

リサイクル燃料備蓄センター  
事業許可基準規則への適合性について

令和2年2月17日

リサイクル燃料貯蔵株式会社

<目 次>

第 3 条 使用済燃料の臨界防止

第 4 条 遮蔽等

第 5 条 閉じ込めの機能

第 6 条 除熱

第 7 条 火災等による損傷の防止

第 9 条 地震による損傷の防止

第 10 条 津波による損傷の防止

第 11 条 外部からの衝撃による損傷の防止

11- 1 : 総括

11 - 2 : 竜巻

11 - 3 : 火山

11- 4 : 外部火災

11- 5 : 航空機落下

第 12 条 使用済燃料貯蔵施設への人の不法な侵入等の防止

第 13 条 安全機能を有する施設

第 14 条 設計最大評価事故時の放射線障害の防止

第 15 条 金属キャスク

第 16 条 使用済燃料の受入れ施設

第 17 条 計測制御系統施設

第 18 条 廃棄施設

第 19 条 放射線管理施設

第 20 条 予備電源

第 21 条 通信連絡設備等

今回説明分



### 第3条 使用済燃料の臨界防止

#### <目次>

1. 設計方針
2. 臨界防止設計

#### (別添)

- 別添1 ボロン添加ステンレス鋼のボロン分布について
- 別添2 乾燥状態における臨界解析について
- 別添3 冠水状態におけるガドリニアクレジットを考慮した臨界解析について
- 別添4 バスケット格子内の燃料配置等について
- 別添5 バスケット及び使用済燃料集合体の変形の影響について
- 別添6 冠水状態の水密度について

## 1. 設計方針

- (1) 金属キャスク単体は、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、使用済燃料集合体を収納した条件下で、技術的にみて想定されるいかなる場合でも臨界を防止する設計とする。
- (2) 臨界防止機能の一部を構成するバスケットは、設計貯蔵期間中の放射線照射影響、腐食等の経年変化に対して十分な信頼性を有する材料を選択し、設計貯蔵期間を通じてバスケットの構造健全性が保たれる設計とする。
- (3) 金属キャスク相互の中性子干渉を考慮して完全反射条件（無限配列）として、臨界評価する。
- (4) 未臨界性に有意な影響を与える以下の因子を考慮した設計とする。

### a. 配置・形状

貯蔵区域内の金属キャスクの配置、バスケットの板厚、内のり等の寸法公差、バスケット格子内の使用済燃料集合体の配置等を適切に考慮する。

金属キャスク相互の中性子干渉を考慮して完全反射条件（無限配列）としていることから、金属キャスクの滑動を考慮する必要はない。

乾燥状態ではバスケット及び使用済燃料集合体の変形による実効増倍率の変化は僅かであり、使用済燃料貯蔵施設における未臨界性評価に有意な影響を与えることはない。

### b. 中性子吸収材の効果

以下の事項等について適切な安全裕度をもって考慮する。

- (a) 製造公差（濃度、非均質性、寸法等）
- (b) 中性子吸収に伴う原子個数密度の減少

### c. 減速材（水）の影響

使用済燃料集合体を金属キャスクに収納するにあたり冠水することを設計上適切に考慮する。

### d. 燃焼度クレジット

使用済燃料の燃焼に伴う反応度低下は考慮しない。なお、冠水状態の解析では、可燃性毒物による燃焼初期の反応度抑制効果を適切に考慮する。

- (5) 契約先である原子炉設置者が確認した使用済燃料集合体の収納等の状態が貯蔵上必要な条件等を満足していることを、記録により確認する。

## 2. 臨界防止設計

### (1) 臨界防止構造

金属キャスクは、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、技術的にみて想定されるいかなる場合でも臨界を防止する設計とし、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（50年）に事業所外運搬に係る期間等、十分な余裕を考慮した60年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。（「第十五条 金属キャスク」参照）

b. バスケットの材料には、中性子を有効に吸収するボロンを偏在することなく添加したステンレス鋼を用いる。（別添1参照）

金属キャスクの仕様を第1表に、収納する使用済燃料集合体の仕様を第2表に、バスケット構造を第1図に示す。

### (2) 臨界解析

金属キャスクの臨界解析フローを第2図に、臨界解析モデルを第3図に、臨界解析条件を第3表に、臨界解析条件の設定根拠を第4表に示す。

金属キャスク及び燃料集合体の実形状を三次元で適切にモデル化し、これまでの輸送容器と貯蔵容器での臨界解析に使用実績のある燃料棒単位セル計算を輸送計算コードXSDRNPM、中性子実効増倍率の計算をモンテカルロコードKENO-V.aで行うSCALEコードシステム（4.4a）を用いる。断面積ライブラリには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て中性子実効増倍率を求め0.95以下となることを確認する。

金属キャスクは多重の閉じ込め構造を有する蓋部により金属キャスク内部は外部から隔離される構造であり、金属キャスクへの使用済燃料集合体収納後に金属キャスク内部の排水及び真空乾燥が行われることから、貯蔵中の金属キャスク内部は乾燥状態であるが、原子力発電所における金属キャスクへの使用済燃料集合体収納時に冠水することから、乾状態及び冠水状態で評価する。

BWR燃料集合体には反応度抑制効果のある可燃性毒物が含まれているが、中性子減速材のない乾燥状態では可燃性毒物の反応度抑制効果が低下することから、乾燥状態の解析では保守的に可燃性毒物の反応度抑制効果を見逃した初期濃縮度の燃料集合体を金属キャスクに全数収納した状態を設定する（別添2参照）。冠水状態の解析では、燃料集合体の燃焼に伴う反応度の低下は考慮せず、可燃性毒物による燃焼初期の反応度抑制効果を考慮して、炉心内装荷冷温状態での燃料集合体の無限増倍率が1.3となる燃料集合体モデルを金属キャスクに全数収納した状態を設定する（別添3参照）。

また、金属キャスク相互の中性子干渉を考慮して金属キャスク周囲を完全反射条件とし、金属キャスクの無限配列を模擬することにより、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵容量最大に金属キャスクを配置した条件を包絡した設定とする。バスケット格子内の使用済燃料は中性子実効増倍率が最大となるように金属キャスク中心側に偏向して配置するとともに、バスケットの板厚、内り等の寸法公差や中性子吸収材の製造公差を考慮するなど、十分な安全裕度を見込む（別添4参照）。

なお、貯蔵中のように金属キャスク内部が乾燥された状態では、バスケット及び使用済燃料集合体の変形による実効増倍率の変化は僅かであり、未臨界性評価に有意な影響を与えることはない。（別添5参照）。

### (3) 解析結果

解析結果を第5表に示す。

乾燥状態及び冠水状態での金属キャスクの中性子実効増倍率（モンテカルロ計算の統計誤差（ $3\sigma$ ）を加えたもの）は、判定基準である0.95を十分下回ることを確認した。

第1表 金属キャスクの仕様

キャスクタイプ 仕 様	BWR用大型キャスク (タイプ2)		BWR用大型キャスク (タイプ2A)	
寸法	全長：約 5.4m 外径：約 2.5m			
最大収納体数	69 体			
バスケットの材料	ボロン添加ステンレス鋼			
収納する使用済燃料 集合体の種類	新型 8×8 ジルコニウ ムライナ燃 料	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
最高燃焼度 (MWd/t)	40,000	34,000	40,000	40,000
原子炉から取出後の 期間 (年以上)	18	24	18	18

第2表 使用済燃料集合体（BWR）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
燃料理論密度	%	約95	約95	約97
被覆管肉厚	mm	約0.86	約0.86	約0.86
燃料有効長	m	約3.71	約3.71	約3.71
燃料棒配列	-	8×8	8×8	8×8
集合体あたりの 燃料棒数	本	62	62	60
U-235 初期平均 濃縮度	wt%	約3.1	約3.1	約3.7

第3表 臨界解析条件

項目	乾燥状態	冠水状態
金属キャスク 内雰囲気	真空	冠水 (水密度 1.0g/cm <sup>3</sup> )
金属キャスク 外雰囲気	真空	
収納物	可燃性毒物の反応度抑制効果を見捨てた初期濃縮度の燃料集合体 タイプ2 : 新型8×8ジルコニウムライナ燃料, 濃縮度約3.1wt% タイプ2A : 高燃焼度8×8燃料, 濃縮度約3.7wt%	濃縮度の異なる2種類の燃料棒を用いた炉心装荷冷温状態での無限増倍率が1.3となる燃料集合体モデル タイプ2 : STEP-I燃料モデルバンドル タイプ2A : STEP-II燃料モデルバンドル
収納体数	69体 (金属キャスクの最大収納体数)	
金属キャスクの配列	無限配列 (金属キャスクに外接する四角柱表面で完全反射)	
バスケット部材中の中性子吸収材含有量	ボロン添加ステンレス鋼のボロン含有率と密度を仕様上の下限から設定したボロン原子個数密度	
バスケット寸法	格子板厚 : 最小 格子内のり : 最小	
バスケット格子内の燃料配置	中心偏向配置	
チャンネルボックス	なし	あり
燃料集合体の上・下タイププレート及びプレナム部	上・下タイププレート及びプレナム部を真空に置換	上・下タイププレート及びプレナム部を水 (密度 1.0g/cm <sup>3</sup> ) に置換
金属キャスクの中性子遮蔽材	中性子遮蔽材であるレジンを真空に置換	
解析コード	SCALEシステム 4.4a ・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 100万) ・断面積ライブラリ : SCALE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	

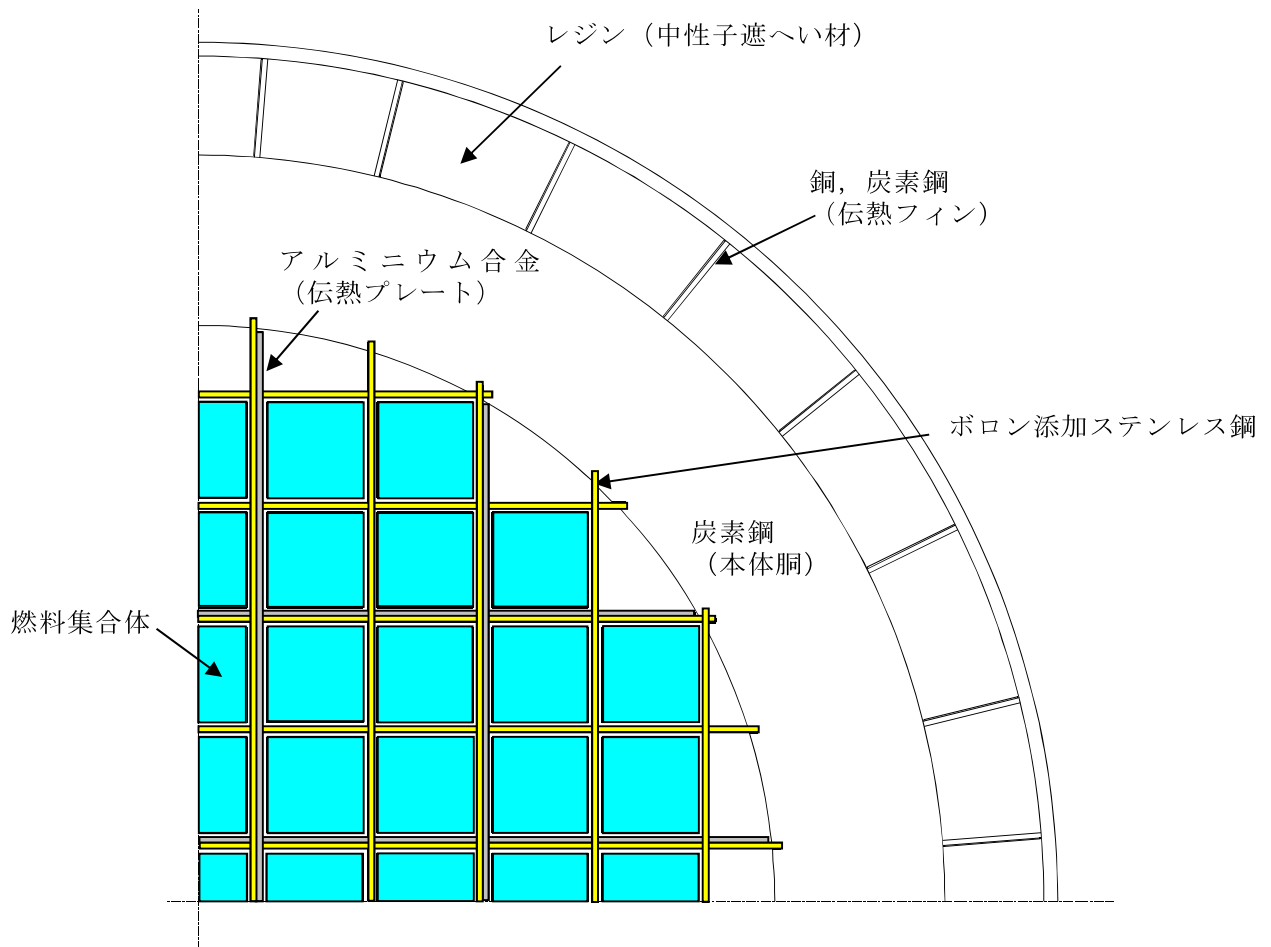
第4表 臨界解析条件の設定根拠

項目	乾燥状態	冠水状態
金属キャスク内雰囲気	雰囲気ガスの中性子吸収効果を見捨てる真空として設定	中性子減速効果が最大となる水密度 $1.0\text{g/cm}^3$ として設定(別添6参照)
金属キャスク外雰囲気	金属キャスク外部に漏れ出した中性子が吸収されることなく金属キャスクに向かうように真空として設定	
収納物	ガドリニアの存在を見捨てる、濃縮度は平均初期濃縮度の最大値とした燃料	炉心装荷冷温状態で無限増倍率は1.3未満であるが、無限増倍率が1.3となるようなモデルバンドル
	3種類の燃料集合体を収納するタイプ2Aでは、濃縮度が高い理由等から反応度が最も高くなる高燃焼度 $8 \times 8$ 燃料を全数装荷	
収納体数	金属キャスクの最大収納体数である69体	
金属キャスクの配列	体系計算における境界条件は金属キャスクに外接する四角柱表面で完全反射とすることにより、金属キャスクの無限配列を模擬	
バスケット部材中の中性子吸収材含有量	中性子吸収材を少なくするように仕様上の下限から設定 設計貯蔵期間(50年)に事業所外運搬に係る期間等、十分な余裕を考慮した60年間の $^{10}\text{B}$ の減損割合は、保守的に全中性子束を用いて評価しても $10^{-6} \sim 10^{-5}$ 程度であり影響は見捨てる(JNES 金属キャスク貯蔵技術確証試験H15最終報告では、熱中性子束で評価して $10^{-11}$ 程度)	
バスケット寸法	格子板厚 : 最小の方が隣接する使用済燃料集合体までの距離が短く、ボロン量も最小となり、厳しい評価 格子内のり : 格子内のり最小のモデルは、使用済燃料集合体の離隔距離が最小になり、厳しい評価	
バスケット格子内の燃料配置	チャンネルボックスの有無を含めサーベイ計算を行い、中性子実効増倍率が最大となる金属キャスク中心偏向配置	
	金属キャスク中心偏向配置 タイプ2 : 0.374 タイプ2A : 0.410 格子内中央配置 タイプ2 : 0.372 タイプ2A : 0.408	金属キャスク中心偏向配置 タイプ2 : 0.878 タイプ2A : 0.882 格子内中央配置 タイプ2 : 0.868 タイプ2A : 0.872
チャンネルボックス	隣接する使用済燃料集合体までの距離が短くなる(燃料集合体が密集する)、チャンネルボックスなしの場合の中性子実効増倍率が高い	中性子減速材である水の効果が大きくなる、チャンネルボックスありの場合の中性子実効増倍率が高い
燃料集合体の上・下タイププレート及びプレナム部	ステンレス鋼製の上・下タイププレート及びプレナム部は、鋼材の中性子吸収を見捨てる真空として設定	ステンレス鋼製の上・下タイププレート及びプレナム部は、中性子減速材である水として設定
金属キャスクの中性子遮へい材	中性子遮へい材は中子を吸収するので、中性子遮へい材が無いと想定した方が保守的の評価となるため、中性子遮へい材(レジン)を見捨てる(真空)	

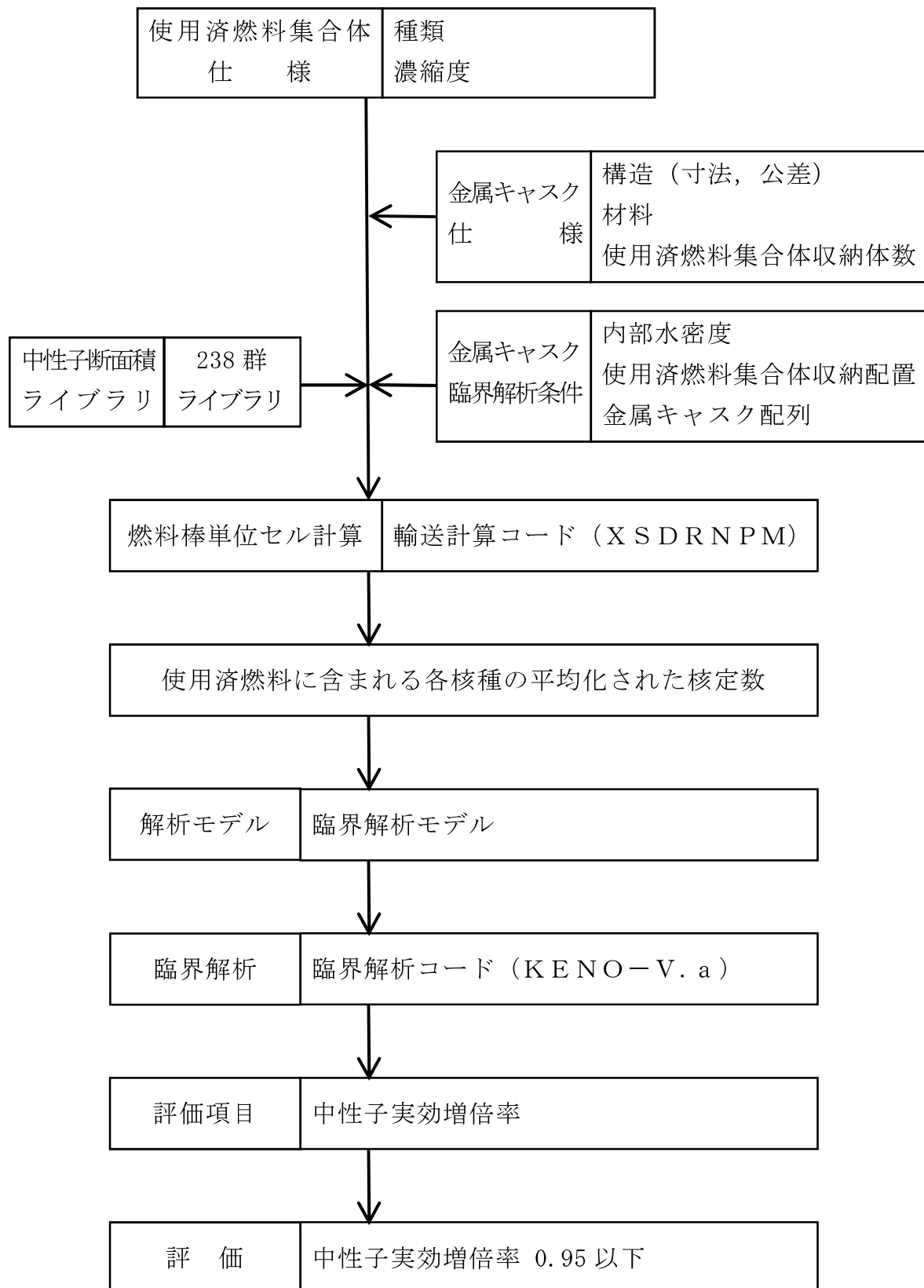


第5表 臨界防止設計に係る臨界解析結果

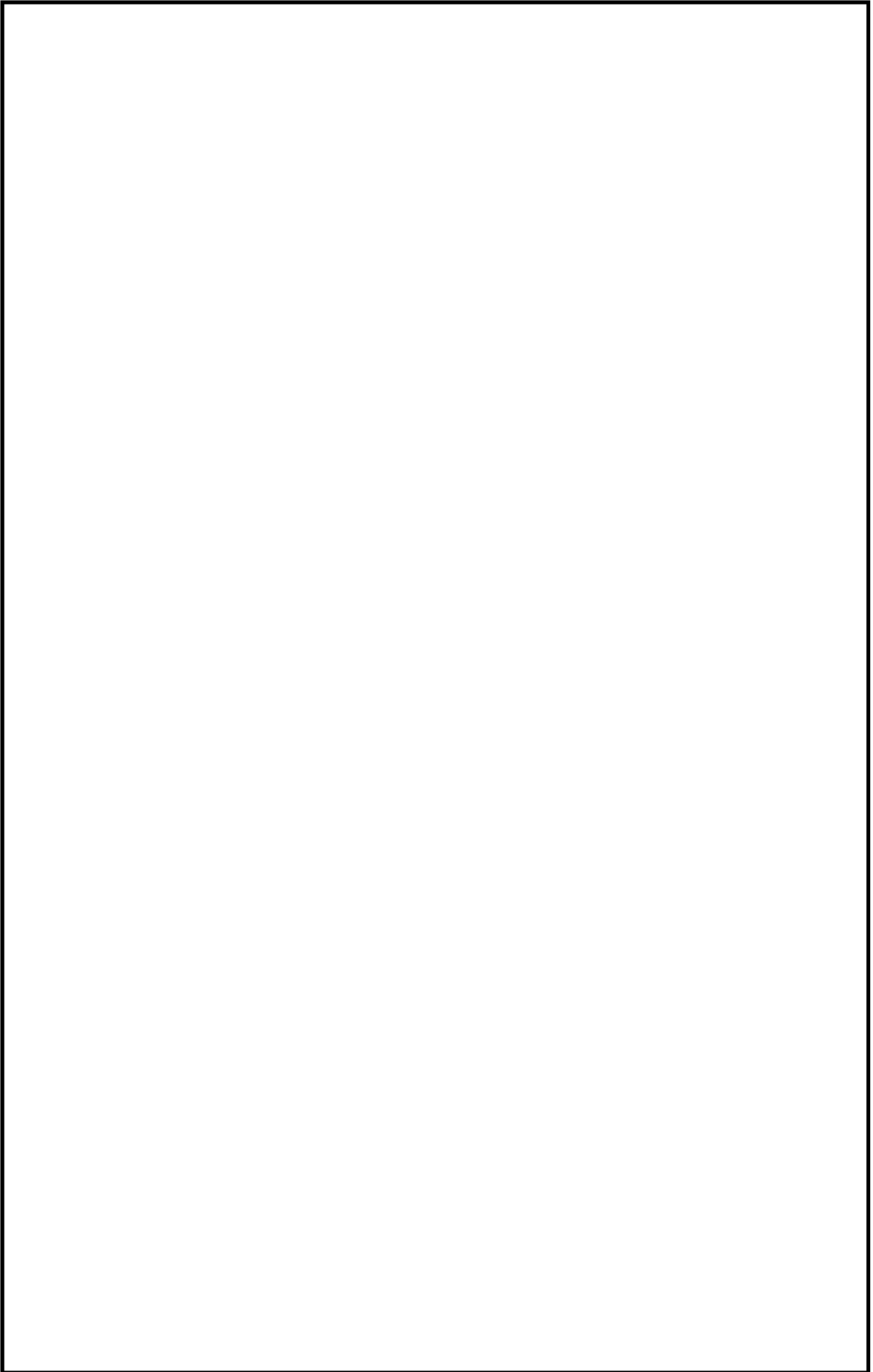
	BWR用 大型キャスク (タイプ2)	BWR用 大型キャスク (タイプ2A)
乾燥状態 (新燃料) keff+3σ	0.374 (Keff:0.37264, σ : 0.00028)	0.410 (Keff:0.40855, σ : 0.00030)
冠水状態 (カトリニアク レジット) keff+3σ	0.878 (Keff:0.87494, σ : 0.00087)	0.882 (Keff:0.87935, σ : 0.00088)
判定基準	0.95 以下	



第1図 BWR用大型キャスク (タイプ2) 及びBWR用大型キャスク (タイプ2A) のバスケット構造



第2図 金属キャスクの臨界解析フロー図



第3図 臨界解析モデル

## ボロン添加ステンレス鋼のボロン分布について

ボロンの偏在や均質性に関して、バスケット材料の製造プロセスにおいて管理され、中性子吸収性能の低下を無視できると考えていることから、臨界解析において、ボロンは均等に分布し、かつ、均質であるとして評価を行っている。

別添 1-1 表に示すように、バスケット部材のボロン添加ステンレス鋼は、中性子吸収材であるボロン含有量と材料密度を仕様上の下限值から設定したボロンの原子個数密度を解析の入力値として使用している。

また、別添 1-2 表に示すように、金属キャスクで使用するボロンを添加したバスケット材料については、ボロン量、ボロンの粒子径や分散性に関して、製造時に製品のボロン量の分析や金属組織観察により確認することから、ストリーミングによる中性子吸収性能の低下を無視できると考えている。

米国の乾式キャスク貯蔵システムの「Standard Review Plan for Dry Cask Storage Systems (NUREG-1536)」(以下、SRP という。)では、臨界解析における固定式中性子吸収材の効果の考慮は、その存在や均一性が確認できる試験が行われない場合は、75%までと規定されている。また、この SRP にも適用される ISG-15「MATERIALS EVALUATION」では、吸収材が非均一な材料の場合、吸収材の粒子の自己遮へい、及び中性子が吸収材の粒子間をストリーミングすることで中性子吸収性能が低下するとしている。

これは、吸収材の粒子がマトリックス材中に不均一に分散あるいは凝集したり、粒子が大きい(例えば、 $B_4C$  の  $80\mu m$  の粒子)のために、同じ量の吸収材を含有する均一な材料に比べて、中性子吸収性能が有意に低下するという Burrus<sup>1)</sup> と Wells<sup>2)</sup> の論文を参考に記載している。

一方、独立行政法人原子力安全基盤機構によるボロンクレジットに関する文献調査<sup>3)</sup>においては、Stanley E. Turner<sup>4)</sup>による、分離炭化ボロン粒子間のストリーミングの反応度効果に関して、寸法の小さい粒子( $10-25\mu m$ )を使う吸収体では、ストリーミングによる反応度への影響は無視できるという調査結果が得られている。以下に文献調査の記載を記す。

「湿式又は乾式貯蔵における実際的な利用において、BORAL\*などの $B_4C$ 粒子が比較的大きい(110–180 $\mu m$ )吸収体では、ストリーミングの影響は $<0.0020 \Delta k$ である。一方、金属・セラミック複合体(メタミック)などさらに寸法の小さい粒子(10–25 $\mu m$ )を使う吸収体では、基本的には無視できる程度のストリーミングによる反応度への影響が示されている。要するに、透過率では影響があるが、中性子増倍率では影響は無視できると解釈できる。」

\* ボロンを用いた中性子吸収材で、アルミニウム板二枚の間にサンドイッチ状に $B_4C$ とアルミニウム粉末を混合した混合粉末焼結体を挟み込み圧延した板状の成形体。海外では、例えば、ステンレスに接合させて、バスケットとして使用している。

BWR用大型キャスク(タイプ2)及びBWR用大型キャスク(タイプ2A)で使用するボロンを添加したバスケット材料については、ボロン量、ボロンの粒子径や分散性に関して、バスケット製造時に製品のボロン量分析や金属組織観察により、ボロンが凝集することなく分散し、粒子径が十分小さいことの確認を行うことから、米国SRP等における考え方を適用する必要はないと考える。ボロン添加ステンレス鋼の製造及び検査について、以下に記す。

・ボロン添加ステンレス鋼の製造について

BWR用大型キャスク(タイプ2)及びBWR用大型キャスク(タイプ2A)は、ボロン添加ステンレス鋼(JSME S FA-CC-004)を用いる。ボロン添加ステンレス鋼の製造方法は、一般的な鋼板の方法と同様である。製造工程フローを別添1–1図に示す。ボロンは、溶解時にフェロボロンの形で必要量混合される。溶解の後、造塊工程を経て圧延を行う場合と、連続鋳造で圧延される場合がある。圧延後は、オーステナイト系ステンレス鋼と同様に固溶化熱処理(約1000–1150 $^{\circ}C$ , 急冷)を行っている。

・ボロン添加ステンレス鋼の検査について

ボロン量、ボロンの粒子径や分散性については、製品のボロン量分析及び金属組織観察により確認する。ボロン添加ステンレス鋼の検査内容を別添1–2図に示す。試験片は、同一溶解同一熱処理のロット毎にコイルから切り出す。試験片の採取は、圧延での製造工程を考慮し、圧延条件等に

不安定要因が介在しやすいと考えられる圧延開始側と、安定した条件で製造される圧延終了側から採取する。

なお、BWR用大型キャスク（タイプ2）及びBWR用大型キャスク（タイプ2A）で使用するボロン添加ステンレス鋼は、使用済燃料ラックや輸送容器用バスケットとして製造実績が多数あり、ボロンが凝集することなく分散し、粒子径が十分小さいことが確認されている<sup>5)</sup>。

#### 参考文献

- 1) W. R. Burrus, “How Channeling between Chunks Raises Neutron Transmission through Boral”, *Nucleonics*, Vol. 16, No. 1, pp. 91-94 (1958)
- 2) A. H. Wells, et al, “Criticality Effect of Neutron Channeling Between Boron Carbide Granules in Boral for a Spent Fuel Shipping Cask”, *Transactions of the American Nuclear Society*, Vol. 54, pp. 205-206 (1987)
- 3) “平成 20 年度中間貯蔵施設基準体系整備報告書（中間貯蔵施設基準体系整備）”, (独) 原子力安全基盤機構（平成 22 年 3 月）
- 4) Turner, S. E., “Reactivity Effects of Streaming Between Discrete Boron Carbide Particles in Neutron Absorber Panels for Storage or Transport of Spent Nuclear Fuel”, *Nuclear Science and Engineering*, 151, 344 (2005)
- 5) (株) 日立製作所, 「使用済燃料貯蔵ラックの使用材料としてのボロン添加ステンレス鋼について」, HLR-061, (平成 10 年 3 月)

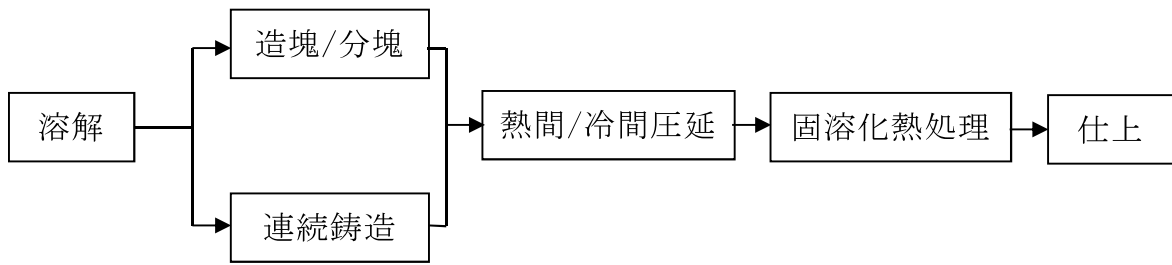
別添 1 - 1 表 ボロン添加ステンレス鋼のボロン濃度

板厚	6 mm ~ <input type="text"/> mm
添加ボロン	天然ボロン ( $^{10}\text{B}$ <input type="text"/> at%)
ボロンの化学形態	ボライド (Cr, Fe) <sub>2</sub> B
ボロン含有量	天然ボロン含有量 1 mass%以上 材料密度 <input type="text"/> g/cm <sup>3</sup> 以上
設定根拠	天然ボロン含有量は材料規格の下限值 (JSME S FA-CC-004) 材料密度は購入仕様下限値

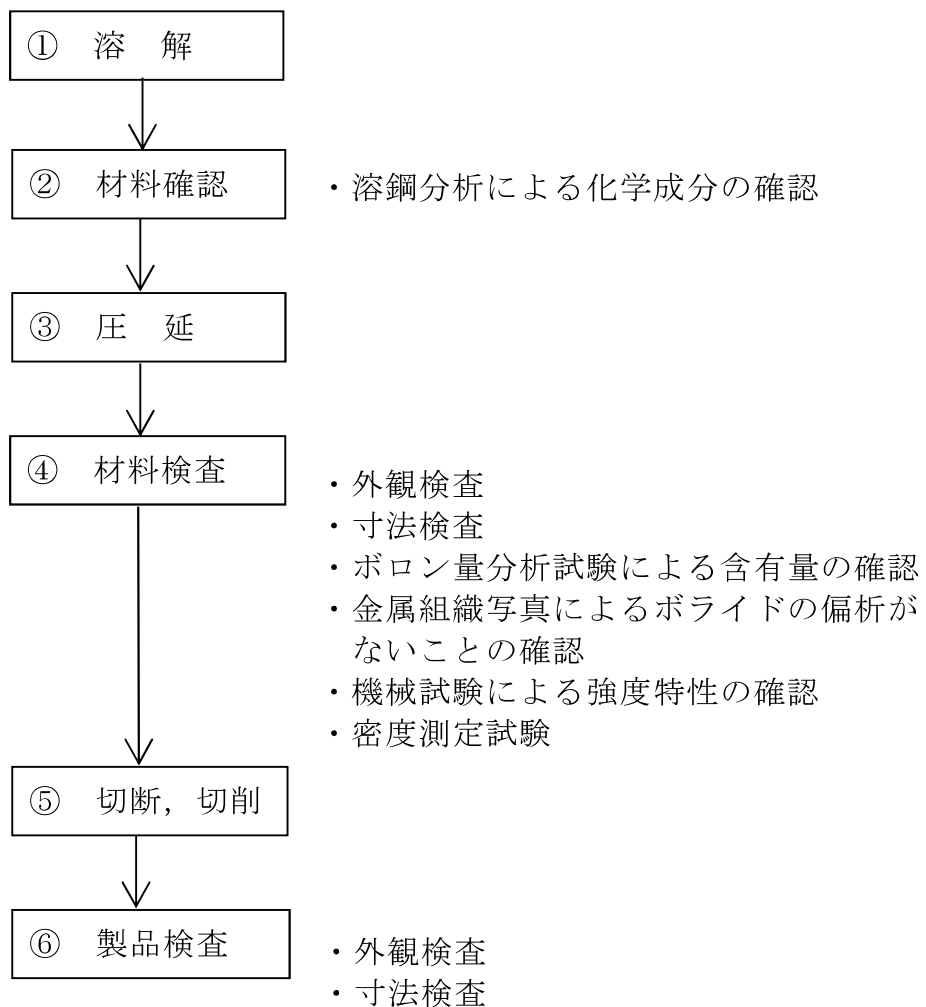
別添 1 - 2 表 ボロンを添加したバスケット材料の製造管理

$^{10}\text{B}$ 含有量	ボロン含有量 1 mass%以上
(担保方法)	(製品の同一ロット (同一溶鋼, 同一熱処理条件) 毎に複数箇所からボロン量分析を行い, ボロンが所定の重量以上であることを確認)
平均粒子径	約 20 $\mu\text{m}$
(担保方法)	(製品製造実績を有する製造工程管理, 製造時金属組織観察)
分散性	均一
(担保方法)	(製品製造実績を有する製造工程管理, 製造時金属組織観察)
中性子吸収能力	ボロン添加量設計仕様下限値の100%相当
(担保方法)	(ボロン含有量, 平均粒子径及び分散性に係る品質管理により中性子吸収能力を確認)
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>ボロンが均一に分散し, かつ平均粒子径が小さいため, 中性子吸収性能への影響はほとんどなく, 所定の未臨界性能を確保</li> <li>ボロン添加ステンレス鋼は, 使用済燃料ラックや輸送容器用バスケットとして製造実績が多数あり, ボライドが凝集することなく分散し, 粒子径が十分小さいことが確認されている。</li> </ul>





別添 1 - 1 図 製造工程フロー



別添 1 - 2 図 検査内容

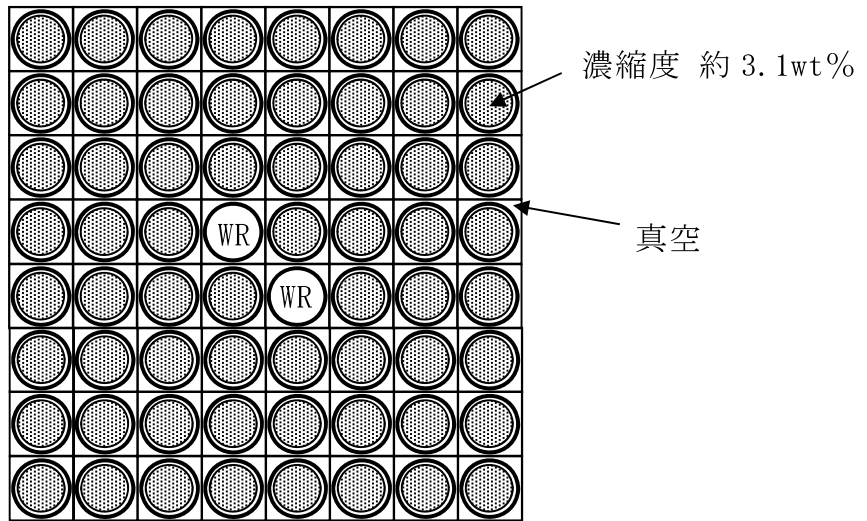
## 乾燥状態における臨界解析について

BWR燃料集合体には反応度抑制効果のある可燃性毒物が含まれているが、中性子減速材のない乾燥状態では可燃性毒物の反応度抑制効果が低下することから、保守的に可燃性毒物の反応度抑制効果を見逃した初期濃縮度の燃料集合体を金属キャスクに全数収納した状態を設定する。

