設計された原子炉建家に内包される設計となっている。
- * : 実験用装荷物は実験棟Aに内包されるため適合性説明を省略する。なお、外部事象による損傷の防止についての説明は、設工認申請書[STACYの更新(第4回申請)]のとおり。

第11条(機能の確認等)

第1項

- 有害な傷、ひび、割れ、腐食等について、試験又は検査で確認し、保守又は修理を実施できるよう、外観の確認ができる設計となっている。

(1) デブリ構造材模擬体(つづき)

第38条(実験設備等)

第1項第1号

- デブリ構造材模擬体が地震により破損し炉心タンクや棒状燃料に損傷を与えSTACYの安全性を損なうことがないよう、耐震Bクラスで設計を行う。

第1項第2号

- デブリ構造材模擬体は、炉心タンクに設置した3枚の格子板により支持されるため、水平方向に移動することはない。また、浮力によって浮き上がらないように適切な自重を有する設計とする。
- 軽水中の環境で使用するため耐食性の高いステンレス鋼、アルミニウム合金を用いて製作する。

第1項第3号

- デブリ構造材模擬体は、放射性物質を内包する設備ではないため該当なし。

第1項第4号

- デブリ構造材模擬体の異常の発生状況、炉心周辺の環境の状況を監視できるように炉室(S)にカメラ、制御室にTVモニタが設置されている。

第1項第5号

- デブリ構造材模擬体を使用する炉室は、制御室とページング装置で相互に連絡することができる。

(2) 燃料試料挿入管

第6条、第8条、第11条 については、デブリ構造材模擬体と同じ。

第38条(実験設備等)

第1項第1号

- 燃料試料挿入管が地震により破損し炉心タンクや棒状燃料に損傷を与えSTACYの安全性を損なうことがないように、耐震Bクラスで設計する。

第1項第2号

- 燃料試料挿入管は、炉心タンクに設置した3枚の格子板により支持されるため、水平方向に移動することはない。また、浮力によって浮き上がらないように適切な自重を有する設計とする。
- 軽水中の環境で使用するため耐食性の高いジルカロイを用いて製作する。

第1項第3号

- 燃料試料挿入管は、放射線又は放射性物質の著しい漏えいを防止するために、上部端栓を、取扱い時に容易に外れず、水密性を有する脱着式の端栓とする。

第1項第4号

- 燃料試料挿入管の異常の発生状況、炉心周辺の環境の状況を監視できるように炉室(S)にカメラ、制御室にTVモニタが設置されている。

第1項第5号

- 燃料試料挿入管を使用する炉室は、制御室とページング装置で相互に連絡することができる。

(3)内挿管

第6条、第8条、第11条 については、デブリ構造材模擬体と同じ。

第38条(実験設備等)

第1項第1号

- 内挿管が地震により破損し炉心タンクや棒状燃料に損傷を与えSTACYの安全性を損なうことがないように、耐震Bクラスで設計する。

第1項第2号

- 内挿管は、炉心タンクに設置した3枚の格子板により支持されるため、水平方向に移動することはない。また、細径の内挿管は浮力によって浮き上がらないように適切な自重を有する設計とする。太径の内挿管については、内部に鉛の重りを装荷し浮き上がらない設計とする。
- 軽水中の環境で使用するため耐食性の高いジルカロイ、アルミニウム合金を用いて製作する。

第1項第3号

- 内挿管は、非密封の放射性物質を内包する設備ではないため該当なし。

第1項第4号

- 内挿管の異常の発生状況、炉心周辺の環境の状況を監視できるように炉室(S)にカメラ、制御室にTVモニタが設置されている。

第1項第5号

- 内挿管を使用する炉室は、制御室とページング装置で相互に連絡することができる。

第6条(地震による損傷の防止)の詳細

適合性

- 技術基準規則第6条第1項の要求に適合するよう、実験用装荷物は以下のとおり設計する。
 - Bクラスの静的地震力に耐える耐震設計を行う。
 - Bクラスの静的地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ、その結果発生する応力が、安全上適切と認められる規格及び基準等を参考に設定される許容限界を超えず、おおむね弾性状態に留まるよう耐震設計を行う。
- 担当課及び他の機構内組織で行う設計管理については、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」、「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書」及び「臨界ホット試験技術部の設計・開発管理要領」に基づき品質管理を行う。

設工認申請書には耐震計算書を添付しているが、本申請の設備は耐震Bクラス設備であるため、最新の規制方針に従い耐震設計方針を示す。(補正予定)

耐震評価結果

- 地震により実験用装荷物に作用する算出応力は、許容応力より1桁小さい値であるため、実験用装荷物は地震によって損傷するおそれはない。
- 実験用装荷物は、支持構造物に固定されていないため、共振するおそれはない。

p.12の設計条件で補正するとした内容について、
設置許可申請書との整合性を記載する。(補正予定)

