

HTTR 原子炉施設
設置許可基準規則への適合性について
第 44 条(燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)

令和 2 年 6 月 12 日

日本原子力研究開発機構 大洗研究所
高温ガス炉研究開発センター
高温工学試験研究炉部

第 44 条：燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

<目次>

1. 基本方針
 - 1.1 要求事項の整理
 - 1.2 設置許可申請書における記載
 - 1.3 設置許可申請書の添付書類における記載
 - 1.3.1 安全設計方針
 - 1.3.2 気象等
 - 1.3.3 設備等

2. HTTR 原子炉施設 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（適合性説明資料）

< 概 要 >

試験研究用等原子炉施設の設置許可基準規則の要求事項を明確化するとともに、それら要求に対する HTTR 原子炉施設の適合性を示す。

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設について、設置許可基準規則第44条の要求事項を明確化する（表1）。

表1 設置許可基準規則第44条 要求事項

設置許可基準規則 第44条（燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）	備考
<p>試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、通常運転時に使用する燃料体、試験用燃料体又は使用済燃料（以下この条において「燃料体等」と総称する。）の取扱施設を設けなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none">一 燃料体等を取り扱う能力を有するものとする。二 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。三 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものとする。四 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。五 燃料体等の取扱中における燃料体等の落下を防止できるものとする。	
<p>2 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設を設けなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none">一 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。<ul style="list-style-type: none">イ 燃料体等を貯蔵することができる容量を有するものとする。ロ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。二 使用済燃料その他高放射性の燃料体の貯蔵施設にあっては、前号に掲げるもののほか、次に掲げるものであること。ただし、使用済燃料中の原子核分裂生成物の量が微量な場合その他の放射線の遮蔽及び崩壊熱の除去のための設備を要しない場合については、この限りでない。<ul style="list-style-type: none">イ 使用済燃料その他高放射性の燃料体からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。ロ 貯蔵された使用済燃料その他高放射性の燃料体が崩壊熱により溶融しないものとする。ハ 使用済燃料その他高放射性の燃料体の被覆材が著しく腐食するおそれがある場合は、これを防止できるものとする。ニ 放射線の遮蔽及び崩壊熱の除去に水を使用する場合にあっては、当該貯蔵施設内における冷却水の水位を測定でき、かつ、その異常を検知できるものとする。	

<p>3 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料取扱場所の放射線量及び温度を測定できる設備を設けなければならない。</p> <p>一 燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、及び警報を発することができるものとする。</p> <p>二 崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する必要がある場合には、燃料取扱場所の温度の異常を検知し、及び警報を発することができるものとする。</p>	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

1.2 設置許可申請書における記載

1.2.1 位置、構造及び設備

ロ. 試験研究用等原子炉施設の一般構造

(3) その他の主要な構造

(i) 原子炉施設は、(1) 耐震構造、(2) 耐津波構造に加え、次の基本方針のもとに安全設計を行う。

u. (燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)

通常運転時に使用する燃料体、試験用燃料体又は使用済燃料(以下「燃料体等」という。)の取扱施設は、燃料体等を取り扱う能力を有し、燃料体等が臨界に達するおそれがなく、崩壊熱により燃料体等の健全性を損なわず、使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有し、燃料体等の取扱中における燃料体等の落下を防止できる設計とする。

燃料体等の貯蔵施設は、燃料体等を貯蔵することができる容量を有し、燃料体等が臨界に達するおそれがない設計とする。

使用済燃料の貯蔵施設は、適切な遮蔽能力を有し、燃料体が崩壊熱により健全性を損なわず、燃料体が著しく腐食するおそれがある場合は、これを防止できる設計とする。また、放射線の遮蔽及び崩壊熱の除去に水を使用する場合にあっては、当該貯蔵施設内における冷却水の水位を測定でき、かつ、その異常を検知できる設計とする。

原子炉施設には、燃料取扱場所の放射線量の異常を検知して警報を発することができる、崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する必要がある場合には、燃料取扱場所の温度の異常を検知して警報を発することができる設備を設ける設計とする。

ニ 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の構造及び設備

(1) 核燃料物質取扱設備の構造

(i) 核燃料物質取扱設備(燃料取扱設備)は、次のものを設け、安全に燃料の取扱いができる構造とする。

燃料交換機 一式

燃料出入機 一式

燃料交換機は、気密構造で放射線の遮蔽機能を有し、燃料体等の炉心への挿入、取出しを行う。燃料出入機は、気密構造で放射線の遮蔽機能を有し、原子炉建家と使用済燃料貯蔵建家との間において、使用済燃料体等の移送を行う。なお、使用済燃料貯蔵設備と使用済燃料検査設備との間の移送も燃料出入機で行う。

燃料交換機及び燃料出入機は、いかなる操作状況にあっても臨界に達することのないよう、一度に取り扱う燃料体数を制限する構造とする。また、燃料体等の取扱中における落下を防止できる設計とする。

(ii) 新燃料は、原子炉建家内の新燃料貯蔵設備から、燃料交換機により原子炉へ装荷する。

- (iii) 使用済燃料は、燃料交換機により原子炉建家の使用済燃料貯蔵設備に移送し、その後、燃料出入機により使用済燃料貯蔵建家内へ移送する。
- (iv) 燃料交換は、原子炉停止時に、原子炉格納容器の燃料交換ハッチを取り外し、燃料交換機により圧力容器ふたに取り付けた制御棒スタンドパイプを通して行う。

(2) 核燃料物質貯蔵設備の構造及び貯蔵能力

(i) 新燃料貯蔵設備

a. 構造

新燃料貯蔵設備は、原子炉建家内に設置する。新燃料は、新燃料貯蔵設備の貯蔵ラックに挿入して貯蔵するが、想定されるいかなる状態においても臨界に達することのない構造とする。なお、新燃料貯蔵設備には、未照射の可動反射体ブロック、制御棒案内ブロック、核燃料物質を含む照射試料等も貯蔵する。

b. 貯蔵能力 燃料体 約 1.5 炉心相当分

(ii) 使用済燃料貯蔵設備

a. 構造

使用済燃料貯蔵設備は、原子炉建家内及び使用済燃料貯蔵建家内に設置する。使用済燃料は、原子炉建家内においては十分な放射線遮蔽能力を有する貯蔵プール内の貯蔵ラックに、使用済燃料貯蔵建家内においては十分な放射線遮蔽能力を有する貯蔵セル内の貯蔵ラックに挿入して貯蔵するが、想定されるいかなる状態においても臨界に達することのない構造とする。原子炉から取り出した使用済燃料は、原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備に一時貯蔵した後、使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料貯蔵設備に移送し、貯蔵保管する。

使用済燃料からの崩壊熱の除去は、原子炉建家内にあつては水冷、使用済燃料貯蔵建家内にあつては空冷により行う。原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備には、プール水の冷却及び浄化を行うためのプール水冷却浄化設備を設ける。なお、使用済燃料貯蔵設備には、照射後の可動反射体ブロック、制御棒案内ブロック、核燃料物質を含む照射試料等も貯蔵する。

原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備の貯蔵プールは、冷却水の水位を測定でき、かつ、その異常を検知できる設計とする。また、取扱場所周辺の放射線量、貯蔵プール水の温度を監視し、異常を検知した場合には、中央制御室に警報を発する設計とする。