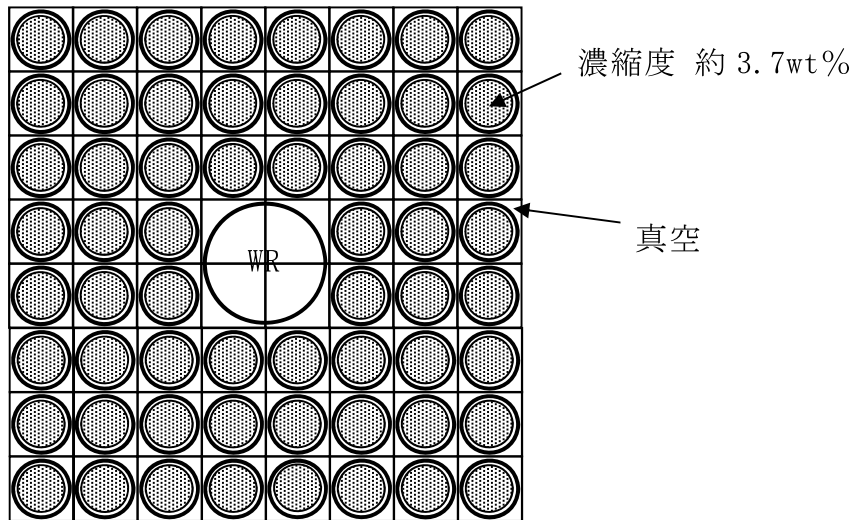
臨界解析に用いる燃料集合体の仕様を別添 2-1 表及び別添 2-1 図に示す。BWR用大型キャスク（タイプ 2）は新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料のみ収納することから新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料を、BWR用大型キャスク（タイプ 2A）では 3 種類の燃料集合体を収納するが反応度が最も高くなる高燃焼度 8×8 燃料とし、濃縮度はそれぞれの燃料の初期濃縮度の新燃料仮定としている。

別添 2-1 表 乾燥状態における臨界解析用の使用済燃料集合体の仕様

項目	単位	BWR用大型キャスク (タイプ 2)	BWR用大型キャスク (タイプ 2A)
燃料タイプ	-	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
被覆管材質	-	ジルカロイ-2	ジルカロイ-2
燃料理論密度	%	95	97
燃料ペレット直径	mm	10.3	10.4
被覆管肉厚	mm	0.86	0.86
燃料有効長	mm	3708	3708
燃料棒配列	-	8×8	8×8
集合体あたりの燃料棒数	本	62	60
燃料棒ピッチ	mm	16.3	16.3
集合体の幅	mm	130.4	130.4
U-235 濃縮度	%	約 3.1	約 3.7



(a) BWR用大型キャスク（タイプ2）用



(b) BWR用大型キャスク（タイプ2A）用

別添2-1図 乾燥状態における臨界解析用の使用済燃料集合体

## 冠水状態におけるガドリニアクレジットを考慮した臨界解析について

## 1. ガドリニアクレジットを考慮した臨界解析手法の概要

BWR燃料は、余剰反応度の抑制と軸方向出力分布の調整のために、燃料ペレットに可燃性毒物であるガドリニア ( $Gd_2O_3$ ) を含む設計を採用しており、格子型、濃縮度・ガドリニア設計など、プラントに対応させた多様性がある。多様性のある燃料を包括的に扱う手法として、BWR燃料の実設計を包絡する無限増倍率 ( $k_{\infty}$ ) を設定してモデルバンドルを作成し、BWRプラントの燃料貯蔵設備やキャスクの未臨界性設計を保守的かつ合理的に実施する方法がある。

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  $k_{\infty}$  は一旦上昇するが、現在の日本のBWR燃料においては、最大となる  $k_{\infty}$  はいかなる燃料のいかなる軸方向断面においても、炉心装荷冷温状態で 1.3 を超えることがない設計になっている。

このため、臨界評価において、炉心装荷冷温状態で  $k_{\infty}$  が 1.3 となるような仮想的なモデルバンドルを収納して計算を行えば安全側の評価となる。(別添 3-1 図, 別添 3-2 図参照)

## 2. モデルバンドルの作成方法

BWR燃料は運転期間中において、出力分布及び余剰反応度の制御を濃縮度と可燃性毒物であるガドリニア設計により行えるようになっており、軸方向断面の燃焼特性は各々異なるが、運転期間中のいずれの断面においても  $k_{\infty}$  が 1.3 を下回るように設計されている。また、燃料集合体は、できるだけ長期かつ高い燃焼度を取り出しながら、局所出力ピークをできるだけ少なく平坦な出力が維持できるように径方向にも濃縮度の違う燃料棒で制御している。このため、実燃料集合体の内側は高い濃縮度の燃料棒、外側には低い濃縮度の燃料棒が配置されている。この実燃料の濃縮度配分を考慮し、かつガドリニアの無い保守的な状態で臨界計算を実施できるように下記のようなモ

デルバンドルを設定している。なお、モデルバンドルはガドリニアの無い燃料でモデル化しているため、実燃料集合体よりも  $k_{\infty}$  は大きい、平均濃縮度は低くなる特徴がある。

モデルバンドルの作成については、 $k_{\infty}$  が 1.3 となるモデルバンドルは、任意があって複数考えられるが、 $k_{\infty}$  が 1.3 のモデルバンドルでも  $k_{eff}$  あるいは平均濃縮度が大きくなるように設定している。参考文献 1) に、このようなガドリニアクレジットモデルバンドル作成の考え方が示されている。

別添 3-1 表に示すように、炉心装荷冷温状態の場合、内側に高濃縮度燃料棒、外側に低濃縮度燃料棒を配置したモデルバンドル (Case1) と、同一濃縮度の燃料棒を配置したモデルバンドル (Case2) は、ともに  $k_{\infty}$  が 1.3 であるが、平均濃縮度に差が生じている。これは、 $k_{\infty}$  の評価では、燃料集合体からの漏えい中性子が強く影響するため、実燃料に近い内側領域の濃縮度を高めた Case1 よりも、Case2 のような低い平均濃縮度でも  $k_{\infty} = 1.3$  を達成できる。

一方、キャスク体系においては、別添 3-2 表に示すように、中性子漏えいの大きい同一濃縮度分布の Case2 よりも、内側の濃縮度を高くした Case1 の方が、中性子漏えいが少ないためバスケットの中性子吸収効果が小さく、 $k_{eff}$  が高くなる。

仮に、高濃縮度と低濃縮度と中間濃縮度の 3 種類の濃縮度を用いて、内側から高濃縮度、中間濃縮度、低濃縮度の燃料棒を配置して  $k_{\infty}$  が 1.3 のモデルバンドルを作成した場合には、中間の濃縮度の燃料棒により、Case1 に比べて外側領域の濃縮度が高くなり、内側領域の濃縮度が低くなった状態 (低い平均濃縮度、中性子漏えいの大きい状態) で  $k_{\infty}$  は 1.3 となる。キャスク体系においては、バスケットの中性子吸収効果が増えるため 3 種類の濃縮度を用いたモデルバンドルの方が、 $k_{eff}$  は Case1 より低くなる。したがって、濃縮度を 2 種類としたモデルバンドルに包絡される。

以下にモデルバンドルの設定方法を示す。

- ① まず低濃縮度燃料棒を全体に配置する。
- ② 次に高濃縮度燃料棒を配置していくが、バスケットの中性子吸収効果が小さくなるように、バスケットから距離が離れた中央部から置換し

ていき、 $k_{\infty} \doteq 1.3$  となるまで繰り返す。

- ③ 最外周以外の領域全てに高濃縮度燃料棒を配置してもなお、 $k_{\infty} \doteq 1.3$  を下回る場合（別添 3-3 図(a)）には、最外周にも高濃縮度燃料棒を配置する。
- ④ ③により最外周に高濃縮度燃料棒を配置すると  $k_{\infty} \doteq 1.3$  を超える場合（別添 3-3 図(b)）には、最外周の領域全てに低濃縮度燃料棒を配置し、それ以外の領域全てに高濃縮度燃料棒を配置した状態（別添 3-3 図(a)）をベースとして、最外周から 2 列目の高濃縮度燃料棒と最外周の低濃縮度燃料棒を置換することによって  $k_{\infty} \doteq 1.3$  となる配置をサーベイシモデルバンドルを設定する（別添 3-3 図(c)）。

### 3. BWR用大型キャスク（タイプ2）及びBWR用大型キャスク（タイプ2 A）の冠水状態における臨界解析に用いたモデルバンドル

別添 3-3 表に示す燃料仕様にに基づき、「2. モデルバンドルの作成方法」の考え方に基づいて設定したモデルバンドルを別添 3-4 図に、このモデルバンドルの無限増倍率を別添 3-4 表に示す。

モデルバンドルの種類としては、収納する燃料タイプを考慮して 2 種類のモデルバンドルを設定した。BWR用大型キャスク（タイプ2）では、新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料のみ収納することから、新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料をベースとした STEP-I 燃料モデルバンドルを用いて解析を行い、BWR用大型キャスク（タイプ2 A）では、3 種類の燃料集合体を収納するが反応度が最も高くなる高燃焼度 8×8 燃料をベースとした STEP-II 燃料モデルバンドルを用いて解析を行っている。なお、モデルバンドルは、燃料仕様を考慮した最高濃縮度と最低濃縮度（公称値）の燃料棒にて、 $k_{\infty}$  が 1.3 となる仮想的なモデルバンドルを設定していることから、U-235 濃縮度の最高、最低の本数比、実際の平均濃縮度は一致しない。

モデルバンドルは、別添 3-1 図のように、1 断面の濃縮度分布から設定しており、燃料有効部の全長にわたって、濃縮度分布は一様として扱っている。実燃料では、運転時の軸方向出力分布の調整のために、濃縮度及びガドリニアは軸方向に分布\*を持たせているが、モデルバンドルでは、実燃料の

濃縮度を平均化等の操作をせずに、 $k_{\infty}$ が1.3となる保守的な濃縮度分布を軸方向一様に設定している。実燃料のあらゆる軸方向の断面、運転期間（燃焼度）において、 $k_{\infty}$ は1.3以下であり、軸方向一様に $k_{\infty}$ が1.3となる濃縮度分布を設定することは、実燃料の $k_{\infty}$ を包絡しており、保守的な設定である。

なお、炉心装荷冷温状態での燃料集合体ピッチは、炉心内の最小離隔距離である約152mmとしている。キャスク体系では、厚みが約6mmのほう素が添加されたバスケット内に収納されることから燃料集合体ピッチを炉心装荷状態よりも大きい約□mmとしている。また、燃料集合体の変形は想定していない。

\*：BWR炉心燃料設計の特徴について

BWR炉心は軸方向にボイド率分布を持つことを特徴としている。炉心下部はボイド率が小さく、炉心上部はボイド率が大きいため、ボイド率の小さい（減速材の多い）炉心下部で出力が高くなり、出力分布が下方へ膨らみ易い傾向にある。炉心燃料設計では、出力が局所的に大きくならないよう、軸方向出力分布の平坦化を目的として、上下に濃縮度差をつけた上下2領域燃料が広く採用されている。また、ガドリニア設計では、運転期間中の炉心余剰反応度を適切かつ一定に保つように調整され、ガドリニア濃度が低いとガドリニアが早く燃え尽きるため $k_{\infty}$ が最大となる燃焼度時期は早くなり、ガドリニア濃度が高いとガドリニアが燃え残るため $k_{\infty}$ が最大となる燃焼度時期は遅くなる。

4. モデルバンドルの妥当性

本モデルバンドルをキャスク体系に使用することの保守性については、別添3-5図に示すようなフローに従い $k_{\infty}$ が1.3となるモデルバンドルについて、事業許可申請書における解析に用いたKENOコードと炉心設計コードを用いた比較検討を実施している。

具体的には、炉心設計コードによる実燃料の炉心装荷冷温状態での無限増倍率( $k_{\infty 3}$ )が1.3より小さいことを示し、モデルバンドルの炉心装荷冷温状態での炉心設計コードによる無限増倍率( $k_{\infty 2}$ )とKENOコードによる無限



増倍率 ( $k_{\infty 1}$ ) の結果に差がなく、 $k_{\infty 1}$ 、 $k_{\infty 2}$  が  $k_{\infty 3}$  よりも大きくなることを確認する。また、モデルバンドルのキャスク体系での KENO コードによる実効増倍率 ( $keff1$ )、炉心設計コードによる実効増倍率 ( $keff2$ ) が、実燃料のキャスク体系での炉心設計コードによる実効増倍率 ( $keff3$ ) より大きくなることを確認する。これらの結果を別添 3-5 表、別添 3-6 表に示す。別添 3-5 表に示すとおり、実燃料の炉心装荷冷温状態での無限増倍率が 1.3 を超えない設計となっており ( $1.3 > k_{\infty 3}$ )、モデルバンドルに対して計算コードの違いによる結果に差がなく ( $k_{\infty 1} \doteq k_{\infty 2}$ )、モデルバンドルの炉心冷温状態での無限増倍率が、実燃料の炉心装荷冷温状態での無限増倍率より大きいことを確認している ( $k_{\infty 1} > k_{\infty 3}$ 、 $k_{\infty 2} > k_{\infty 3}$ )。また、キャスク体系においても、実燃料に対して、KENO コードでも炉心設計コードでも、モデルバンドルが保守性を有することを別添 3-6 表に示すとおり確認している ( $keff1 > keff3$ 、 $keff2 > keff3$ )。

以上のように、設定したモデルバンドルによるキャスク体系の  $keff$  は、実燃料の場合よりも大きくなり、モデルバンドルは実際の燃料を包絡するとともに、保守性を有することを確認している。

#### 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”, PATRAM’ 95
- 2) 使用済燃料貯蔵施設（中間貯蔵施設）に係る技術検討報告書（平成 12 年 12 月 資源エネルギー庁）

別添 3-1 表 モデルバンドルの例 (炉心装荷冷温状態の無限増倍率)<sup>1)</sup>

	Enrichment Distribution	Kinf under Cold Core State																																																																
Case 1	<table border="1"> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>WR</td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> </table> <p>1 : 4.90% (Maximum Pellet Enrichment of STEP-II Reload Fuel)</p> <p>2 : 2.10% (Minimum Pellet Enrichment of STEP-II Reload Fuel)</p> <p>Avg : 2.75%</p>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2		2	2	1			1	2	2	2	2	1	WR		1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.301 (1.300 by WIMS)
2	2	2	2	2	2	2	2																																																											
2	1	2	2	2	2	2	2																																																											
2	2	1	1	1	2	2																																																												
2	2	1			1	2	2																																																											
2	2	1	WR		1	2	2																																																											
2	2	1	1	1	1	2	2																																																											
2	2	2	2	2	2	1	2																																																											
2	2	2	2	2	2	2	2																																																											
Case 2	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>WR</td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table> <p>1 : 2.54%</p>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	WR		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.301
1	1	1	1	1	1	1	1																																																											
1	1	1	1	1	1	1	1																																																											
1	1	1	1	1	1	1	1																																																											
1	1	1			1	1	1																																																											
1	1	1	WR		1	1	1																																																											
1	1	1	1	1	1	1	1																																																											
1	1	1	1	1	1	1	1																																																											
1	1	1	1	1	1	1	1																																																											

別添 3-2 表 モデルバンドルの例 (キャスク体系の実効増倍率\*)<sup>1)</sup>

	Enrichment Distribution	Kinf in Cask Basket Cell																																																																
Case 1	<p>Basket channel (Boron-Stainless-Steel)</p> <table border="1"> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>WR</td><td></td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> </table> <p>1 : 4.90%</p> <p>2 : 2.10%</p> <p>Avg : 2.75%</p>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1			1	2	2	2	2	1	WR		1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0.83294
2	2	2	2	2	2	2	2																																																											
2	1	2	2	2	2	2	2																																																											
2	2	1	1	1	1	2	2																																																											
2	2	1			1	2	2																																																											
2	2	1	WR		1	2	2																																																											
2	2	1	1	1	1	2	2																																																											
2	2	2	2	2	2	1	2																																																											
2	2	2	2	2	2	2	2																																																											
Case 2	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>WR</td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table> <p>1 : 2.54%</p>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	WR		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.82791
1	1	1	1	1	1	1	1																																																											
1	1	1	1	1	1	1	1																																																											
1	1	1	1	1	1	1	1																																																											
1	1	1			1	1	1																																																											
1	1	1	WR		1	1	1																																																											
1	1	1	1	1	1	1	1																																																											
1	1	1	1	1	1	1	1																																																											
1	1	1	1	1	1	1	1																																																											

\* : ここでは、代表的な輸送容器の単位格子を無限に配列した状態の評価

別添 3-3 表 解析用の使用済燃料集合体（BWR）の仕様

項目	単位	BWR用大型キャスク（タイプ2）	BWR用大型キャスク（タイプ2A）
燃料モデル	-	STEP-I 燃料 モデルバンドル （新型 8×8 ジル コニウムライナ燃 料ベース）	STEP-II 燃料 モデルバンドル （高燃焼度 8×8 燃料ベース）
燃料材質	-	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
燃料理論密度	%	95	97
燃料ペレット直径	mm	10.3	10.4
被覆管肉厚	mm	0.86	0.86
燃料有効長	mm	3708	3708
燃料棒配列	-	8×8	8×8
集合体あたりの燃料棒数	本	62	60
燃料棒ピッチ	mm	16.3	16.3
集合体の幅	mm	130.4	130.4
U-235 濃縮度	%	最高 3.9	最高 4.9
		最低 1.6	最低 2.1

別添 3-4 表 解析用モデルバンドルの無限増倍率

種類	濃縮度分布パターン	燃料棒本数 (本)		C/B 有 無	無限増倍率																																																																	
		高濃縮	低濃縮		$k_{\infty}$	$\sigma$																																																																
STEP-I 燃料モ デルバ ンドル	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>WR</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>WR</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> </table> <p>1 : 高濃縮度燃料棒 3.9% 2 : 低濃縮度燃料棒 1.6%</p>	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	WR	1	1	1	1	1	1	1	1	WR	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	34	28	有	1.30107	0.00056
2	2	2	1	1	2	2	2																																																															
2	2	2	1	1	1	2	2																																																															
2	1	1	1	1	1	2	2																																																															
1	1	1	WR	1	1	1	1																																																															
1	1	1	1	WR	1	1	1																																																															
2	2	1	1	1	1	1	2																																																															
2	2	1	1	1	2	2	2																																																															
2	2	2	1	1	2	2	2																																																															
STEP-II 燃料モ デルバ ンドル	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td colspan="2">WR</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td colspan="2">WR</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> </table> <p>1 : 高濃縮度燃料棒 4.9% 2 : 低濃縮度燃料棒 2.1%</p>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	WR		1	2	2	2	2	1	WR		1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	14	46	有	1.30489	0.00051
2	2	2	2	2	2	2	2																																																															
2	1	2	2	2	2	2	2																																																															
2	2	1	1	1	1	2	2																																																															
2	2	1	WR		1	2	2																																																															
2	2	1	WR		1	2	2																																																															
2	2	1	1	1	1	2	2																																																															
2	2	2	2	2	2	1	2																																																															
2	2	2	2	2	2	2	2																																																															

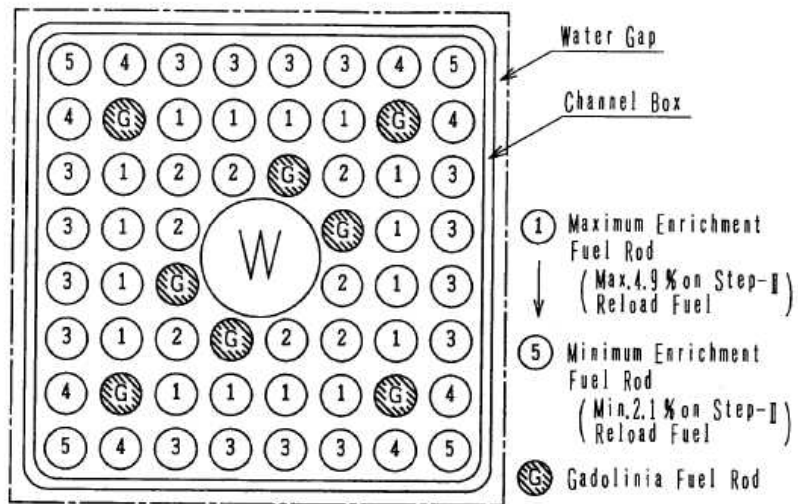
別添 3-5 表 炉心装荷冷温状態の無限増倍率に関する臨界解析一覧  
(STEP-I 燃料モデルバンドルの例)

--	--	--	--	--	--

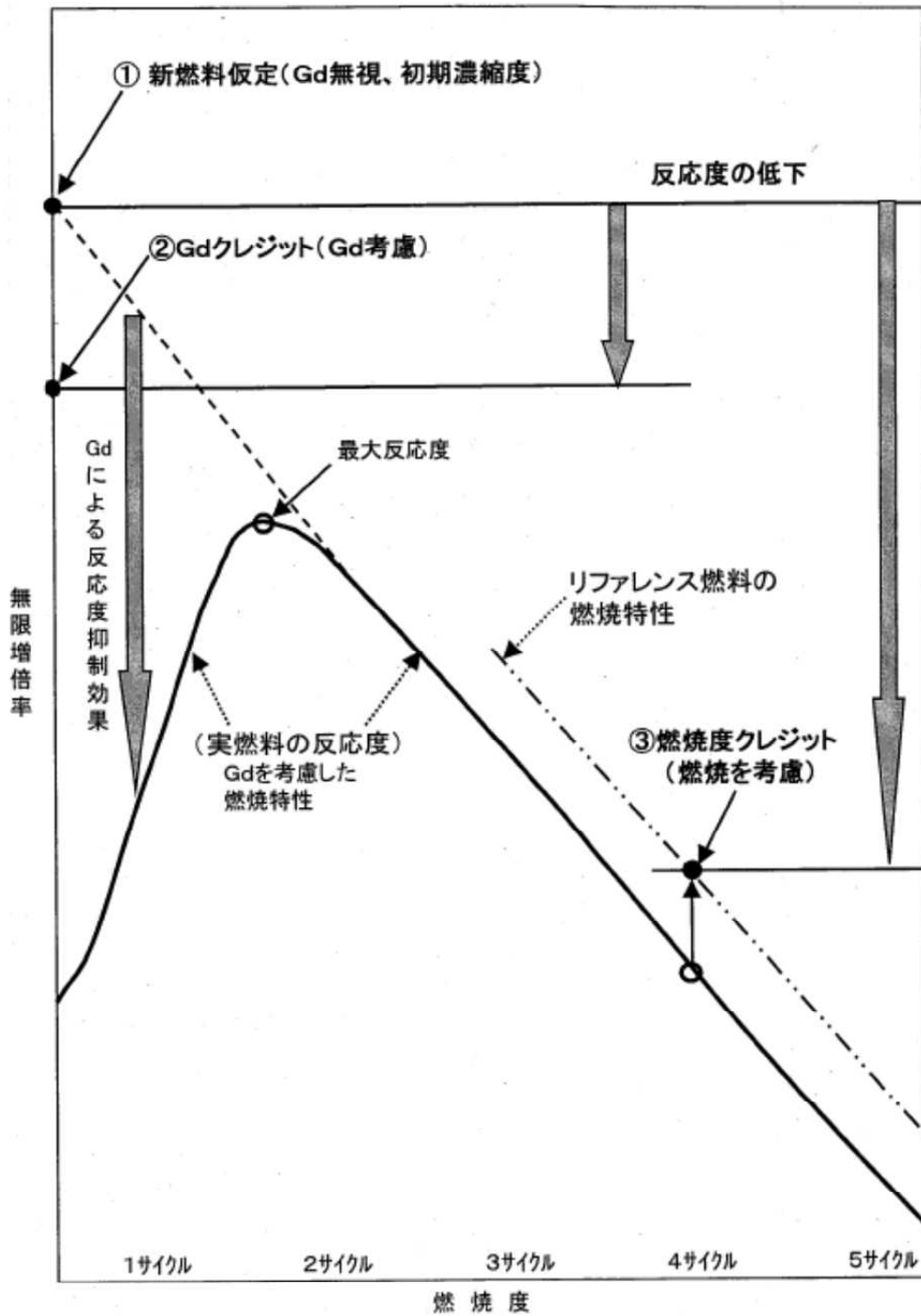
別添 3-6 表 キャスク体系の実効増倍率に関する臨界解析一覧  
(BWR用大型キャスク (タイプ2) の例)

ケース	燃料集合体	体系	計算コード	計算結果	備考
1	モデルバンドル	単位バスケットセル*2 (無限配列)	KENO	keff1 =0.89528± 0.00066	0.95 > keff1 > keff3
2	モデルバンドル	単位バスケットセル*2 (無限配列)	炉心設計コード	keff2 [ ]	0.95 > keff2 > keff3
3	実燃焼バンドル	単位バスケットセル*2 (無限配列)	炉心設計コード	keff3 [ ]	[ ]

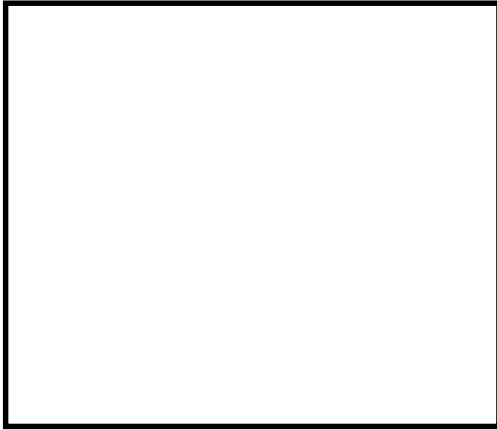
\*2: BWR用大型キャスク (タイプ2) のバスケット, 内のり寸法: 製造公差最小。  
キャスクの単位格子を無限に配列した状態の評価。



別添 3 - 1 図 BWR 燃料の濃縮度分布の例<sup>1)</sup>  
 (高燃焼度 8 × 8 燃料)



別添 3 - 2 図 BWR 燃料の反応度特性<sup>2)</sup>



燃料棒本数

(a) 最外周以外の全てに高濃縮度燃料棒を配置



燃料棒本数

(b) 最外周の一部にも高濃縮度燃料棒を配置

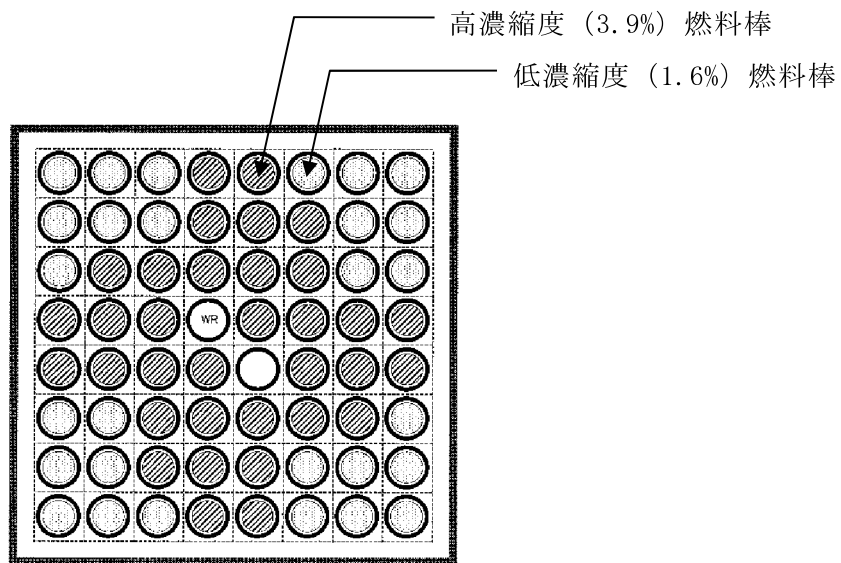


燃料棒本数

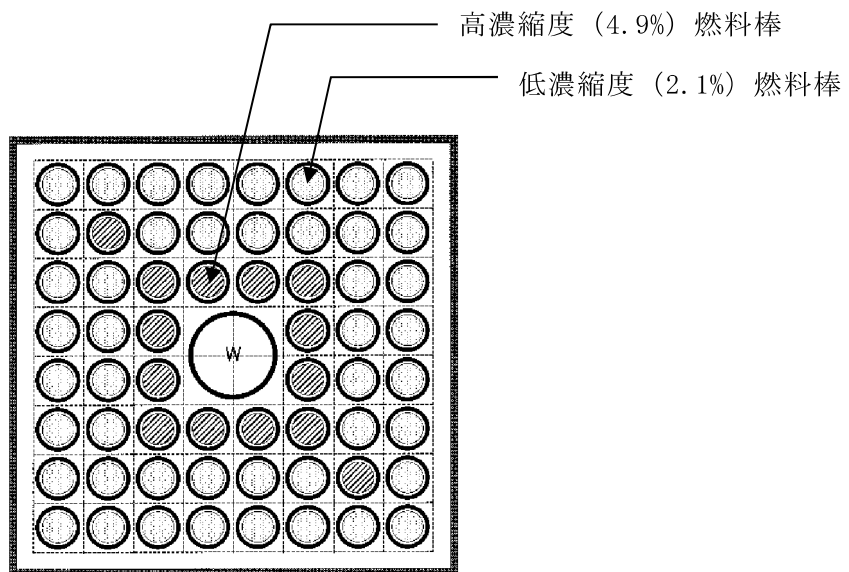
(c) 一部の最外周の低濃縮度燃料棒と最外周から2列目の高濃縮度燃料棒を置換

別添3-3図 モデルバンドル試算例



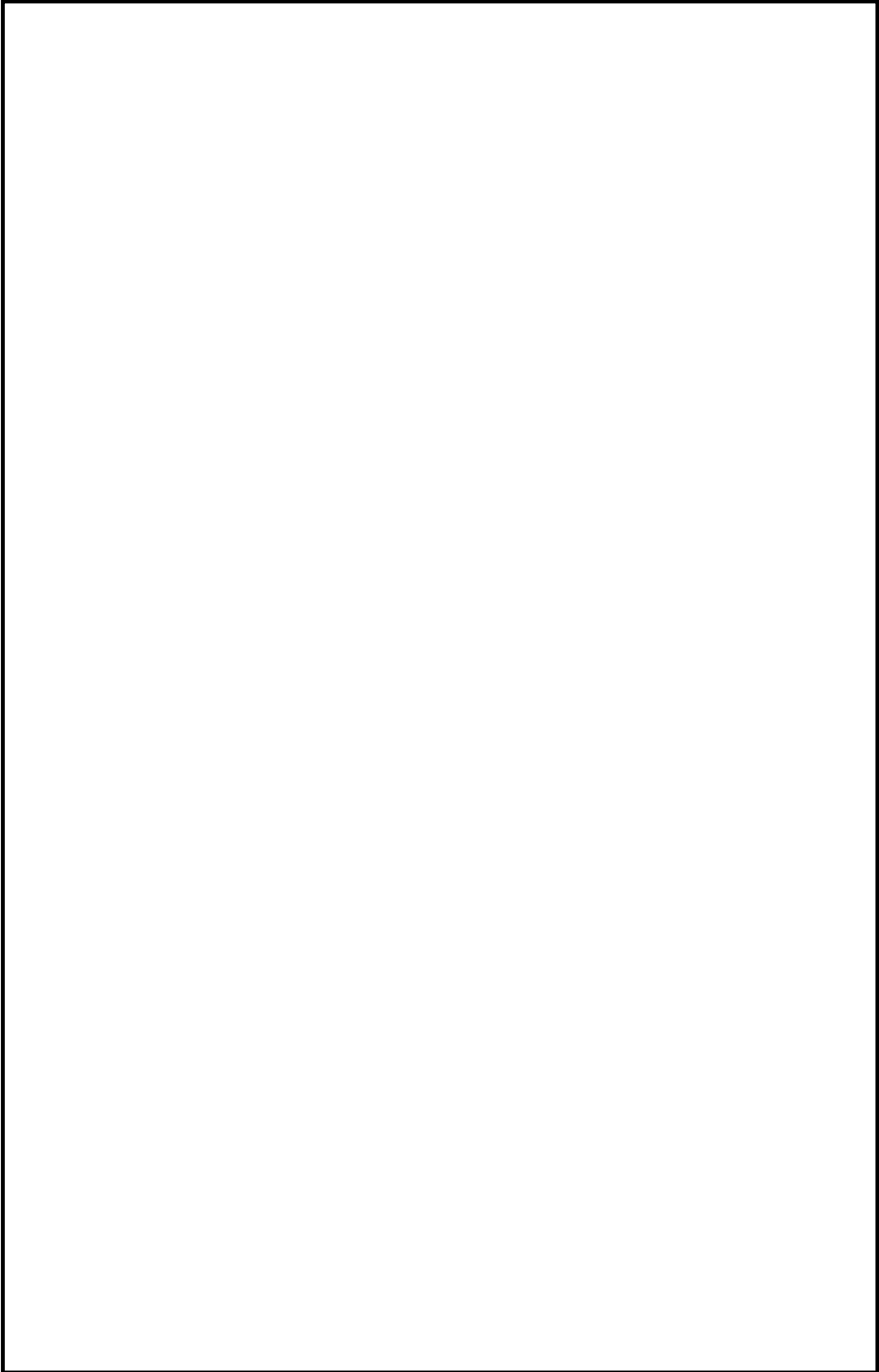


(a) STEP-I 燃料モデルバンドル(新型 8 × 8 ジルコニウムライナ燃料ベース)



(b) STEP-II 燃料モデルバンドル (高燃焼度 8 × 8 燃料ベース)

別添 3 - 4 図 解析用モデルバンドル



別添3-5 図 モデルバラン ドル保守性の検証

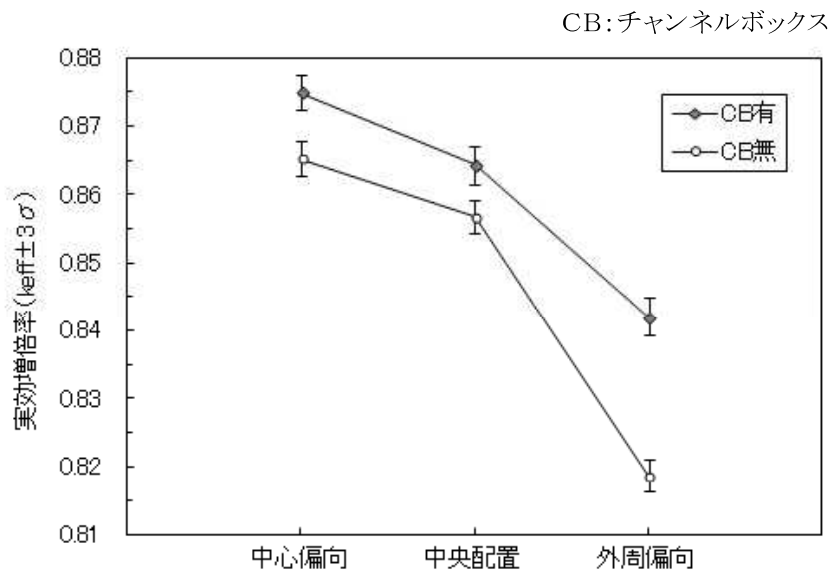
## バスケット格子内の燃料配置等について

別添 4-1 図にバスケット格子内の燃料配置と中性子実効増倍率の関係を示す。別添 4-1 図に示すように、使用済燃料集合体のバスケット格子内の配置、チャンネルボックスの有と無をパラメータにして評価を行い、キャスク中心側に偏向した方が、中性子実効増倍率が大きくなることを確認している。これは、使用済燃料集合体をキャスク中心側に偏向させることで、燃料体系が稠密になり中性子密度が増加する影響と考えられる。また、チャンネルボックスの有、無によって、使用済燃料集合体とバスケットの距離が変化するため、チャンネルボックス有、無両方の評価を行い、中性子実効増倍率を確認している。