原子炉設置許可申請書(抜粋)

設計方針

【添付書類八】

1.3 耐震設計方針

1.3.1 基本方針

- (1) STACY施設は、地震により発生するおそれのある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度に応じて分類し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。(後略)
- (2) 静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるよう設計する。
- (3) Bクラスの各施設は、共振するおそれのないように設計する。

設工認申請書(補正案)

設計条件

第1編 その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち I. 実験設備

ロ. 実験用装荷物

3. 設計

3.1 設計条件

実験設備等(デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管に限る。)は、STACYの炉心に配置して使用する。その使用環境下でSTACYの安全性を損なうおそれがない設計とする。

- 設置(変更)許可申請書の耐震重要度分類に従い耐震Bクラスの設計とする。
 - Bクラスの静的地震力に耐える耐震設計を行う。
 - Bクラスの静的地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ、その結果発生する応力が、安全上適切と認められる規格及び基準等を参考に設定される許容限界を超えず、おおむね弾性状態に留まるよう耐震設計を行う。
 - 共振するおそれのないように設計する。
- 機器種別は、基準*に従い、主要な実験設備であるため機器種別のクラスなしとして設計する。

第1.3-1表(1) STACY施設の耐震重要度分類

耐震クラス	クラス別設備	設備等名称			当該設備を支持する建物・構築物	支持機能を確認する地震動	備考	
		主要設備*1	クラス	支援設備*2				
B	STACYの緊急停止のために急激に負の応度を添加するための設備、及びSTACYの停止状態を維持するための設備	計測制御系統施設 (安全板駆動装置、急速排水弁、低速給水吐出弁、低速流量調整弁、低速給水バイパス弁)	B	安全保護回路	B	炉下室	S _B ^{*3}	
		計測制御系統施設 (最大給水制限スイッチ*1、給水停止スイッチ*1、排水開始スイッチ*1、安全保護系の核計装設備) 炉心タンク格納炉マシナリ格納箱 実験設備(実験用装荷物*2)	B	—	—	炉室	S _B ^{*3}	*1 駆動軸を除く。 *2 炉心タンク内又は炉心上方に固定するもの。
	放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した設備で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある設備	核燃料物質貯蔵設備 (Pu保管ピット本体)	B	—	—	実験棟A	S _B ^{*3}	

※1 当該機能に直接的に関連する系統・設備。

※2 当該機能に間接的に関連し、主要設備の支援的役割を持つもの。

※3 地上部分では「建築基準法施行令」より求まる層せん断力係数に係数1.5を、地下部分では水平震度係数1.5を乗じて得られる静的地震力。

* : 試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準
(文部科学省:平成15年5月30日付け15科原安第13号)

p.12の設計条件で補正するとした内容について、
設置許可申請書との整合性を記載する。(補正予定)

原子炉設置許可申請書(抜粋) 設計方針

- 【本文】
5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備
 - ハ 原子炉本体の構造及び設備
 - (4) 原子炉容器
 - (i) 構造 (省略)
 - (ii) 最高使用圧力及び最高使用温度

最高使用圧力	静水頭 (約 2 m水頭)
最高使用温度	80 °C
- 【添付書類八 別1】
6. 実験設備
 - 6.1.2 設計方針
 - (10) 実験用装荷物は、適切な方法により試験及び検査ができる設計とする。
 - 6.1.3 主要設備
 - (9) 実験用装荷物は、その機能に応じて、炉心への装荷時及び起動前点検時に試験及び検査ができる構造、配置、系統構成とする。

設工認申請書(補正案) 設計条件

- 第1編 その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち I. 実験設備
- ロ. 実験用装荷物
3. 設計
 - 3.1 設計条件
 - 最高使用圧力及び最高使用温度は、設置(変更)許可申請書で定める原子炉容器の値と同じ静水頭(2.0m)、80°Cで設計する。
 - 実験設備等に必要な機能を確認するための試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理を実施できるよう、外観の確認ができる設計とする。
 - 実験設備等の移動又は状態の変化が生じた場合においても反応度が異常に投入されないように設計する。
 - 放射線又は放射性物質の著しい漏えいのおそれがない設計とする。
 - 実験設備等の動作状況、異常発生状況、周辺環境の状況その他の安全上必要なパラメータを制御室に表示できる設計とする。
 - 実験設備等が設置される炉室は、制御室と相互に連絡することができる設計とする。

原子炉設置許可申請書(抜粋)