使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料貯蔵設備では、崩壊熱は、貯蔵セル内の空気に伝えられるので、雰囲気温度を現場で監視し、異常を検知した場合には、中央制御室に警報を発する設計とする。

b. 貯蔵能力

原子炉建家内	燃料体 約 2 炉心相当分
使用済燃料貯蔵建家内	燃料体 約 10 炉心相当分

1.3 設置許可申請書の添付書類における記載

1.3.1 安全設計方針

(1) 適合性

(燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)

第四十四条 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、通常運転時に使用する燃料体、試験用燃料体又は使用済燃料（以下この条において「燃料体等」と総称する。）の取扱施設を設けなければならない。

- 一 燃料体等を取り扱う能力を有するものとする。
 - 二 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。
 - 三 崩壊熱により燃料体等が熔融しないものとする。
 - 四 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。
 - 五 燃料体等の取扱中における燃料体等の落下を防止できるものとする。
- 2 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設を設けなければならない。
- 一 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。
 - イ 燃料体等を貯蔵することができる容量を有するものとする。
 - ロ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。
 - 二 使用済燃料その他高放射性の燃料体の貯蔵施設にあっては、前号に掲げるもののほか、次に掲げるものであること。ただし、使用済燃料中の原子核分裂生成物の量が微量な場合その他の放射線の遮蔽及び崩壊熱の除去のための設備を要しない場合については、この限りでない。
 - イ 使用済燃料その他高放射性の燃料体からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。
 - ロ 貯蔵された使用済燃料その他高放射性の燃料体が崩壊熱により熔融しないものとする。
 - ハ 使用済燃料その他高放射性の燃料体の被覆材が著しく腐食するおそれがある場合は、これを防止できるものとする。
 - ニ 放射線の遮蔽及び崩壊熱の除去に水を使用する場合にあっては、当該貯蔵施設内における冷却水の水位を測定でき、かつ、その異常を検知できるものとする。
- 3 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料取扱場所の放射線量及び温度を測定できる設備を設けなければならない。
- 一 燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、及び警報を発することができるものとする。
 - 二 崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する必要がある場合には、燃料取扱場所の温度の異常を検知し、及び警報を発することができるものとする。

適合のための設計方針

1 について

燃料体等の取扱設備は、次の事項を考慮した設計とする。

- 一 新燃料の搬入から使用済燃料の搬出までの取扱いにおいて、関連する機器間を連携し、当該燃料体等を搬入、搬出できる設計とする。
- 二 燃料取扱設備の燃料交換機及び燃料出入機は、一度に取り扱う燃料体数を制限する構造とし、機器容量分の燃料体等を収容した状態でいかなる場合においても、臨界を防止する設計とする。
- 三 使用済燃料は、燃料交換機により原子炉建家の使用済燃料貯蔵設備に移送し、その後、燃料出入機により使用済燃料貯蔵建家内へ移送する。燃料交換機及び燃料出入機は一度に取り扱う燃料体数（崩壊熱）を制限することにより、燃料体の健全性を損なわない設計とする。
- 四 使用済燃料の取扱設備は、放射線防護のための適切な遮蔽を有する設計とする。
- 五 燃料取扱設備は、取扱中の燃料体等の落下を防止できる設計とする。

2 について

一 燃料体等の貯蔵設備は、以下のように設計する。

イ 新燃料の貯蔵容量は、約 1.5 炉心相当分とする。使用済燃料の貯蔵容量は、原子炉建家内で約 2 炉心相当分、使用済燃料貯蔵建家内で約 10 炉心相当分とする。

ロ 新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料貯蔵設備は、設備容量分の新燃料を収納した状態で、万一純水で満たされたとしても、更に、いかなる密度の水分雰囲気で満たされたと仮定しても実効増倍率が 0.90 以下で臨界未満となるようにする。

原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備は、設備容量分の新燃料を収納した状態で実効増倍率が最も高くなるような水分雰囲気で貯蔵ラック内が満たされたと仮定しても、実効増倍率が 0.90 以下で臨界未満となるようにする。

また、新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵設備の貯蔵ラックは燃料体の間隔を十分確保し、地震時にも健全性を維持して燃料体同士が接近することのないようにする。

二 使用済燃料の貯蔵設備は、以下のように設計する。

イ 貯蔵設備は、放射線防護のための適切な遮蔽を有する設計とする。

ロ 原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備では、使用済燃料の崩壊熱の除去はプール水冷却浄化設備で行う。プール水冷却浄化設備は、十分な熱除去能力を有し、使用済燃料から除去した熱を補機冷却水設備に輸送する。なお、補機冷却水設備は冷却塔を介して、最終的な熱の逃し場である大気に熱を輸送する。

使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料の崩壊熱は、構造物及び雰囲気ของ空氣に伝えられ、大氣に放散する。

ハ 使用済燃料は、貯蔵ラックに格納し間接的に冷却されることから、使用済燃料が直接プール水に触れることはなく、燃料体の著しい腐食を考慮する必要はない。

ニ 貯蔵設備の冷却水保有量が著しく減少することを防止し、適切な漏えい検知を行うことができる設計とする。また、使用済燃料貯蔵設備の貯蔵プールをの水位を監視し異常を検知した場合は、中央制御室に警報を発する設計とする。

3 について

一 核燃料の取扱い場所には、周辺の放射線監視のためのエリアモニタを設け、過度の放射線レベルに達した場合には中央制御室に警報を発する設計とする。

二 原子炉建家内の貯蔵プール水の温度を監視し、異常を検知した場合は、中央制御室に警報を発する設計とする。また、使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料貯蔵設備では、崩壊熱は、貯蔵セル内の空氣に伝えられるので、雰囲気温度を現場で監視し、異常を検知した場合は、中央制御室に警報を発する設計とする。

1.3.2 気象等

該当無し

1.3.3 設備等

8. 原子炉補助施設

8.7 燃料取扱及び貯蔵設備

8.7.1 概要

燃料取扱及び貯蔵設備は、新燃料、使用済燃料等の取扱い及び貯蔵を安全、かつ、確実に行うためのものであり、原子炉建家内に設ける新燃料貯蔵設備、燃料取扱設備、使用済燃料貯蔵設備及び使用済燃料検査設備並びに使用済燃料貯蔵建家内に設ける使用済燃料貯蔵設備及び燃料取扱設備から構成する。

燃料交換は、照射試験及び照射後試験に供するものを除き、約 3 年に一回行い、全炉心同時取替方式を予定している。

原子炉建家内の燃料取扱及び貯蔵設備の概略を第 8.7.1 図に、使用済燃料貯蔵建家内の燃料取扱及び貯蔵設備の概略を第 8.7.2 図に示す。

燃料取扱及び貯蔵設備は、燃料体のほか、上部遮へい体ブロック、可動反射体ブロック、制御棒案内ブロック、制御棒、燃料限界照射試料等も取扱う。

原子炉施設に搬入した新燃料は、受入検査後、新燃料貯蔵設備に貯蔵する。

燃料交換は、原子炉の停止後に、原子炉格納容器の燃料交換ハッチを取外し、圧力容器ふたに取付けた制御棒スタンドパイプ内の反応度制御設備を取出した後、燃料交換機によりカラムごとに燃料体1体ずつ行う。