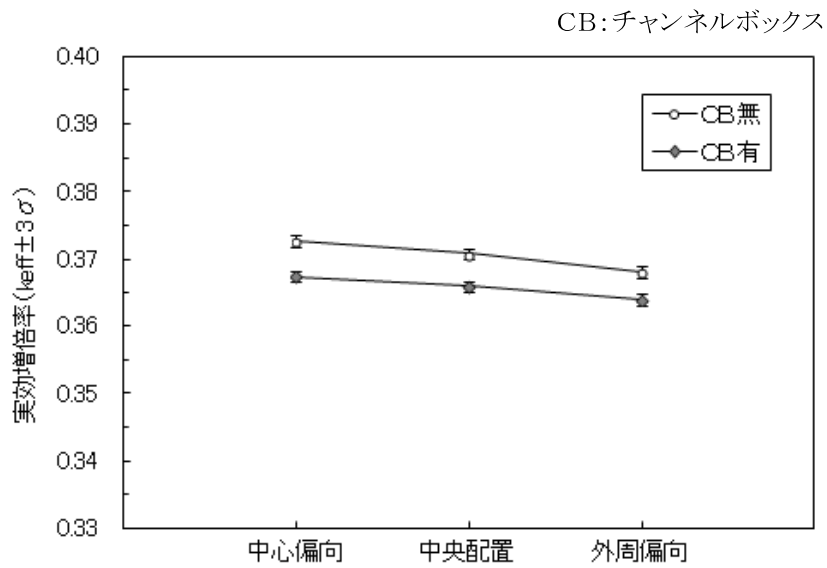
なお、別添 4-1 図は格子内のり最小の結果を記載している。これは、BWR 用大型キャスク（タイプ 2）では、格子内のり最小のモデルは燃料集合体の離隔距離が最小になり中性子実効増倍率が大きくなるためである。別添 4-1 図の乾燥状態と冠水状態のそれぞれで最大の中性子実効増倍率を与える条件において、格子内のりを最小から変化させた結果を別添 4-2 図に示す。別添 4-2 図に示すように、格子内のりが小さい方が中性子実効増倍率が大きいことを確認している。

以上のように、最適減速条件と中性子実効増倍率の関係は、バスケット材質、燃料集合体のピッチや配置、燃料集合体周囲の水（減速材）の因子の影響により複雑と考えられるため、バスケット格子内の燃料配置、バスケット格子内の公差等をパラメータとして中性子実効増倍率を確認している。

確認結果に基づき、厳しい評価結果を与える条件として、冠水状態は、格子内のり最小、燃料のセル内配置の中心偏向、チャンネルボックス有の条件、乾燥状態は、格子内のり最小、燃料のセル内配置の中心偏向、チャンネルボックス無の条件を採用している。

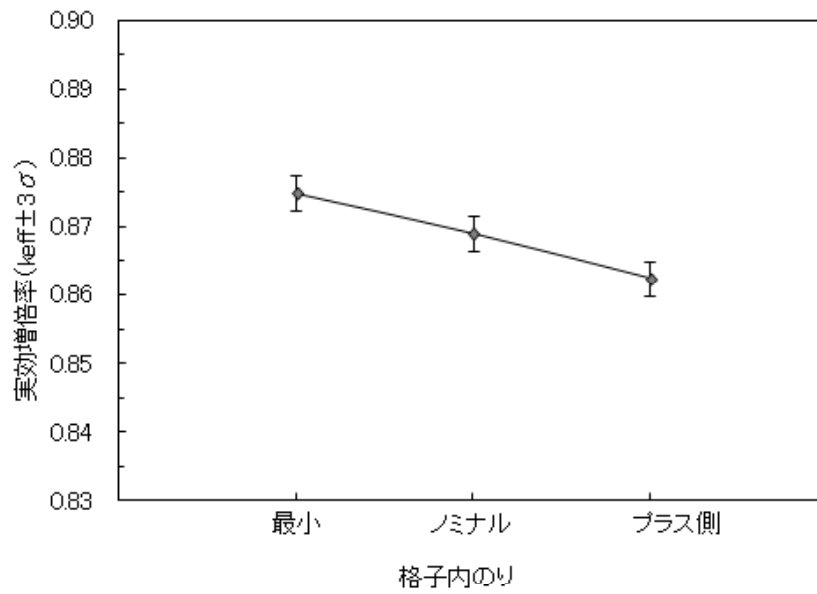


(a) 冠水状態

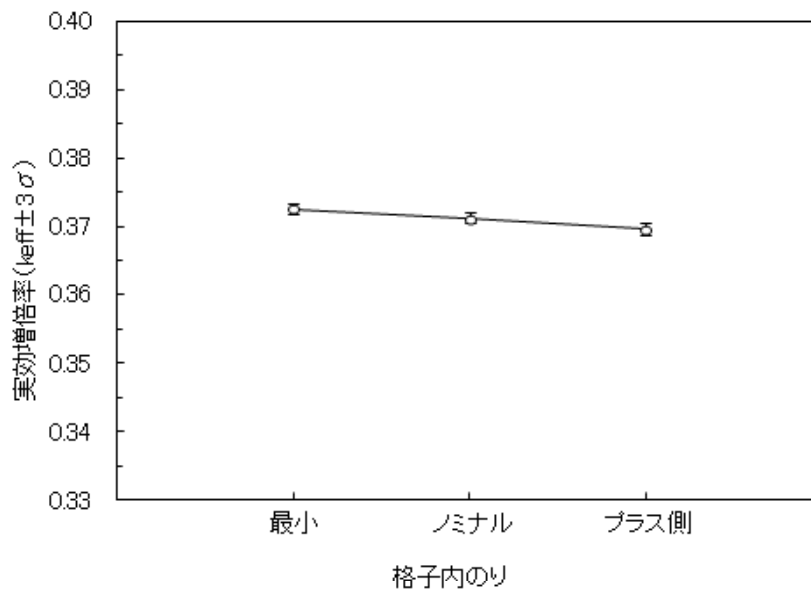


(b) 乾燥状態

別添 4-1 図 バスケット格子内の燃料配置と中性子実効増倍率の関係  
BWR用大型キャスク (タイプ2)

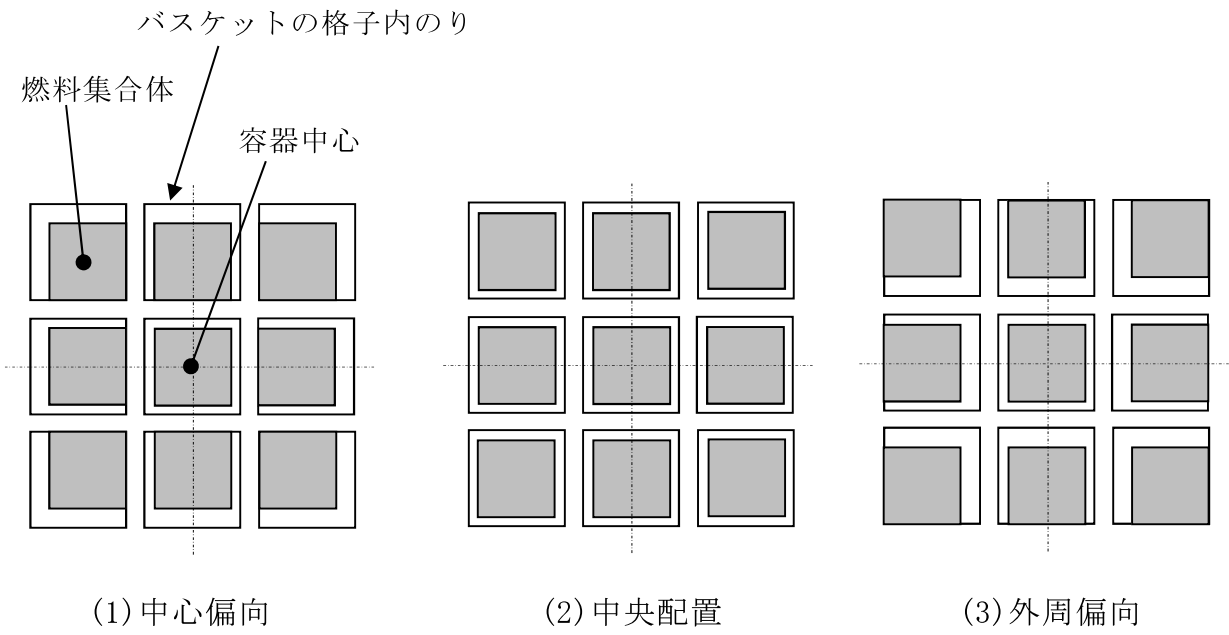


(a) 冠水状態, チャンネルボックス有

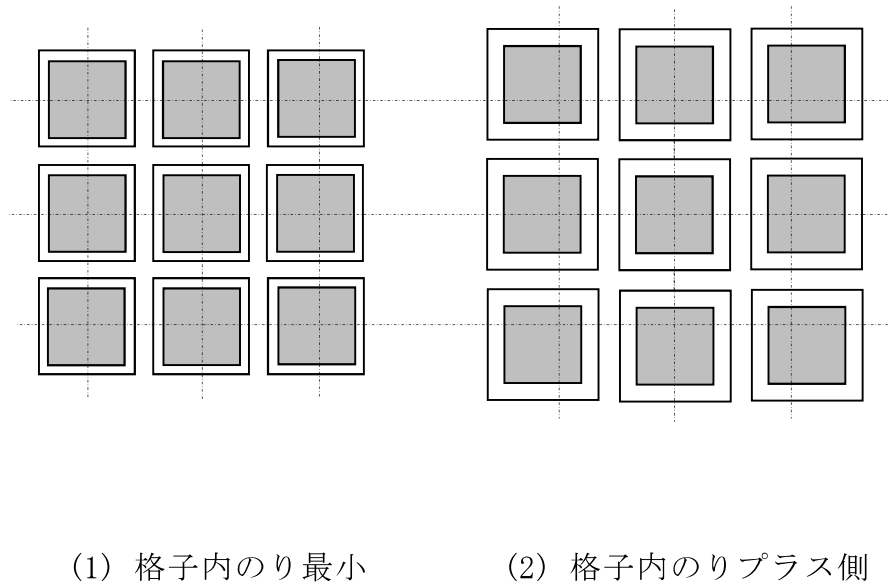


(b) 乾燥状態, チャンネルボックス無

別添 4 - 2 図 格子内のりと中性子実効増倍率の関係  
(BWR用大型キャスク (タイプ 2))



別添4-1 図補足 バスケット格子内の燃料配置の概念図



別添4-2 図補足 バスケット格子内のりの概念図

## 別添 5

### バスケット及び使用済燃料集合体の変形の影響について

使用済燃料貯蔵施設においては、金属キャスク内部は乾燥された状態であり、密封性能を有した多重の蓋を有しており、内部に水が入ることはない。

別添 5 - 1 図 (ロ)-第 A. 41 表に示すように HDP-69B 型の核燃料輸送物設計変更承認申請書<sup>1)</sup>において、9 m 水平落下試験時の衝撃力に対するバスケットの変形量は  mm と評価されている。バスケット格子内のり (公称寸法 153mm) と使用済燃料集合体の間隙は 10mm 程度あり、別添 4 に示す金属キャスク内部が乾燥状態である場合のバスケット格子内の燃料偏向配置による実効増倍率の評価結果によれば、この程度の使用済燃料集合体の移動量では実効増倍率に殆ど影響しない。

また、乾燥状態で使用済燃料集合体の変形した場合の保守的な評価として、燃料棒同士が接した場合 (燃料棒ピッチ最小) とバスケット格子内で最大限均一に広がった場合 (燃料棒ピッチ均一拡大) の実効増倍率が評価されており、燃料棒ピッチ最小時 0.41372、燃料棒ピッチ均一拡大時 0.41305 と殆ど影響しない (別添 5 - 1 図 (ロ)-第 E. 4 表)。

以上より、使用済燃料貯蔵施設におけるバスケット及び使用済燃料集合体の変形は、臨界評価において有意な影響を与えることはない。

#### 参考文献

- 1) 核燃料輸送物設計変更承認申請書 (HDP-69B 型核燃料輸送物) , 東京電力ホールディングス株式会社 (平成 30 年 7 月 20 日)

(ロ)－第A.41表 バスケットの変位計算条件及び計算結果

評価位置	バスケットプレート の支持幅 : $l$ (mm)	バスケットプレート 材料の縦弾性係数 : $E$ (MPa)	単位長さ あたりの 断面二次 モーメント : $I$ (mm <sup>3</sup> )	バスケットプレート 材料の 設計降伏点 : $S_y$ (MPa)	バスケット プレートの 板厚 : $t$ (mm)	単位長さ あたりの 塑性断面 係数: $Z_P$ (mm <sup>2</sup> )	変形量 : $\delta$ (mm)
バスケット プレート	□	200000	□	204	□	□	□



燃料棒ピッチ=最小(燃料棒直径)      燃料棒ピッチ=変化なし      燃料棒ピッチ=均一拡大

(ロ)－第E.1図 燃料モデル (ピッチ変化部位)

(ロ)－第E.4表 臨界計算結果

項 目	$k_{eff}$	$\sigma$	$k_{eff} + 3\sigma$
燃料棒ピッチ最小	0.41372	0.00030	0.41462
燃料棒ピッチ変化なし	0.41363	0.00036	0.41471
燃料棒ピッチ均一拡大	0.41305	0.00029	0.41392

別添5－1図 核燃料輸送物設計変更承認書<sup>3)</sup>の抜粋



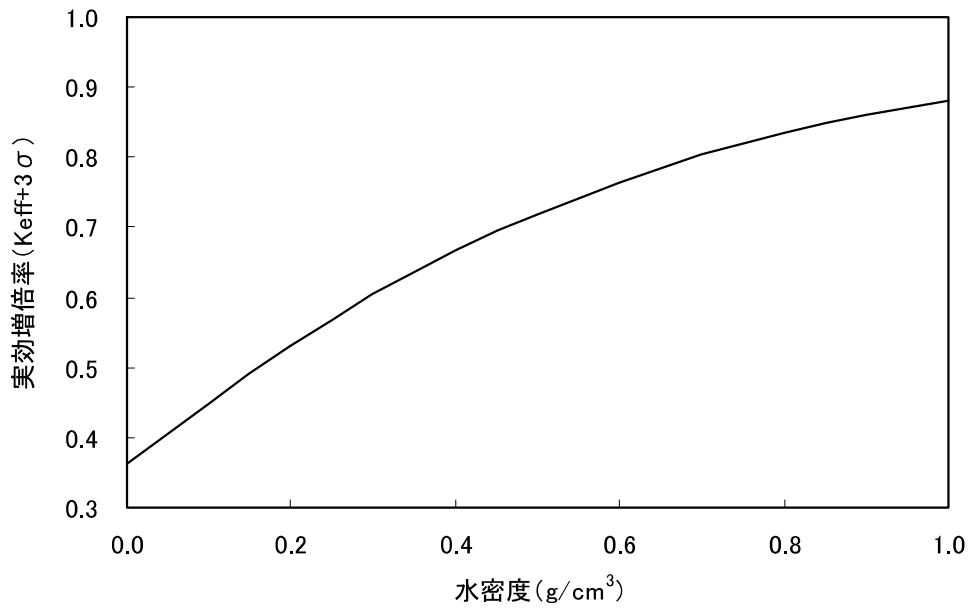
## 冠水状態の水密度について

別添 6 - 1 図に水密度と中性子実効増倍率の関係を示す。別添 6 - 1 図に示すように、乾燥状態 ( $0.0\text{g}/\text{cm}^3$ ) から冠水状態 ( $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ ) まで、中性子実効増倍率は単調増加であり、冠水状態が臨界評価上最も厳しい条件である。

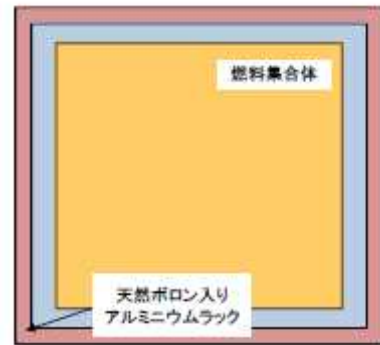
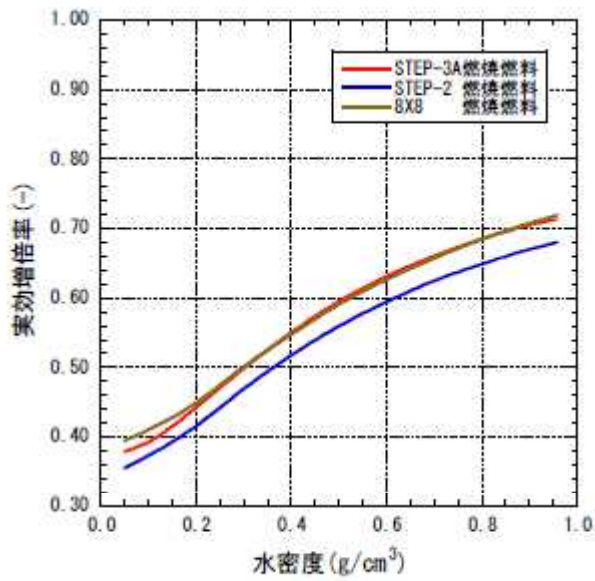
原子力発電所における燃料貯蔵設備においては、中性子吸収材を使用していない新燃料貯蔵庫は、水密度  $1.0\text{g}/\text{cm}^3$  未満が最適減速条件に、また、中性子吸収材を使用している使用済燃料貯蔵ラックは、水密度最大の  $1.0\text{g}/\text{cm}^3$  が最適減速条件になっている例がある。

バスケットに中性子吸収材を使用している金属キャスクは、使用済燃料貯蔵ラックと同じ傾向にあり、水密度  $1.0\text{g}/\text{cm}^3$  が臨界評価上最も厳しい条件となるのは、金属キャスク特有の傾向ではない。

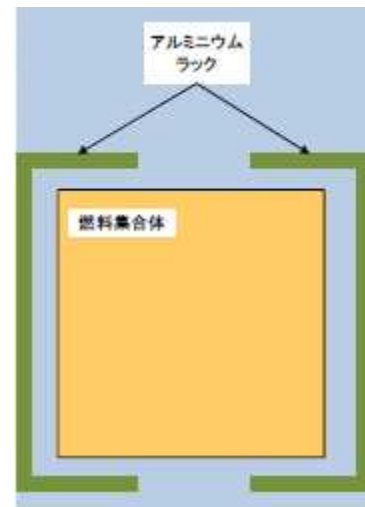
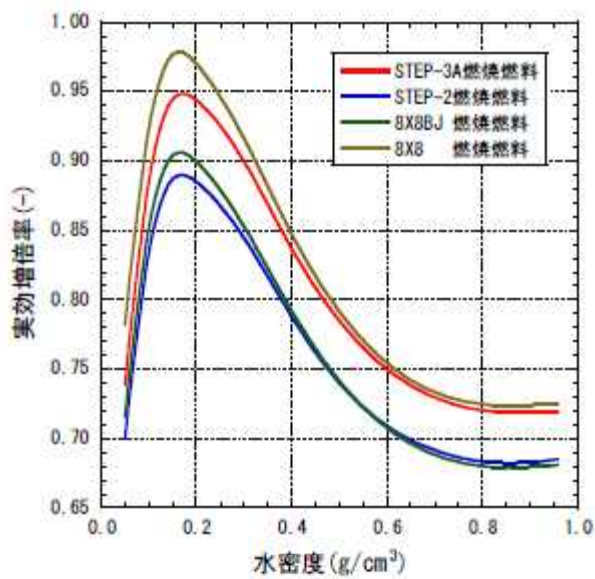
原子力発電所における燃料貯蔵設備の具体的な例として、第 4 回東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会(平成 25 年 10 月 7 日)において、3 号機燃料貯蔵ラックに対する中性子実効増倍率の検討結果が示されている。別添 6 - 2 図は、BWR 用大型キャスク(タイプ 2)のバスケットと同じように、中性子吸収材である天然ボロンを使用している板材を格子上に組んだもので、中性子吸収材の影響で減速不足状態のために、水密度最大の  $1.0\text{g}/\text{cm}^3$  が最適減速条件になっている。一方で、別添 6 - 3 図は、中性子吸収材を使用していないタイプであり、水密度  $1.0\text{g}/\text{cm}^3$  未満が最適減速条件となっている。



別添 6 - 1 図 容器内の水密度と中性子実効増倍率の関係  
(BWR大型キャスク (タイプ 2))



別添 6 - 2 図 燃料貯蔵ラックの水密度と中性子実効増倍率の関係\*  
(天然ボロン入りアルミラックの例)



別添 6 - 3 図 燃料貯蔵ラックの水密度と中性子実効増倍率の関係\*  
(アルミニウムラックの例)

\* : 第 4 回東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会(平成 25 年 10 月 7 日) 資料 3 3 号機使用済燃料貯蔵プール内の臨界の可能性について

## 第7条 火災等による損傷の防止

### <目 次>

1. 設計方針
2. 火災防護設計の基本方針
3. 施設設計

#### (別 添)

- 別添1 使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能
- 別添2 原子炉施設の安全機能
- 別添3 火災防護設計の基本方針
- 別添4 火災防護に係る審査基準との比較
- 別添5 火災防護に係る運用等について
- 別添6 受入れ区域架構鉄骨緩衝材に関する火災発生防止対策について

## 1. 設計方針

使用済燃料貯蔵施設は、火災又は爆発により基本的安全機能が損なわれな  
いよう、火災及び爆発の発生防止、火災及び爆発の発生の早期感知及び消火、  
火災及び爆発の影響の軽減について適切に組み合わせた火災防護対策を講ず  
る設計とする。

なお、使用済燃料貯蔵施設には、基本的安全機能を損なうような爆発を  
発生させる機器・設備は存在しない。

### (1) 火災の発生防止

使用済燃料貯蔵施設は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用  
した設計とするとともに、ケーブルについても金属キャスクへの影響に応  
じて難燃ケーブル等を使用する設計とする。

発火性又は引火性物質に対して漏えい防止対策を講じ、電気系統には遮  
断器を設け過電流による電気火災防止対策を講ずる設計とする。

使用済燃料貯蔵建屋は落雷による火災発生を防止するため、避雷設備を  
設置する設計とする。

### (2) 火災の感知及び消火

火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行うため、火災感知設  
備及び消火設備を設置する設計とする。

火災感知設備として、使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域、受入れ区域に火  
災感知器を設置し、火災警報を火災受信機に表示し監視する設計とする。

使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域及び受入れ区域で想定される火災に対  
して、消火活動を早期に行えるように消火器及び動力消防ポンプを適切に配  
置する。

### (3) 火災の影響軽減

使用済燃料貯蔵建屋の各区域及び区画は、1時間耐火能力を有するコン  
クリート壁（実力として3時間耐火能力を有する）、及び、1時間耐火能  
力を有する防火扉及び防火シャッター（建築基準法に基づく特定防火設備）  
で分離し、火災発生時の影響が他の区域や区画に波及しない設計とするこ  
とにより、火災発生時の影響を軽減する。

## 2. 火災防護設計の基本方針

使用済燃料貯蔵施設における基本的安全機能を有する施設は、使用済燃料貯蔵建屋と金属キャスクである（別添1参照）。

一方で、実用発電用原子炉の火災防護範囲は大きく異なっており「原子炉の安全機能（原子炉の高温停止及び低温停止の達成，維持のために必要な機能，並びに放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能）」を有する構築物，系統及び機器を火災から防護することを目的としている（別添2参照）。

### (1) 従来の使用済燃料貯蔵施設の火災防護設計

「金属製乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵施設のための安全審査指針」（以下「貯蔵施設安全審査指針」という。）の要求を受け，火災防護設計を行ってきた。また，基本的安全機能に影響する火災及び爆発は起きないが，財産保護の観点から，消防法，建築基準法に準拠し火災防護設計を講じてきた（別添3参照）。

### (2) 新規制基準を受けた火災防護設計

従来の貯蔵施設安全審査指針では，「火災・爆発の発生を防止し，かつ，万一の火災・爆発時には，その拡大を防止するとともに，施設外への放射性物質の放出が過大とならないための適切な対策が講じられていること。」とされていたが，「使用済燃料貯蔵施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」（以下「事業許可基準規則」という。）では，火災等による損傷の防止として「火災又は爆発により当該使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能が損なわれないよう，次に掲げる措置を適切に組み合わせた措置を講じたものでなければならない。」とされた（別添3参照）。

従って，使用済燃料貯蔵施設は，使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能が損なわれないよう，基本的安全機能を確保する上で必要な施設（基本的安全機能を有する使用済燃料貯蔵建屋（遮蔽機能，除熱機能），金属キャスク（閉じ込め機能，遮蔽機能，臨界防止機能，除熱機能），及び貯蔵架台，受入れ区域天井クレーン（吊具，ブレーキ，ワイヤロープ），搬送台車）について，事業許可基準規則に記載の措置を適切に組み合わせ対応している（別添3参照）。

(3) 火災防護に係わる審査基準との比較について

使用済燃料貯蔵施設は、事業許可基準規則に基づき火災防護設計を行っている。「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」は、直接の要求事項ではないが参考に比較を行った（別添4参照）。

3. 施設設計

3.1 火災の発生防止

(1) 不燃性材料又は難燃性材料の使用

使用済燃料貯蔵施設は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計とする。

a. 主要な施設及び構造材に対する不燃性材料の使用

(a) 基本的安全機能を確保する上で必要な施設は、以下の通り不燃性材料を使用する設計とする。

- i. 金属キャスクは不燃物であり、貯蔵架台は金属製である。
- ii. 受入れ区域天井クレーンのつり具、ブレーキ、ワイヤロープは金属製である。
- iii. 搬送台車のドライブユニットは、鋼板製のカバーで囲んだ構造とする。
- iv. 使用済燃料貯蔵建屋は、不燃性材料を構造材とする鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）とする。

(b) 基本的安全機能を確保する上で必要な施設以外の施設についても、実用上可能な限り不燃性材料を使用する設計とする。

- i. 受入れ設備（仮置架台、たて起こし架台、検査架台）は金属製である。なお、たて起こし架台及びその周辺に敷設する衝撃吸収材は木材をステンレス板で覆い、着火しない構造とする。
- ii. 配管、ダクト、ケーブルトレイ、電線管、盤の筐体及びこれらの支持構造物のうち主要な構造材は、金属製の不燃性材料を使用する。
- iii. 受入れ区域架構鉄骨に自主的に設置する緩衝材は、ポリプロピレン発泡体に耐火被覆を巻いたものとし、着火しない構造とする。

b. 難燃ケーブル等の使用

金属キャスクに直接接続するケーブルは、自己消火性について UL 垂直燃焼試験等の試験規格に、延焼性について IEEE383, IEEE1202 等の試験規格にそれぞれ適合した、又は自己消火性について UL 垂直燃焼試験、延焼性について IEEE383, IEEE1202 等の試験規格の実証試験に合格した難燃ケーブルを使用する設計とする。

その他の安全機能を有する施設は、JIS C 3005 傾斜試験適合品と同等以上の難燃性ケーブルを使用する設計とする。

なお、難燃性を有していないケーブルについては、金属製の盤、電線管に収納する設計とする。

c. 換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用

使用済燃料貯蔵建屋のうち、金属キャスクを貯蔵する貯蔵区域及び金属キャスクを仮置きする受入れ区域は除熱のための空気の通風を自然換気により行い、換気設備のフィルタは使用しない。

d. 保温材に対する不燃性材料の使用

保温材は、空気圧縮機配管の火傷防止保温と冷却水ポンプ保温、雑排水配管の防露保温と凍結防止保温、及び付帯区域監視盤室の空調冷媒配管保温に使用することを目的としており、不燃性材料を使用する設計とする。

e. 建屋内装材に対する不燃性材料の使用

使用済燃料貯蔵建屋のうち、貯蔵区域の壁の一部（床面から 1.6m の範囲）及び受入れ区域の床及び壁の一部（床面から 1.6m の範囲）は、不燃性のエポキシ樹脂系塗料を使用する設計とする。

(2) 火災の発生防止

発火性又は引火性物質に対して漏えい防止対策を講ずるとともに、電気系統の過電流による過熱及び損傷の防止対策を講ずる設計とする。

なお、使用済燃料貯蔵施設においては、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉が滞留するおそれがなく、火花を発生する設備や高温の設備等発火源となる設備は設置しない。また、使用済燃料集合体は、金属製の乾式キャスクに収納しており、冷却水が存在しないことから、冷却水が放射線分解等に



より水素を発生することはない。

無停電電源装置の制御弁式鉛蓄電池は、負極板での水素の発生を抑制する構造となっているが、整流器過電圧に伴う過充電により水素が発生する可能性がある。無停電電源装置は、整流器過電圧時に整流器を停止する保護機能があり、このことにより水素の発生を防止する設計とする。

可燃物は、火災区域内又は火災区画内に保管されている可燃物の発熱量から求めた等価時間とそこに設定されている耐火壁の耐火時間を比較し、耐火壁が必要な耐火時間を満足するよう持ち込みを制限する。

a. 発火性物質及び引火性物質の漏えい防止対策

貯蔵区域及び受入れ区域に設置する発火性又は引火性物質である潤滑油又はグリスを内包する機器は、密閉構造の軸受により潤滑油及びグリスの漏えいを防止するか、受け皿を設置して漏えいの拡大を防止する設計とする。

b. 電気系統の過電流による電気火災防止対策

電気系統は、「電気設備に関する技術基準を定める省令」に基づき、過電流継電器等の保護継電器と遮断器の組合せにより故障機器系統の早期遮断を行い、過負荷や短絡に起因する過熱、焼損等による電気火災を防止する設計とする。

(3) 落雷等の自然現象による火災発生の防止

使用済燃料貯蔵建屋は地上高さ 20m を超える設計であり、落雷による火災発生を防止するため、建築基準法に基づき JIS A 4201「建築物等の避雷設備（避雷針）」に準拠した避雷設備を設置する設計とする。

3.2 火災の感知及び消火

火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行うため、火災感知設備及び消火設備を設置する。

(1) 火災感知設備

使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域及び受入れ区域に、消防法及び関連する規則等に基づき、火災区域内を網羅するように火災感知器を設置するとともに、火災警報を火災受信機に表示し監視する設計とする。

a. 火災感知器の環境条件等の考慮

火災感知器は、早期に火災を感知できるように、各室における取付け面高さ、温度等の環境条件、予想される火災の性質（炎が生じる前に発煙する等）を考慮して型式を選定する。

b. 火災受信機

使用済燃料貯蔵建屋の火災警報は、事務建屋及び出入管理建屋の火災受信機に表示し監視する設計とする。

また、使用済燃料貯蔵建屋（監視盤室）の表示器（副受信機）にも表示する設計とする。

c. 火災感知設備の電源確保

外部電源が喪失しても、火災受信機は予備電源として蓄電池（10分作動）を有する設計とする。また、上記に加え、自主的に設置している出入管理建屋及び受変電施設の無停電電源装置より給電される設計とする。

(2) 消火設備

使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域及び受入れ区域は、除熱のための空気を通風させる給気口及び排気口が設置されており煙が充満しないこと及び放射線の影響により消火活動が困難となることはないことから固定式消火設備は設置しないが、消火器及び動力消防ポンプを消防法に基づき適切に設置する。

消火器及び動力消防ポンプの設置は、貯蔵区域及び受入れ区域で想定される火災に対して、早期に消火活動を実施することを目的とする。

動力消防ポンプの仕様については、規格放水量を  $1.2 \text{ m}^3/\text{min}$  以上、燃料タンク容量を約 18L、燃料消費量を約 12L/h とする。

防火水槽の仕様については、使用済燃料貯蔵建屋の南北に 1 基ずつ設置し、容量を  $40 \text{ m}^3/\text{基}$  とする。

(3) 自然現象の考慮

a. 凍結防止対策

動力消防ポンプの水源となる防火水槽は、冬季の凍結を考慮して地下に設置する設計とする。

## b. 風水害対策

貯蔵区域及び受入れ区域で想定される火災の性質に応じて配置する消火器及び動力消防ポンプは、風雨時の屋外でも使用可能な設計とする。

### 3.3 火災の影響軽減

使用済燃料貯蔵建屋は、貯蔵区域、受入れ区域、付帯区域で構成し、貯蔵区域はさらに6分割した区画を設定する。これらの区域及び区画は、1時間耐火能力を有するコンクリート壁（実力として3時間耐火能力を有する）、及び、1時間耐火能力を有する防火扉及び防火シャッター（建築基準法に基づく特定防火設備）で分離することにより、火災発生の影響が他の区域や区画に波及しない設計とする。なお、配管が区域及び区画を貫通する場合においては、当該管と区域及び区画との隙間をモルタルその他の不燃材料で埋める設計とする。

### 3.4 火災防護設計の妥当性の確認

#### (1) 基本的安全機能を確保する上で必要な施設

基本的安全機能を確保する上で必要な施設は、事業許可基準規則において要求されている措置を組み合わせ以下のとおり火災防護設計を行っており妥当であることを確認した。

#### a. 使用済燃料貯蔵建屋

使用済燃料貯蔵建屋は、基本的安全機能を有する施設を火災より防護するための措置として、1時間耐火能力を有するコンクリート壁（実力として3時間耐火能力を有する）、及び、1時間耐火能力を有する防火扉及び防火シャッター（建築基準法に基づく特定防火設備）により囲み、火災区域を設定し、区域特性に応じた火災防護を実施している。貯蔵区域は6分割した火災区画を設定し、可燃性物品の持ち込み及び作業を火災区画単位で管理することにより、火災発生時の影響が貯蔵区域全体に波及しないようにしている。

#### b. 金属キャスク

金属キャスクは不燃物であり、また、金属キャスクに直接接続するケーブルは、難燃ケーブル<sup>(※1)</sup>を使用している（第Ⅱ－1図参照）。

c. 貯蔵架台

貯蔵架台は金属製であり，不燃物である。

d. 受入れ区域天井クレーン

機能の喪失により金属キャスクが落下し，基本的安全機能を損なうおそれがある，受入れ区域天井クレーンの吊具，ブレーキ，ワイヤロープは，金属製であり，不燃物である。

また，受入れ区域天井クレーンは，密閉構造の軸受けを採用している。

制御盤等については，金属製のガード内に設置されている。

e. 搬送台車

建屋内を走行する搬送台車のドライブユニットは，鋼板製のカバーで囲まれており，また，潤滑油を使用しているが，潤滑油受け皿を設置している。

なお，搬送台車は，火災の影響により動作停止又はエアバッグの破損により搬送中の金属キャスクが貯蔵架台と共に床に着床する可能性があるが，このような状態でも基準地震動に耐えることができるため，金属キャスクの基本的安全機能には影響しない。

また，受入れ区域及び貯蔵区域は，事業許可基準規則に記載の措置について適切に組み合わせた措置を講じている（別添4参照）。

(2) その他の安全機能を有する施設

その他の安全機能を有する施設は，事業許可基準規則に準じて火災防護設計を行っており妥当であることを確認した。

a. 衝撃吸収材

衝撃吸収材は，バルサ材を使用するが，ステンレス板で覆われているため，火炎にさらされても着火することはない。内部のバルサ材が加熱されて発火点を超えた場合は燃焼（炭化）し外部に煙が出るが金属キャスク等には影響しない。

b. たて起こし架台

たて起こし架台は金属製であり，不燃物である。

c. 仮置き架台

仮置き架台は金属製であり，不燃物である。

d. 検査架台

検査架台は金属製であり，不燃物である。

なお，可動部に用いるケーブルは，金属製の電線管内に布設する。

e. 計測制御系統施設

キャスクに直接接続するケーブルは，難燃ケーブル<sup>(※1)</sup>を使用している（第Ⅱ－1 図参照）。また，キャスクに直接接続しないその他のケーブルについては，難燃性ケーブル<sup>(※2)</sup>を使用する（第Ⅱ－1 図参照）。

また，ヒータ回路については，難燃性ケーブル<sup>(※2)</sup>を使用する（第Ⅱ－1 図参照）他に配線用遮断器を設置し保護を行っている。

f. 放射線管理施設

キャスクに直接接続しない放射線管理施設に使用するケーブルは，難燃性ケーブル<sup>(※2)</sup>を使用している（第Ⅱ－1 図参照）。

g. 廃棄施設

廃棄物貯蔵室に保管する廃棄物は，金属製のドラム缶に収納することから，他から引火することはない。

また，使用するケーブルは難燃性ケーブル<sup>(※2)</sup>を使用し（第Ⅱ－1 図参照），金属製電線管内に布設している。

h. 通信連絡設備

キャスクに直接接続しない通信連絡設備に使用するケーブルは，難燃性ケーブル<sup>(※2)</sup>を使用している（第Ⅱ－1 図参照）。また，ケーブルは金属製の電線管に収納している。

i. 消火設備

消火設備は，火災等の早期感知，消火の措置を講じるために，各室における取付面高さ，温度等の環境条件や，炎が生じる前に発煙する等火災の性質を考慮して火災感知器を選定し設置し，また，火災の性質に応じた十分な容量の消火剤を備えている。

キャスクに直接接続しない消火設備に使用するケーブルは，難燃性ケーブル<sup>(※2)</sup>を使用している（第Ⅱ－1 図参照）。また，ケーブルは金属製の電線管に収納している。