設計条件

【本文】

又 その他試験研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備

(2) 主要な実験設備の構造

(i) 実験用装荷物 (省略)

c. デブリ構造材模擬体

種類 アルミニウム合金、ジルコニウム合金、鉄その他の金属、コンクリートその他の原子炉施設及び核燃料サイクル施設の構造材料又はそれらの混合物(実験計画に応じて中性子毒物を添加する。)

構造 棒状(コンクリート等で構造維持上必要な場合は、金属で被覆する。)

設置方法 格子板に配列中性子毒物 ガドリニウム、サマリウム、ボロンその他の中性子吸収材(添加する場合)

設工認申請書(抜粋)

設計仕様

3.2 設計仕様

名称		デブリ構造材模擬体(鉄)
型式		棒状形状
主要寸法	直径	9.5 mm
	全長	1500 mm
主要材料	SUS棒	SUS304
本数		70 本

名称		デブリ構造材模擬体(コンクリート)
型式		棒状形状
主要寸法	被覆管外径	9.5 mm
	被覆管内径	7.5 mm
	全長	1500 mm
主要材料	被覆管	アルミニウム合金*1
	上部端栓	アルミニウム合金*2
	下部端栓	アルミニウム合金*2
本数		70 本

*1 JIS H 4080相当

*2 JIS H 4000相当

原子炉設置許可申請書(抜粋)

設計条件

【本文】

又 その他試験研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備

(2) 主要な実験設備の構造

(i) 実験用装荷物 (省略)

e. 燃料試料挿入管

構造 脱着式端栓を備えた円筒形被覆管（内部に単一種類又は複数種類のウラン酸化物を充填して炉心に装荷する。ウラン酸化物には実験計画に応じて中性子毒物、構造材模擬材を添加する。）

設置方法 格子板に配列

²³⁵U濃縮度 10wt%以下

中性子毒物 ガドリニウム、エルビウム、サマリウム、ポロンその他の中性子吸収材（添加する場合）ただし、炉心に装荷する中性子毒物添加量（棒状燃料を含む。）は、炉心に装荷する総ウラン重量（棒状燃料を含む。）の1/100を超えないこと。

構造材模擬材 アルミニウム合金、ジルコニウム合金、鉄、コンクリートその他の原子炉施設及び核燃料サイクル施設の構造材料（添加する場合）

被覆管材料 アルミニウム合金、ジルコニウム合金又はステンレス鋼

炉心装荷量 燃料試料挿入管に含まれる²³⁵Uの重量が炉心装荷総²³⁵U重量の5/100以下

設工認申請書(抜粋)

設計仕様

3.2 設計仕様

名称		燃料試料挿入管	
型式		棒状形状	
主要寸法	被覆管外径	9.5 mm	
	被覆管内径	8.36 mm	
	下部端栓長さ	14.7 mm	
	全長	1500 mm	
主要材料	被覆管	ジルカロイ-4*1	
	下部端栓	ジルカロイ-4*1	
	上部端栓	シールシャフト	SUS304
		シールキャップ	SUS304
		ノブ	SUS304
ピン		SUS304	
本数		25 本	

*1 JIS H 4751相当

原子炉設置許可申請書(抜粋)

設計条件

【本文】

又 その他試験研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備

(2) 主要な実験設備の構造

(i) 実験用装荷物 (省略)

f. 内挿管

核的制限 反応度価値 合計0.3ドル以下
(浸水による置換反応度。同時に設置する全内挿管及び可動装荷物駆動装置の反応度価値を含む。)

種類 アルミニウム合金、ジルコニウム合金、ステンレス鋼その他の金属又はそれらにボロン、カドミウム、ハフニウムその他の中性子吸収材を含む有若しくは付加させたもの

構造 中空パイプ状又はそれを組み合わせたもの

設置方法 格子板に配列

設工認申請書(抜粋)

設計仕様

3.2 設計仕様

名称		内挿管(細)
型式		棒状形状
主要 寸法	管体外径	9.5 mm
	管体内径	8.36 mm
	全長	1495 mm
主要 材料	管体	ジルカロイ-4*1
	下部端栓	ジルカロイ-4*1
本数		30 本

*1 JIS H 4751相当

名称		内挿管(太)
型式		棒状形状
主要 寸法	管体外径	28.8 mm
	管体内径	27.0 mm
	全長	1495 mm
主要 材料	管体	アルミニウム合金*1
	下部端栓	アルミニウム合金*2
	おもり	鉛*3
本数		3 本

*1 JIS H 4080相当

*2 JIS H 4040相当

*3 JIS H 2105相当

p.16の設計仕様に記載した内容について設置許可申請書との整合性を記載する。(補正予定)

原子炉設置許可申請書(抜粋)