使用済燃料は、原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備で、2年以上冷却する。冷却後は、燃料出入機により、使用済燃料貯蔵建家内に搬入し、同建家内の使用済燃料貯蔵設備に貯蔵保管する。なお、使用済の可動反射体ブロック、制御棒案内ブロック、制御棒、燃料限界照射試料等は、必要に応じて貯蔵プール等で一時貯蔵した後、使用済燃料貯蔵建家内の貯蔵セルに貯蔵する。

原子炉建家内の燃料交換機等の移動は、原子炉建家天井クレーンを使用し、使用済燃料貯蔵建家内の燃料出入機等の移動は、使用済燃料貯蔵建家天井クレーンを使用して行う。

燃料取扱いルート説明図を第8.7.3図に示す。

8.7.2 設計方針

燃料取扱及び貯蔵設備は、次の方針により設計する。

- (1) 燃料取扱及び貯蔵設備のうちの燃料交換機、使用済燃料貯蔵設備及び燃料出入機は、定期的な試験及び検査が行えるようにする。
- (2) 燃料の貯蔵設備は、適切な格納性を有し、換気系を備えた区画に配置する。また、使用済燃料の貯蔵ラックは、気密性を有するようにする。
- (3) 新燃料貯蔵設備は、約1.5炉心相当分の燃料貯蔵容量を有し、原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備は、約2炉心相当分の燃料貯蔵容量を有するようにする。使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料貯蔵設備は、約10炉心相当分の燃料貯蔵容量を有するようにする。
- (4) 燃料取扱設備は、燃料体等の取扱中落下を防止できるようにする。
- (5) 燃料取扱設備は、燃料体等の設計及び燃料交換手順の管理とあいまって、燃料体等の誤装荷を防止できるようにする。
- (6) 使用済燃料の貯蔵設備及び取扱設備は、放射線業務従事者等の被ばくを合理的に達成可能な限り低くするようにする。
- (7) 使用済燃料貯蔵設備は、燃料の崩壊熱を除去するため十分な熱除去能力を有するようにする。
- (8) 原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備の貯蔵プールは、プール水の保有量が著しく減少することを防止するために、十分な耐震性を有するとともに、貯蔵プールに接続する配管等はプール水の著しい減少を引き起こすことのないようにする。
- (9) 使用済燃料貯蔵設備は、十分な構造強度及び耐震性を有するようにし、燃料体等の取扱中落下を想定しても、プール水の漏えい等を引き起こすような重大な損傷を起こさないようにする。
- (10) 燃料を貯蔵する貯蔵ラックは、燃料体の水平配置の間隔を十分にとり、貯蔵容量分の新燃料を貯蔵した状態で、実効増倍率が最も高くなるような水分雰囲気で貯蔵

ラック内が満たされたと仮定しても、実効増倍率は0.90以下で十分な未臨界性を確保できるようにする。また、地震時にも健全性を維持し、燃料体同士を接近させないようにする。新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料貯蔵設備は、浸水することがないようにするが、いかなる密度の水分雰囲気でも満たされたと仮定しても、実効増倍率を0.90以下で臨界未満となるようにする。

燃料取扱設備は、一度に取扱う燃料体数を制限する構造とし、臨界を防止するようにする。

- (11) 燃料の取扱場所は、周辺の放射線監視を行い、過度の放射線レベルに達した場合は中央制御室に警報を発する設計とする。原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備の貯蔵プールは、プール水の漏えいの監視のため、漏えい検出と水位監視ができるようにするとともに、異常を検知した場合は、中央制御室に警報を発する設計とする。プール水冷却浄化設備の運転状況は、現場及び中央制御室で監視できるようにする。
- (12) 原子炉建家内の貯蔵プール水の温度を監視し、異常を検知した場合は、中央制御室に警報を発する設計とする。また、使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料貯蔵設備では、雰囲気温度を監視し、異常を検知した場合は、中央制御室に警報を発する設計とする。
- (13) 使用済燃料貯蔵設備の貯蔵プールは、多量の放射性物質等を放出するおそれのある事故に対して、基準地震動が発生した際であっても、貯蔵プールに注水ができるようにする。このため、仮設ホース等を接続して貯蔵プールに注水する配管は、基準地震動による地震力に対して十分な耐震性を有する設計とする。
- (14) 使用済燃料は、原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備の貯蔵プールで、2年以上冷却後、使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料貯蔵設備の貯蔵セルに貯蔵保管する。

使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料貯蔵設備の貯蔵セルに使用済燃料を貯蔵する際、1つのラックに貯蔵する冷却経過年数が4年未満の使用済燃料は5体までとする。これにより1つのラックに10体の使用済燃料を貯蔵する際は、冷却経過年数が2年以上の使用済燃料5体をラックの上側に、冷却経過年数が4年以上の使用済燃料5体をラックの下側に貯蔵する。使用済燃料の貯蔵保管については、運用方法を定め管理する。

8.7.3 主要設備

8.7.3.1 原子炉建家内燃料取扱及び貯蔵設備

原子炉建家内燃料取扱及び貯蔵設備は、新燃料貯蔵設備、燃料取扱設備、使用済燃料貯蔵設備、使用済燃料検査設備及び附属機器から構成する。

原子炉建家内燃料取扱及び貯蔵設備の設備仕様を第8.7.1表に示す。

(1) 新燃料貯蔵設備

新燃料貯蔵設備は、新燃料搬入時に、燃料要素、黒鉛ブロック等の検査及び燃料誤装荷防止のための番号確認を行い、燃料要素を黒鉛ブロックに挿入して、貯蔵を行うもので、貯蔵セル、不活性ガス置換装置等から構成する。なお、新燃料貯蔵設備には、燃料体のほか、可動反射体ブロック、制御棒案内ブロック、

燃料限界照射試料等を貯蔵する。

a. 貯蔵セル

貯蔵セルは、鉄筋コンクリート造の貯蔵セル内に貯蔵ラックを設け、約 1.5 炉心相当分の燃料貯蔵容量を有する。燃料体等は、貯蔵ラックに挿入して保管し、燃料誤装荷防止のため、貯蔵ラックには燃料体、可動反射体等を、炉心に装荷するときと同じ順列で貯蔵する。

貯蔵ラックは上部にプラグを取付けた円筒たて型容器で、耐震 B クラスとし、貯蔵容量分の新燃料を貯蔵した状態で、万一純水で満たされたとしても、更に、いかなる密度の水分雰囲気で満たされたと仮定しても実効増倍率を 0.90 以下で臨界未満となるように、燃料体の水平配置の間隔を十分確保する。

貯蔵セルの構造を第 8.7.4 図に示す。

b. 不活性ガス置換装置

不活性ガス置換装置は、燃料体等を炉心に装荷する以前に乾燥状態とするもので、貯蔵ラック内を不活性ガス雰囲気とするものである。

新燃料貯蔵設備の周辺の放射線レベルは、放射線管理設備により監視する。

(2) 燃料取扱設備

燃料取扱設備は、燃料体、可動反射体ブロック、制御棒案内ブロック、燃料限界照射試料等の原子炉への装荷、取出し等を行うもので、燃料交換機及び附属機器から構成する。

a. 燃料交換機

燃料交換機は、燃料交換機本体、グリッパ、グリッパ駆動部、回転ラック、ドアバルブ、冷却空気ブロワ等から構成する。燃料体等の原子炉への装荷、取出し操作は、制御棒スタンドパイプを通して 1 体ごとに実施する。