## j. 電気設備

電気系統は、電気設備に関する技術基準を定める省令に基づき、過電流継電器等の保護継電器と遮断器の組合わせにより故障機器系統の早期遮断を行い、過負荷や短絡に起因する過熱、焼損等による電気火災を防止する設計としている。

火災区域として設定している貯蔵区域及び受入れ区域には、水素が漏えいするおそれがある設備はない。

### ※1 難燃ケーブル：

火炎により着火し難く、著しい燃焼をせず、また、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質を有するケーブルをいう。

使用するケーブルについて、「火災により着火し難く、著しい燃焼をせず、また、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質」を有していることが、延焼性及び自己消火性の実証試験により示されていること。

(実証試験の例)

- ・自己消火性の実証試験 UL 垂直燃焼試験
- ・延焼性の実証試験 IEEE383 または IEEE1202

### ※2 難燃性ケーブル：

JIS C 3005 傾斜試験適合品と同等以上の難燃性を有するケーブルをいう。

## 3.5 火災防護に係る運用等について

火災防護に係る運用については、可燃物の持ち込みに対する運用及び火災防護対策を実施するための体制について、主に以下を行うこととしている。

(別添5参照)

### (1) 可燃物持ち込みに対する運用

- a. 電気製品は、過電流、過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用と接地線の取り付け及び接続を義務付ける。
- b. 金属キャスクの搬入及び搬出作業で使用するトレートラック（軽油使用）は、作業管理により火災の発生を防止する。
- c. ガス溶断作業及び電気溶接作業を実施する場合は厳重な対策を講じる。

d. 可燃物は、火災区域内又は火災区画内に保管されている可燃物の発熱量から求めた等価時間とそこに設定されている耐火壁の耐火時間を比較し、耐火壁が必要な耐火時間を満足するよう持ち込みを制限する。

(2) 火災防護対策を実施するための体制

a. 火災に対し、自衛消防隊体制（24 時間体制で監視、巡視及び初期消火対応する警備員を含む）で対応する。

b. 警備員が常駐する場所に複数の通信連絡設備を設置し、火災発生時は直ちに公設消防に通報する。

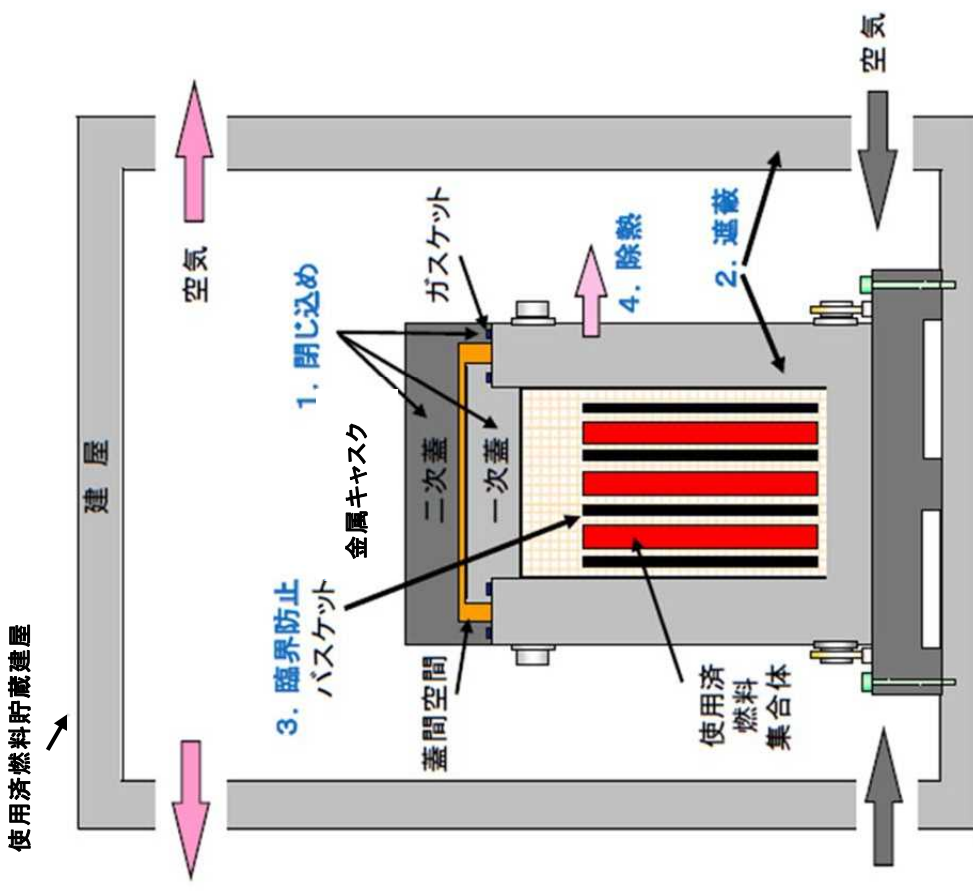
c. 平日通常時間帯、平日夜間及び休祝祭日の火災警報発生時の通報連絡及び消火体制を定めている。

d. 平日通常時間帯、平日夜間及び休祝祭日の火災発見時の通報連絡及び消火体制を定めている。





## 使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能



○使用済燃料貯蔵施設における基本的安全機能を有する施設は、使用済燃料貯蔵建屋（コンクリート製）と静的機器の金属キャスクである。金属キャスクは単体で、基本的安全機能（閉じ込め・遮蔽・臨界防止・除熱）を有している。

○金属キャスク本体へ接続するケーブルは金属キャスクに接触しているが、UL 垂直燃焼試験により自己消火性を、また、IEEE383 垂直トレイ試験により延焼性が確認された難燃ケーブルを使用する。

また、金属キャスク周囲に可燃物はなく、1 m以上離れたトレイに布設しているケーブルも難燃性規格のものである。それらのケーブルが燃焼した場合を評価しても、金属キャスクの温度上昇は、11℃程度（添付 1 参照）であり、金属キャスクの遮蔽機能（レジン）、閉じ込め機能（金属ガスケット）へ影響を与えない。

添付 2 に貯蔵区域の火災荷重を示す。

○使用済燃料貯蔵建屋は、3 時間耐火能力を有したコンクリート壁で構成しており、燃えることはなく、また、防火壁を設定しており、火災の影響を軽減している。使用済燃料貯蔵建屋内に設置されている盤・ダクト類は不燃のものを用いていること、持ち込み物品も最小限のものとすることから、火災が使用済燃料貯蔵建屋の基本的安全機能に影響を及ぼすことはない。

○実用発電原子炉の「原子炉の安全機能（原子炉の高温停止及び低温停止の達成、維持のために必要な機能、並びに放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能）」は、様々な構造物・系統・機器から構成されており、ケーブルが燃焼した場合、電源・信号の喪失により冷却機能へ影響する場合があります。火災防護の対応はより複雑になる（別添 2 参照）。

## 貯蔵区域布設ケーブルの火災時のキヤスクへの影響評価について

＜貯蔵区域布設ケーブルの火災時のキヤスクへの影響評価について＞

貯蔵区域壁面のケーブルトレイに布設されているケーブル火災のキヤスクへの影響評価を行った。評価の結果、温度上昇は11℃程度であり、金属キヤスクの遮蔽機能（レジン）、閉じ込め機能（金属ガスカート）へ影響を与えない。

### ○評価対象

使用済燃料貯蔵建屋北東の1区画を評価対象として選定した。（添付2-1図，2図の一点鎖線の範囲）

北東の1区画は、北側壁面のケーブルの他に受入れ区域へ繋がる垂直トレイが設置されているためケーブル物量が多い。

### ○評価条件

評価の前提として、保守的な評価をするために、対象区画のケーブルトレイに布設されているケーブルが瞬時に燃焼し、熱エネルギーは全てふく射エネルギーに変換されるものとした。

また、貯蔵区域内ケーブルトレイと対象キヤスクの位置関係から算定される形態係数を考慮したふく射エネルギーが、対象キヤスク1体に到達するものとした。

### ○評価モデル

形態係数の算定にあたっては、直方体火炎モデルを用いた。

### ○ケーブル熱量

ケーブルの熱量については、ケーブルトレイの寸法から算定したケーブル長と、布設されているケーブル仕様と同種素材の発熱量（引用資料：Fire Protection Handbook 20<sup>th</sup> Edition）を基に、形態係数を考慮し算定した。

- ・形態係数を考慮したケーブル熱量≒456MJ

### ○計算結果

- ・456[MJ]（形態係数を考慮したケーブル熱量）÷41.85[MJ/K]（キヤスクの熱容量）≒11[K]

## 貯蔵区域の火災荷重について (1 / 2)

<貯蔵区域の火災荷重について>

貯蔵区域北側 1 区画の可燃物を基に貯蔵区域火災荷重を算出する。

(貯蔵区域は、添付 2-1 図 (実線及び点線の範囲) のとおり 6 区画あり、区画内には、ほぼ同様の盤が設置されている。しかし、貯蔵区域の北側 1 区画 (添付 2-1 図実線の範囲、添付 2-2 図) は、他の区画 (添付 2-1 図点線の範囲) と異なり、東西壁面の他に北側壁面にもケーブルが布設されている。よって、保守的に貯蔵区域北側 1 区画 (添付 2-1 図実線の範囲、添付 2-2 図) を選定し、火災荷重を算出する。)

○貯蔵区域北側 1 区画の可燃物

- ・ ケーブル
- ・ 圧力変換器給電盤 (隣接区画は P I O 装置)
- ・ ガンマ線エリアモニタ
- ・ 中性子線エリアモニタ
- ・ 現場警報器
- ・ 電灯分電盤
- ・ オートリレー (照明保守用の昇降装置)

合計重量=約 4, 687 kg . . . . a

○貯蔵区域北側 1 区画の面積

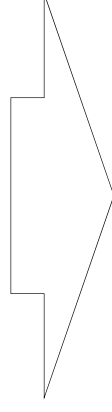
- ・ 約 1005 m<sup>2</sup> . . . . b

○発熱量

可燃物の多くがケーブルであることから、PVCの熱量を基に火災荷重を求めらる。

- ・ PVC = 26. 75 MJ /kg . . . . c

(引用資料：Fire Protection Handbook 20<sup>th</sup> Edition)

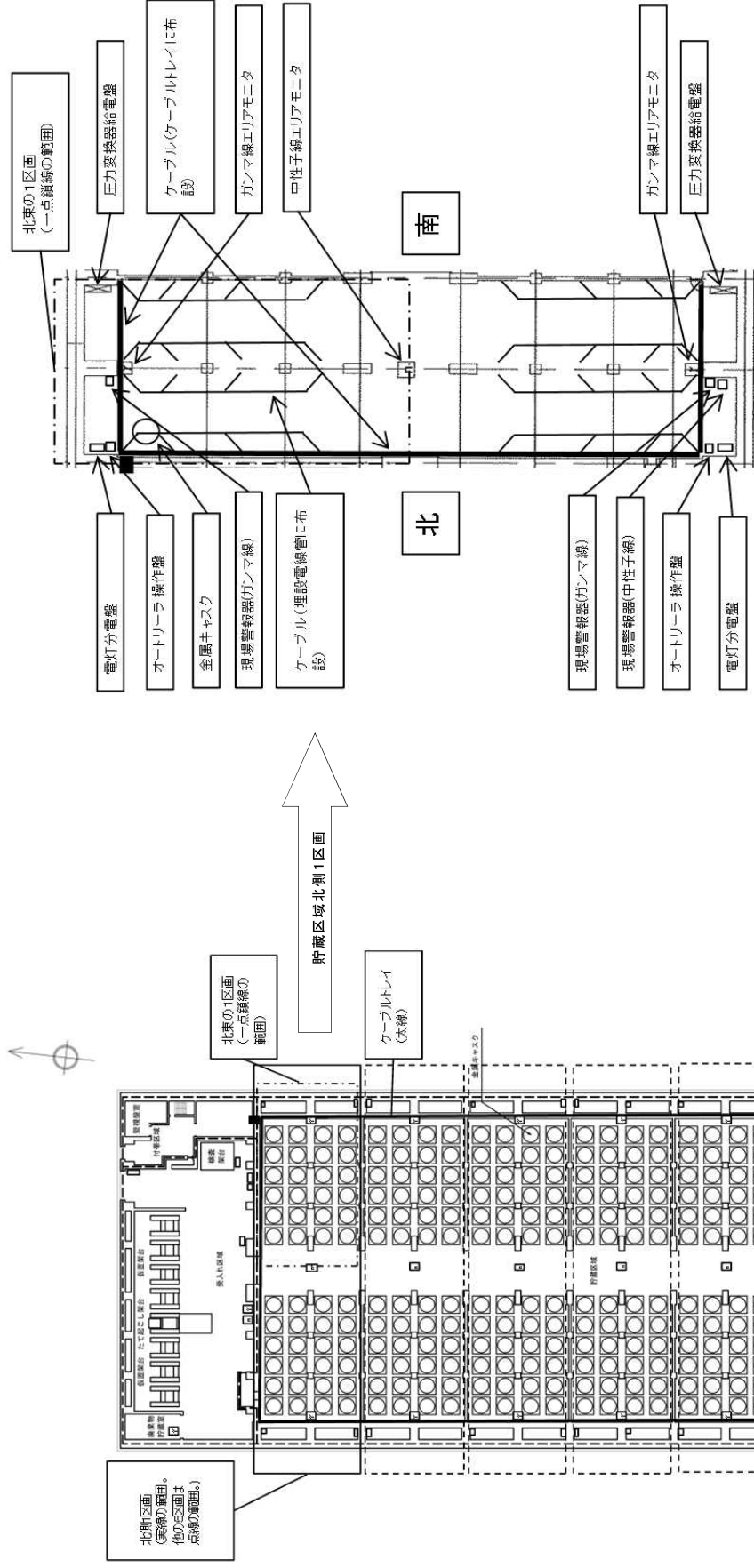


☆貯蔵区域の火災荷重：  $a \div b \div 5 \text{ kg/m}^2$  単位面積当たりの可燃物量は、約 5 kg/m<sup>2</sup>

単位面積当たりの発熱量は、  $(a \div b) \times c \div 125 \text{ MJ/m}^2$

(火災荷重 (単位面積当たりの発熱量) 原子力発電所の内部火災影響評価ガイドより))

# 貯蔵区域の火災荷重について (2/2)



添付2-2図 貯蔵区域北側1区画の可燃物

添付2-1図 使用済燃料貯蔵建屋全体

## 原子炉施設の安全機能

### 火災防護に係る原子炉施設の安全機能を有する機器等の例

原子炉施設の異常状態の発生を防止し、又はこれの拡大を防止するために必要なものである設計基準対象施設のうち、原子炉の高温停止及び低温停止の達成、維持（以下、「原子炉の安全停止」という。）のために必要な構築物、系統及び機器、並びに放射性物質の貯蔵又は閉じ込め（以下、「放射性物質貯蔵等」という。）機能を有する構築物、系統及び機器を「安全機能を有する機器等」として選定する。

原子炉の安全停止に必要な機器等	放射性物質貯蔵等の機器等
<p>原子炉施設において、原子炉の安全停止のために必要な機能を確保するために必要な機能を確保するための構築物、系統及び機器を「原子炉の安全停止に必要な機器等」として選定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能</li> <li>• 過剰反応度の印加防止機能</li> <li>• 炉心形状の維持機能</li> <li>• 原子炉の緊急停止機能</li> <li>• 未臨界維持機能</li> <li>• 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能</li> <li>• 原子炉停止後の除熱機能</li> <li>• 炉心冷却機能</li> <li>• 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能</li> <li>• 安全上特に重要な関連機能</li> <li>• 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能</li> <li>• 事故時のプラント状態の把握機能</li> <li>• 制御室外からの安全停止機能</li> </ul>	<p>原子炉施設において、放射性物質貯蔵等の機能を確保するための構築物、系統及び機器を「放射性物質貯蔵等の機器等」として選定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮蔽及び放出低減機能</li> <li>• 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 燃料プール水の補給機能</li> <li>• 放射性物質放出の防止機能</li> <li>• 放射性物質の貯蔵機能</li> </ul> </li> </ul>

## 1. 火災防護設計の基本方針（1 / 3）

### 使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則

（火災等による損傷の防止）

第七条 使用済燃料貯蔵施設は、火災又は爆発により当該使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能が損なわれないよう、次に掲げる措置を適切に組み合わせた措置を講じたものでなければならぬ。

- 一 火災及び爆発の発生を防止すること。
- 二 火災及び爆発の発生を早期に感知し、及び消火すること。
- 三 火災及び爆発の影響を軽減すること。

### 使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

第7条（火災等による損傷の防止）

- 1 第7条の規定の適用に当たっては、以下の措置を適切に組み合わせたものであること。
  - 一 使用済燃料貯蔵施設は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計であること。
  - 二 使用済燃料貯蔵施設において可燃性物質を使用する場合は、火災及び爆発の発生を防止するため、着火源の排除、異常な温度上昇の防止対策、可燃性物質の漏えい防止及び漏れ込み防止対策等の措置を講じた設計であること。
  - 三 使用済燃料貯蔵施設は、火災及び爆発の拡大を防止するために、火災及び爆発を検知するための設備、警報設備、消火設備等が設けられているとともに、火災及び爆発の発生による影響低減のための措置を講じた設計であること。

### 従来の設備設計

- ① 従来の「使用済燃料中間貯蔵施設のための安全審査指針」において、技術要求があり設備対応を図ってきた。
- ② 消防法、建築基準法に準拠し設備対応を図ってきた。

### 新規制基準を受けた火災防護対策

- ① 新規制基準を受けた火災防護設計に変更はない。
- ② 使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の要求に基づき対応している。
- ③ 消防法、建築基準法に準拠し設備対応している。

## 1. 火災防護設計の基本方針（2/3）

「使用済燃料貯蔵施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」に以下のように定義されている。

「基本的安全機能」とは，安全機能のうち，次に掲げる機能の総称をいう。

- イ 臨界防止機能（使用済燃料が臨界に達することを防止する機能をいう。）
- ロ 遮蔽機能（公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすことのないよう，金属キヤスクに封入された使用済燃料又は使用済燃料によって汚染された物（以下「使用済燃料等」という。）からの放射線を遮蔽する機能をいう。）
- ハ 閉じ込め機能（公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすことのないよう，金属キヤスクに封入された使用済燃料等を閉じ込める機能をいう。）
- ニ 除熱機能（使用済燃料の健全性及び金属キヤスクを構成する部材の健全性を維持するよう，金属キヤスクに封入された使用済燃料等の崩壊熱を除去する機能をいう。）

# 1. 火災防護設計の基本方針（3/3）

## 使用済燃料貯蔵施設の火災防護に係る設計基本方針

- (1) 従来の使用済燃料貯蔵施設の火災等による損傷の防止
  - ・「使用済燃料中間貯蔵施設に関する安全審査指針」（指針 15）の要求を受け、施設に対する火災防護設計を講じてきた。
  - ・「消防法」及び「建築基準法」に基づいて火災防護設計を講じてきた。
- (2) 新規制基準を受けた要求事項  
使用済燃料貯蔵施設の火災等による損傷の防止については、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」及びその解釈で変更がないことを確認した。
- (3) 火災防護設計の確認  
従来から講じてきた、火災防護設計と「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」を参考に比較整理を行い、火災又は爆発により使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能が損なわれないよう、規則の措置を組み合わせた設計としていることを確認した。  
なお、実用発電用原子炉の火災防護は、「原子炉の安全機能（原子炉の高温停止及び低温停止の達成、維持のための機能、並びに放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能）」を有する構造物、系統及び機器を火災から防護することを目的としており、様々な構造物等が対象となるが、使用済燃料貯蔵施設における基本的安全機能を確保する上で必要な施設は、基本的安全機能を有する使用済燃料貯蔵建屋、金属キャスク、及び貯蔵架台、受入れ区域天井クレーン、搬送台車である。

### 現行設備の設計

- ・「使用済燃料中間貯蔵施設のための安全審査指針」（指針 15）
- ・「消防法」及び「建築基準法」

使用済燃料貯蔵施設  
基本的安全機能を有する施設

### 新規制基準対応

- ・使用済燃料貯蔵施設の火災等による損傷の防止には変更なし。
- ・「消防法」及び「建築基準法」

使用済燃料貯蔵施設における火災防護設計の考え方



## 使用済燃料中間貯蔵施設のための安全審査指針

指針 15. 火災・爆発に対する考慮

使用済燃料中間貯蔵施設は、火災・爆発の発生を防止し、かつ、万一の火災・爆発時には、その拡大を防止するとともに、施設外への放射性情質の放出が過大とならないための適切な対策が講じられていること。

1. 使用済燃料中間貯蔵施設は、実用上可能な限り不燃性または難燃性材料を使用する設計であること。
2. 使用済燃料中間貯蔵施設において可燃性物質を使用する場合は、火災・爆発の発生を防止するため、着火源の排除、異常な温度上昇の防止対策、可燃性物質の漏洩防止及び洩れ込み防止対策等適切な対策が講じられていること。
3. 火災の拡大を防止するために、適切な検知、警報系統及び消火設備が設けられているとともに、火災による影響低減のために適切な対策が講じられていること。

## 適合のための設計方針

火災・爆発により使用済燃料中間貯蔵施設の安全性が損なわれることを防止するために、火災発生防止、火災検知及び消火、火災の影響の軽減の3方策を適切に組み合わせた措置を講ずる。

1. について  
使用済燃料中間貯蔵施設は、実用上可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とする。
2. について  
(1) 可燃性物質を使用する機器の付近、あるいは使用する区域では、着火源となるものの排除を行う。また、可燃性物質を取り扱う機器には、漏えい防止対策を行う設計とする。  
(2) 落雷等の自然現象による火災発生を防止するため避雷設備を設ける等防護した設計とする。
3. について  
(1) 万一の火災発生に備えて、必要な箇所に自動火災報知設備を設置するとともに、消火器を配備する。また、自動火災報知設備は、「消防法」に基づき、外部電源が喪失した場合でもその機能を失わない設計とする。  
(2) 自動火災報知設備は、地震等の自然現象によっても、その性能が著しく阻害されない設計とする。  
(3) 使用済燃料貯蔵建屋の貯蔵区域、受入れ区域、付帯区域をコンクリート壁により区画するとともに、「建築基準法」に基づく防火区画を設ける。

# 火災防護に係る審査基準との比較

別添 4

- ・「使用済燃料中間貯蔵施設に関する安全審査指針」（指針 15）、「消防法」及び「建築基準法」の要求を受け、施設に対する火災防護設計を講じてきた。
  - ・使用済燃料貯蔵施設の火災等による損傷の防止については、「使用済燃料中間貯蔵施設に関する安全審査指針」（指針 15）と「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」及びその解釈で変更がないことを確認した。
  - ・「実用発電用原子炉及びその付属施設の火災防護に係る審査基準」は、直接の要求事項ではないが、比較整理を行い、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能が損なわれないよう、規則の措置を組み合わせた設計とされていることを確認した。
- ※ 実用炉審査基準：「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」  
 ※※ 使用済燃料貯蔵施設の火災防護設計に関する規則等：「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」、「建築基準法」、「建築基準法施行令」、「消防法」、「消防法施行令」、「消防法施行規則」  
 ※※※ 比較結果：実用炉審査基準の各項目は、規則等と比較し「要求事項に変更なし」であるのか、「実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外」であるのか等について記載。内訳があるものは「-」と記載。

実用炉審査基準 ※	使用済燃料貯蔵施設の火災防護設計に関する規則等 ※※	比較結果 ※※※	使用済燃料貯蔵施設としての対応
2. 1 火災の発生防止			
2. 1. 1 原子炉施設は火災の発生を防止するために以下の各号に掲げる火災防護対策を講じた設計であること。	「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（火災等による損傷の防止） 第七条 使用済燃料貯蔵施設は、火災又は爆発により当該使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能が損なわれないよう、次に掲げる措置を適切に組み合わせた措置を講じたものでなければならない。 一 火災及び爆発の発生を防止すること。 （以下「規則第七条第 1 項第一号」という。） 「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」 1 第 7 条の規定の適用に当たっては、以下の措置を適切に組み合わせたものであること。 一 使用済燃料貯蔵施設は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計であること。 （以下「解釈第 7 条第 1 項第一号」という。） 二 使用済燃料貯蔵施設において可燃性物質を使用する場合は、火災及び爆発の発生を防止するため、着火源の排除、異常な温度上昇の防止対策、可燃性物質の漏えい防止及び漏れ込み防止対策等の措置を講じた設計であること。 （以下「解釈第 7 条第 1 項第二号」という。）	—	使用済燃料貯蔵施設では、基本的安全機能が損なわれないよう、火災の発生等を防止するために、以下のとおり、火災防護対策を講じた設計としている。
(1) 発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域は、以下の事項を考慮した、火災の発生防止対策を講じること。	規則第七条第 1 項第一号 解釈第 7 条第 1 項第一号 解釈第 7 条第 1 項第二号	—	金属キャスクは不燃物であるが、基本的安全機能が損なわれないよう、以下のとおり火災の発生防止対策を講じた設計としている。貯蔵区域及び受入れ区域を火災区域として設定している。
① 漏えいの防止、拡大防止 発火性物質又は引火性物質の漏えいの防止対策、拡大防止対策を講じること。 ただし、雰囲気の不活性化等により、火災が発生するおそれがない場合は、この限りでない。	規則第七条第 1 項第一号 解釈第 7 条第 1 項第二号	要求事項に変更なし	潤滑油又はグリスを内包する機器について、密閉構造の軸受け採用により漏えいを防止している。また、漏えいの拡大を防止するため、漏えい液受皿を設置して漏えいによる拡大を防止している。 規則第七条第 1 項第一号 解釈第 7 条第 1 項第二号
② 配置上の考慮 発火性物質又は引火性物質の火災によって、原子炉施設の安全機能を損なうことがないように配置すること。	建築基準法施行令第 112 条（防火区画） 主要構造部を耐火構造又は準耐火構造等とした建築物は、原則として、床面積 1,500㎡ 以内ごとに防火区画しなければならない。	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	貯蔵区域及び受入れ区域を火災区域として設定し、耐火壁を設けた貯蔵区域に金属キャスクを配置する。
③ 換気 換気ができる設計であること。	規則第七条第 1 項第一号 解釈第 7 条第 1 項第二号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。なお、貯蔵区域及び受入れ区域は、自然換気を行う設計としている。
④ 防爆 防爆型の電気・計装品を使用するとともに、必要電気設備に接地を施すこと。	規則第七条第 1 項第一号 解釈第 7 条第 1 項第二号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
⑤ 貯蔵 安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域における発火性物質又は引火性物質の貯蔵は、運転に必要な量にとどめること。	規則第七条第 1 項第一号 解釈第 7 条第 1 項第二号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
(2) 可燃性の蒸気又は可燃性の微粉が滞留するおそれがある火災区域には、滞留する蒸気又は微粉を屋外の高所に排出する設備を設けるとともに、電気・計装品は防爆型とすること。 また、着火源となるような静電気が溜まるおそれのある設備を設置する場合には、静電気を除去する装置を設けること。	規則第七条第 1 項第一号 解釈第 7 条第 1 項第二号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	可燃性の蒸気又は可燃性の微粉が滞留するおそれがある火災区域はない。貯蔵区域及び受入れ区域を火災区域として設定している。

実用炉審査基準 ※	使用済燃料貯蔵施設の火災防護設計に関する規則等 ※※	比較結果 ※※※	使用済燃料貯蔵施設としての対応
(3) 火花を発生する設備や高温の設備等発火源となる設備を設置しないこと。ただし、災害の発生を防止する附帯設備を設けた場合は、この限りでない。	規則第七条第1項第一号 解釈第7条第1項第二号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	火花を発生する設備や高温の設備等発火源となる設備はない。
(4) 火災区域内で水素が漏えいしても、水素濃度が燃焼限界濃度以下となるように、水素を排気できる換気設備を設置すること。また、水素が漏えいするおそれのある場所は、その漏えいを検出して中央制御室にその警報を発すること。	規則第七条第1項第一号 解釈第7条第1項第二号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	火災区域において、水素が漏えいするおそれがある設備はない。貯蔵区域及び受入れ区域を火災区域として設定している。
(5) 放射線分解等により発生し、蓄積した水素の急速な燃焼によって、原子炉の安全性を損なうおそれがある場合には、水素の蓄積を防止する措置を講じること。	規則第七条第1項第一号 解釈第7条第1項第二号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	放射線分解等により水素が発生することはない。
(6) 電気系統は、地絡、短絡等に起因する過電流による過熱防止のため、保護継電器と遮断器の組合せ等により故障回路の早期遮断を行い、過熱、焼損の防止する設計であること。	規則第七条第1項第一号 解釈第7条第1項第二号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	電気系統は、「電気設備に関する技術基準を定める省令」に基づき、過電流継電器等の保護継電器と遮断器の組合せにより故障機器系統の早期遮断を行い、過負荷や短絡に起因する過熱、焼損等による電気火災を防止する設計としている。
2. 1. 2 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、以下の各号に掲げるとおり、不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計であること。ただし、当該構築物、系統及び機器の材料が、不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの（以下「代替材料」という。）である場合、もしくは、当該構築物、系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合は、この限りではない。	規則第七条第1項第一号 解釈第7条第1項第一号	—	基本的安全機能を有する構築物、系統及び機器は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用した設計としている。
(1) 機器、配管、ダクト、トレイ、電線管、盤の筐体、及びこれらの支持構造物のうち、主要な構造材は不燃性材料を使用すること。	規則第七条第1項第一号 解釈第7条第1項第一号	要求事項に変更なし	機器（金属キャスク、貯蔵架台等）、配管、ダクト、ケーブルトレイ、電線管、盤の筐体及びこれらの支持構造物のうち主要な構造材は、金属製の不燃性材料を使用している。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">規則第七条第1項第一号</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">解釈第7条第1項第一号</div>
(2) 建屋内の変圧器及び遮断器は、絶縁油等の可燃性物質を内包していないものを使用すること。	規則第七条第1項第一号 解釈第7条第1項第二号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	絶縁油を内包する変圧器及び遮断器はない。
(3) ケーブルは難燃ケーブルを使用すること。 (実証試験の例) ・自己消火性の実証試験 UL 垂直燃焼試験 ・延焼性の実証試験 IEEE383 または IEEE1202	規則第七条第1項第一号 解釈第7条第1項第一号	要求事項に変更なし ただし、実証試験については実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	金属キャスクの上部に設置する蓋閉圧力測定器及び表面温度測定器と下部の端子箱間を接続するケーブルは、UL 垂直燃焼試験、電気学会技術報告（Ⅱ部）第139号（IEEE383）（以下「電気学会技術報告」という。）試験規格に適合したケーブル、又は、難燃ケーブルと同等の材質を使用し、実証試験（UL 垂直燃焼試験、電気学会技術報告試験）に合格した難燃ケーブルを使用する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">規則第七条第1項第一号</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">解釈第7条第1項第一号</div>
(4) 換気設備のフィルタは、不燃性材料又は難燃性材料を使用すること。ただし、チャコールフィルタについては、この限りでない。	規則第七条第1項第一号 解釈第7条第1項第一号	要求事項に変更なし	貯蔵区域及び受入れ区域は、自然換気であり、換気装置フィルタはない。
(5) 保温材は金属、ロックウール又はグラスウール等、不燃性ものを使用すること。	規則第七条第1項第一号 解釈第7条第1項第一号 ・建築基準法第68条の26（特殊構造方法等認定）	要求事項に変更なし	保温材は、不燃性材料を使用している。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">規則第七条第1項第一号</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">解釈第7条第1項第一号</div>
(6) 建屋内装材は、不燃性材料を使用すること。	規則第七条第1項第一号 解釈第7条第1項第一号 ・消防法第9条の4（指定可燃物） 消火の活動が著しく困難となるものとして政令で定める。	要求事項に変更なし	貯蔵区域及び受入れ区域は、床及び壁の一部（床面から1.6mの範囲）はエポキシ樹脂系塗料で、JIS K 7201（酸素指数法による高分子材料の燃焼試験方法）に定められた酸素指数26以上の不燃性を有する材料を使用している。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">規則第七条第1項第一号</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">解釈第7条第1項第一号</div>

実用炉審査基準 ※	使用済燃料貯蔵施設の火災防護設計に関する規則等 ※※	比較結果 ※※※	使用済燃料貯蔵施設としての対応
2. 1. 3 落雷、地震等の自然現象によって、原子炉施設内の構築物、系統及び機器に火災が発生しないように以下の各号に掲げる火災防護対策を講じた設計であること。	規則第七条第一項第一号 解釈第7条第一項第一号	—	使用済燃料貯蔵建屋は、落雷、地震等の自然現象によって、構築物、系統及び機器に火災が発生しないように以下の各号に掲げる火災防護対策を講じた設計としている。
(1) 落雷による火災の発生防止対策として、建屋等に避雷設備を設置すること。	規則第七条第一項第一号 解釈第7条第一項第一号 ・建築基準法第33条（避雷設備） 高さ20mを超える建築物には、有効に避雷設備を設けなければならない。 ・建築基準法施行令第129条の14（設置）、15（構造）	要求事項に変更なし	使用済燃料貯蔵建屋は、建築基準法に基づき、高さ20mを超える使用済燃料貯蔵建屋には日本工業規格（JIS）に準拠する避雷設備を設置している。（JISA4201（建築物等の避雷設備（避雷針）））  規則第七条第一項第一号 解釈第7条第一項第一号
(2) 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、十分な支持性能をもつ地盤に設置するとともに、自らが破壊又は倒壊することによる火災の発生を防止すること。なお、耐震設計については実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解（原規技発第1306193号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定））に従うこと。	規則第七条第一項第一号 解釈第7条第一項第一号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	使用済燃料貯蔵建屋及び金属キャスクは、十分な支持性能をもつ地盤に設置し、自らの破壊又は倒壊による火災の発生を防止している。  規則第七条第一項第一号 解釈第7条第一項第一号
2. 2 火災の感知・消火			
2. 2. 1 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げるように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。	「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（火災等による損傷の防止） 第七条 使用済燃料貯蔵施設は、火災又は爆発により当該使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能が損なわれないよう、次に掲げる措置を適切に組み合わせた措置を講じたものでなければならない。 二 火災及び爆発の発生早期に感知し、及び消火すること。 （以下「規則第七条第一項第二号」という。） 「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」 1 第七条の規定の適用に当たっては、以下の措置を適切に組み合わせたものであること。 三 使用済燃料貯蔵施設は、火災及び爆発の拡大を防止するために、火災及び爆発を検知するための設備、警報設備、消火設備等が設けられているとともに、火災及び爆発の発生による影響低減のための措置を講じた設計であること。 （以下「解釈第7条第一項第三号」という。）	—	火災感知設備及び消火設備は、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計としている。
(1) 火災感知設備 ① 各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できる場所に設置すること。	規則第七条第一項第二号 解釈第7条第一項第三号 ・消防法施行令第21条 自動火災報知設備は、防火対象物又はその部分に設置するものとする。倉庫で延面積500㎡以上は設置が必要。	要求事項に変更なし	貯蔵区域、受入れ区域の各火災区域においては、消防法施行規則第23条の警報設備に関する基準に則り、火災感知器を設置している。また、早期に火災を感知できるように、各室における取付面高さ、温度等の環境条件や、火災は炎が生じる前に発煙する等の予想される火災の性質を考慮して火災感知器の型式を選定している。 ・光電式分離型感知器 ・光電式スポット型感知器 ・差動式スポット型感知器  規則第七条第一項第二号 解釈第7条第一項第三号
② 火災を早期に感知できるような固有の信号を発する異なる種類の感知器又は同等の機能を有する機器を組合せて設置すること。また、その設置にあたっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講じること。	規則第七条第一項第三号 解釈第7条第一項第三号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	金属キャスクの基本的安全機能に影響する考慮すべき火災源は、近傍になく、火災の検知が困難な閉鎖された場所はないため、固有の信号を発する異なる種類の感知器等は、設置せず、消防法に基づき火災感知器等の自動火災報知設備を設置している。
③ 外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。	規則第七条第一項第二号 解釈第7条第一項第三号 ・消防法施行規則第24条 自動火災報知設備の設置及び維持に関する技術上の基準の細目を定める。蓄電池設備は、（中略）その容量は、自動火災報知設備を有効に十分間作動することができる容量以上であること。	要求事項に変更なし	火災報知盤は外部電源が喪失しても有効な蓄電池（10分作動）を有している。また、上記に加え、自主的に設置している出入管理建屋及び受変電施設の無停電電源装置より給電される設計としている。  規則第七条第一項第二号 解釈第7条第一項第三号