設計方針・条件

【添付書類八】

1.3 耐震設計方針

1.3.1 基本方針

(4) Bクラスの各施設は、共振するおそれのないように設計する。

【添付書類八 別1】

6. 実験設備

6.1.2 設計方針

(7) 放射性物質を内蔵する実験用装荷物は、密封性を考慮した設計とする。

6.1.3 主要設備

実験用装荷物は、第6.1-1表(1)～(3)に示す種類の実験計画に応じて使用する。なお、配列式の実験用装荷物の装荷状態は制御室からTVモニターにより監視でき、可動式の実験用装荷物は制御室より位置が制御できるものとする。

(5) 燃料試料挿入管

燃料試料挿入管は、棒状燃料被覆管に準ずる材料及び寸法仕様で、上端に脱着式端栓(取扱い時に容易に外れない、水密性を有するもの)を備え、下端を溶接式の端栓で密封した円筒管であり、内部にペレット状のウラン酸化物(単一種類又は複数種類。実験計画に応じて中性子毒物、構造材模擬材を添加する。)を充填し、密封する。
(省略)

【添付書類八 別2】

5.6.2 設計方針

(9) 制御室と現場の主要箇所との連絡が可能な通信連絡設備を有する設計とする。

設工認申請書(抜粋)

設計仕様

3.2 設計仕様

(耐震性)

- デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、3枚の格子板に支持されるため、共振するおそれはない。

(閉じ込め)

- 燃料試料挿入管は、放射線又は放射性物質の著しい漏えいを防止するために、上部端栓を、取扱い時に容易に外れず、水密性を有する脱着式の端栓とする。

(状態監視)

- デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の異常の発生状況、炉心周辺の環境の状況を監視できるように炉室(S)にカメラ、制御室にTVモニターが設置されている。

(通信連絡)

- デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管を使用する炉室は、制御室とページング装置で相互に連絡することができる。

本申請は、STACY(定常臨界実験装置)施設で用いる実験用装荷物の製作及びデブリ模擬炉心を新設するために申請するものである。

第1編 その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち
I. 実験設備

第2編 原子炉本体のうち
I. 炉心

原子炉本体は、次の施設から構成される。

- (1) 炉心
- (2) 燃料体
- (3) 原子炉容器
- (4) 放射線遮蔽体
- (5) その他の主要な事項

上記のうち、「(1) 炉心」は、以下の設備から構成される。

- イ. 基本炉心(1)
- ロ. デブリ模擬炉心(1)

今回申請する範囲は、上記「(1) 炉心」のうち、「ロ. デブリ模擬炉心(1)」の新設に関するものである。

- デブリ模擬炉心(1)は、設置(変更)許可を受けた炉心構成条件、核的制限値に関連する炉心特性値、STACYで構成される炉心の動特性定数の範囲内において、実験計画に基づき、格子板及び炉心に装荷する機器等を選定し構成する。
- これら炉心構成の確認は保安規定に基づき実施する。

設工認申請書では炉心構成条件等の説明をしていないため、本スライドのような記載を追加して補正する。

炉心構成条件

名称	デブリ模擬炉心(1)
臨界水位	40 cm以上 140 cm以下
最大過剰反応度	0.8ドル
給排水系による最大添加反応度	0.3ドル
反応度添加率	臨界近傍で3セント/s以下
安全板による停止時の中性子実効増倍率	0.985 以下
最大反応度価値を有する安全板1枚が挿入不能時の中性子実効増倍率	0.995 以下
減速材・反射材対燃料ペレット体積比	0.9以上 11以下
最高温度	70°C
実験用装荷物による最大添加反応度	0.3ドル

核的制限値に関連する炉心特性値

炉心特性値	最大値	最小値
水位反応度係数 (ドル/mm) $\frac{d\rho}{dH}$	6.0×10^{-2}	2.0×10^{-3}
最大反応度添加率 相当給水流量 V_{lim}^* (ℓ/min)	1915	65

※炉心タンク内の水面の断面積を15%減として評価

STACYで構成される炉心の動特性定数

動特性定数	最大値	最小値
減速材温度反応度係数 ($\Delta k/k/^\circ\text{C}$)	$+3.8 \times 10^{-4}$	-3.7×10^{-5}
減速材ボイド反応度係数 ($\Delta k/k/\text{vol}\%$)	$+3.7 \times 10^{-3}$	-3.8×10^{-3}
棒状燃料温度反応度係数 ($\Delta k/k/^\circ\text{C}$)	-8.5×10^{-6}	-4.1×10^{-5}
即発中性子寿命 (s)	8.4×10^{-5}	6.9×10^{-6}
実効遅発中性子割合 (—)	8.1×10^{-3}	6.8×10^{-3}