燃料交換機の構造を第 8.7.5 図に示す。

燃料交換機本体は、十分な放射線遮蔽を設け、密封構造とする。

グリッパは、燃料体等のつかみ、切離し操作を行うためのものであり、つかみ孔を有する燃料体等を取扱う構造とフランジ型の燃料限界照射試料を取扱う構造の 2 種類がある。燃料体等の取扱中落下を防止するために、グリッパの爪、グリッパを吊るチェーン等を多重化し、グリッパ駆動部の電源の喪失や運転員の誤操作が生じた場合でも、燃料体等を保持できるようにインターロックを設ける。また、燃料交換機は、燃料体の装荷順序等が変わらないように、あらかじめ定めた操作手順に従って、グリッパの昇降、爪の開閉作業等を自動化することにより燃料誤装荷を防止する。

グリッパ駆動部は、モータ駆動方式であり、グリッパの昇降、爪の開閉動作等を行う際、燃料体等を取扱中に破損させないために、燃料体等には過大な加速度が加わらないようにする。

回転ラックは、円周方向に 4 つの収納用の筒を配置し、上部遮へい体ブロック 1 個及び炉心構成要素 1 カラム分の収納容量を有し、収納容量分の燃料

を収納しても臨界未満を維持できる。

ドアバルブは、燃料交換機の底部に取付けられ、燃料交換時等に、床上ドアバルブとともに、気密部の形成及び放射線遮蔽を行う。

冷却空気ブロワは、使用済燃料の崩壊熱を除去する。

b. 附属機器

燃料取扱設備の附属機器として、燃料交換機メンテナンスピットを設け、燃料交換機のメンテナンス等を行う。

(3) 使用済燃料貯蔵設備

使用済燃料貯蔵設備は、原子炉で照射された燃料体、可動反射体ブロック、制御棒案内ブロック、制御棒、燃料限界照射試料等の貯蔵を行うもので、貯蔵プール、プール水冷却浄化設備、照射物貯蔵ピット等から構成する。

a. 貯蔵プール

貯蔵プールは、耐震 S クラスの強固な構造物で、十分な放射線遮蔽能力を有する鉄筋コンクリート造の貯蔵プール内に貯蔵ラックを設けるもので、約 2 炉心相当分の燃料貯蔵容量を有する。貯蔵プールの内面は、オーステナイト系ステンレス鋼板で内張りをし、プール水の漏えいを防止する。

プール水の著しい減少防止のために、プール水冷却浄化設備の取水のための配管は、貯蔵プールの上部に取付け、注水のための配管には逆止弁を設ける。また、貯蔵プール底部には排水口は設けない。

貯蔵プールの内張りから、万一漏えいが生じた場合、漏えい水の検知ができるように漏えい検知装置を設置する。貯蔵プールは、プール水の水位を監視できる設計とし、警報装置を設け、水位低の警報をプール水冷却浄化設備室及び異常を検知した警報を中央制御室に発する。また、貯蔵プール水の温度を監視できる設計とし、警報装置を設け、温度高の警報をプール水冷却浄化設備室及び異常を検知した警報を中央制御室に発する。

貯蔵ラックは、上部に遮へいプラグを取付けた円筒たて型容器で、気密性を有する耐震 S クラスの設計とし、貯蔵容量分の新燃料を貯蔵した状態で実効増倍率が最も高くなるような水分雰囲気で貯蔵ラック内が満たされたと仮定しても、実効増倍率を 0.90 以下で臨界未満となるように、燃料体の水平配置の間隔を十分確保する。

貯蔵プールの構造を第 8.7.6 図に示す。

b. プール水冷却浄化設備

プール水冷却浄化設備は、使用済燃料からの崩壊熱を冷却器により除去するとともに、プール水を浄化し、純度を維持する。

プール水冷却浄化設備の系統を第 8.7.7 図に示す。

c. 照射物貯蔵ピット

照射物貯蔵ピットは、制御棒、照射物等を貯蔵する。

使用済燃料貯蔵設備がある区画の空気は、原子炉建家Ⅰ系換気空調装置によって換気され、排気フィルタユニットを通った後、排気筒から大気に放出する。

使用済燃料貯蔵設備の周辺が過度の放射線レベルに達した場合は、放射線管理設備により中央制御室に放射線レベル高の警報を発する設計とする。

(4) 使用済燃料検査設備

使用済燃料検査設備は、使用済の燃料体、可動反射体ブロック等の試験・検査等を行うもので、使用済燃料検査室(Ⅰ)、検査機器、附属機器等から構成する。附属機器としては、燃料体を冷却期間4ヶ月未満で取扱う場合、万一の設計基準事故に備えて、気密性を有する燃料取扱密封容器等を設ける。

(5) 附属機器

原子炉建家内の燃料取扱及び貯蔵設備の附属機器として、床上ドアバルブ、ガス置換装置、燃料取扱設備制御盤等を設ける。

床上ドアバルブは、燃料交換機及び制御棒交換機のドアバルブとともに、気密部の形成及び放射線遮蔽を行う。ガス置換装置は、燃料交換機及び制御棒交換機の内部の放射性物質を含むガスを清浄なヘリウムガス又は空気と置換し、気体廃棄物の廃棄施設に排気するためのものである。燃料取扱設備制御盤は、燃料取扱設備の操作及び運転状況の監視等を行うために設ける。

8.7.3.2 使用済燃料貯蔵建家内燃料取扱及び貯蔵設備

使用済燃料貯蔵建家内燃料取扱及び貯蔵設備は、使用済燃料貯蔵設備、燃料取扱設備及び附属機器から構成する。

使用済燃料貯蔵建家内燃料取扱及び貯蔵設備の設備仕様を第8.7.2表に示す。

(1) 使用済燃料貯蔵設備

使用済燃料貯蔵設備は、鉄筋コンクリート造の十分な放射線遮蔽能力を有する貯蔵セル内に、貯蔵ラックを設け、約10炉心相当分の燃料貯蔵容量を有する。貯蔵ラックには、使用済の燃料体、可動反射体ブロック、制御棒案内ブロック、制御棒、燃料限界照射試料等を挿入し、貯蔵する。使用済燃料貯蔵設備の構造を第8.7.8図に示す。

貯蔵ラックは、上部に遮へいプラグを取付けた円筒たて型容器で、気密性を有する耐震Bクラスの設計とし、貯蔵容量分の新燃料を貯蔵した状態で、万一純水で満たされたとしても、更に、いかなる密度の水分雰囲気でも満たされたと仮定しても実効増倍率を0.90以下で臨界未満となるように、燃料体の水平配置の間隔を十分確保する。

使用済燃料貯蔵建家の使用済燃料の崩壊熱は、貯蔵セルの換気用空気によって除熱され、その空気は、排気フィルタユニットを通った後、使用済燃料貯蔵建家排気筒から大気に放出される。

なお、貯蔵セル内の雰囲気温度は、現場で監視できる設計とし、警報装置を

設けて温度高の警報を中央制御室に発する。

使用済燃料貯蔵設備の周辺が過度の放射線レベルに達した場合は、放射線管理設備により、中央制御室に放射線レベル高の警報を発する設計とする。

(2) 燃料取扱設備

燃料取扱設備として、燃料出入機を設ける。燃料出入機は、原子炉建家と使用済燃料貯蔵建家との間において、使用済の燃料体、可動反射体ブロック、制御棒案内ブロック、制御棒、燃料限界照射試料等を移送するものであり、燃料出入機本体、グリッパ、グリッパ駆動部、ドアバルブ等から構成する。なお、使用済燃料貯蔵設備と使用済燃料検査設備の間の燃料体等の移動も燃料出入機で行う。