実用炉審査基準 ※	使用済燃料貯蔵施設の火災防護設計に関する規則等 ※※	比較結果 ※※※	使用済燃料貯蔵施設としての対応
④ 中央制御室等で適切に監視できる設計であること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	要求事項に変更なし	使用済燃料貯蔵建屋の火災警報は、センター員等が常駐する事務建屋及び出入管理建屋の火災受信機に表示し監視できる設計である。また、使用済燃料貯蔵建屋（監視盤室）の表示器（副受信機）にも表示し、センター員等が確認できる設計としている。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">規則第七条第1項第二号</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">解釈第7条第1項第三号</div>
(2) 消火設備 ① 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域または火災区域画であって、火災時に煙の充満、放射線の影響等により消火活動が困難なところには、自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置すること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
② 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域であって、火災時に煙の充満、放射線の影響等により消火活動が困難なところには、自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置すること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	基本的安全機能を確保する上で必要な施設を設置する火災区域である貯蔵区域及び受入れ区域は、上部が大気開放となっており煙が充満しない。また、放射線の影響により消火活動が困難となることはないため、固定式消火設備は設置していない。
③ 消火用水供給系の水源及び消火ポンプ系は、多重性又は多様性を備えた設計であること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	要求事項に変更なし ただし、消火ポンプ系の多重性又は多様性については実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	金属キャスクの基本的安全機能に影響する考慮すべき火災源は近傍にないため、水を使用する消火設備としての水源は必要ないと考えるが、法令要求として消防法に基づき水源を以下の通り確保している。 ①規定放水量：1 m <sup>3</sup> /分 (>0.4m <sup>3</sup> /分=消防法要求) ②水源の水量：80 m <sup>3</sup> (40 m <sup>2</sup> ×2基) (>20 m <sup>3</sup> =1 m <sup>3</sup> /分×20分=消防法要求) <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">規則第七条第1項第二号</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">解釈第7条第1項第三号</div>
④ 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器相互の系統分離を行うために設けられた火災区域又は火災区域画に設置される消火設備は、系統分離に応じた独立性を備えた設計であること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
⑤ 消火設備は、火災の火炎、熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線、爆発等による二次的影響が安全機能を有する構築物、系統及び機器に悪影響を及ぼさないように設置すること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	貯蔵区域及び受入れ区域で想定される火災に対して、消火活動を早期に行えるように消火器、動力消防ポンプ、防火水槽を適切に配置することにより、基本的安全機能を有する構築物、系統及び機器に火災の二次的悪影響が及ぼないようにしている。
⑥ 可燃性物質の性状を踏まえ、想定される火災の性質に応じた十分な容量の消火剤を備えること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号 ・消防法施行令第10条 延べ面積150 m <sup>2</sup> 以上に該当するため消火器具設置 ①消火器具能力単位(一般火災) 41≧延べ面積8,030 m <sup>2</sup> /200 m <sup>2</sup> ②歩行距離20m以内に設置 「消防法施行令第11条」 延べ面積1,400 m <sup>2</sup> 以上(準耐火構造で内装制限したもの)≦延べ面積8,030 m <sup>2</sup> のため屋内消火栓設備が必要であるが、「動力消防ポンプ設備」を設置するため、第4項の規定により屋内消火栓は設置しないことができる。 「消防法施行令第20条」 動力消防ポンプ設備に関する基準 ①規格放水量：0.4 m <sup>3</sup> /分以上 ②水源の水量：規格放水量で20分間放水できる量、但し水量が20 m <sup>3</sup> 以上となる場合は20 m <sup>3</sup> としてよい。	要求事項に変更なし	貯蔵区域及び受入れ区域で想定される火災の性質に応じた十分な容量の消火剤を備えている。 ①ABC粉末10型消火器(薬剤量3kg)：43台 (一般火災消火能力：129=3×43台) ②大型(ABC粉末50型)消火器(薬剤量20kg)：2台 ③化学泡消火器(薬剤量960)：2台 ④動力消防ポンプ(1 m <sup>3</sup> /分)：1台 消火用水(防火水槽)：2箇所(80 m <sup>2</sup> ：40 m <sup>2</sup> ×2) <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">規則第七条第1項第二号</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">解釈第7条第1項第三号</div>
⑦ 移動式消火設備を配備すること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	車両に搭載して移動できる動力消防ポンプを配備している。
⑧ 消火剤に水を使用する消火設備は、2時間の最大放水量を確保できる設計であること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	金属キャスクの基本的安全機能に影響する考慮すべき火災源は、近傍にないため、水を使用する消火設備としての水源は必要ないと考えるが、法令要求として消防法に基づき水源を以下の通り確保している。 ①規定放水量：1 m <sup>3</sup> /分 (>0.4 m <sup>3</sup> /分=消防法要求) ②水源の水量：80 m <sup>3</sup> (40 m <sup>2</sup> ×2基) (>20 m <sup>3</sup> =1 m <sup>3</sup> /分×20分=消防法要求)

実用炉審査基準 ※	使用済燃料貯蔵施設の火災防護設計に関する規則等 ※※	比較結果 ※※※	使用済燃料貯蔵施設としての対応
⑨ 消火用水供給系をサービス系または水道水系と共用する場合には、隔離弁等を設置して遮断する等の措置により、消火用水の供給を優先する設計であること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	消火用水供給系は、水道水系と共用しているが、隔離弁にて遮断する措置により、消火用水の供給を優先する構造としている。
⑩ 消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計であること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
⑪ 消火設備は、外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	要求事項に変更なし	貯蔵区域及び受入れ区域で想定される火災の性質に応じて消火器及び動力消防ポンプを配備している。消火器及び動力消防ポンプは、外部電源を必要としない。  規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号
⑫ 消火栓は、全ての火災区域の消火活動に対処できるように配置すること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	要求事項に変更なし	使用済燃料貯蔵施設には、消防法に従い消火栓設備は設置していない。
⑬ 固定式の高圧ガス消火設備は、作動前に職員等の退出ができるように警報を吹鳴させる設計であること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	要求事項に変更なし	該当する設備はない。
⑭ 管理区域内で消火設備から消火剤が放出された場合に、放射性物質を含むおそれのある排水が管理区域外へ流出することを防止する設計であること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	放射能汚染の可能性のある消火排水の発生はない。
⑮ 電源を内蔵した消火設備の操作等に必要の照明器具を、必要な火災区域及びその出入通路に設置すること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号 ・消防法施行令第26条（誘導灯及び誘導標識に関する基準） 誘導灯及び誘導標識は防火対象物又はその部分に設置するものとする。	要求事項に変更なし	使用済燃料貯蔵建屋には、通常の電源が喪失した場合においても、蓄電池から給電する避難口誘導灯と通路誘導灯を設置しており、また、自主的に設置している受変電施設の無停電電源装置から給電する保安灯を設置している。  規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号
2. 2. 2 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	—	使用済燃料貯蔵建屋の火災感知設備及び消火設備は、以下に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計としている。
(1) 凍結するおそれがある消火設備は、凍結防止対策を講じた設計であること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	要求事項に変更なし	消火用水の防火水槽は、冬場の凍結（凍結深度 GL-55cm）を考慮して埋設している。 「実務者のための積雪寒冷地建築技術資料Ⅱ」（日本建築士事務所協会連合会発行）  規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号
(2) 風水害に対して消火設備の性能が著しく阻害されない設計であること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	要求事項に変更なし	貯蔵区域及び受入れ区域で想定される火災の性質に応じて配備している消火器及び動力消防ポンプは風雨時の屋外で使用可能であり、建屋内に設置されていることから、風水害によって性能を阻害されることはない。  規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第二号
(3) 消火配管は、地震時における地盤変位対策を考慮した設計であること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
2. 2. 3 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、消火設備の破損、誤動作又は誤操作によって、安全機能を失わない設計であること。 また、消火設備の破損、誤動作又は誤操作による溢水の安全機能への影響について「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」により確認すること。	規則第七条第1項第二号 解釈第7条第1項第三号	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	貯蔵区域及び受入れ区域で想定される火災の性質に応じて配備している消火器及び動力消防ポンプについては、その誤動作、誤操作によって水が放出する恐れはあるが、そのことによって、密封構造の金属キャスクの基本的安全機能を阻害することはない。

実用炉審査基準 ※	使用済燃料貯蔵施設の火災防護設計に関する規則等 ※※	比較結果 ※※※	使用済燃料貯蔵施設としての対応
2. 3 火災の影響軽減			
2. 3. 1 安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し、以下の各号に掲げる火災の影響軽減のための対策を講じた設計であること。	<p>「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」 (火災等による損傷の防止) 第七条 使用済燃料貯蔵施設は、火災又は爆発により当該使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能が損なわれないよう、次に掲げる措置を適切に組み合わせた措置を講じたものでなければならない。 三 火災及び爆発影響を軽減すること。 (以下「規則第七条第1項第三号」という。) 「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」 1 第七条の規定の適用に当たっては、以下の措置を適切に組み合わせたものであること。 三 使用済燃料貯蔵施設は、火災及び爆発の拡大を防止するために、火災及び爆発を検知するための設備、警報設備、消火設備等が設けられているとともに、火災及び爆発の発生による影響低減のための措置を講じた設計であること。 (以下「解釈第七条第1項第三号」という。)</p>	—	使用済燃料貯蔵施設は、基本的安全機能が損なわれないよう、以下に記す火災の影響軽減のための対策を講じた設計としている。
(1) 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域については、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離すること。	—	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
(2) 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その相互の系統分離及びこれらに関連する非安全系のケーブルとの系統分離を行うために、火災区画内又は隣接火災区画間の延焼を防止する設計であること。 具体的には、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが次に掲げるいずれかの要件を満たしていること a. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離されていること。 b. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間の水平距離が6m以上あり、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。この場合、水平距離間には仮置きするものを含め可燃性物質が存在しないこと。 c. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。	—	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
(3) 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域については、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離されていること。	規則第七条第1項第三号 解釈第七条第1項第三号 ・建築基準法施行令第112条(防火区画) 主要構造部を耐火構造又は準耐火構造等とした建築物は、原則として、床面積1,500m <sup>2</sup> 以内ごとに防火区画にしなければならない。	要求事項に変更なし	火災区域は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域と分離している。 なお、火災区域を構成する火災区画は耐火壁、防火扉、防火防炎シャッター、貫通部シールを設置している。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">規則第七条第1項第二号</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">解釈第七条第1項第三号</div>
(4) 換気設備は、他の火災区域の火、熱、又は煙が安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域に悪影響を及ぼさないように設計すること。また、フィルタの延焼を防護する対策を講じた設計であること。	—	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	貯蔵区域及び受入れ区域は、自然換気を行う設計としている。

実用炉審査基準 ※	使用済燃料貯蔵施設の火災防護設計に関する規則等 ※※	比較結果 ※※※	使用済燃料貯蔵施設としての対応
(5) 電気ケーブルや引火性液体が密集する火災区域及び中央制御室のような通常運転員が駐在する火災区域では、火災発生時の煙を排気できるように排煙設備を設置すること。なお、排気に伴い放射性物質の環境への放出を抑制する必要がある場合には、排気を停止できる設計であること。	—	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
(6) 油タンクには排気ファン又はペント管を設け、屋外に排気できるように設計されていること。	—	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
2. 3. 2 原子炉施設内のいかなる火災によっても、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であること。 また、原子炉の高温停止及び低温停止が達成できることを、火災影響評価により確認すること。	—	—	該当する設備はない。
3. 個別の火災区域又は火災区画における留意事項	—	—	—
火災防護対策の設計においては、2. に定める基本事項のほか、安全機能を有する構築物、系統及び機器のそれぞれの特徴を考慮した火災防護対策を講じること。	—	—	貯蔵区域及び受入れ区域における火災区域又は火災区画は、以下のとおりそれぞれの特徴を考慮した火災防護対策を実施する。
(1) ケーブル処理室 ① 消防隊員のアクセスのために、少なくとも二箇所の入口を設けること。 ② ケーブルトレイ間は、少なくとも幅0.9m、高さ1.5m分離すること。	—	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
(2) 電気室を他の目的で使用しないこと。	—	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
(3) 蓄電池室 ① 蓄電池室には、直流開閉装置やインバーターを収容しないこと。 ② 電池室の換気設備が、2%を十分下回る水素濃度に維持できるようにすること。 ③ 換気機能の喪失時には制御室に警報を発する設計であること。	—	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
(4) ポンプ室 煙を排気する対策を講じること。	—	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
(5) 中央制御室等 ① 周辺の部屋との間の換気設備には、火災時に閉じる防火ダンパを設置すること。 ② カーペットを敷かないこと。ただし、防炎性を有するものはこの限りではない。 なお、防炎性については、消防法施行令第4条の3によること。	—	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	該当する設備はない。
(6) 使用済燃料貯蔵設備、新燃料貯蔵設備消火中に臨界が生じないように、臨界防止を考慮した対策を講じること。	—	実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外	金属キャスクは、蓋部を一次蓋及び二次蓋の多重の閉じ込め構造としており、消火作業が、基本的安全機能（臨界）に影響を及ぼすことはない。



実用炉審査基準 ※	使用済燃料貯蔵施設の火災防護設計に関する規則等 ※※	比較結果 ※※※	使用済燃料貯蔵施設としての対応
<p>(7) 放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備</p> <p>① 換気設備は、他の火災区や環境への放射性物質の放出を防ぐために、隔離できる設計であること。</p> <p>② 放水した消火水の溜り水は汚染のおそれがあるため液体放射性廃棄物処理設備に回収できる設計であること。</p> <p>③ 放射性物質を含んだ使用済イオン交換樹脂、チャコールフィルタ及びHEPA フィルタなどは、密閉した金属製のタンク又は容器内に貯蔵すること。</p> <p>④ 放射性物質の崩壊熱による火災の発生を考慮した対策を講じること。</p>	<p>—</p>	<p>実用炉特有の設備であり使用済燃料貯蔵施設は適用外</p>	<p>① 廃棄物貯蔵室に保管する廃棄物は、ドラム缶に封入するため、換気の必要がない。</p> <p>② 廃棄物貯蔵室に保管する廃棄物は、ドラム缶に封入するため、消火水が汚染することはない。</p> <p>③ 使用済イオン交換樹脂、チャコールフィルタ及びHEPA フィルタ等の廃棄物等は発生しない。</p> <p>④ 崩壊熱が生じる廃棄物は発生しない。</p>

## 火災防護に係る運用等について

## 1. 可燃物持ち込みに対する運用

規則第七条第1項第一号, 二号

解釈第7号第1項第二号, 三号

- (1) 使用済燃料貯蔵建屋内の作業及び作業に伴い持ち込む可燃性物品による火災等の可能性又は蓋然性を別添5-1表に示す。
- (2) 使用済燃料貯蔵建屋内に作業のために持ち込む電気製品は、金属製の箱等で覆われているため、外部から着火する蓋然性は小さく、内部の過熱燃焼時も外部に煙が出る程度で収まるが以下の対策により内部の過熱を防止する。
- (3) 過電流（短絡）、過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムを使用し、コンセントに電気を供給している分電盤の配線用遮断器が動作する前に電源を遮断する。
- (4) 接地線の取り付け・接続を義務付け、接地線の取り付けができない2芯コード・プラグ及び電工ドラムの持ち込みを禁止する。
- (5) 使用済燃料貯蔵建屋内に作業のために持ち込む物品のうち可燃性蒸気が発生する可能性のある塗料等は必要な量のみ持ち込むようにする。
- (6) 受入れ区域に可燃性物質等を持ち込んで作業を実施する場合は、金属キャスクの搬入及び搬出作業を除き、金属キャスクが置かれていない間に実施する。  
貯蔵区域に可燃性物質等を持ち込んで作業を実施する場合は、作業の終了及び一時中断時に無人の状態に留め置かないように、貯蔵区域外への持ち出し又は監視あるいは金属製の容器に収納する。
- (7) 受入れ区域で実施する金属キャスクの搬入及び搬出作業では、軽油量最大約300ℓの燃料タンクを有する金属キャスクを運搬するためのトレーラトラックを使用する。軽油の性質により火災が発生する蓋然性は小さいが以下の作業管理により更に火災の発生を防止する。
  - a. トレーラトラックには金属キャスクの輸送に必要な量の燃料を給油する。
  - b. 軽油の漏えいに備えて、トレーラトラックに約38ℓ分の油吸着シート及び中和剤を約2ℓ用意する。また、運搬時には受入れ区域に必要な数量分の油吸着シート及び収納容器を用意する。
  - c. トレーラトラックは定期点検整備はもとより、金属キャスクの運搬前の点検を実施する。また、受入れ区域に立入る前に作業関係者による点検及び警備員による検査を実施し、複数の異なる視点で点検してから受入れ区域に立ち入る。
  - d. トレーラトラックの外側に緊急停止釦を設置し、逸走等の異常時にはトレーラトラックの周囲にいる作業関係者が高速では走行できない（最高約10 km/h、構内では5 km/h以下の最徐行で走行）トレーラトラックに追いついて停止させる。

緊急停止釦



- e. トレーラトラックが立ち入る受入れ区域には、トレーラトラックの燃料量（最大 300ℓ、必要量の給油により受入れ区域に立入る際は 300ℓ未満となる。）に比べて大きい消火能力となる消火器を配備する。

配備消火器種類	消火能力単位 (油火災) : a	配備数量 : b	消火能力 : c = a × b	ガソリンの量 : 6 × c [ℓ] ※
粉末消火器 (薬剤量 3 kg)	7	5	35	210
大型粉末消火器 (薬剤量 20 kg)	20	2	40	240
化学泡消火器 (薬剤量 96ℓ)	20	2	40	240
合計	—	—	115	690

※消火能力は消火模型の容器（金属製のオイルパン等）の大きさにより表し、1単位あたり一片の寸法が 44.7 cm の正方形の容器（約 2000 cm<sup>3</sup>）に水を 12 cm、ガソリンを 3 cm の深さになるように入れて確認するため、ガソリンの量としては約 6ℓとなる。

- (8) 使用済燃料貯蔵建屋内で電動砥石（グラインダ）作業を実施する場合は以下の措置を講じて火災の発生を防止する。
- 火花等が飛散する可能性のある場所を不燃物又は難燃物で区画し、消火器を設置する。
  - 残火確認を作業終了後 30 分間実施する。
  - 作業監督者又は監視員が区画内への立ち入りを作業関係者に限定する。
  - 作業監督者又は監視員が区画内への可燃物の持ち込みを禁止する。
- (9) ガス溶断作業及び電気溶接作業が必要な工事等を実施する際は厳重な対策を講じる。
- 工事に係る認可申請等をする場合は、火災等の防止措置を含めて認可された方法で実施する。
  - 保安規定に基づく会議体で火災等の防止措置を精査して実施する。

## 2. 火災防護対策を実施するための体制について

### (1) 消火体制

使用燃料貯蔵建屋を含むリサイクル燃料備蓄センターで発生する火災に対し、自衛消防隊体制で対応する。なお、本体制は、24 時間体制で監視、巡視及び初期消火対応する警備員（以下、「警備員」という。）を含む。自衛消防隊体制を別添 5－1 図に示す。

### (2) 通信連絡設備

警備員が常駐する場所に複数の通信連絡設備を設置し、火災発生時は直ちに公設消防に通報する。また、通信連絡設備を用いて自衛消防隊内の連絡等を行う。なお、通常の通信連絡設備を用いた通報連絡が行えない場合に備え、事務建屋に衛星携帯電話を設置する。

#### a. 通信連絡設備設置場所

正門守衛所，出入管理建屋及び事務建屋

#### b. 通信連絡設備

加入電話設備（PHS 端末，固定電話機），消防署専用固定電話機（正門守衛所のみ設置），携帯電話，衛星携帯電話（事務建屋のみ設置），社内電話設備（PHS 端末，固定電話機），警備用無線連絡設備

### (3) 通報連絡及び消火対応

#### a. 平日通常時間帯の火災警報発生時

火災警報が発生した場合の通報連絡経路を別添 5－2 図に，警備員の展開を別添 5－6 図，貯蔵区域の中間部分で火災が発生した場合の消防ホース展張経路及び人員配置を別添 5－7 図に示す。

(a) 警備責任者は火災警報の発生を確認した場合は，直ちに警備員に現場の確認を指示する。

(b) 警備責任者は警備員が現場確認を実施している旨を自衛消防隊長に報告する。また，正門守衛所及び出入管理建屋の警備員に火災発生に備えるように待機を指示する。

(c) 自衛消防隊長は自衛消防隊（別添 5－1 図）への待機指示及び一斉放送を実施する。

(d) 火災警報発生後の現場確認結果が誤報であった場合は以下のように対応する。

① 現場の状況を確認した警備員は火災の発生がないことを警備責任者に報告する。

② 警備責任者は誤報であることを自衛消防隊長に報告する。また，正門守衛所及び出入管理建屋の警備員に待機解除を指示する。

③ 自衛消防隊長は自衛消防隊（別添 5－1 図）への待機解除指示及び一斉放送を実施する。

④ 自衛消防隊は必要に応じて公設消防に誤報であることを連絡する。

- (e) 火災警報発生後の現場確認結果が実火災であった場合は以下のように対応する。
- ① 現場で火災を確認した警備員は直ちに公設消防に状況を通報（第1報）する。公設消防への通報と共に警備責任者に状況を報告する。警備員は通報連絡後に初期消火を実施する。
  - ② 警備責任者は待機している警備員に出動を指示する。
  - ③ 警備責任者は自衛消防隊長に警備員から連絡を受けた内容及び対応状況を報告する。
  - ④ 自衛消防隊長は自衛消防隊（別添5-1図）への対応（初期消火，社外通報連絡，一斉放送等）を指示する。
  - ⑤ 警備員及び自衛消防隊員は直ちに現場に急行して初期消火活動を実施する。
  - ⑥ 自衛消防隊員は公設消防が到着後の現場指揮所にて連絡調整等を実施する。現場指揮所の設営場所は予め複数定めて，設営予定場所で火災が発生した場合に別の場所に設営できるようにする。
- b. 平日夜間及び休祝祭日の火災警報発生時
- 火災警報が発生した場合の通報連絡経路を別添5-3図に示す。
- 警備員の展開，貯蔵区域の中間部分で火災が発生した場合の消防ホース展張経路及び人員配置は平日通常時間帯と変わらない。
- (a) 火災警報が発生した場合の警備責任者及び警備員の対応は平日通常時間帯と変わらない。
  - (b) 平日夜間及び休祝祭日の構内常駐者は警備員の他には監視員及び宿直者となるため，警備責任者より報告を受けた宿直者は監視員に連絡し，連絡を受けた監視員は，一斉放送を実施する。
  - (c) 宿直員は実火災の場合には，自宅待機している自衛消防隊員の緊急呼び出し及び社外通報連絡を実施する。
  - (d) 緊急呼び出しを受けた自衛消防隊員は現場に到着後，監視員及び警備員と共に対応する。
- c. 平日通常時間帯の火災発見時
- 火災を発見した場合の通報連絡経路を別添5-4図に示す。
- 警備員の展開，貯蔵区域の中間部分で火災が発生した場合の消防ホース展張経路及び人員配置は平日通常時間帯と変わらない。
- (a) 巡視点検時又は現場作業時に火災を発見した者は直ちに公設消防に状況を通報（第1報）する。公設消防への通報後に警備責任者に状況を報告する。同行者がいる場合は同行者が警備責任者に報告する。
  - (b) 火災を発見した者は通報連絡後に初期消火を実施する。
  - (c) 警備責任者は警備員に出動を指示する。

- (d) 警備責任者は自衛消防隊長に発見者から連絡を受けた内容及び対応状況を報告する。
  - (e) 自衛消防隊長は自衛消防隊（別添 5－1 図）に対応（初期消火，社外通報連絡，一斉放送等）を指示する。
  - (f) 警備員及び自衛消防隊員は直ちに現場に急行し，火災を発見した者と共に初期消火を実施する。
  - (g) 自衛消防隊員は公設消防が到着後の現場指揮所にて連絡調整等を実施する。現場指揮所の設営場所は予め複数定めて，設営予定場所で火災が発生した場合に別の場所に設営できるようにする。
- d. 平日夜間及び休祝祭日の火災発見時
- 火災を発見した場合の通報連絡経路を別添 5－5 図に示す。
- 警備員の展開，貯蔵区域の中間部分で火災が発生した場合の消防ホース展張経路及び人員配置は平日通常時間帯と変わらない。
- (a) 巡視点検時又は現場作業時に火災を発見した者は直ちに公設消防に状況を通報（第 1 報）する。公設消防への通報後に警備責任者に状況を連絡する。同行者がいる場合は同行者が警備責任者に報告する。
  - (b) 火災を発見した者は通報連絡後に初期消火を実施する。
  - (c) 警備責任者は警備員に出動を指示する。
  - (d) 警備責任者は宿直者に発見者から連絡を受けた内容及び対応状況を報告する。
  - (e) 平日夜間及び休祝祭日の構内常駐者は警備員の他には監視員及び宿直者となるため，宿直者は監視員に連絡し，一斉放送を実施する。
  - (f) 警備員は直ちに現場に急行し，火災を発見した者と共に初期消火を実施する。
  - (g) 宿直者は実火災の場合には，自宅待機している自衛消防隊員の緊急呼び出し及び社外通報連絡を実施する。
  - (h) 緊急呼び出しを受けた自衛消防隊員は現場に到着後，監視員及び警備員と共に対応する。

以上

別添5-1表 使用済燃料貯蔵建屋内作業及び持込物品一覧表(1/6)

区域	作業内容	想定される火災等				発生・拡大の蓋然性
		持込物品 (下線付：可燃物)	発生形態	発生防止措置	拡大防止 消火作業	
使用済燃料貯蔵建屋内全域	清掃	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ほうき：5本</li> <li>・モップ：5本</li> <li>・ポリ袋：5枚(45ℓ)</li> <li>・ウエス：2kg</li> <li>・バケツ：3個</li> <li>・ちりとり：3個(金属製)</li> <li>・電工ドラム：2個</li> <li>・電気掃除機：2台</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①可燃物(ほうき～ちりとり)への着火燃焼</li> <li>②電工ドラム及び電気掃除機の過熱・発煙又は発火</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①監督・監視者配置，持込前・使用前点検</li> <li>②金属製容器類への収納・施錠(留め置き時)</li> <li>③過電流・過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用</li> <li>④過熱保護機能付き電工ドラム使用及びコード巻き取り状態での使用禁止</li> <li>⑤接地線取付厳守，2芯コード・ドラムの持込禁止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①作業者又は監督・監視者が発見，スイッチ切り操作及び初期消火実施</li> <li>②金属製箱に収納</li> <li>③保護装置による電源遮断</li> <li>④接地線に接続</li> <li>⑤火災感知器により火災検知</li> <li>⑥粉末消火器により消火</li> </ul>	小
受入れ区域及び貯蔵区域	放射線管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スミヤロ紙：10枚</li> <li>・記録用紙(A4)：10枚</li> <li>・ポリ袋(200×300mm)：5枚</li> <li>・ダストサンブラろ紙：2枚</li> <li>・ガスモニタフィルタ：2枚(グラスファイバ)</li> <li>・ガスモニタ記録チャート紙：2枚</li> <li>・GM管・電離箱・シンチレーション・中性子線用サーベイメータ：各2台(電池式)</li> <li>・ダストサンブラ：2台</li> <li>・ガスモニタ：2台</li> <li>・電工ドラム：2個</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①可燃物(ろ紙，ガスモニタ記録チャート)への着火燃焼</li> <li>②ダストサンブラ，ガスモニタ及び電工ドラムの過熱・発煙又は発火</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①持込前・使用前点検</li> <li>②過電流・過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用</li> <li>③過熱保護機能付き電工ドラム使用及びコード巻き取り状態での使用禁止</li> <li>④接地線取付厳守，2芯コード・ドラムの持込禁止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①作業者が発見，電源スイッチ切り操作及び初期消火実施</li> <li>②保護装置による電源遮断</li> <li>③接地線に接続</li> <li>④火災感知器により火災検知</li> <li>⑤粉末消火器により消火</li> </ul>	小
受入れ区域	金属キャスク搬入・搬出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特殊車輛：1台(軽油300ℓ内蔵)</li> <li>・ウエス類：10kg</li> <li>・ポリ袋：10枚(45ℓ)</li> <li>・養生テープ：10巻(難燃)</li> <li>・洗浄液：200ml×4本</li> <li>・シリコングリス：500g</li> <li>・電工ドラム：2個</li> <li>・バッテリー式高所作業車：3台</li> <li>・油圧ポンプ：1台(作動油：8.5ℓ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①軽油の漏えい・着火燃焼</li> <li>②洗浄液への引火燃焼</li> <li>③シリコングリス及び作動油への着火燃焼</li> <li>④ウエス，ポリ袋及び養生テープへの着火燃焼</li> <li>⑤電工ドラム，高所作業車用電動機及び高所作業車バッテリーの過熱・発煙又は発火</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①監督・監視者配置，持込前・使用前点検</li> <li>②軽油吸着シート準備</li> <li>③金属製容器類への収納・施錠(留め置き時)</li> <li>④過電流・過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用</li> <li>⑤過熱保護機能付き電工ドラム使用及びコード巻き取り状態での使用禁止</li> <li>⑥接地線取付厳守，2芯コード・ドラムの持込禁止</li> <li>⑦高所作業車バッテリーの無人充電禁止，監視</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①作業者又は監督・監視者が発見及び吸着処理又は初期消火実施</li> <li>②金属製箱に収納</li> <li>③保護装置による電源遮断</li> <li>④接地線に接続</li> <li>⑤火災感知器により火災検知</li> <li>⑥作業用消火器準備</li> <li>⑦粉末消火器(作業用準備消火器，受入区域配備消火器及び大型消火器)により消火</li> </ul>	小
貯蔵区域	補修塗装	<ul style="list-style-type: none"> <li>○補修塗装対象機器：金属キャスク</li> <li>・塗料：5kg</li> <li>・小分け容器(1ℓ)：5個</li> <li>・刷毛：5本</li> <li>・ウエス類：2kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①塗料への引火燃焼</li> <li>②可燃物〔小分け容器(プラスチック製)，刷毛，ウエス〕への着火燃焼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①監督・監視者配置</li> <li>②金属キャスク接近時は1ℓ以下の小分け容器使用</li> <li>③金属製容器類への収納・施錠(留め置き時)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①作業者又は監督・監視者が発見及び初期消火実施</li> <li>②金属製箱に収納</li> <li>③火災感知器により火災検知</li> <li>④粉末消火器により消火</li> </ul>	小

別添 5-1 表 使用済燃料貯蔵建屋内作業及び持込物品一覧表(2/6)

区域	作業内容	想定される火災等				発生・拡大の蓋然性
		持込物品 (下線付：可燃物)	発生形態	発生防止措置	拡大防止 消火作業	
受入れ区域及び貯蔵区域	床・壁補修塗装	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塗料：5 kg (酸素指数 26 以上又は無機質塗料)</li> <li>・小分け容器：5 個</li> <li>・刷毛：5 本</li> <li>・ローラ：5 本</li> <li>・ポリ袋 (200×300 mm)：5 枚</li> <li>・ウェス類：2 kg</li> <li>・マスキングテープ：50 巻</li> <li>・養生シート：5 巻(可燃)</li> </ul>	①可燃物〔小分け容器 (プラスチック製)、刷毛、ローラ、ウェス、マスキングテープ、養生シート、〕への着火燃焼	<ul style="list-style-type: none"> <li>①監督・監視者配置，持込前・使用前点検</li> <li>②金属製容器類への収納・施錠(留め置き時)</li> <li>③消火器配備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①作業者又は監督・監視者が発見，初期消火実施</li> <li>②金属製箱に収納</li> <li>③火災感知器により火災検知</li> <li>④粉末消火器により消火</li> </ul>	小
受入れ区域及び貯蔵区域	埋込金物点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電動ドリル：3 台</li> <li>・電工ドラム：3 個</li> <li>・ウェス：3 kg</li> <li>・ポリ袋：5 枚(45ℓ)</li> <li>・グリス：5 kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①電動ドリル及び電工ドラムの過熱・発煙又は発火</li> <li>②ウェス，ポリ袋及びグリスへの着火燃焼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①監督・監視者配置，持込前・使用前点検</li> <li>②金属製容器類への収納・施錠(留め置き時)</li> <li>③過電流・過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用</li> <li>④過熱保護機能付き電工ドラム使用及びコード巻き取り状態での使用禁止</li> <li>⑤接地線取付厳守，2 芯コード・ドラムの持込禁止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①作業者又は監督・監視者が発見，スイッチ切り操作及び初期消火実施</li> <li>②金属製箱に収納</li> <li>③保護装置による電源遮断</li> <li>④接地線に接続</li> <li>⑤火災感知器により火災検知</li> <li>⑥粉末消火器により消火</li> </ul>	小
貯蔵区域	監視装置点検・取替	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウェス類：20 枚</li> <li>・ポリ袋：5 枚(45ℓ)</li> <li>・掃除機：1 台</li> <li>・電工ドラム：1 個</li> <li>・保守工具(金属製)</li> <li>・高所作業車(電動)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①ウェス及びポリ袋への着火・燃焼</li> <li>②電工ドラム及び掃除機の過熱・発煙又は発火</li> <li>③高所作業車用電動機及び高所作業車バッテリーの過熱・発煙又は発火</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①監督・監視者配置，持込前・使用前点検</li> <li>②金属製容器類への収納・施錠(留め置き時)</li> <li>③過電流・過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用</li> <li>④過熱保護機能付き電工ドラム使用及びコード巻き取り状態での使用禁止</li> <li>⑤接地線取付厳守，2 芯コード・ドラムの持込禁止</li> <li>⑥高所作業車バッテリーの無人充電禁止，監視</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①作業者又は監督・監視者が発見，スイッチ切り操作及び初期消火実施</li> <li>②金属製箱に収納</li> <li>③保護装置による電源遮断</li> <li>④接地線に接続</li> <li>⑤火災感知器により火災検知</li> <li>⑥粉末消火器により消火</li> </ul>	小
貯蔵区域	通信設備等保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウェス類：20 枚</li> <li>・ポリ袋：5 枚(45ℓ)</li> <li>・高所作業車(電動)</li> <li>・保守工具(金属製)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①ウェス及びポリ袋への着火・燃焼</li> <li>②高所作業車用電動機及び高所作業車バッテリーの過熱・発煙又は発火</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①監督・監視者配置，持込前・使用前点検</li> <li>②金属製容器類への収納・施錠(留め置き時)</li> <li>③高所作業車バッテリーの無人充電禁止，監視</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①作業者又は監督・監視者が発見及び初期消火実施</li> <li>②金属製箱に収納</li> <li>③火災感知器により火災検知</li> <li>④粉末消火器により消火</li> </ul>	小



別添5-1表 使用済燃料貯蔵建屋内作業及び持込物品一覧表(3/6)

区域	作業内容	想定される火災等				発生・拡大の蓋然性
		持込物品 (下線付：可燃物)	発生形態	発生防止措置	拡大防止 消火作業	
貯蔵区域	通信設備等取替	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウェス類：20枚</li> <li>・ポリ袋：5枚(45ℓ)</li> <li>・電動ドライバ：1個</li> <li>・掃除機：1台</li> <li>・電工ドラム：1個</li> <li>・高所作業車(電動)</li> <li>・保守工具(金属製)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①ウェス及びポリ袋への着火・燃焼</li> <li>②電工ドラム、電動ドライバ及び掃除機の過熱・発煙又は発火</li> <li>③高所作業車用電動機及び高所作業車バッテリーの過熱・発煙又は発火</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①監督・監視者配置，持込前・使用前点検</li> <li>②金属製容器類への収納・施錠(留め置き時)</li> <li>③過電流・過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用</li> <li>④過熱保護機能付き電工ドラム使用及びコード巻き取り状態での使用禁止</li> <li>⑤接地線取付厳守，2芯コード・ドラムの持込禁止</li> <li>⑥高所作業車バッテリーの無人充電禁止，監視</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①作業者又は監督・監視者が発見，スイッチ切り操作及び初期消火実施</li> <li>②金属製箱に収納</li> <li>③保護装置による電源遮断</li> <li>④接地線に接続</li> <li>⑤火災感知器により火災検知</li> <li>⑥粉末消火器により消火</li> </ul>	小
受入れ区域	天井クレーン年次点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>・染色浸透探傷検査剤 [洗淨液：200mℓ×1本 浸透液：200mℓ×1本 現像液：200mℓ×1本]</li> <li>・潤滑油：366ℓ</li> <li>・グリス：73.5kg</li> <li>・電動砥石(グラインダ)：1台</li> <li>・電工ドラム：1個</li> <li>・ウェス：2kg</li> <li>・ポリ袋：10枚(45ℓ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①染色浸透探傷検査剤への引火燃焼</li> <li>②ウェス及びポリ袋への着火燃焼</li> <li>③電工ドラム及び電動砥石の過熱・発煙又は発火</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①監督・監視者配置，持込前・使用前点検</li> <li>②金属キャスクが置かれている期間の作業禁止</li> <li>③電動砥石作業区域の区画(不燃材又は難燃材)及び区画内への立入制限，可燃物持込禁止</li> <li>④金属製容器類への収納・施錠(留め置き時)</li> <li>⑤過電流・過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用</li> <li>⑥過熱保護機能付き電工ドラム使用及びコード巻き取り状態での使用禁止</li> <li>⑦接地線取付厳守，2芯コード・ドラムの持込禁止</li> <li>⑧残火確認(作業終了後30分間)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①作業者又は監督・監視者が発見，スイッチ切り操作及び初期消火実施</li> <li>②金属製箱に収納</li> <li>③保護装置による電源遮断</li> <li>④接地線に接続</li> <li>⑤火災感知器により火災検知</li> <li>⑥粉末消火器により消火</li> </ul>	小
	搬送台車点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電工ドラム：1個</li> <li>・防爆型灯光器：1個</li> <li>・潤滑油：1ℓ</li> <li>・ウェス類：5kg</li> <li>・ポリ袋：10枚(45ℓ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①ウェス及びポリ袋への着火燃焼</li> <li>②防爆型灯光器及び電工ドラムの過熱・発煙又は発火</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①監督・監視者配置，持込前・使用前点検</li> <li>②金属キャスクが置かれている期間の作業禁止</li> <li>③金属製容器類への収納・施錠(留め置き時)</li> <li>④過電流・過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用</li> <li>⑤過熱保護機能付き電工ドラム使用及びコード巻き取り状態での使用禁止</li> <li>⑥接地線取付厳守，2芯コード・ドラムの持込禁止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①作業者又は監督・監視者が発見，スイッチ切り操作及び初期消火実施</li> <li>②金属製箱に収納</li> <li>③保護装置による電源遮断</li> <li>④接地線に接続</li> <li>⑤火災感知器により火災検知</li> <li>⑥粉末消火器により消火</li> </ul>	小