名称		デブリ模擬炉心(1)	
使用格子板の格子間隔 (既設)		15 mm(四角格子)	12.7 mm(四角格子)
使用燃料体 (既設)	種類	ウラン棒状燃料	
	²³⁵ U濃縮度	5 wt%	
	装荷本数	50本以上900本以下 ただし、140cm超の給水によっても臨界とならない場合は900本以下	
減速材、反射材		軽水(実験計画に応じて可溶性中性子吸収材(ボロン)を添加)	
制御材(既設)		減速材、反射材(軽水)に加え、安全板	
関連主要設備 (既設)	計装	最大給水制限スイッチ(2系統) 給水停止スイッチ(2系統) 排水開始スイッチ(1系統)	
	制御設備	給排水系、安全板(2~4枚)	
主要な 実験設備 (新設)	実験用装荷物	デブリ構造材模擬体	

運転に当たり、炉心が核的制限値を満足し、かつ、設置変更許可申請書に定めた炉心特性の範囲になるよう、原則として計算解析により評価し、確認する。その確認の手順は原子力科学研究所原子炉施設保安規定(その下部規定を含む。)に定め、遵守する。

設工認技術基準規則との適合性(1/3)

技術基準規則の条項		説明の 必要性 の有無*1	適合性
第1条	適用範囲	第1項	
第2条	定義	第1項 第2項	
第3条	特殊な設計による 試験研究用等原子 炉施設	第1項	— STACY施設は特殊な設計による試 験研究用等原子炉施設ではないた め該当なし。
第4条	廃止措置中の試験 研究用等原子炉施 設の維持	第2項	— STACY施設は廃止措置中の試験研 究用等原子炉施設ではないため該 当なし。
第5条	試験研究用等原子 炉施設の地盤	第1項	× 申請設備は施設(建家)ではないた め該当なし。
第6条	地震による損傷の 防止	第1項	× 本条項は施設(設備)に対する地震 力の影響に関する条項のため該当 なし。
		第2項	— STACY施設は耐震重要施設を有し ないため該当なし。
		第3項	—
第7条	津波による損傷の 防止	第1項	— STACY施設は津波が到達する施設 ではないため該当なし。
第8条	外部からの衝撃に よる損傷の防止	第1項	× 本条項は施設(設備)に対する外部 からの衝撃に関する条項のため該 当なし。
		第2項	×
		第3項	— STACY施設は船舶に設置しないた め該当なし。
		第4項	— 航空機落下は「実用発電用原子炉 施設への航空機落下確率の評価基 準について」(平成21・06・25原院第1 号)等に基づき評価した結果、防護 措置の要否を判断する基準を超え ていないことについて設置(変更)許 可を受けているため該当なし。
第9条	試験研究用等原子 炉施設への人の不 法な侵入等の防止	第1項	× 申請設備は工場等、施設ではないた め該当なし。
第10条	試験研究用等原子 炉施設の機能	第1項	○ p.43に示す。
		第2項	— STACY施設は船舶に設置しないた め該当なし。
第11条	機能の確認等	第1項	× 申請設備は機能の確認等を有しな いため該当なし。
第12条	材料及び構造	第1項	×
		第2項	× 申請設備は材料及び構造を確認す る施設(設備)ではないため該当なし。
		第3項	×

技術基準規則の条項		説明の 必要性 の有無*1	適合性
第13条	安全弁等	第1項	× 申請設備は安全弁等ではないため 該当なし。
第14条	逆止め弁	第1項	× 申請設備は逆止め弁ではないため 該当なし。
第15条	放射性物質による 汚染の防止	第1項	×
		第2項	×
		第3項	×
		第4項	×
第16条	遮蔽等	第1項	× 遮蔽設備、遮蔽性能は原子炉建家 (炉室の壁、床、天井)で担保され るため該当なし。
		第2項	×
第17条	換気設備	第1項	× 申請設備は換気設備ではないため 該当なし。
第18条	適用	第1項	
第19条	溢水による損傷の 防止	第1項	× 申請設備は溢水により安全性を損 なうおそれがないため該当なし。 申請設備は放射性物質を含む液 体を取り扱う設備ではないため該 当なし。
		第2項	×
第20条	安全避難通路等	第1項	× 申請設備は安全避難通路ではない ため該当なし。
第21条	安全設備	第1項	×
		第2項	×
		第3項	×
		第4項	×
		第5項	×
		第6項	×
第22条	炉心等	第1項	× 申請設備は燃料体、減速材及び反 射材並びに炉心支持構造物ではな いため該当なし。
		第2項	×
		第3項	×
第23条	熱遮蔽材	第1項	— STACY施設は熱遮蔽材を有しな いため該当なし。
第24条	一次冷却材	第1項	— STACY施設は一次冷却材を有しな いため該当なし。