燃料出入機本体は、十分な放射線遮蔽を設け、密封構造とする。

グリッパは、燃料体等のつかみ、切離し操作を行うためのものであり、つかみ孔を有する燃料体等を取扱う構造とフランジ型の燃料限界照射試料を取扱う構造の 2 種類がある。燃料体等の取扱中における落下を防止するために、グリッパの爪、グリッパを吊るチェーン等を多重化し、グリッパ駆動部の電源の喪失や運転員の誤操作が生じた場合でも、燃料体等を保持できるようにインターロックを設ける。

グリッパ駆動部は、モータ駆動方式で、グリッパの昇降、爪の開閉動作等を行い、燃料体等を取扱中に破損させないために、燃料体等には過大な加速度が加わらないようにする。

ドアバルブは、燃料出入機底部に取付けられ、燃料取扱時に、気密部の形成及び放射線遮蔽を行う。燃料出入機は、燃料体 3 体の収納容量を有する構造とし、収納容量分の燃料を収納しても臨界未満を維持できる。

(3) 附属機器

附属機器として、床上ドアバルブ、ガス置換装置等を設ける。

8.7.4 評価

- (1) 燃料取扱及び貯蔵設備のうち、燃料交換機、燃料出入機、使用済燃料貯蔵設備は、定期的に試験及び検査が行える構造である。
- (2) 燃料の貯蔵設備は、貯蔵ラックが気密性を有し、貯蔵設備がある区画の空気は、換気空調装置によって換気される設計とするので、適切な格納性を有し、換気系を備えた区画に配置している。
- (3) 新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵設備は、原子炉の運転計画に支障がないように、十分な貯蔵能力を有している。
- (4) 燃料取扱設備の燃料交換機及び燃料出入機は、グリッパの爪、グリッパを吊るチェーン等の多重化による落下防止対策が施されており、インターロックにより燃料体等の取扱中に駆動電源の喪失又は運転員の誤操作が生じて、燃料体等の落下を防止できる。

- (5) 燃料交換機は、グリッパ等の動作をあらかじめ定めた操作手順によって自動化する設計とするので、燃料体の誤装荷防止のための設計及び燃料交換手順の管理とあいまって、燃料体等の誤装荷を防止できる。
- (6) 燃料交換機及び燃料出入機は、十分な放射線遮蔽能力を有し、遠隔操作で燃料体等を取扱える設計とするので、放射線業務従事者等の被ばくを低減できる。また、使用済燃料貯蔵設備の貯蔵プール及び貯蔵セルは、十分な放射線遮蔽能力を有する設計とするので、放射線業務従事者等の被ばくを低減できる。
- (7) 使用済燃料貯蔵設備の使用済燃料の崩壊熱は、原子炉建家内においてはプール水冷却浄化設備により、使用済燃料貯蔵建家内においては貯蔵セルの換気用空気により、十分除去できる。
- (8) 使用済燃料貯蔵設備の貯蔵プールは、耐震Sクラスの設計とし、配管の取付位置はプール上部とするので、プール水の著しい減少を防止できる。
- (9) 使用済燃料貯蔵設備の貯蔵ラックは、十分に堅牢な設計とするので、万一、燃料体等の取扱中落下を想定しても、燃料体等が貯蔵プール等に直接衝撃荷重を加えることはないので、プール水の漏えい等の重大な損傷は防止できる。
- (10) 新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵設備の貯蔵ラックは、燃料体の水平配置の間隔を確保し、その耐震設計に応じた設計とするので、地震時においても臨界未満を維持できる。燃料交換機及び燃料出入機は、燃料体の収納数を限定する設計とするので、いかなる操作状況にあっても、臨界未満を維持できる。
- (11) 使用済燃料貯蔵設備の貯蔵プールは、プール水の漏えいを検知するために、漏えい検知装置及び水位計を設ける設計とするので、異常を検知した場合の警報は、プール水冷却浄化設備室及び中央制御室に発せられる。原子炉建家及び使用済燃料貯蔵建家の燃料取扱場所には、周辺の放射線レベルを検知するために、放射線管理設備のエリアモニタを設ける設計とするので、異常を検知した場合の警報を中央制御室に発せられる。
- (12) 使用済燃料貯蔵設備の貯蔵プールは、プール水温度の異常を検知するため、温度計を設ける設計とするので、異常を検知した場合の警報は、プール水冷却浄化設備室及び中央制御室に発せられる。また、使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料貯蔵設備では、貯蔵セル内の雰囲気温度の異常を検知するため、温度計を設ける設計とするので、異常を検知した場合の警報は、中央制御室に警報が発せられる。

2. HTTR 原子炉施設

燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（適合性説明資料）

HTTR原子炉施設

第44条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設 (第3項 第二号 取扱場所の温度検知、警報)

目次

1. 要求事項
2. 要求事項に対する対応
3. 設置許可基準への適合状況

参考資料

要求事項

『試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則
(平成二十五年十二月六日原子力規制委員会規則第二十一号)』

【第四十四条(燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)】

第一項 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、通常運転時に使用する燃料体、試験用燃料体又は使用済燃料(以下この条において「燃料体等」と総称する。)の取扱施設を設けなければならない。

- 第一号 燃料体等を取り扱う能力を有するものとする。
- 第二号 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。
- 第三号 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものとする。
- 第四号 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。
- 第五号 燃料体等の取扱中における燃料体等の落下を防止できるものとする。

第二項 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設を設けなければならない。

- 第一号 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。
 - イ 燃料体等を貯蔵することができる容量を有するものとする。
 - ロ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。
- 第二号 使用済燃料その他高放射性の燃料体の貯蔵施設にあつては、前号に掲げるもののほか、次に掲げるものであること。
 - ただし、使用済燃料中の原子核分裂生成物の量が微量な場合その他の放射線の遮蔽及び崩壊熱の除去のための施設を要しない場合については、この限りでない。
 - イ 使用済燃料その他高放射性の燃料体からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。
 - ロ 貯蔵された使用済燃料その他高放射性の燃料体が崩壊熱により溶融しないものとする。
 - ハ 使用済燃料その他高放射性の燃料体の被覆材が著しく腐食するおそれがある場合は、これを防止できるものとする。
 - ニ 放射線の遮蔽及び崩壊熱の除去に水を使用する場合にあつては、当該貯蔵施設内における冷却水の水位を測定でき、かつ、その異常を検知できるものとする。

第三項 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料取扱場所の放射線量及び温度を測定できる設備を設けなければならない。

- 第一号 燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、及び警報を発することができるものとする。
- 第二号 崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する必要がある場合には、燃料取扱場所の温度の異常を検知し、及び警報を発することができるものとする。



『試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈
(制定 平成25年11月27日 原規研発第1311271号 原子力規制委員会決定)』

第1項第1号に規定する「燃料体等を取り扱う能力」とは、新燃料の搬入から使用済燃料の搬出までの取扱いにおいて、関連する機器間を連携し、当該燃料体等を搬入、搬出又は保管できる能力があることをいう。

第2項第1号イに規定する「貯蔵することができる容量を有する」とは、試験研究用等原子炉に全て燃料体が装荷(制限の上限値)されている状態で、使用済燃料及び貯蔵されている取替燃料に加えて、1炉心分以上貯蔵することができる容量を有することをいう。