別添 5-1 表 使用済燃料貯蔵建屋内作業及び持込物品一覧表(4/6)

区域	作業内容	想定される火災等				
		持込物品 (下線付：可燃物)	発生形態	発生防止措置	拡大防止 消火作業	発生・拡大の蓋然性
受入れ区域	機器清掃	○清掃機器：たて起こし架台，仮置架台 ・電動砥石(グラインダ)：2台 ・電工ドラム：2個 ・グリス：15kg ・ウエス類：2kg ・ポリ袋：10枚(45ℓ) ・洗浄液：200ml×5本	①洗浄液への引火燃焼 ②ウエス及びポリ袋への着火燃焼 ③電工ドラム及び電動砥石の過熱・発煙又は発火	①監督・監視者配置，持込前・使用前点検 ②金属キャスクが置かれている期間の作業禁止 ③電動砥石作業区域の区画(不燃材又は難燃材)及び区画内への立入制限，可燃物持込禁止 ④金属製容器類への収納・施錠(留め置き時) ⑤過電流・過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用 ⑥過熱保護機能付き電工ドラム使用及びコード巻き取り状態での使用禁止 ⑦接地線取付厳守，2芯コード・ドラムの持込禁止 ⑧残火確認(作業終了後30分間)	①作業者又は監督・監視者が発見，スイッチ切り操作及び初期消火実施 ②金属製箱に収納 ③保護装置による電源遮断 ④接地線に接続 ⑤火災感知器により火災検知 ⑥粉末消火器により消火	小
	機器点検	○点検機器：たて起こし架台，仮置架台，水平吊具，垂直二重吊具 ・染色浸透探傷検査剤 [洗浄液：200ml×1本 浸透液：200ml×1本 現像液：200ml×1本] ・電動砥石(グラインダ)：1台 ・電工ドラム：1個 ・グリス：15kg ・ウエス類：2kg ・ポリ袋：10枚(45ℓ)	①染色浸透探傷検査剤への引火燃焼 ②ウエス及びポリ袋への着火燃焼 ③電工ドラム及び電動砥石の過熱・発煙又は発火	同上	同上	小
	素地調整	○素地調整対象機器：仮置架台 ・電動砥石(グラインダ)：1台 ・電工ドラム：1個 ・ウエス：2kg ・ポリ袋：10枚(45ℓ)	①ウエス及びポリ袋への着火燃焼 ②電工ドラム及び電動砥石の過熱・発煙又は発火	同上	同上	小

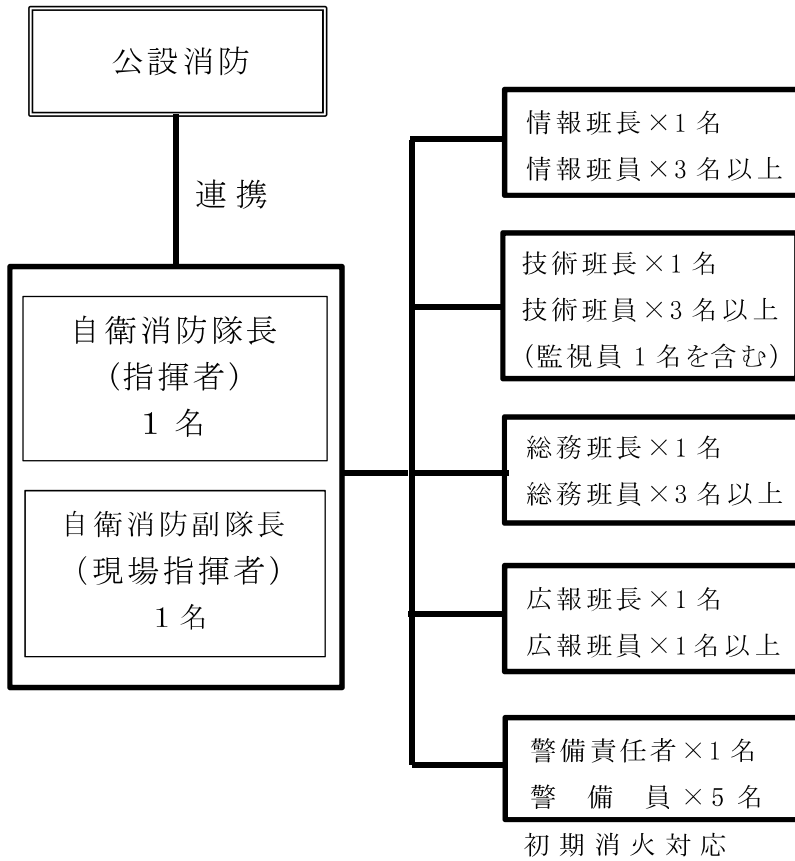
別添 5-1 表 使用済燃料貯蔵建屋内作業及び持込物品一覧表(5/6)

区域	作業内容	想定される火災等				
		持込物品 (下線付：可燃物)	発生形態	発生防止措置	拡大防止 消火作業	発生・拡大の蓋然性
受入れ区域	補修塗装	○補修塗装対象機器：搬送台車，仮置架台，たて起こし架台，水平吊具，垂直二重吊具				
		・塗料：5 kg ・刷毛：2 本 ・ウエス類：1 kg	①塗料への引火燃焼 ②可燃物(刷毛及びウエス)への着火燃焼	①監督・監視者配置 ②金属キャスクが置かれている期間の作業禁止 ③金属製容器類への収納・施錠(留め置き時)	①作業者又は監督・監視者が発見及び初期消火実施 ②金属製箱に収納 ③火災感知器により火災検知 ④粉末消火器により消火	小
		・ウエス類：20 枚 ・ポリ袋：5 枚(450) ・電動ドライバ：1 個 ・掃除機：1 台 ・電工ドラム：1 個 ・高所作業車(電動) ・保守工具(金属製)	①ウエス及びポリ袋への着火・燃焼 ②電工ドラム，電動ドライバ及び掃除機の過熱・発煙又は発火 ③高所作業車用電動機及び高所作業車バッテリーの過熱・発煙又は発火	①監督・監視者配置，持込前・使用前点検 ②金属製容器類への収納・施錠(留め置き時) ③過電流・過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用 ④過熱保護機能付き電工ドラム使用及びコード巻き取り状態での使用禁止 ⑤接地線取付厳守，2 芯コード・ドラムの持込禁止 ⑥高所作業車バッテリーの無人充電禁止，監視	①作業者又は監督・監視者が発見，スイッチ切り操作及び初期消火実施 ②金属製箱に収納 ③保護装置による電源遮断 ④接地線に接続 ⑤火災感知器により火災検知 ⑥粉末消火器により消火	小
		・ウエス類：20 枚 ・ポリ袋：5 枚(450) ・保守工具(金属製)	ウエス及びポリ袋への着火・燃焼	①監督・監視者配置 ②金属製容器類への収納・施錠(留め置き時)	①作業者又は監督・監視者が発見及び初期消火実施 ②金属製箱に収納 ③火災感知器により火災検知 ④粉末消火器により消火	小
受入れ・付帯区域	監視装置点検・取替	・ウエス類：20 枚 ・ポリ袋：5 枚(450) ・電動ドライバ：1 個 ・掃除機：1 台 ・電工ドラム：1 個 ・保守工具(金属製)	①ウエス及びポリ袋への着火・燃焼 ②電工ドラム，電動ドライバ及び掃除機の過熱・発煙又は発火	①監督・監視者配置，持込前・使用前点検 ②金属製容器類への収納・施錠(留め置き時) ③過電流・過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用 ④過熱保護機能付き電工ドラム使用及びコード巻き取り状態での使用禁止 ⑤接地線取付厳守，2 芯コード・ドラムの持込禁止 ⑥高所作業車バッテリーの無人充電禁止，監視	①作業者又は監督・監視者が発見，スイッチ切り操作及び初期消火実施 ②金属製箱に収納 ③保護装置による電源遮断 ④接地線に接続 ⑤火災感知器により火災検知 ⑥粉末消火器により消火	小
		・ウエス類：20 枚 ・ポリ袋：5 枚(450) ・電動ドライバ：1 個 ・掃除機：1 台 ・電工ドラム：1 個 ・保守工具(金属製)	①ウエス及びポリ袋への着火・燃焼 ②電工ドラム，電動ドライバ及び掃除機の過熱・発煙又は発火	①監督・監視者配置，持込前・使用前点検 ②金属製容器類への収納・施錠(留め置き時) ③過電流・過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用 ④過熱保護機能付き電工ドラム使用及びコード巻き取り状態での使用禁止 ⑤接地線取付厳守，2 芯コード・ドラムの持込禁止	①作業者又は監督・監視者が発見，スイッチ切り操作及び初期消火実施 ②金属製箱に収納 ③保護装置による電源遮断 ④接地線に接続 ⑤火災感知器により火災検知 ⑥粉末消火器により消火	小

別添5-1表 使用済燃料貯蔵建屋内作業及び持込物品一覧表(6/6)

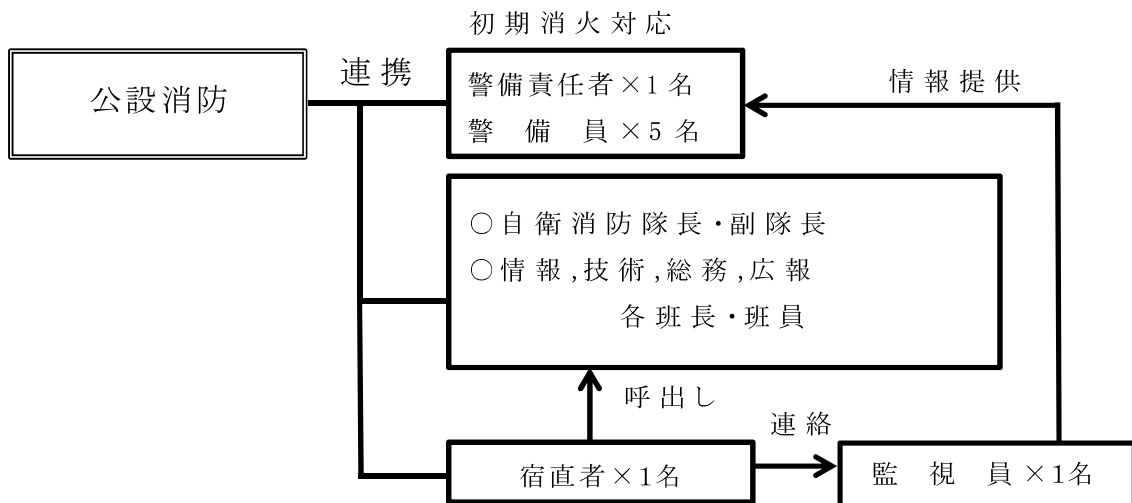
区域	作業内容	想定される火災等				発生・拡大の蓋然性
		持込物品 (下線付：可燃物)	発生形態	発生防止措置	拡大防止 消火作業	
付帯区域	送排風機・空気圧縮機点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウエス類：20枚</li> <li>・ポリ袋：5枚(450)</li> <li>・防爆型灯光器：1個</li> <li>・電工ドラム：1個</li> <li>・保守工具(金属製)</li> <li>・グリス：400g</li> <li>・潤滑油：700</li> <li>・フィルタ：1個</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①ウエス及びポリ袋への着火・燃焼</li> <li>②防爆型灯光器及び電工ドラムの過熱・発煙又は発火</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①監督・監視者配置，持込前・使用前点検</li> <li>②金属製容器類への収納・施錠(留め置き時)</li> <li>③過電流・過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用</li> <li>④過熱保護機能付き電工ドラム使用及びコード巻き取り状態での使用禁止</li> <li>⑤接地線取付厳守，2芯コード・ドラムの持込禁止</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①作業者又は監督・監視者が発見，スイッチ切り操作及び初期消火実施</li> <li>②金属製箱に収納</li> <li>③保護装置による電源遮断</li> <li>④接地線に接続</li> <li>⑤火災感知器により火災検知</li> <li>⑥粉末消火器により消火</li> </ul>	小
	床・壁補修塗装	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塗料：5kg(酸素指数26以上又は無機質塗料)</li> <li>・小分け容器：5個</li> <li>・刷毛：5本</li> <li>・ローラ：5本</li> <li>・ポリ袋(200×300mm)：5枚</li> <li>・ウエス類：2kg</li> <li>・マスキングテープ：50巻</li> <li>・養生シート：5巻(可燃)</li> <li>・送風機：4台</li> <li>・ジャバラダクト：4本</li> <li>・電工ドラム：4個</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①可燃物〔小分け容器(プラスチック製)，刷毛，ローラ，ポリ袋，ウエス，マスキングテープ，養生シート，ジャバラダクト〕への着火燃焼</li> <li>②電工ドラム及び送風機の過熱・発煙又は発火</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①監督・監視者配置，持込前・使用前点検</li> <li>②金属製容器類への収納・施錠(留め置き時)</li> <li>③過電流・過負荷及び漏電保護機能付きコンセントプラグ及び電工ドラムの使用</li> <li>④過熱保護機能付き電工ドラム使用及びコード巻き取り状態での使用禁止</li> <li>⑤接地線取付厳守，2芯コード・ドラムの持込禁止</li> <li>⑥消火器配備</li> <li>⑦常時換気</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①作業者又は監督・監視者が発見，スイッチ切り操作及び初期消火実施</li> <li>②金属製箱に収納</li> <li>③保護装置による電源遮断</li> <li>④接地線に接続</li> <li>⑤火災感知器により火災検知</li> <li>⑥粉末消火器により消火</li> </ul>	小

凡例  : 連携箇所

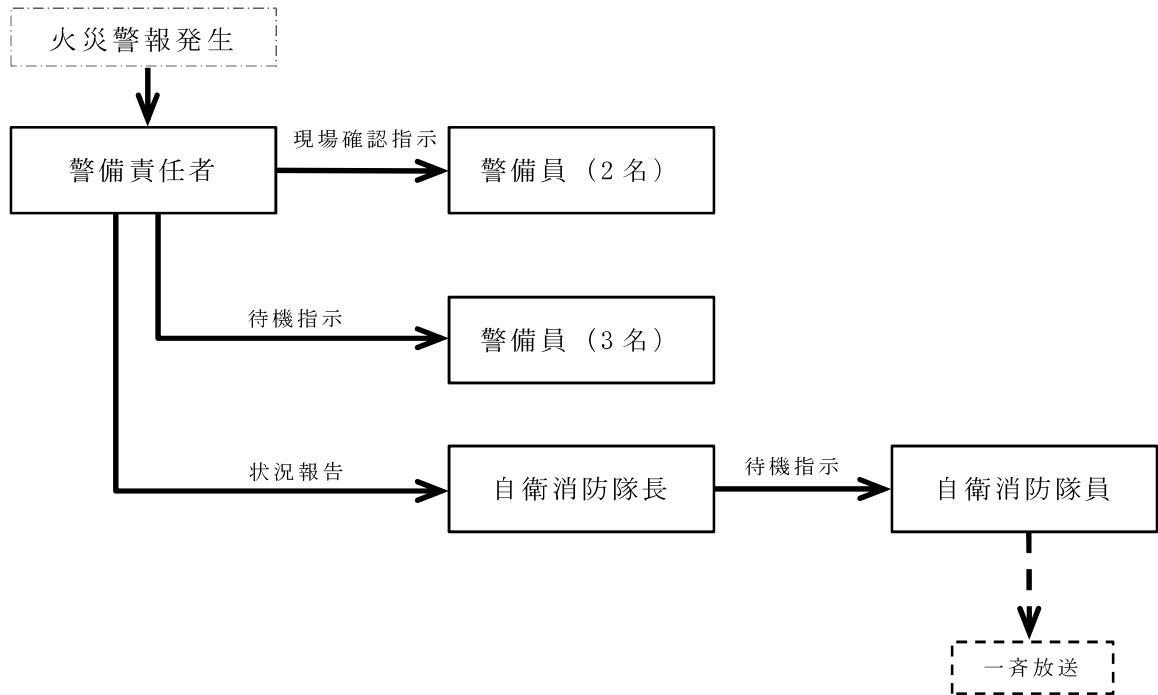


別添5-1図(1/2) 自衛消防隊体制図  
平日通常時間帯及び緊急呼出後の自衛消防隊体制

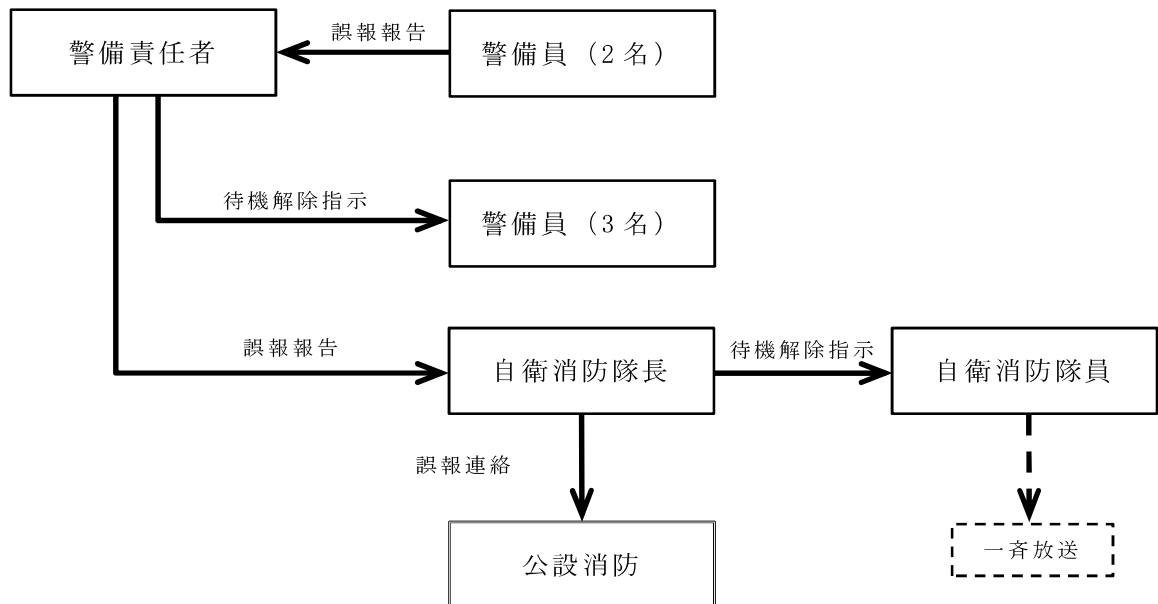
凡例  : 連携箇所



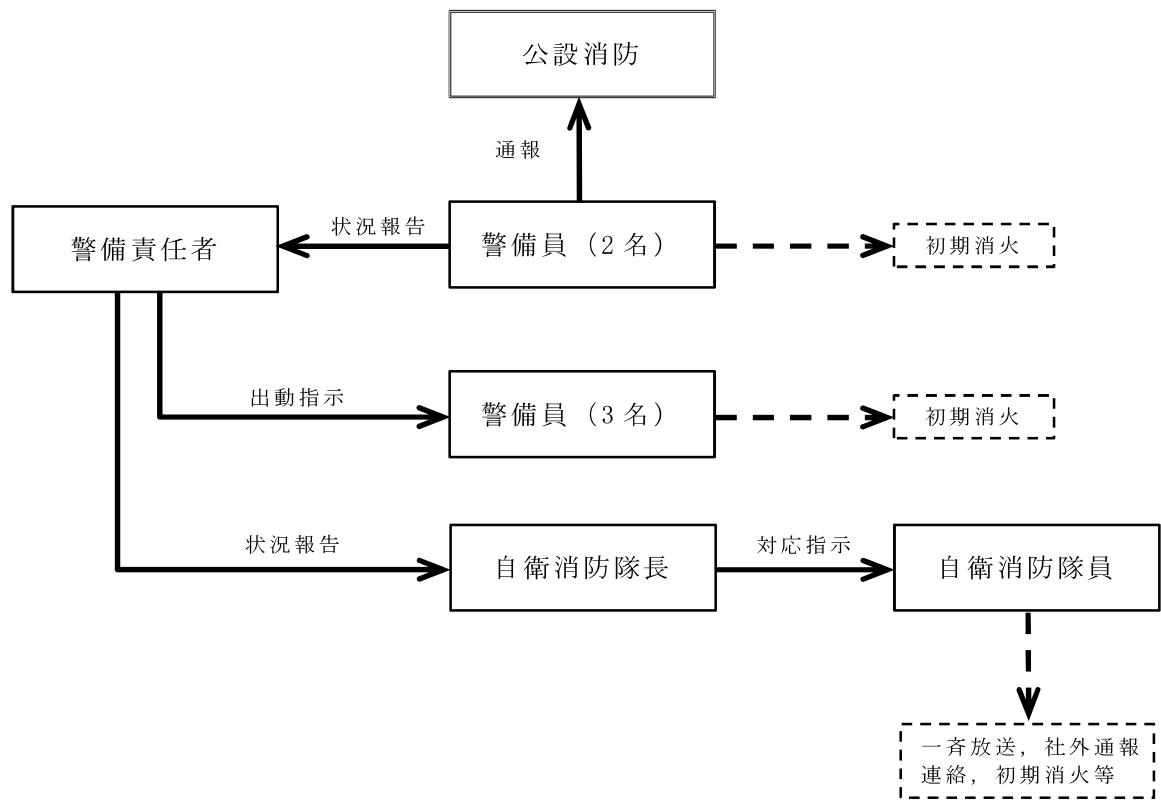
別添5-1図(2/2) 自衛消防隊体制図  
平日夜間及び休祝祭日の自衛消防隊体制



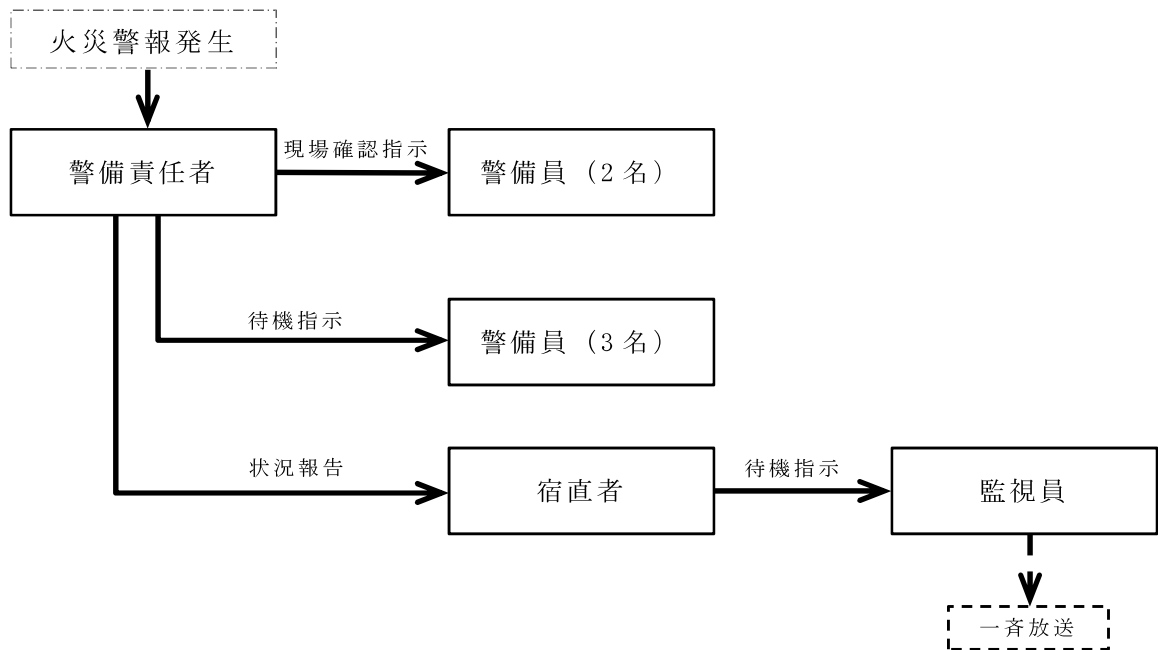
別添 5 - 2 図 ( 1 / 3 ) 火災警報発生時の通報連絡経路図  
火災警報発生時 ( 平日通常時間帯 )



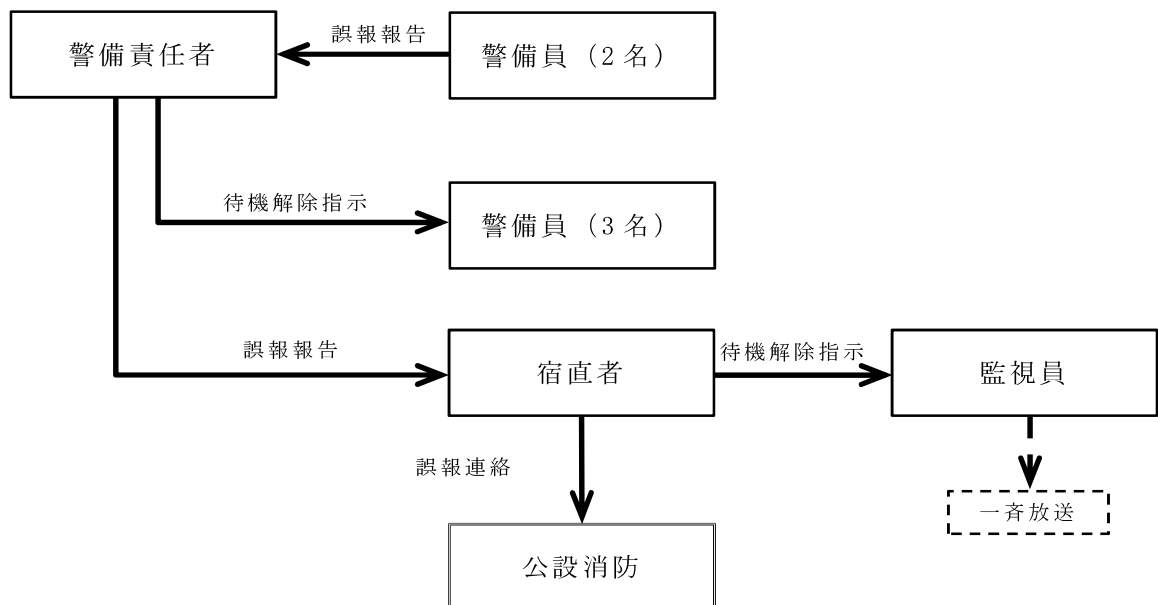
別添 5 - 2 図 ( 2 / 3 ) 火災警報発生時の通報連絡経路図  
誤報確認時 ( 平日通常時間帯 )



別添 5 - 2 図 ( 3 / 3 ) 火災警報発生時の通報連絡経路図  
 実火災確認時 ( 平日通常時間帯 )

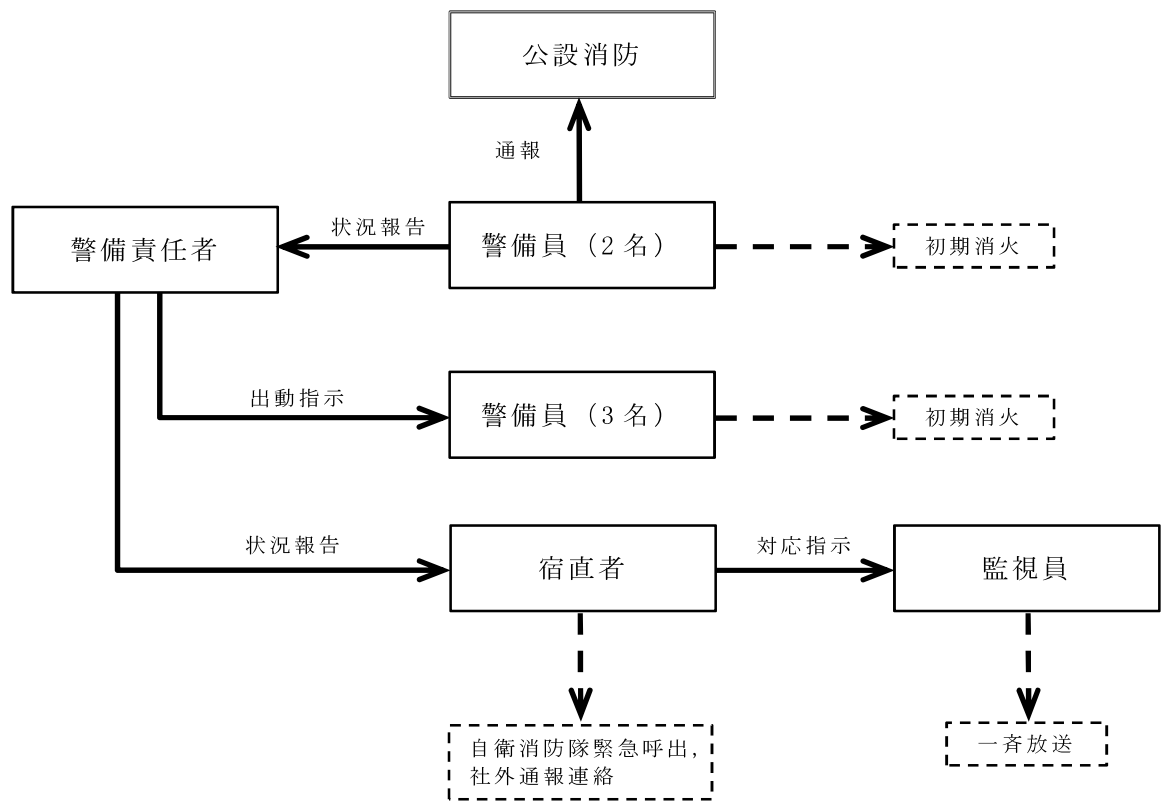


別添 5 - 3 図 ( 1 / 3 ) 火災警報発生時の通報連絡経路図  
火災警報発生時 ( 平日夜間及び休祝祭日 )

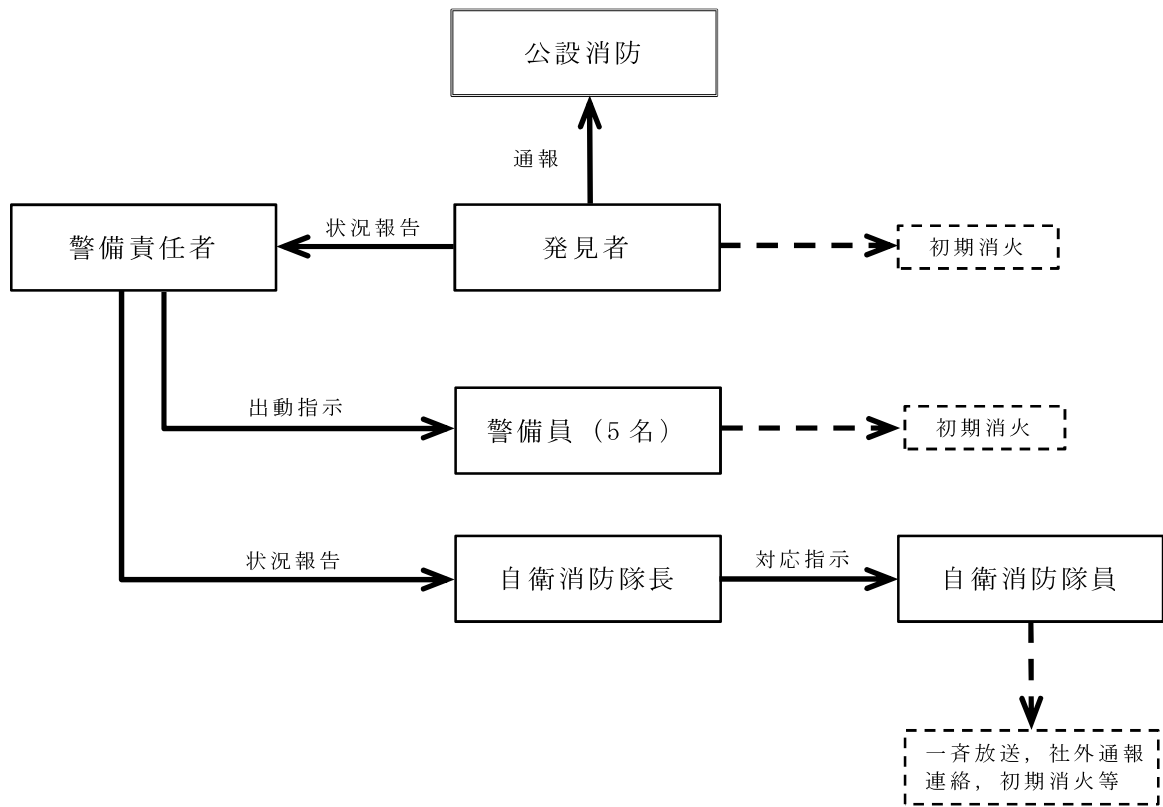


別添 5 - 3 図 ( 2 / 3 ) 火災警報発生時の通報連絡経路図  
誤報確認時 ( 平日夜間及び休祝祭日 )

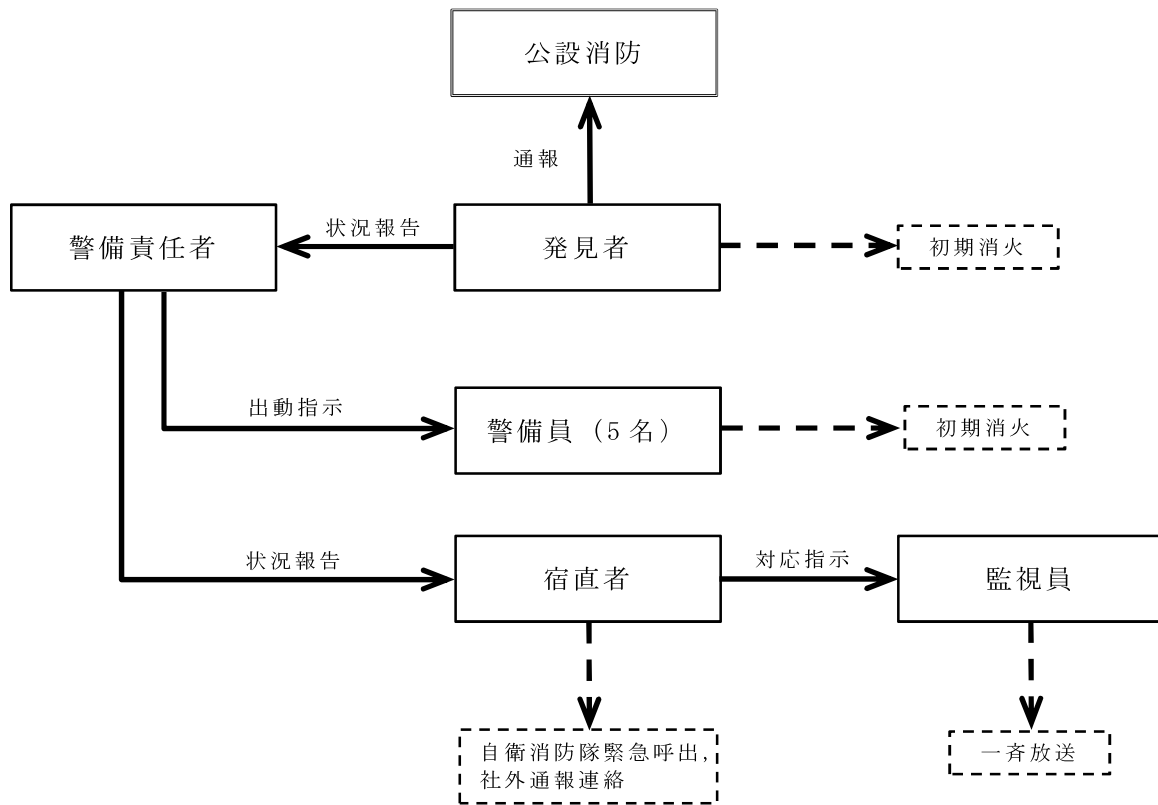




別添 5 - 3 図 ( 3 / 3 ) 火災警報発生時の通報連絡経路図  
 実火災確認時 ( 平日夜間及び休祝祭日 )