*1: 凡例

- : 当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- : 当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- × : 当該条項の要求事項に適合すべき設備でなく適合性説明を要しないことを示す。

技術基準規則の条項		説明の 必要性の 有無*1	適合性
第25条	核燃料物質取扱設備	第1項	STACY施設は核燃料物質取扱設備を有しないため該当なし。
		第2項	
		第3項	
		第4項	
		第5項	
		第6項	
		第7項	
		第8項	
第26条	核燃料物質貯蔵設備	第1項	申請設備は核燃料物質貯蔵設備ではないため該当なし。
		第2項	
第27条	一次冷却材処理装置	第1項	STACY施設は一次冷却材処理装置を有しないため該当なし。
第28条	冷却設備等	第1項	STACY施設は冷却設備等を有しないため該当なし。
		第2項	
		第3項	
		第4項	
		第5項	
		第6項	
		第7項	
第29条	液位の保持等	第1項	STACY施設は一次冷却材を有しないため該当なし。
第30条	計測設備	第1項	申請設備は計測設備ではないため該当なし。
第31条	放射線管理施設	第1項	申請設備は放射線管理施設ではないため該当なし。
第32条	安全保護回路	第1項	申請設備は安全保護回路ではないため該当なし。
第33条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	第1項	申請設備は反応度制御系統及び原子炉停止系統ではないため該当なし。
		第2項	
		第3項	
		第4項	
		第5項	
		第6項	
第34条	原子炉制御室等	第1項	申請設備は原子炉制御室等ではないため該当なし。
		第2項	
		第3項	
		第4項	
		第5項	
第35条	廃棄物処理設備	第1項	申請設備は廃棄物処理設備ではないため該当なし。
		第2項	

技術基準規則の条項		説明の 必要性の 有無*1	適合性
第36条	保管廃棄設備	第1項	申請設備は保管廃棄設備ではないため該当なし。
		第2項	
		第3項	
第37条	原子炉格納施設	第1項	申請設備は原子炉格納施設ではないため該当なし。
第38条	実験設備等	第1項	申請設備は実験設備等ではないため該当なし。
第39条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	第1項	STACY施設は中出力炉又は高出力炉ではないため該当なし。
第40条	保安電源設備	第1項	申請設備は保安電源設備ではないため該当なし。
		第2項	
		第3項	
第41条	警報装置	第1項	申請設備は警報装置ではないため該当なし。
第42条	通信連絡設備等	第1項	申請設備は通信連絡設備等ではないため該当なし。
		第2項	
第43条～第52条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	STACY施設は研究開発段階原子炉ではないため該当なし。
第53条～第59条	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	STACY施設はガス冷却型原子炉ではないため該当なし。
第60条～第70条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	STACY施設はナトリウム冷却型高速炉ではないため該当なし。
第71条	第六章 雑則		

*1: 凡例

- : 当該条項の要求事項に適合すべき設備等がSTACY施設に無いことを示す。
- : 当該条項の要求事項に適合すべき設備であり適合性説明を要することを示す。
- ×: 当該条項の要求事項に適合すべき設備でなく適合性説明を要しないことを示す。

第10条(試験研究用等原子炉施設の機能)

第1項

- STACY施設は、既設の起動用中性子源(約74GBqのAm-Be)を用いて原子炉を起動し、給排水系による水位制御にて原子炉の反応度を制御し、原子核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有する設計となっている。
- STACYでの実験炉心は、**設置(変更)許可を受けた炉心構成、核的制限値及び炉心特性の範囲内**において、実験計画に基づき、格子板及び炉心に装荷する機器等を選定し、核的制限値を満足するよう構成する。また、**実験炉心を構成する前に原則として計算解析を実施し、核的制限値や炉心特性範囲を満足していることを確認**する。設置(変更)許可を受けた炉心構成条件の範囲内であれば正の反応度係数の絶対値は小さい。また、安全保護系(熱出力変化の早期検知)及び原子炉停止系(1.5秒以内の安全板挿入他)により出力上昇が制限されることで、総合的な反応度フィードバックが正となる炉心を許容できる設計とする。STACYの運転中(最大200W)の温度変化は小さく、事故時でも温度上昇は小さいため(棒状燃料温度は7°C程度、減速材温度は1°C程度)、炉心を、**設置(変更)許可を受けた炉心特性の範囲**で構成することにより、総合的な反応度フィードバックが正となる炉心においても十分な安全性を有する。

原子炉設置許可申請書(抜粋)