第2項第2号において、使用済燃料中の核分裂生成物の量が微量であること等により、その取扱い及び貯蔵に当たって、遮蔽及び崩壊熱除去のための施設を要しない使用済燃料は、新燃料と同様の扱いとすることができる。



燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（第44条 第1項関係）

（従来の設計方針と同様）

燃料体の取扱設備は、下記事項を考慮した設計とする。

一 新燃料の搬入から使用済燃料の搬出までの取扱いにおいて、関連する機器間を連携し、当該燃料を搬入、搬出できるよう設計している。

二 燃料取扱設備の燃料交換機及び燃料出入機は、一度に取扱う燃料体数を制限する構造とし、機器容量分の燃料を収容したくなる状態でも、臨界を防止する設計としている。

三 使用済燃料は、燃料交換機により原子炉建家の使用済燃料貯蔵設備に移送し、その後、燃料出入機により使用済燃料貯蔵建家内へ移送する。燃料交換機及び燃料出入機は一度に取り扱う燃料体数を制限することにより、燃料体の健全性を損なわない設計としている。

四 使用済燃料の取扱設備は、放射線防護のための適切な遮へいを有する設計としている。

五 燃料取扱設備は、移送操作中の燃料体の落下を防止できる設計としている。

（詳細は参考資料1参照）



燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（第44条 第2項関係）

（従来の設計方針と同様）

一 燃料体等の貯蔵設備は、以下のように設計している。

イ 新燃料の貯蔵容量は、約1.5 炉心相当分とする。使用済燃料の貯蔵容量は、原子炉建家内で約2 炉心相当分、使用済燃料貯蔵建家内で約10炉心相当分としている。

ロ 新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料貯蔵設備は、設備容量分の燃料を収納した状態で、万一純水で満たされたとしても実効増倍率を0.90 以下に保つようになっている。更に、実効増倍率が最も高くなるような水分雰囲気で満たされたと仮定しても臨界未達となるようになっている。
原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備は、設備容量分の燃料を収納した状態で実効増倍率が最も高くなるような水分雰囲気貯蔵ラック内が満たされたと仮定しても、実効増倍率を0.90 以下に保つようになっている。
また、新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵設備の貯蔵ラックは燃料体の間隔を十分確保し、地震時にも健全性を維持して燃料体同士が接近することのないようになっている。

二 使用済燃料の貯蔵設備は、以下のように設計している。

イ 貯蔵設備は、放射線防護のための適切な遮へいを有する設計としている。

ロ 原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備では、使用済燃料の崩壊熱の除去はプール水冷却浄化設備で行う。プール水冷却浄化設備は、十分な熱除去能力を有し、使用済燃料から除去した熱を補機冷却水設備に輸送する。なお、補機冷却水設備は冷却塔を介して、最終的な熱の逃し場である大気に熱を輸送する。
使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料の崩壊熱は、構造物及び雰囲気空気へ伝えられ、大気に放散する。

ハ 使用済燃料は、貯蔵ラックに格納し間接的に冷却されることから、使用済燃料が直接プール水に触れることはなく、燃料体の著しい腐食を考慮する必要はない。

ニ 貯蔵設備の冷却水保有量が著しく減少することを防止し、適切な漏えい検知を行うことができる設計としている。また、使用済燃料貯蔵設備の貯蔵プールの水位を監視し異常を検知した場合は、中央制御室に警報を発する設計としている。

（詳細は参考資料2参照）



燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（第44条 第3項関係）

一核燃料の取扱場所には、周辺の放射線監視のためのエリアモニタを設け、過度の放射線レベルに達したときは中央制御室に警報を発する設計としている。（従来の設計方針と同様）

二原子炉建家内の貯蔵プール水の温度を監視し、異常を検知したときは、中央制御室に警報を発する設計としている。また、使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料貯蔵設備では、崩壊熱は、貯蔵セル内の空気に伝えられるので、雰囲気温度を現場で監視し、異常を検知したときは、中央制御室に警報を発する設計としている。

（詳細は参考資料3参照）



3. 設置許可基準への適合状況(1/4)

第44条（燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）

新規制基準の項目		適合状況
1項	<p>試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、通常運転時に使用する燃料体、試験用燃料体又は使用済燃料（以下この条において「燃料体等」と総称する。）の取扱施設を設けなければならない。</p> <p>一燃料体等を取り扱う能力を有するものとする。</p> <p>二燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。</p> <p>三崩壊熱により燃料体等が溶融しないものとする。</p> <p>四使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。</p> <p>五燃料体等の取扱中における燃料体等の落下を防止できるものとする。</p> <p>【解釈】 第1項第1号に規定する「燃料体等を取り扱う能力」とは、新燃料の搬入から使用済燃料の搬出までの取扱いにおいて、関連する機器間を連携し、当該燃料体等を搬入、搬出又は保管できる能力があることをいう。</p>	<p>1項</p> <p>燃料体の取扱設備は、下記事項を考慮した設計とする。</p> <p>一新燃料の搬入から使用済燃料の搬出までの取扱いにおいて、関連する機器間を連携し、当該燃料を搬入、搬出できる設計とする。</p> <p>二燃料取扱設備の燃料交換機及び燃料出入機は、一度に取り扱う燃料体数を制限する構造とし、機器容量分の燃料を収容したいかなる状態でも、臨界を防止する設計とする。</p> <p>三使用済燃料は、燃料交換機により原子炉建家の使用済燃料貯蔵設備に移送し、その後、燃料出入機により使用済燃料貯蔵建家内へ移送する。燃料交換機及び燃料出入機は一度に取り扱う燃料体数（崩壊熱）を制限することにより、燃料体の健全性を損なわない設計とする。</p> <p>四使用済燃料の取扱設備は、放射線防護のための適切な遮へいを有する設計とする。</p> <p>五燃料取扱設備は、移送操作中の燃料体の落下を防止できる設計とする。</p>



3.設置許可基準への適合状況(2/4)

第44条 (燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)

新規制基準の項目		適合状況
2項	<p>試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設を設けなければならない。</p> <p>一燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。</p> <p>イ 燃料体等を貯蔵することができる容量を有するものとする。</p> <p>ロ 燃料体等が臨界に達するおそれのないものとする。</p> <p>二使用済燃料その他高放射性的の燃料体の貯蔵施設にあっては、前号に掲げるもののほか、次に掲げるものであること。ただし、使用済燃料中の原子核分裂生成物の量が微量な場合その他の放射線の遮蔽及び崩壊熱の除去のための設備を要しない場合については、この限りでない。</p> <p>イ 使用済燃料その他高放射性的の燃料体からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。</p>	<p>2項</p> <p>一燃料体等の貯蔵設備は、以下のように設計する。</p> <p>イ 新燃料の貯蔵容量は、約1.5 炉心相当分とする。使用済燃料の貯蔵容量は、原子炉建家内で約2 炉心相当分、使用済燃料貯蔵建家内で約10 炉心相当分とする。</p> <p>ロ 新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料貯蔵設備は、設備容量分の燃料を収納した状態で、万一純水で満たされたとしても実効増倍率を0.90 以下に保つようにする。更に、実効増倍率が最も高くなるような水分雰囲気を満たされたと仮定しても臨界未達となるようにする。原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備は、設備容量分の燃料を収納した状態で実効増倍率が最も高くなるような水分雰囲気貯蔵ラック内が満たされたと仮定しても、実効増倍率を0.90 以下に保つようにする。また、新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵設備の貯蔵ラックは燃料体の間隔を十分確保し、地震時にも健全性を維持して燃料体同士が接近することのないようにする。</p> <p>二使用済燃料の貯蔵設備は、以下のように設計する。</p> <p>イ 貯蔵設備は、放射線防護のための適切な遮へいを有する設計とする。</p>