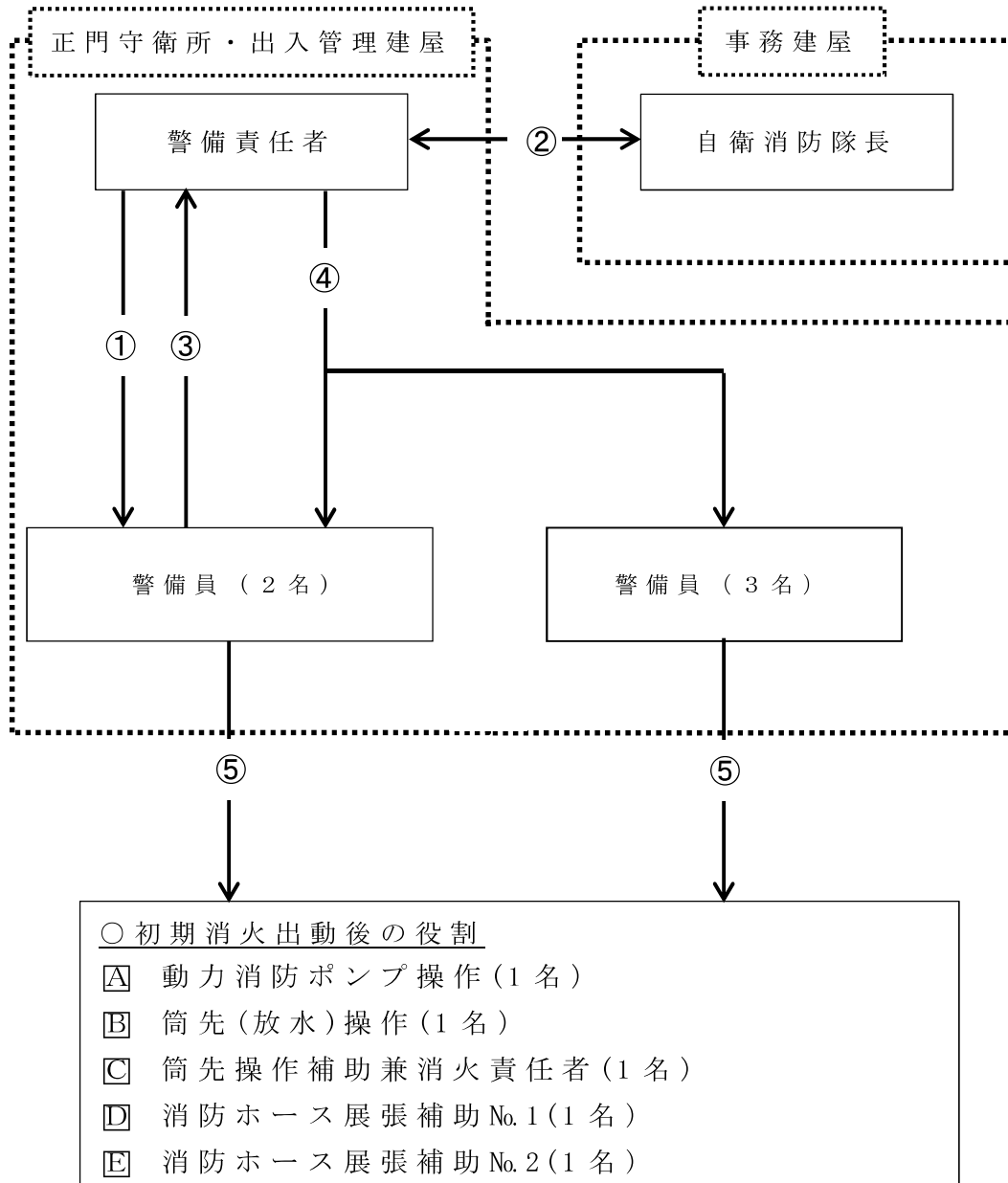
別添 5 - 4 図 火災発見時の通報連絡経路図(平日通常時間帯)



別添 5 - 5 図 火災発見時の通報連絡経路図 (平日夜間及び休祝祭日)

対応順序（公設消防への通報除く）

- ①：現場確認指示
- ②：報告及び指示
- ③：現場確認結果報告
- ④：初期消火出動指示
- ⑤：初期消火



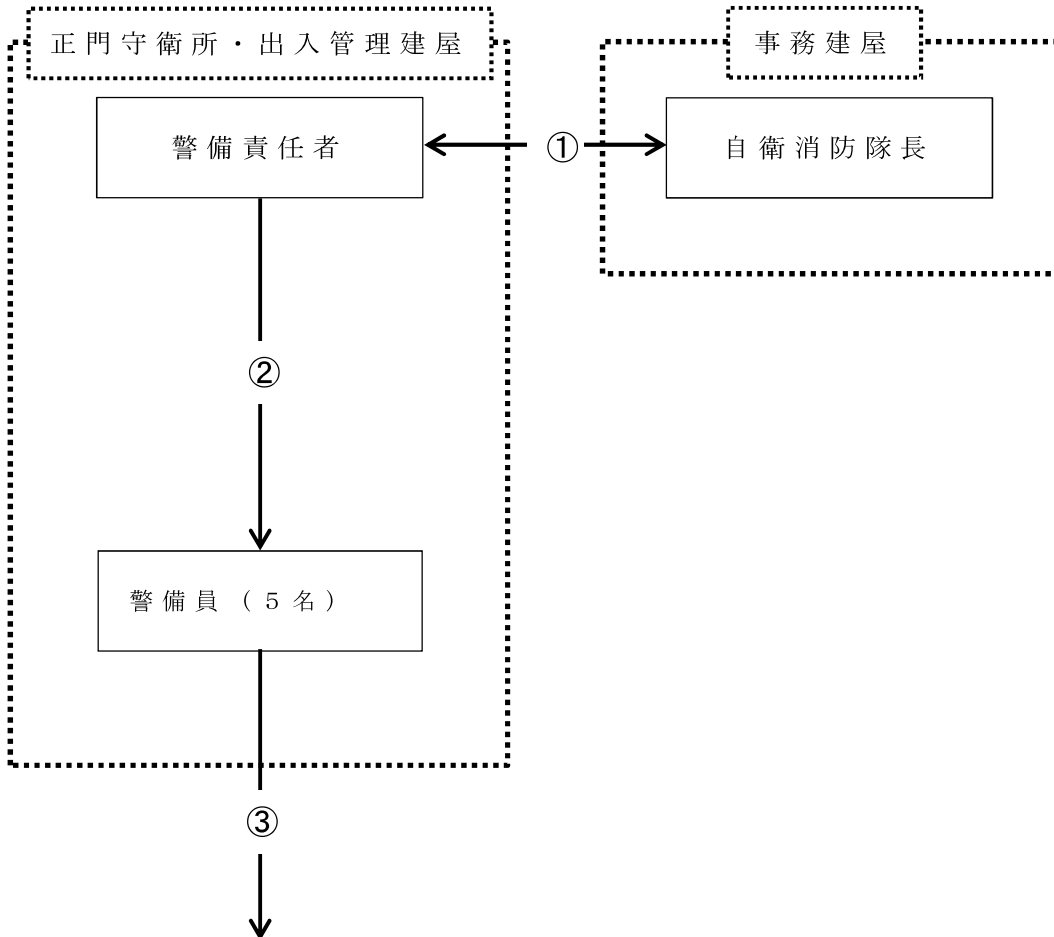
別添5-6図（1/3） 初期消火対応を行う警備員の展開図  
（火災警報発生時）

対応順序（公設消防への通報除く）

①：報告及び指示

②：初期消火出動指示

③：初期消火

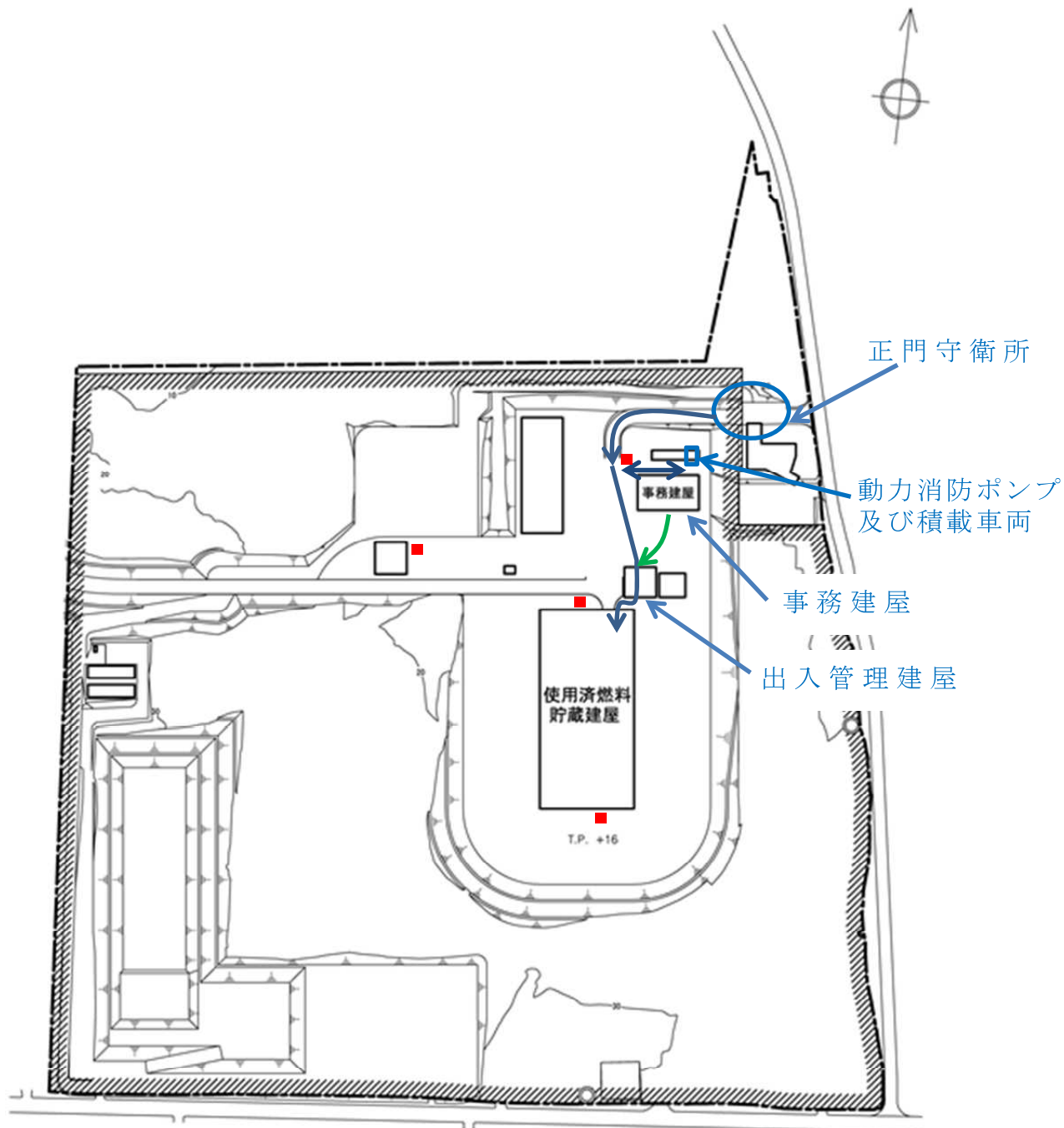


○初期消火出動後の役割

- ▣ A 動力消防ポンプ操作(1名)
- ▣ B 筒先(放水)操作(1名)
- ▣ C 筒先操作補助兼消火責任者(1名)
- ▣ D 消防ホース展張補助No.1(1名)
- ▣ E 消防ホース展張補助No.2(1名)

別添 5 - 6 図 ( 2 / 3 ) 初期消火対応を行う警備員の展開図  
(火災発見時)

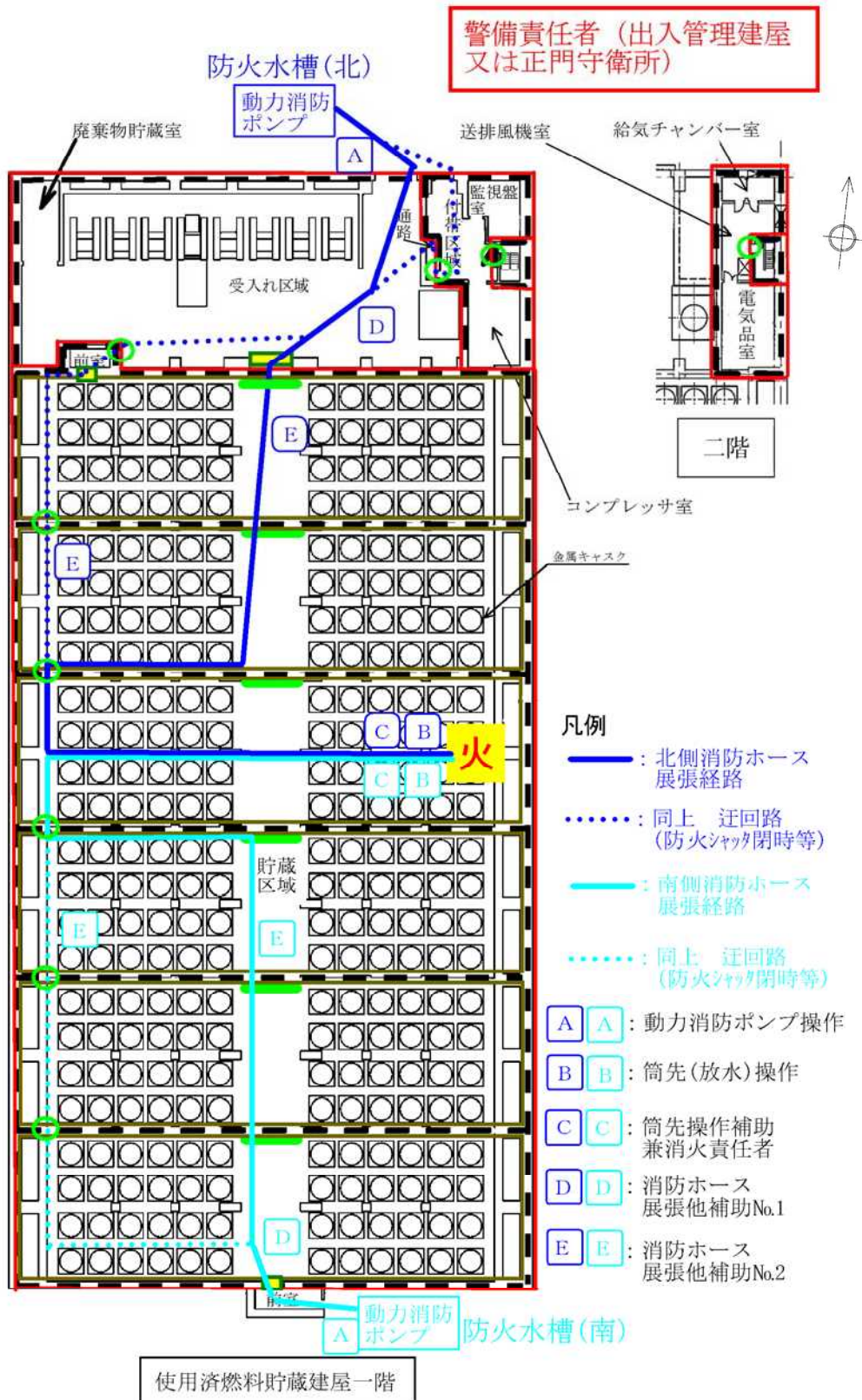
7 条一別添 5-20



0 100m

- 凡例
- モニタリングポスト
  - ▨ 周辺監視区域境界
  - 敷地境界
  - 防火水槽
  - 警備員の移動経路
  - 自衛消防隊員の移動経路

別添 5 - 6 図 ( 3 / 3 ) 初期消火兼務者展開図 ( 構内移動経路 )



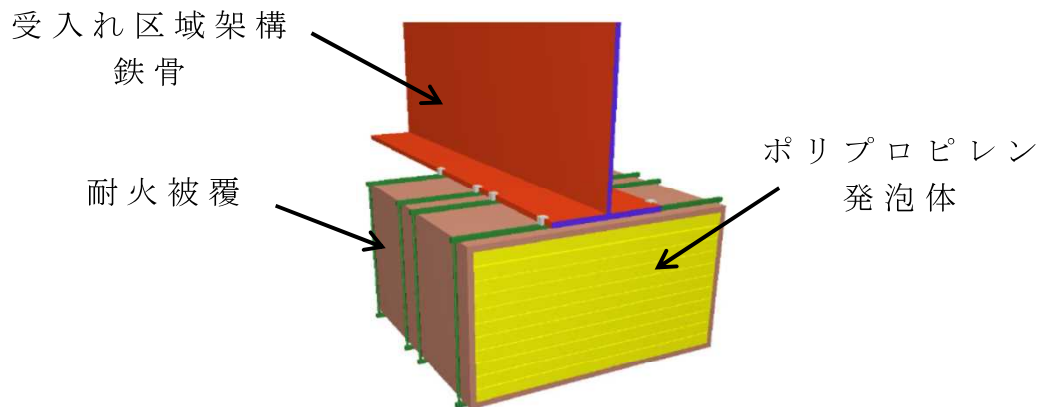
別添 5 - 7 図 消防ホース展張経路及び人員配置図

## 受入れ区域架構鉄骨緩衝材に関する

## 火災発生防止対策について

受入れ区域架構鉄骨に自主的に設置する緩衝材は別添6－1図に示すように、ポリプロピレン発泡体（FMVSS（米国連邦自動車安全基準）No.302 燃焼性試験の判定基準を満足する自己消火性のある材料を選定予定）に、耐火被覆（耐火ロックウールを材料としたシート状の巻付け耐火被覆材（熱伝導率  $0.0334[W/(m \cdot K)]$ （温度  $20^{\circ}C$  の場合）、厚さ  $40mm$  の製品を選定予定））を巻いたものとする。

耐火被覆により、緩衝材周囲で発生した火災の炎がポリプロピレン発泡体に届かないようにするとともに、耐火被覆の断熱効果によりポリプロピレン発泡体の温度上昇を抑えることにより、緩衝材は着火しない構造とする。



別添6－1図 受入れ区域架構鉄骨緩衝材

以上



## 第9条 地震による損傷の防止（耐震設計の基本方針）

### <目次>

1. 耐震設計の基本方針
2. 施設の耐震設計方針

（別添）

別添1 別添1-1表 クラス別施設（主要設備）

別添2 基準地震動及び弾性設計用地震動

## 1. 耐震設計の基本方針

- (1) 使用済燃料貯蔵施設は、耐震設計上の重要度分類をSクラス、Bクラス又はCクラスに分類し、それぞれに応じて設定した地震力に対しておむね弾性範囲になるよう設計を行う。

なお、耐震設計上の重要度分類及び地震力については、「(2)」に示すとおりである。

- (2) 使用済燃料貯蔵施設は、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）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、以下のとおり、「基本的安全機能を確保する上で必要な施設」及び「その他の安全機能を有する施設」に分類し、更に、耐震設計上の重要度分類として、Sクラス、Bクラス又はCクラスに分類してそれぞれに応じた地震力を算定する。

なお、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の設置はない。

### a. 耐震設計上の重要度分類

#### 基本的安全機能を確保する上で必要な施設

Sクラス：使用済燃料貯蔵設備本体である金属キャスク及び貯蔵架台

Bクラス：基本的安全機能の遮蔽機能及び除熱機能の一部を有する使用済燃料貯蔵建屋（以下「貯蔵建屋」という。）

使用済燃料の受入施設のうち、金属キャスクの落下・衝突を防止する機能を有する受入れ区域天井クレーン及び金属キャスクの衝突・転倒を防止する機能を有する搬送台車

#### その他の安全機能を有する施設

Cクラス：Sクラス及びBクラスに属さないその他の安全機能を有する施設であり、安全機能を確保するために必要な機能が喪失しても、基本的安全機能を損なうおそれがない施設

## b. 地震力

上記(1)のSクラスの施設、Bクラス及びCクラスの施設に適用する地震力は以下のとおり算定する。

なお、Sクラスの施設については、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力を適用する。

### (a) 静的地震力

静的地震力は、Sクラス、Bクラス及びCクラスの施設に適用することとし、それぞれ耐震設計上の重要度分類に応じて地震層せん断力係数  $C_i$  及び震度に基づき算定する。

### (b) 弾性設計用地震動による地震力

弾性設計用地震動による地震力は、Sクラスの施設に適用する。

弾性設計用地震動は、基準地震動に工学的判断から求められる係数 0.5 を乗じて設定する。

また、弾性設計用地震動による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定する。

なお、Bクラスの施設のうち、共振のおそれのある施設については、弾性設計用地震動に2分の1を乗じた地震動によりその影響についての検討を行う。当該地震動による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。

- (3) Sクラスの施設は、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切な地震動、すなわち基準地震動による地震力に対して、基本的安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

また、Bクラスの施設のうち、貯蔵建屋、受入れ区域天井クレーン及び搬送台車は、基準地震動による地震力に対して、基本的安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

基準地震動による地震力は、基準地震動を用いて、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定する。

なお、基本的安全機能を確保する上で必要な施設が、その他の安全機能

を有する施設の波及的影響によって、その基本的安全機能を損なわないように設計する。

- (4) 貯蔵建屋設置位置付近に存在する斜面は、最大高さ約 13mであり、斜面勾配は最大 1 : 2 で、高さ 5 m毎に幅 1.5mの小段を設けている。

また、斜面法尻と貯蔵建屋との距離が 50m以上確保されている。

したがって、斜面の崩壊に対して基本的安全機能が損なわれるおそれはない。

## 2. 施設の耐震設計方針

### 2.1 設計方針

使用済燃料貯蔵施設の耐震設計は、「使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」に適合するように以下の事項に従って行う。

- (1) 使用済燃料貯蔵施設は、その供用中に当該使用済燃料貯蔵施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して基本的安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。
- (2) 使用済燃料貯蔵施設は、地震により発生するおそれがある施設の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、耐震設計上の重要度を S クラス、B クラス又は C クラスに分類し、それぞれの重要度に応じた地震力に十分耐えることができるように設計する。
- (3) 金属キャスク及び金属キャスクの支持構造物は、S クラスの設計とし、基準地震動による地震力に対して基本的安全機能を損なわない設計とする。

また、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の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設計とする。

なお、基準地震動及び弾性設計用地震動による地震力は、水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて作用するものとする。静的地震力は、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用す

るものとする。

- (4) 貯蔵建屋，受入れ区域天井クレーン及び搬送台車は，Bクラスの設計とし，かつ，基準地震動による地震力に対して，基本的安全機能を損なわない設計とする。

なお，貯蔵建屋は，杭基礎構造とし，杭先端は基準地震動による地震力が作用した場合においても十分な支持性能をもつ地盤に支持させる。

- (5) Bクラス及びCクラスの施設は，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設計とする。
- (6) Bクラスの施設のうち共振のおそれのあるものについては，その影響について検討を行う。その場合，検討に用いる地震動は，弾性設計用地震動に2分の1を乗じたものとする。
- (7) 基本的安全機能を確保する上で必要な施設が，その他の安全機能を有する施設の波及的影響によって，その基本的安全機能を損なわないように設計する。

## 2.2 耐震設計上の重要度分類

使用済燃料貯蔵施設は，地震により発生するおそれがある施設の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，「基本的安全機能を確保する上で必要な施設」及び「その他の安全機能を有する施設」に分類し，更に，耐震設計上の重要度を次のように分類する。

基本的安全機能を確保する上で必要な施設

Sクラス：使用済燃料貯蔵設備本体である金属キャスク及び貯蔵架台

Bクラス：基本的安全機能の遮蔽機能及び除熱機能の一部を有する貯蔵建屋

使用済燃料の受入施設のうち，金属キャスクの落下・衝突を防止する機能を有する受入れ区域天井クレーン及び金属キャスクの衝突・転倒を防止する機能を有する搬送台車

その他の安全機能を有する施設

Cクラス：Sクラス及びBクラスに属さないその他の安全機能を有する施設であり，安全機能を確保するために必要な機能が喪

失しても、基本的安全機能を損なうおそれがない施設  
上記に基づくクラス別施設（主要設備）を別添 1－1 表に示す。

なお、同表には当該施設を支持する構造物の支持機能が維持されることを確認する地震動及び相互影響を考慮すべき設備に適用する地震動についても併記する。

### 2.3 基準地震動及び弾性設計用地震動

基準地震動は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。策定した基準地震動の応答スペクトルを別添 2－1 図に、最大加速度振幅値を別添 2－1 表に示す。

ここで、基準地震動 Ss-B4 は、水平方向の地震動のみであることから、水平方向と鉛直方向を組み合わせた影響評価を行う場合には、「一関東評価用地震動」を用いる。一関東評価用地震動（鉛直方向）の応答スペクトルを別添 2－2 図に示す。

なお、基準地震動の年超過確率は、 $10^{-4}$ ～ $10^{-5}$  程度となる。

また、上記基準地震動に工学的判断から求められる係数 0.5 を乗じて弾性設計用地震動を設定する。弾性設計用地震動の応答スペクトルを別添 2－3 図に示す。

### 2.4 地震力の算定法

使用済燃料貯蔵施設の耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法による。

#### (1) 動的地震力

動的地震力は、Sクラスの施設に適用することとする。

基準地震動による地震力は、基準地震動から定める入力地震動を入力として、動的解析により水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。

また、弾性設計用地震動による地震力は、弾性設計用地震動から定める入力地震動を入力として、動的解析により水平 2 方向及び鉛直方向に

ついて適切に組み合わせて算定する。ここで、弾性設計用地震動は、基準地震動に工学的判断から求められる係数 0.5 を乗じて設定する。

なお、貯蔵建屋、受入れ区域天井クレーン及び搬送台車は、Bクラスの施設ではあるが、基準地震動による地震力に対して、基本的安全機能を損なわない設計とする。

#### a. 入力地震動

貯蔵建屋設置位置周辺は、地質調査の結果によれば、貯蔵建屋を構造耐力上安全に支持し得る砂子又層が十分な広がりをもって存在することが確認されている。貯蔵建屋は、この砂子又層に杭を介して支持させることとする。

解放基盤表面は、砂子又層のS波速度が 0.7km/s 以上を有する標高 -218mの位置に想定することとする。

建物・機器の動的解析モデルに対する水平方向及び鉛直方向の入力地震動は、この解放基盤表面で定義された基準地震動から、建物及び地盤が地震動に与える影響を考慮して定めることとする。

#### b. 動的解析法

##### (a) 貯蔵建屋

動的解析は、原則として、時刻歴応答解析法による。

貯蔵建屋の動的解析に当たっては、貯蔵建屋の剛性はその形状、構造特性等を十分考慮して評価し、集中質点系等に置換した解析モデルを設定する。

動的解析には、建屋・杭と地盤との相互作用を考慮するものとし、解析モデルの地盤のばね定数は、杭の配置状況、地盤の剛性等を考慮して定める。設計用地盤定数は、原則として、弾性波試験等に基づき適切に定める。

地盤－建屋・杭連成系の減衰定数は、振動エネルギーの地下逸散及び地震応答における各部のひずみレベルを考慮して定める。なお、貯蔵建屋への入力地震動における計算での減衰定数については、各基準地震動により生じる地盤のひずみに応じた値とする。

基準地震動に対する応答解析において、貯蔵建屋の主要構造要素

がある程度以上弾性範囲を超える場合には、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した応答解析を行う。

(b) 機器系

機器の動的解析は、原則として、機器の形状を考慮して、1質点系又は多質点系モデルに置換し、設計用床応答曲線を用いた応答スペクトル・モーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。

なお、剛性の高い機器は、その機器の設置床面の最大応答加速度の1.2倍の加速度を震度として作用させて地震力を算定する。

動的解析に用いる減衰定数は、既往の振動実験等を考慮して適切な値を定める。

(2) 静的地震力

静的地震力は、Sクラス、Bクラス及びCクラスの施設に適用することとし、それぞれクラスに応じて次の地震層せん断力係数  $C_i$  及び震度に基づき算定する。

a. 貯蔵建屋

水平地震力は、地震層せん断力係数  $C_i$  に、次に示す施設の耐震設計上の重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Bクラス 1.5

ここで、地震層せん断力係数  $C_i$  は、標準せん断力係数  $C_0$  を0.2とし、貯蔵建屋の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

b. 機器系

耐震設計上の重要度分類の各クラスの水平地震力は、地震層せん断力係数  $C_i$  に、次に示す施設の耐震設計上の重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度とし、当該水平震度を20%増しとした震度より求めるものとする。

Sクラス 3.0

Bクラス 1.5



## Cクラス 1.0

Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。

鉛直地震力は、震度 0.3 を基準とし、貯蔵建屋の振動特性、地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度を 20%増しとした震度より算定するものとする。ただし、鉛直震度は、高さ方向に一定とする。

### 2.5 荷重の組合せと許容限界

#### (1) 耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を次に示す。

##### a. 貯蔵建屋

###### (a) 貯蔵時の状態

金属キャスクを貯蔵している状態

###### (b) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件

##### b. 機器系

###### (a) 貯蔵時の状態

金属キャスクを貯蔵している状態

#### (2) 荷重の種類

##### a. 貯蔵建屋

###### (a) 常時作用している荷重，すなわち固定荷重及び積載荷重

###### (b) 貯蔵時の状態で作用する荷重

###### (c) 地震力，風荷重，雪荷重，降下火砕物の荷重

ただし、貯蔵時の状態で作用する荷重には、機器系から作用する荷重が含まれるものとし、地震力には、機器系からの反力等による荷重が含まれるものとする。

##### b. 機器系

###### (a) 貯蔵時の状態で作用する荷重

###### (b) 地震力

#### (3) 荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは次による。

a. 貯蔵建屋

地震力と常時作用している荷重，貯蔵時の状態で作用する荷重とを組み合わせる。

b. 機器系

地震力と貯蔵時の状態で作用する荷重とを組み合わせる。

c. 荷重の組合せ上の留意事項

(a) ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には，その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。

(b) 複数の荷重が同時に作用し，それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかなずれがあることが判明しているならば，それぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。

(4) 許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は次のとおりとする。

a. 貯蔵建屋

(a) 静的地震力との組合せに対する許容限界

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

(b) 保有水平耐力

貯蔵建屋の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して重要度に応じた妥当な安全余裕を有していることを確認するものとする。

(c) 基準地震動との組合せに対する許容限界

貯蔵建屋が構造物全体として変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し，終局耐力に対して妥当な安全余裕をもたせることとする。

b. 機器系

(a) Sクラスの機器系

i. 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

荷重条件に対して、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼさない限度を許容限界とする。

ii. 弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

荷重条件に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まる限度を許容限界とする。

(b) Bクラス及びCクラスの機器系

発生する応力に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まる限度を許容限界とする。

なお、Bクラスの機器で基準地震動による地震力に対して基本的安全機能を損なわない設計とするものは、荷重条件に対して、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼさない限度を許容限界とする。

## 2.6 設計における留意事項

基本的安全機能を確保する上で必要な施設が、その他の安全機能を有する施設の波及的影響によって、その基本的安全機能を損なわないように設計する。この波及的影響の評価に当たっては、以下の4つの観点をもとに、敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い、事象選定及び影響評価を実施するとともに、基準地震動又は基準地震動による地震力を適用する。

- (1) 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響
- (2) 基本的安全機能を確保する上で必要な施設とその他の安全機能を有する施設との接続部における相互影響
- (3) 貯蔵建屋内におけるその他の安全機能を有する施設の損傷、転倒及び落下等による基本的安全機能を確保する上で必要な施設への影響
- (4) 貯蔵建屋外におけるその他の安全機能を有する施設の損傷、転倒及び

落下等による基本的安全機能を確保する上で必要な施設への影響

## 2.7 主要施設の耐震構造

貯蔵建屋は、地上1階で平面が約131m（南北方向）×約62m（東西方向）、地上高さが約28mの鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物である。

別添 1-1 表 クラス別施設 (主要設備)

分類	主要設備 (注1)		直接支持構造物 (注2)		主要設備や直接支持構造物に対する 間接支持構造物 (注3)	主要設備や直接支持構造物との相互影響を考慮すべき設備 (注4)	間接支持構造物や相互影響の評価に用いる地震力
	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス			
基本的な安全機能を確保する上で必要な施設	・金属キャスク	S	・貯蔵架台	S	・貯蔵建屋	・受入れ区域天井 クレーン ・搬送台車	基準地震動により定まる地震力
	・受入れ区域天井クレーン	B	・受入れ区域天井クレーンの支持構造物	B	・貯蔵建屋	—	Bクラス施設に適用される静的地震力
	・搬送台車 ・貯蔵建屋	B B	—	—	—	—	—
その他の安全機能を有する施設	・仮置架台 ・たて起こし架台 ・検査架台 ・圧縮空気供給設備 ・その他の使用済燃料貯蔵施設 (ただし、上位クラスに分類されるものを除く)	C	・機器、電気計装設備等の支持構造物	C	・貯蔵建屋 ・事務建屋	—	Cクラス施設に適用される静的地震力

(注1) 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備をいう。

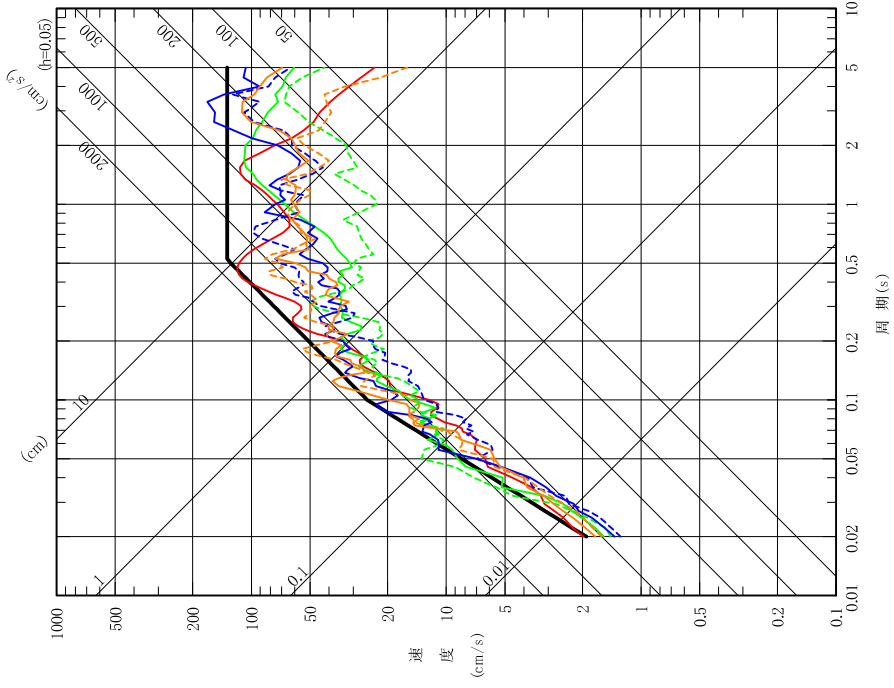
(注2) 直接支持構造物とは、主要設備に直接取り付けられる支持構造物、若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。

(注3) 間接支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物 (建物、構築物) をいう。

(注4) 設備相互間の影響を考慮すべき設備とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備をいう。

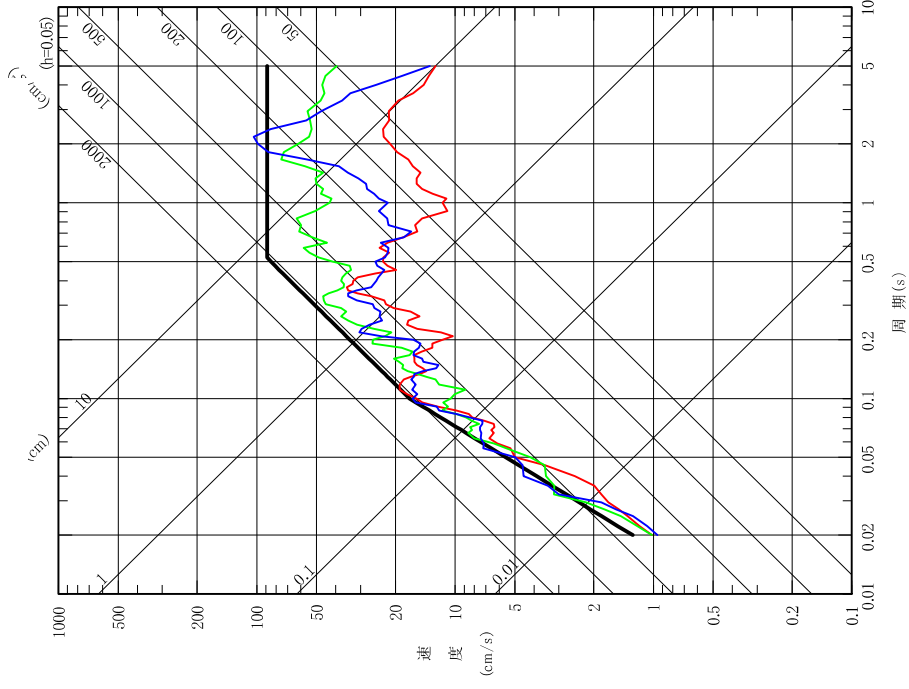
基準地震動及び弾性設計用地震動

- 基準地震動 Ss-AH
- 基準地震動 Ss-BH
- 基準地震動 Ss-B2H1
- 基準地震動 Ss-B2H2
- 基準地震動 Ss-B3H1
- 基準地震動 Ss-B3H2
- 基準地震動 Ss-B4H1
- 基準地震動 Ss-B4H2