設計方針

【添付書類八 別1】

3.2 炉心構成の範囲

(一部省略) STACYで構成する炉心は、臨界水位が棒状燃料の有効長下端より40cm以上140cm以下の範囲とする。ただし、未臨界炉心(140cm超の給水によっても臨界とならない炉心)においては水位が140cm以下とする。

【本文】

5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備

ハ 原子炉本体の構造及び設備

(iii) 主要な核的制限値

- a. 最大過剰反応度 0.8 ドル
- b. 安全板による停止時の中性子実効増倍率 0.985 以下
- c. 最大反応度値を有する安全板1枚が挿入不能の場合の中性子実効増倍率 0.995 以下
- d. 制御設備による最大反応度添加率 3セント/s
- e. 可動装荷物による最大反応度添加率 3セント/s
- f. 可動装荷物の反応度値 0.3 ドル以下

(iv) 主要な熱的制限値

減速材及び反射材温度 70 °C 以下

設工認申請書(抜粋)

設計条件

第2編 原子炉本体のうち I. 炉心

(1) デブリ模擬炉心(1)

3. 設計

3.1 設計条件

- デブリ模擬炉心(1)は、設置(変更)許可を受けた炉心構成条件、核的制限値に関連する炉心特性値、STACYで構成される炉心の動特性定数の範囲内において、実験計画に基づき、格子板及び炉心に装荷する機器等を選定し構成する。
- これら炉心構成の確認は保安規定に基づき実施する。

p.38の設計仕様に記載した内容について設置許可申請書との整合性を記載する。(補正予定)

名称	デブリ模擬炉心(1)
臨界水位	40 cm以上 140 cm以下
最大過剰反応度	0.8ドル
給排水系による最大添加反応度	0.3ドル
反応度添加率	臨界近傍で3セント/s以下
安全板による停止時の中性子実効増倍率	0.985 以下
最大反応度値を有する安全板1枚が挿入不能時の中性子実効増倍率	0.995 以下
減速材・反射材対燃料ペレット体積比	0.9以上 11以下
最高温度	70°C
実験用装荷物による最大添加反応度	0.3ドル

原子炉設置許可申請書(抜粋) 設計方針

【本文】

又 その他試研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備

(2) 主要な実験設備の構造

(i) 実験用装荷物

(一部省略)実験用装荷物を使用する炉心の特性が第3表及び第4表に示す炉心特性範囲内であることを、計算解析又は実測データにより確認する。

第3表 核的制限値に関連する炉心特性値

炉心特性値	最大値		最小値	
	炉心条件	数値	炉心条件	数値
水位反応度係数 (ドル/mm) $\frac{d\rho}{dH}$	(省略)	6.0×10^{-2}	(省略)	2.0×10^{-3}
最大反応度添加率 相当給水流量 $V_{lim}(l/min)$	(省略)*	1915	(省略)*	65

* 炉心タンク内の水面の面積は、棒状燃料の装荷本数等によらず一律15%減とした。

第4表 STACYで構成される炉心の動特性定数

動特性定数	最大値	最小値
減速材温度反応度係数 ($\Delta k/k/^\circ C$)	$+3.8 \times 10^{-4}$	-3.7×10^{-5}
減速材ボイド反応度係数 ($\Delta k/k/vol\%$)	$+3.7 \times 10^{-3}$	-3.8×10^{-3}
棒状燃料温度反応度係数 ($\Delta k/k/^\circ C$)	-8.5×10^{-6}	-4.1×10^{-5}
即発中性子寿命(s)	8.4×10^{-5}	6.9×10^{-6}
実効遅発中性子割合(-)	8.1×10^{-3}	6.8×10^{-3}

設工認申請書(抜粋) 設計条件

第2編 原子炉本体のうち I. 炉心

(1) デブリ模擬炉心(1)

3. 設計

3.1 設計条件

その他、設置変更許可申請書に定めた炉心特性の範囲(表1及び表2に示す。)で運転する。

表1 核的制限値に関連する炉心特性値

炉心特性値	最大値	最小値
水位反応度係数 (ドル/mm) $\frac{d\rho}{dH}$	6.0×10^{-2}	2.0×10^{-3}
最大反応度添加率 相当給水流量 $V_{lim}^*(l/min)$	1915	65

※炉心タンク内の水面の断面積を15%減として評価

表2 STACYで構成される炉心の動特性定数

動特性定数	最大値	最小値
減速材温度反応度係数 ($\Delta k/k/^\circ C$)	$+3.8 \times 10^{-4}$	-3.7×10^{-5}
減速材ボイド反応度係数 ($\Delta k/k/vol\%$)	$+3.7 \times 10^{-3}$	-3.8×10^{-3}
棒状燃料温度反応度係数 ($\Delta k/k/^\circ C$)	-8.5×10^{-6}	-4.1×10^{-5}
即発中性子寿命(s)	8.4×10^{-5}	6.9×10^{-6}
実効遅発中性子割合(-)	8.1×10^{-3}	6.8×10^{-3}