3.設置許可基準への適合状況(3/4)

第44条 (燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)

新規制基準の項目		適合状況
2項	<p>ロ 貯蔵された使用済燃料その他高放射性的の燃料体が崩壊熱により溶融しないものとする。</p> <p>ハ 使用済燃料その他高放射性的の燃料体の被覆材が著しく腐食するおそれがある場合は、これを防止できるものとする。</p> <p>二 放射線の遮蔽及び崩壊熱の除去に水を使用する場合にあっては、当該貯蔵施設内における冷却水の水位を測定でき、かつ、その異常を検知できるものとする。</p> <p>【解釈】 第2項第1号イに規定する「貯蔵することができる容量を有する」とは、試験研究用等原子炉に全て燃料体が装荷(制限の上限値)されている状態で、使用済燃料及び貯蔵されている取替燃料に加えて、1炉心分以上貯蔵することができる容量を有することをいう。</p> <p>第2項第2号において、使用済燃料中の核分裂生成物の量が微量であること等により、その取扱い及び貯蔵に当たって、遮蔽及び崩壊熱除去のための施設を要しない使用済燃料は、新燃料と同様の扱いとすることができる。</p>	<p>ロ 原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備では、使用済燃料の崩壊熱の除去はプール水冷却浄化設備で行う。プール水冷却浄化設備は、十分な熱除去能力を有し、使用済燃料から除去した熱を補機冷却水設備に輸送する。なお、補機冷却水設備は冷却塔を介して、最終的な熱の逃し場である大気に熱を輸送する。</p> <p>使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料の崩壊熱は、構造物及び雰囲気中の空気に伝えられ、大気に放散する。</p> <p>ハ 使用済燃料は、貯蔵ラックに格納し間接的に冷却されることから、使用済燃料が直接プール水に触れることはなく、燃料体の著しい腐食を考慮する必要はない。</p> <p>二 貯蔵設備の冷却水保有量が著しく減少することを防止し、適切な漏れい検知を行うことができる設計とする。また、使用済燃料貯蔵設備の貯蔵プールの水位を監視し異常を検知した場合は、中央制御室に警報を発する設計とする。</p>

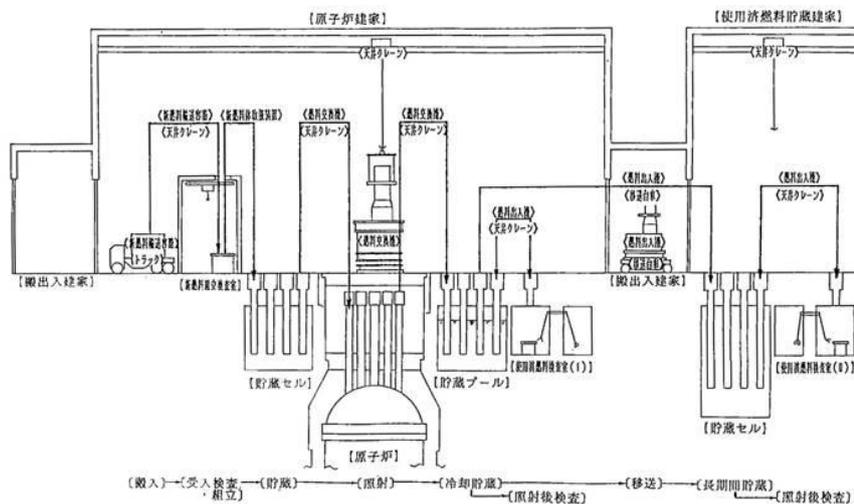


第44条 (燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)

新規制基準の項目	適合状況
<p>3I項 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料取扱場所の放射線量及び温度を測定できる設備を設けなければならない。</p> <p>一燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、及び警報を発することができるものとする。</p> <p>二崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する必要がある場合には、燃料取扱場所の温度の異常を検知し、及び警報を発することができるものとする。</p>	<p>3I項</p> <p>一核燃料の取扱い場所には、周辺の放射線監視のためのエリアモニタを設け、過度の放射線レベルに達したときは中央制御室に警報を発する設計とする。</p> <p>二原子炉建家内の貯蔵プール水の温度を監視し、異常を検知したときは、中央制御室に警報を発する設計とする。また、使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料貯蔵設備では、崩壊熱は、貯蔵セル内の空気に伝えられるので、雰囲気温度を現場で監視し、異常を検知したときは、中央制御室に警報を発する設計とする。</p>

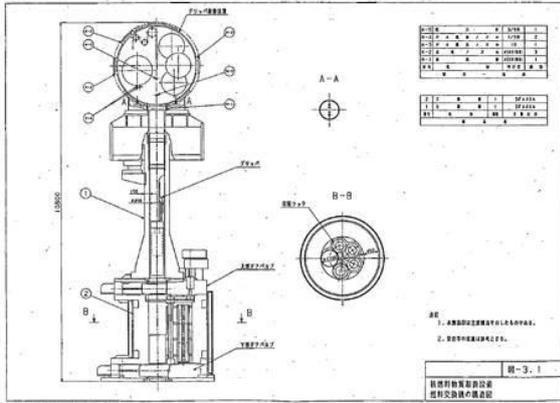
参考資料1 (1/2)

第1項第1号(従来の設計方針と同様)



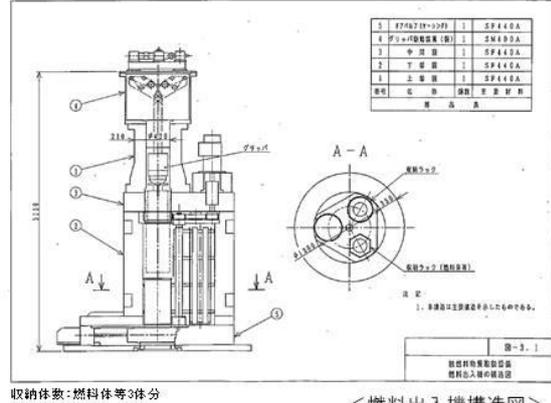
新燃料の搬入から使用済燃料の搬出までの取扱いにおいて、関連する機器間を連携し、当該燃料を搬入、搬出できる設計としている。

第1項 第2号、3号、4号、5号(従来の設計方針と同様)



収納体数: 1カラム分

<燃料交換機構造図>



収納体数: 燃料体等3体分

<燃料出入機構造図>

2号、3号: 一度に収納できる燃料体等数量が構造的に制限されている。

4号: 胴、ドアバルブ等に必要な遮へい厚さを有している。

5号: グリッパ爪開閉駆動部の電源喪失や運転員の誤操作が生じた場合でも、燃料体等を保持するインターロックを設けている。



第2項 第1号イ・ロ、2号イ
(従来の設計方針と同様)