水平方向

- 基準地震動 Ss-AV
- 基準地震動 Ss-B1V
- 基準地震動 Ss-B2V
- 基準地震動 Ss-B3V



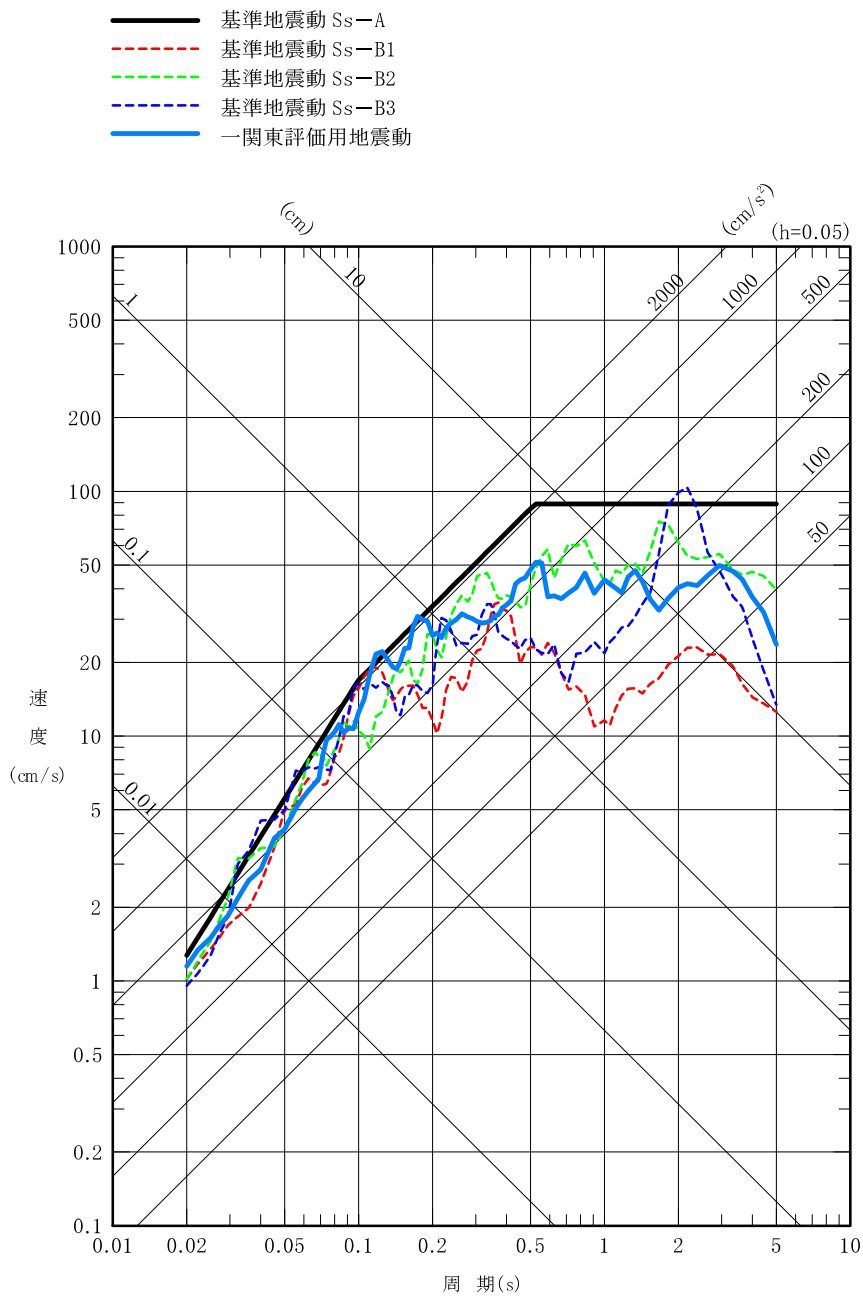
鉛直方向

別添 2-1 図 基準地震動の応答スペクトル

別添 2-1 表 基準地震動 Ss-A 及び Ss-B1~Ss-B4 の最大加速度振幅値

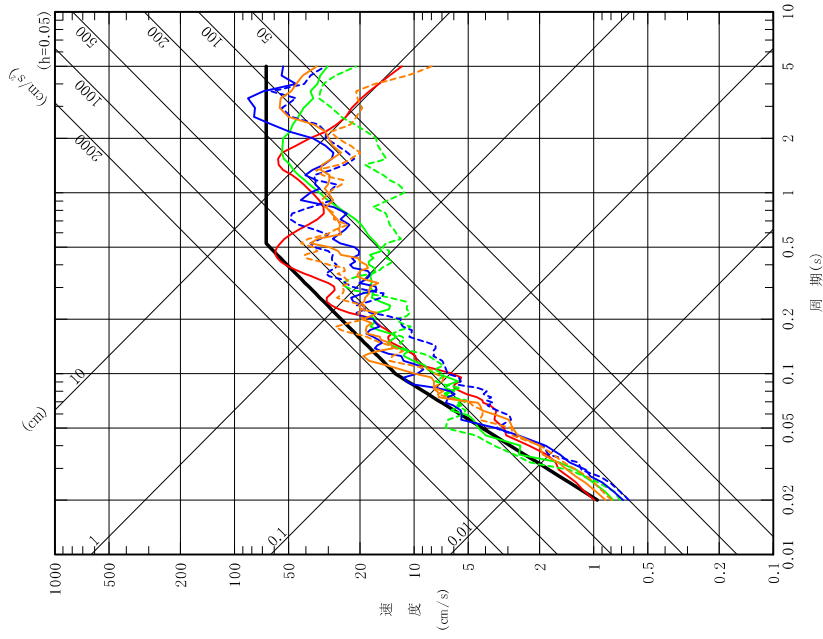
基準地震動		最大加速度振幅値 (cm/s <sup>2</sup> )		
		水平方向 1 (H1)	水平方向 2 (H2)	鉛直方向 (V)
Ss-A	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動に基づく基準地震動	600		400
Ss-B1	2004 年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET 港町)	620		320
Ss-B2	2008 年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム右岸地山)	450	490	320
Ss-B3	2008 年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 金ヶ崎)	430	400	300
Ss-B4	2008 年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net 一関東)	540	500	—





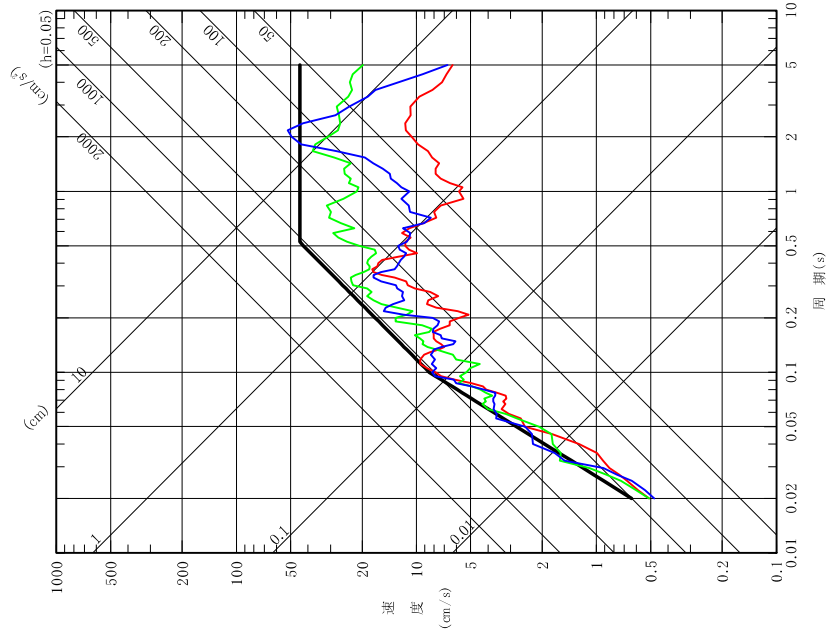
別添 2-2 図 一関東評価用地震動（鉛直方向）の応答スペクトル

- 弾性設計用地震動 Sd-AH
- 弾性設計用地震動 Sd-B1H
- 弾性設計用地震動 Sd-B2H1
- - 弾性設計用地震動 Sd-B2H2
- 弾性設計用地震動 Sd-B3H1
- - 弾性設計用地震動 Sd-B3H2
- 弾性設計用地震動 Sd-B4H1
- - 弾性設計用地震動 Sd-B4H2



水平方向

- 弾性設計用地震動 Sd-AV
- 弾性設計用地震動 Sd-B1V
- 弾性設計用地震動 Sd-B2V
- 弾性設計用地震動 Sd-B3V



鉛直方向

別添 2-3 図 弾性設計用地震動の応答スペクトル

## 第 10 条 津波による損傷の防止

### <目 次>

1. 設計方針
2. 施設の特性に応じた津波防護の基本方針
3. 貯蔵建屋の耐性評価
4. 金属キャスクの閉じ込め評価
5. 使用済燃料貯蔵施設の遮蔽評価
6. 衝撃を受けた金属キャスクの対策
7. 敷地内の浸水を想定した対策

### (別 添)

- 別添 1 仮想的大規模津波による浸水状況の補足説明
- 別添 2 津波漂流物について
- 別添 3 有限要素法解析における境界条件の検討
- 別添 4 面外せん断力に対する許容値の算出方法
- 別添 5 動的解析について
- 別添 6 金属キャスクからの漏洩率について

## 1. 設計方針

使用済燃料貯蔵施設は、その供用中に当該使用済燃料貯蔵施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して基本的安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

既往の知見を大きく上回る仮想的大規模津波を想定し、これを基準津波に相当する津波として、津波防護施設及び浸水防止設備の設置による遡上波の到達や流入の防止は行わず遡上波が使用済燃料貯蔵施設に到達する前提とする。

使用済燃料貯蔵建屋（以下「貯蔵建屋」という。）の貯蔵区域（以下「貯蔵区域」という。）は波力に耐えるよう設計するとともに、貯蔵されている金属キャスクの基本的安全機能が貯蔵区域の浸水により損なわれないよう設計する。

貯蔵建屋の受入れ区域（以下「受入れ区域」という。）については、損傷を仮定しても、落下物等の衝突により仮置きされている金属キャスクの閉じ込め機能が損なわれず、また遮蔽機能の回復により復旧期間において事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないよう設計する。

また、受入れ区域の損傷により衝撃を受けた金属キャスクの基本的安全機能を確認するための検査及び試験並びに同機能を維持するために必要な保守及び修理を行い、金属キャスクを使用済燃料貯蔵施設外へ搬出するために必要な確認を行う手段を講じるとともに、敷地内の浸水を想定した対策として、貯蔵区域の金属キャスクの代替計測や放射線管理、津波襲来後の活動等に必要手段を講じる。

(1) 「使用済燃料貯蔵施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」及び解釈の適用方針

「使用済燃料貯蔵施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」（以下「事業許可基準規則」という。）第 10 条（津波による損傷の防止）では「使用済燃料貯蔵施設は，その供用中に当該使用済燃料貯蔵施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して基本的安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。」としている。

以下に，設計方針を踏まえた当該解釈の適用方針を示す。

a. 解釈第 10 条 1 について

解釈第 10 条 1 は基準津波の策定における要求を規定している。

リサイクル燃料備蓄センターでは既往の知見を大きく上回る仮想的な大規模津波を想定し，これを基準津波に相当する津波として使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能が損なわれないよう設計する方針としており，耐津波設計としての津波防護施設，浸水防止設備等を設置せず，これらの設計の入力とする基準津波を策定しないことから適用しない。

b. 解釈第 10 条 2 及び 3 について

解釈第 10 条 2 は，基本的安全機能を確保する上で必要な施設は，基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置する（第一項）か，津波防護施設等の設置による遡上波の到達防止を含めて遡上波による基本的安全機能を損なうおそれがないこと（第二項）を要求しており，遡上波の到達防止を行う場合の検討につき解釈第 10 条 3 にて要求している。

リサイクル燃料備蓄センターでは仮想的な大規模津波による遡上波の使用済燃料貯蔵施設への到達を前提とすることから，解釈第 10 条 2 の第二項に基づき，遡上波によって基本的安全機能が損なわれないよう設計する方針とする。

なお，遡上波によって基本的安全機能が損なわれないことを確認するための具体的な方針については「2. 施設の特성에応じた津波防護の基本方針」にて述べる。

また，津波防護施設等の設置による遡上波の到達防止を行わないこと

から、解釈第 10 条 3 は適用しない。

c. 解釈第 10 条 4 について

解釈第 10 条 4 は、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を設置する場合の要求を規定している。

リサイクル燃料備蓄センターでは仮想的大規模津波による遡上波の使用済燃料貯蔵施設への到達を前提としており、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を設置しないことから適用しない。

第 1-1 表に、事業許可基準規則及び解釈の適用方針を示す。

第 1-1 表 事業許可基準規則及び解釈の適用方針

事業許可基準規則及び解釈	適用方針
<p>(津波による損傷の防止)</p> <p>第十条 使用済燃料貯蔵施設は、その供用中に当該使用済燃料貯蔵施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して基本的安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。</p>	<p>以下の適用方針に基づき適用する。</p>
<p>解釈第 10 条 (津波による損傷の防止)</p> <p>1 第 10 条に規定する「大きな影響を及ぼすおそれがある津波」(以下「基準津波」という。)は、実用炉設置許可基準解釈第 5 条 1 及び 2 を準用して策定すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既往の知見を大きく上回る仮想的大規模津波を想定し、これを基準津波に相当する津波として使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能が損なわれないよう設計する方針としており、耐津波設計としての津波防護施設、浸水防止設備等を設置せず、これらの設計の入力とする基準津波を策定しないことから適用しない。</li> </ul>
<p>2 第 10 条の「基本的安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」を満たすために、基準津波に対する使用済燃料貯蔵施設の設計に当たっては、以下の方針によること。</p> <p>一 基本的安全機能を確保する上で必要な施設(津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。)は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。</p> <p>二 基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、遡上波によって基本的安全機能を損なうおそれがないこと。なお、「基本的安全機能を損なうおそれがないこと」には、防潮堤等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置して、遡上波の到達又は流入を防止することを含む。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・仮想的な大規模津波による遡上波の使用済燃料貯蔵施設への到達を前提とすることから、第二項に基づき、遡上波によって基本的安全機能が損なわれないよう設計する方針とする。</li> </ul>
<p>3 上記 2 の遡上波の到達防止に当たっては、実用炉設置許可基準解釈第 5 条 3 の一の②を準用すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遡上波の到達防止を前提としないことから、適用しない。</li> </ul>
<p>4 上記 2 の二の津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を設置する場合には、実用炉設置許可基準解釈第 5 条 3 の二及び五から七までの方針を準用すること。</p> <p>【実用炉設置許可基準規則解釈第 5 条 3】</p> <p>二 取水・放水施設及び地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止すること。そのため、以下の方針によること。(以下略)</p> <p>五 津波防護施設及び浸水防止設備については、入力津波(中略)に対して津波防護機能及び浸水防止機能が保持できること。また、津波監視設備については、入力津波に対して津波監視機能が保持できること。(以下略)</p> <p>六 地震による敷地の隆起・沈降、地震(本震及び余震)による影響、津波の繰り返しの襲来による影響及び津波による二次的な影響(洗掘、砂移動及び漂流物等)を考慮すること。</p> <p>七 津波防護施設及び浸水防止設備の設計並びに非常用海水冷却系の評価に当たっては、入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位を考慮して安全側の評価を実施すること。なお、その他の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮すること。また、地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合、想定される地震の震源モデルから算定される、敷地の地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・仮想的な大規模津波による遡上波の使用済燃料貯蔵施設への到達を前提としており、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を設置しないことから適用しない。</li> </ul>

## (2) 津波防護方針の対象とする施設

事業許可基準規則及び解釈は、津波防護方針の対象施設を解釈第10条2に示す基本的安全機能を確保する上で必要な施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く）及び解釈第10条4に示す耐津波設計である津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備としている。

ここでは使用済燃料貯蔵施設の該当する施設に対し、設計方針に照らして津波防護方針の対象とする要否を示す。

### a. 使用済燃料貯蔵設備本体（金属キャスク等）

基本的安全機能を有する施設であり、耐震設計にてSクラスが要求される施設であることから、津波防護方針の対象とする。

### b. 貯蔵建屋

遮蔽機能及び除熱機能の一部を担う施設であり、耐震設計上は基準地震動による地震力に対して基本的安全機能が損なわれるおそれがないことを要求している。

事業許可基準規則の解釈（第9条に係る別記2）では、基準地震動による貯蔵建屋の損傷を一定の条件\*で許容していることから、仮想的大規模津波による受入れ区域の損傷を仮定するに当たっては当該条件の考え方を準用し、受入れ区域の損傷に伴う落下物等に対して金属キャスクの閉じ込め機能が維持されること及び受入れ区域の損傷を仮定しても敷地境界外における公衆の実効線量が遮蔽機能の復旧を考慮して年間1mSvを超えないことを確認する。

#### \*) 貯蔵建屋損傷時における確認事項

- a) 金属キャスクが有する基本的安全機能が損なわれるおそれがないこと
- b) 適切な復旧手段及び復旧期間において、損傷を受けた貯蔵建屋の遮蔽機能及び除熱機能が回復可能であること
- c) 上記の復旧期間において、事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないこと

### c. 受入れ施設

使用済燃料の受入れ施設（機能喪失により金属キャスクが有する基本的安全機能を損なうおそれがないことが明らかであるものを除く）として、金属キャスクの落下を防止する受入れ区域天井クレーン（以下「天



井クレーン」という。) 及び転倒を防止する搬送台車に対し基準地震動による地震力に対して基本的安全機能が損なわれるおそれがないことを要求している。

天井クレーンについては、受入れ区域の損傷に伴う落下を想定して金属キャスクの閉じ込め機能が維持されることを確認するため、津波防護方針の対象としない。

また、搬送台車についても、津波により転倒防止に係る機能が喪失しないことから、津波防護方針の対象としない。

d. 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備

耐津波設計としてこれらの施設、設備を設置せず、対象としない。

第 1-2 表に、津波防護方針の対象施設に関する適用方針を示す。

第 1-2 表 津波防護方針の対象施設に関する適用方針

基本的安全機能を確保する上で必要な施設 (事業許可基準規則解釈第 9 条 2)		基本的安全機能との関連	耐震クラス (事業許可基準規則解釈第 9 条 2)	適用項目 (事業許可基準規則解釈)
分類	リサイクル燃料備蓄センターの該当設備			
① 使用済燃料貯蔵設備本体 (金属キャスク等)	金属キャスク	基本的安全機能を担う施設	Sクラス	第 10 条 2
	貯蔵架台	貯蔵時等の金属キャスクの転倒防止		
—	貯蔵建屋	遮蔽機能及び除熱機能の一部を担う施設	Bクラス (Ss 機能維持)	第 10 条 2 <sup>*1</sup>
② 使用済燃料の受入れ施設 (その機能喪失により、金属キャスクが有する基本的安全機能を損なうおそれがないことが明らかであるものを除く。)	天井クレーン	金属キャスクの落下等を防止	Bクラス (Ss 機能維持)	第 10 条 2 <sup>*2</sup>
	搬送台車	金属キャスクの転倒等を防止	Bクラス (Ss 機能維持)	第 10 条 2 <sup>*3</sup>
③ 津波防護施設及び浸水防止設備	(該当なし)	津波による影響の発生防止	Sクラス	第 10 条 4 <sup>*4</sup>
④ 津波監視設備	(該当なし)	津波の監視		

\*1) 受入れ区域については、仮想的な大規模津波による貯蔵建屋の損傷を仮定し、金属キャスクの基本的安全機能が損なわれないことを確認する

\*2) 受入れ区域の損傷に伴う落下を仮定するため対象外

\*3) 津波により転倒防止に係る機能が喪失しないことから対象外

\*4) 施設、設備を設置しないため対象外

(3) 敷地及び敷地周辺における地形，施設の配置等

a. 敷地及び敷地周辺の地形，標高，河川の存在

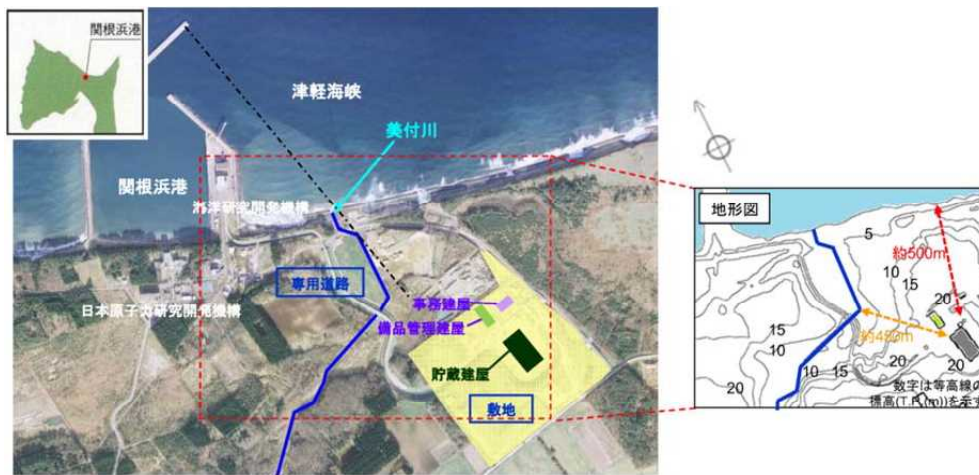
敷地及び敷地周辺の地形を第 1-3-1 図に示す。

使用済燃料貯蔵施設を設置する敷地は，下北半島の津軽海峡側のほぼ中央部に位置し，なだらかな台地からなっている。

敷地の形状はほぼ正方形であり，敷地全体の広さは約 26 万  $m^2$  である。貯蔵建屋，事務建屋等は，敷地内に造成した T. P. +16m の地盤面（貯蔵建屋設置盤）に設置されており，貯蔵建屋設置盤の東側，南側及び西側は T. P. +20m～+30m の台地に囲まれている。

施設は，海岸線から約 500m の離隔がある。

河川としては敷地西側に美付川があり，敷地北西側の低地(T. P. +4m 程度)を流れているが，流れる場所は貯蔵建屋に最も近い所で約 450m の距離がある。



第 1-3-1 図 敷地及び敷地周辺における地形，施設の配置等

b. 敷地における施設の位置，形状等

リサイクル燃料備蓄センターの全体配置は，第 1-3-2 図に示すとおりである。主要な施設として貯蔵建屋，事務建屋等があり，これらの施設は，敷地内に造成した T. P. +16m の地盤面（貯蔵建屋設置盤）に設置されている。

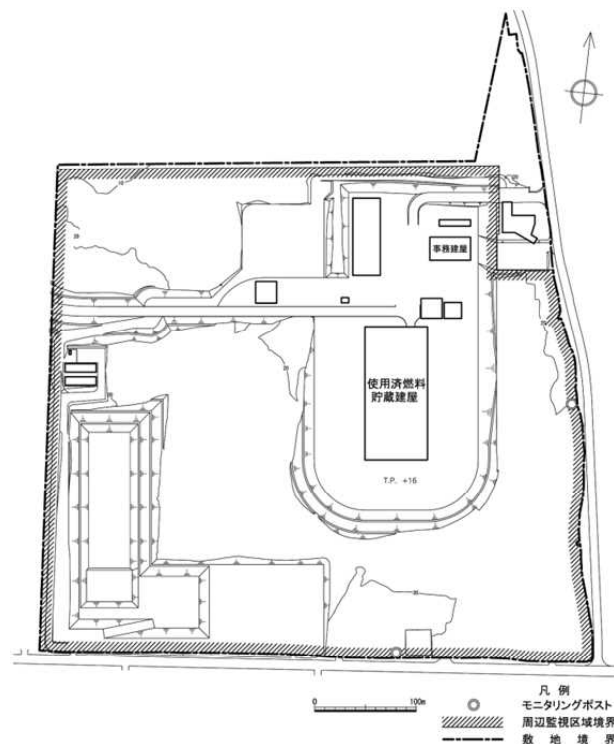
貯蔵建屋は敷地の中央から東寄りに設置する。地上 1 階で，平面が約

131m（南北方向）×約 62m（東西方向）、整地地盤からの高さが約 28m の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物である。貯蔵建屋は、貯蔵区域、受入れ区域及び付帯区域で構成し、貯蔵区域で金属キャスクを貯蔵し、受入れ区域で金属キャスクの搬入、検査等を行う。

貯蔵区域及び受入れ区域は、金属キャスク表面に伝えられた使用済燃料集合体の崩壊熱を自然換気方式により適切に除去する設計とし、換気のための給気口及び排気口を設ける。

受入れ区域は、金属キャスクの搬出入作業のため、最大 8 基の金属キャスクを仮置きすることとし、仮置架台、たて起こし架台等を装備するとともに、上部には金属キャスクを取扱うための天井クレーンを装備する。

事務建屋は、貯蔵建屋の北側に設置する。



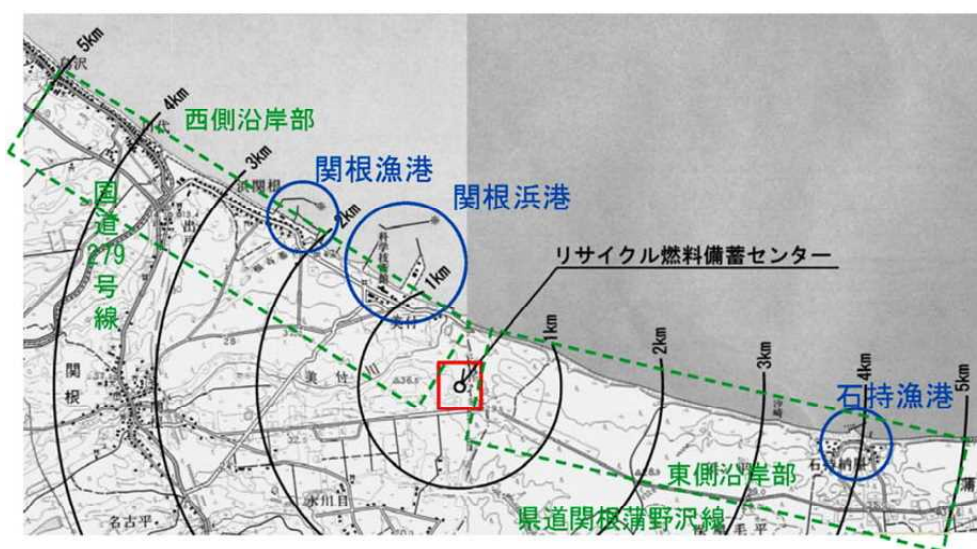
第 1-3-2 図 リサイクル燃料備蓄センター全体配置図

c. 敷地周辺の人工構造物の位置，形状等

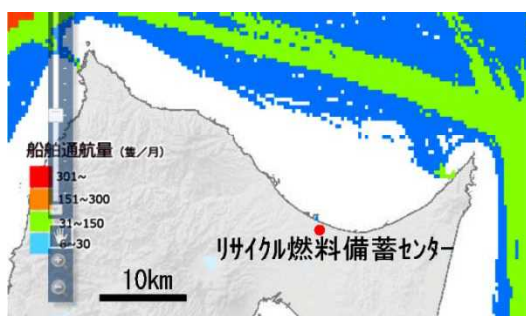
敷地周辺における主な施設の配置を第 1-3-3 図に示す。

港湾施設としては，日本原子力研究開発機構(JAEA)所有の関根浜港(西側約 1km)，第 1 種漁港の関根漁港(西側約 2km)及び石持漁港(東側約 4km)が立地する。これらの港に寄港しない大型船舶は，第 1-3-4 図に示すとおり敷地前面海域では沖合 10km 以遠を航行している。

陸上(主要施設，集落等)では関根浜港付近に，日本原子力研究開発機構(JAEA)青森研究開発センター及び海洋研究開発機構(JAMSTEC)むつ研究所が立地する。敷地外の西側沿岸部には国道 279 号線や市道等の道路が走り，これらの道路沿いを中心に集落が存在する。敷地外の東側沿岸部には，海岸から約 1km 離れた内陸側(標高 30m 程度)を走る県道(関根蒲野沢線)があり，石持漁港付近を除いて海岸付近に目立った人工物はみられない。



第 1-3-3 図 敷地周辺における主な施設の配置



第 1-3-4 図 船舶自動識別装置搭載船の通行量実績 (2014 年 11 月)  
(海上保安庁「海洋台帳」に追記)

#### (4) 入力津波の設定

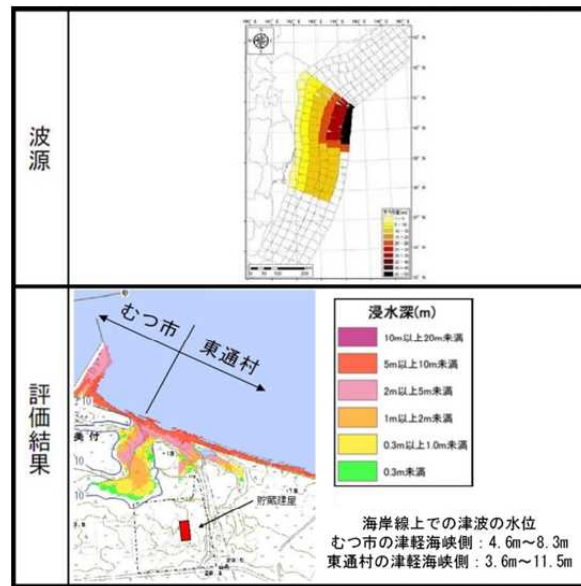
##### a. 仮想的大規模津波の概要

津波防護方針の策定に当たっては、既往の知見を大きく上回る仮想的  
大規模津波を想定し、使用済燃料貯蔵施設の基本的安全機能が損なわれ  
ないよう設計する方針とする。

敷地周辺の津波に関する客観的な既往の知見としては、青森県による  
津波想定、文献調査、津波堆積物調査結果が挙げられ、青森県による津  
波想定は、文献調査結果及び津波堆積物調査結果から十分な保守性を有  
することが確認されている。

これにさらなる保守性を持たせた仮想的な大規模津波として、第 1-4-1  
図に示す青森県による津波想定における敷地前面及び敷地周辺の最大津  
波高さである T.P. +11.5m の 2 倍とし、T.P. +23m とした。

なお、このときの浸水深は、貯蔵建屋の設置地盤高が T.P. +16m である  
ことから、一様に 7m となる。



第 1-4-1 図 青森県による津波想定

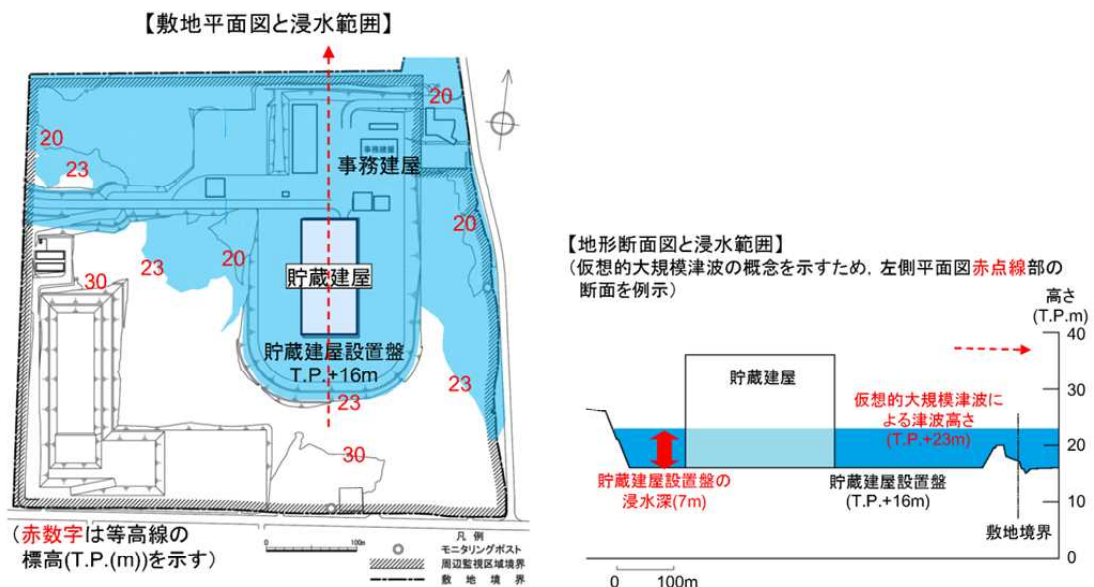
(<http://www.pref.aomori.lg.jp/kotsu/build/tunami-yosoku.html> に一部加筆)

## b. 浸水範囲の考え方

仮想的な大規模津波の設定の考え方に基づき、以下のように具体的な浸水範囲を設定する。

第1-4-2図に仮想的な大規模津波による浸水範囲の概念を示す。

敷地内の浸水範囲は、T.P.+23mの等高線を境界とし、高さがT.P.+23m以下の区域が一律に浸水し、高さ方向についても基本的にT.P.+23m以下の範囲が一律に浸水し、建屋のT.P.+23m以下に位置する開口部等から建屋内への流入が発生するものとする。



第1-4-2図 仮想的な大規模津波による浸水範囲の概念図

仮想的な大規模津波は一定の津波高さの形で仮想的に設定した津波であり、通常の津波評価が地形や構築物等の条件を反映したモデルに基づき遡上・浸水域の定量的な評価を実施して局所的・経時的な遡上の有無、浸水深、流速等のパラメータを算出するのと異なり、局所的・経時的なパラメータが直接的に導出されない。

実際の津波は動的な現象であり、局所的な浸水深（及び浸水の有無）については、地形や構築物等の影響による遡上、駆け上がりの挙動による影響、地震による敷地の隆起・沈降等による影響による変動が生じうるが、仮想的な大規模津波が浸水の影響を考慮するため津波高さ自体に大



きな保守性を持たせて仮想的に設定したものであることを踏まえると、局所的な浸水深の差異については、設定における保守性に包含されると考えられる。

なお、貯蔵建屋設置盤における津波高さがおおむね T.P. +23m となるよう、波源モデルのすべり量を仮想的に増加させた津波解析の結果（別添 1 参照）では、すべり量は申請時の波源モデルの 2.4～2.5 倍であり、既往の巨大地震及び将来予測モデルの 2～3 倍に相当する結果が得られており、また当該解析結果によれば、敷地の各地点の最大浸水深（全時刻の最大値）に不均一な分布はなく、敷地の浸水深はほぼ一様な結果が得られている。

#### c. 貯蔵建屋内の浸水状態について

一方、貯蔵建屋内についても、金属キャスクの基本的安全機能への影響を考察するため、貯蔵建屋の構造を踏まえて浸水状態を設定する。

受入れ区域については、津波波力による受入れ区域の損傷を仮定するため、貯蔵建屋外同様、津波高さ T.P. +23m（地上高さ 7m）までの範囲の浸水を考慮する。

貯蔵建屋の機器搬出入口及び人員用遮蔽扉の位置を第 1-4-3 図に示す。貯蔵区域の主な開口部として、受入れ区域との間に機器搬出入口及び人員用遮蔽扉が、貯蔵建屋外との間に給気口、排気口及び人員用遮蔽扉が存在する。人員用遮蔽扉は通常閉であり、また 2ヶ所の機器搬出入口（貯蔵区域と受入れ区域の間及び受入れ区域と貯蔵建屋外の間）は同時に開放しないため、貯蔵建屋が健全であれば機器搬出入口から貯蔵区域への大規模な浸水は考えられないが、津波波力による受入れ区域の損傷を仮定することから、期間は限定されるが機器搬出入口（貯蔵区域と受入れ区域の間）が開放されている場合を考慮し、貯蔵区域内の浸水を考慮する。

なお、貯蔵区域給気口は開口部下端の地上高さが約 7.7m であり津波による浸水深(7m)を上回るため給気口からの大規模な浸水は考え難く、また貯蔵区域排気口はさらに高い場所にあるため、排気口からの浸水が発生することは考え難い。