原子炉設置許可申請書(抜粋) 設計条件

【本文】

へ 計測制御系統施設の構造及び設備

(3) 制御設備

反応度制御系として給排水系を設け、通常運転時に予想される温度変化、実験用装荷物(可動式のもの)の位置変化による反応度変化を調整し、所要の運転状態に維持し得る設計とする。

原子炉停止系は、運転状態から炉心を未臨界に移行することができ、かつ、未臨界を維持できる機構の異なる二つの独立した系統として安全板装置と排水系を有する設計とする。

【添付書類八 別1】

3.2 炉心構成の範囲

STACYの炉心は、炉心構成及び核的制限値並びに炉心特性の範囲内において、実験計画に基づき、炉心タンク内の格子板フレームに取り付けた格子板に棒状燃料及び実験用装荷物(配列式)を垂直になるように配列した後、減速材及び反射材として軽水を炉心タンクに給水することにより構成する。格子板及び格子板フレームは、実験の目的に応じて異なるものを製作し、交換して使用する。棒状燃料は、単一種類又は複数種類のを組み合わせて使用する。このとき、炉心の平均²³⁵U濃縮度(炉心に装荷した全棒状燃料の平均濃縮度)は10wt%以下とする。また、実験用装荷物は、実験の目的に応じて異なるものを製作し、単一種類又は複数種類のを組み合わせて使用する。減速材は、格子間隔の異なる格子板の使用又は格子板へ実験用装荷物(ボイド模擬体ほか)を配列することにより、減速材対燃料ペレット体積比(炉心平均)を0.9以上11以下の範囲で変化させる。軽水には、実験計画に応じて可溶性中性子吸収材を添加する。STACYで構成する炉心は、臨界水位が棒状燃料の有効長下端より40cm以上140cm以下の範囲とする。ただし、未臨界炉心(140cm超の給水によっても臨界とならない炉心)においては水位が140cm以下とする。

設工認申請書(抜粋) 設計仕様

3.2 設計仕様

名称		デブリ模擬炉心(1)	
使用格子板の格子間隔		15 mm (四角格子)	12.7 mm (四角格子)
使用燃料体	種類	ウラン棒状燃料	
	²³⁵ U濃縮度	5 wt%	
	装荷本数	50本以上900本以下 ただし、140cm超の給水によっても臨界とならない場合は900本以下	
減速材、反射材		軽水(実験計画に応じて可溶性中性子吸収材(ボロン)を添加)	
制御材		減速材、反射材(軽水)に加え、安全板	
関連主要設備	計装	最大給水制限スイッチ(2系統) 給水停止スイッチ(2系統) 排水開始スイッチ(1系統)	
	制御設備	給排水系、安全板(2~4枚)	
主要な実験設備	実験用装荷物	デブリ構造材模擬体	

原子炉設置許可申請書(抜粋) 設計条件

【添付書類八 別1】

3.2 炉心構成の範囲

(中略)

(2) 燃料

c. 挿入量

(i) (省略)

(ii) 挿入本数 50本以上 900本以下

(ただし、棒状燃料の有効長下端より140cm超の給水によっても臨界とならない炉心については900本以下)

5.3 プロセス計装設備

5.3.1 概要

プロセス計装設備は、STACY施設内の各種プロセス量を測定し、STACYの運転制御及び安全保護動作に必要な情報を得るため、次に示す安全保護系のプロセス計装設備及び計測制御系のプロセス計装設備で構成する。(中略)

(1) 安全保護系のプロセス計装設備

最大給水制限スイッチ

(2) 計測制御系のプロセス計装設備

給水停止スイッチ

排水開始スイッチ

(以下省略)

設工認申請書(抜粋) 設計仕様

3.2 設計仕様

名称		デブリ模擬炉心(1)	
使用格子板の格子間隔		15 mm (四角格子)	12.7 mm (四角格子)
使用燃料体	種類	ウラン棒状燃料	
	²³⁵ U濃縮度	5 wt%	
	装荷本数	50本以上900本以下 ただし、140cm超の給水によっても臨界とならない場合は900本以下	
減速材、反射材		軽水(実験計画に応じて可溶性中性子吸収材(ボロン)を添加)	
制御材		減速材、反射材(軽水)に加え、安全板	
関連主要設備	計装	最大給水制限スイッチ(2系統) 給水停止スイッチ(2系統) 排水開始スイッチ(1系統)	
	制御設備	給排水系、安全板(2~4枚)	
主要な実験設備	実験用装荷物	デブリ構造材模擬体	