本資料には、核物質防護情報が含まれているため開示できません。

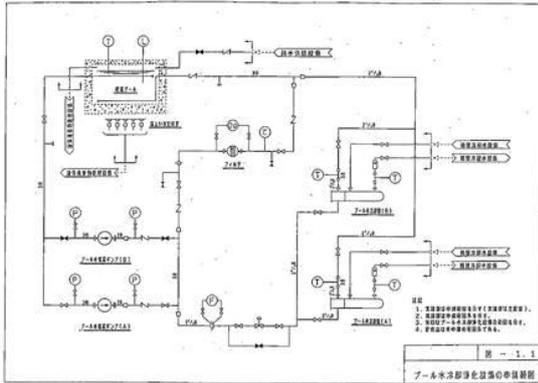
1号イ: 燃料貯蔵設備は、各々記載の貯蔵容量を有している。

1号ロ: 未臨界維持の為、貯蔵ラック間隔を十分に確保する設計としている。

2号イ: 貯蔵設備の壁、上蓋等に必要な遮へい厚さを有している。



第2項 第2号口・ハ・二 (従来の設計方針と同様)

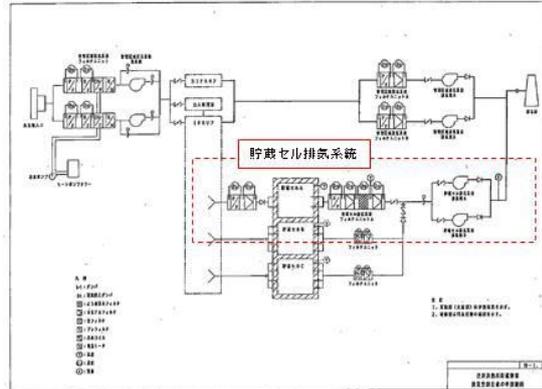


<プール水冷却浄化設備系統図>

2号ロ: 原子炉建家内の使用済燃料貯蔵設備では、プール水冷却浄化設備の冷却水により、貯蔵ラック内に収納された使用済燃料体の崩壊熱を除去する。

2号ハ: 使用済燃料は、貯蔵ラックに格納し間接的に冷却されることから、使用済燃料が直接プール水に触れることはなく、燃料体の著しい腐食を考慮する必要はない。

2号ニ: 貯蔵プール下に漏洩検知装置を設けるとともに、プール水位を測定し、異常な水位低下を検知した場合は、中央制御室に警報を発報する。



<使用済燃料貯蔵建家換気空調設備系統図>

2号ロ: 使用済燃料貯蔵建家内の使用済燃料の崩壊熱は、構造物及び雰囲気空気へ伝えられ、大気に放散する。

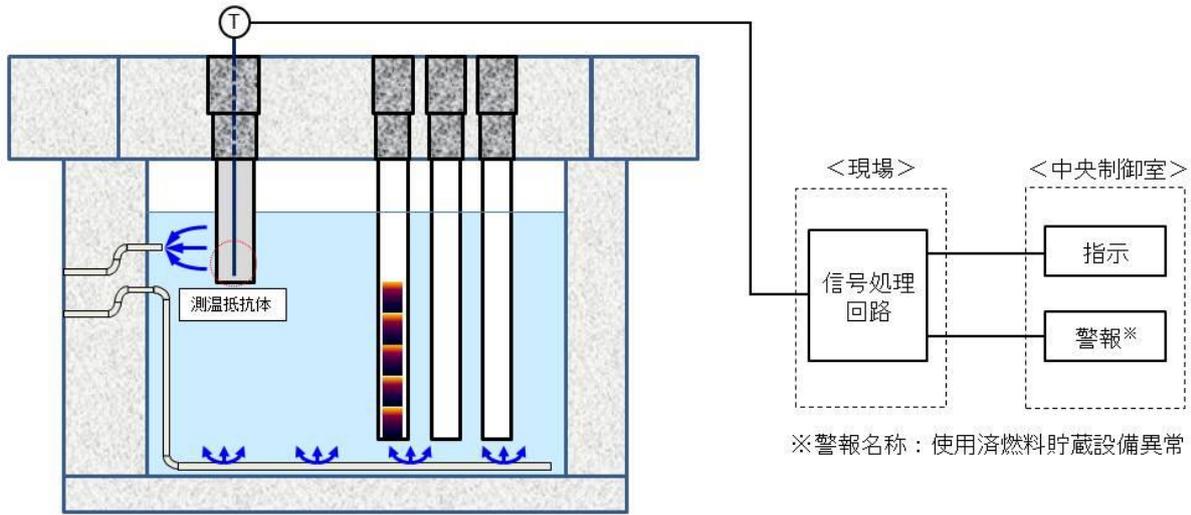
第3項 第1号 (従来の設計方針と同様)

本資料には、核物質防護情報が含まれているため開示できません。

核燃料の取扱い場所には、周辺の放射線監視のためのエリアモニタを設け、過度の放射線レベルに達したときは中央制御室に警報を発報する設計としている。

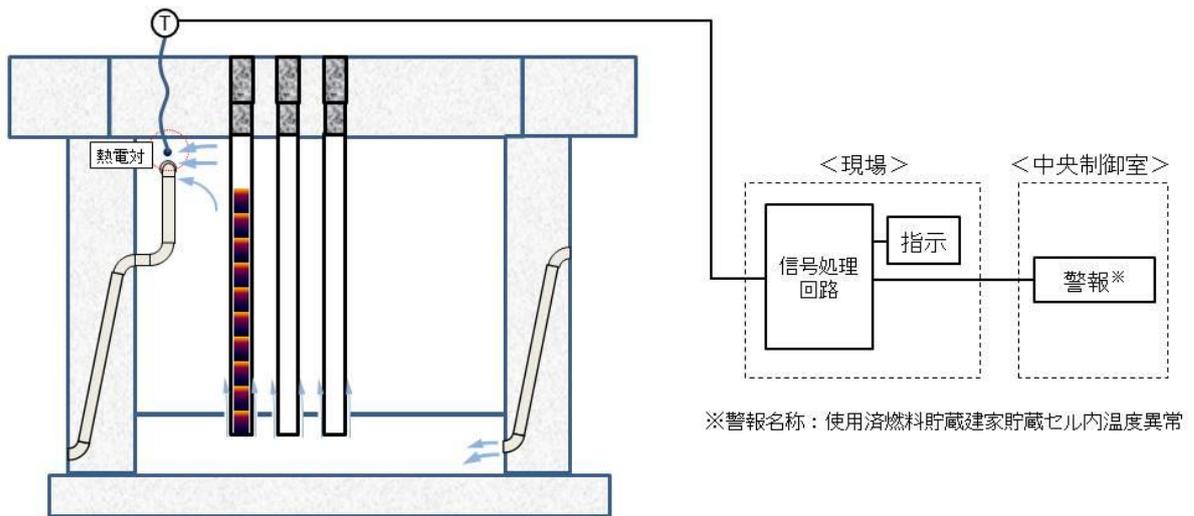
第3項 第2号(原子炉建家内使用済燃料貯蔵設備)

使用済燃料貯蔵プールの温度監視には測温抵抗体を使用しており、使用済燃料からの崩壊熱を除去する冷却水の異常な温度上昇を検知した場合は、中央制御室に警報を発報する。



第3項 第2号(使用済燃料貯蔵建家内使用済燃料貯蔵設備)

使用済燃料貯蔵セルの温度監視には熱電対を使用しており、使用済燃料からの崩壊熱を除去する冷却空気 of 異常な温度上昇を検知した場合は、中央制御室に警報を発報する。



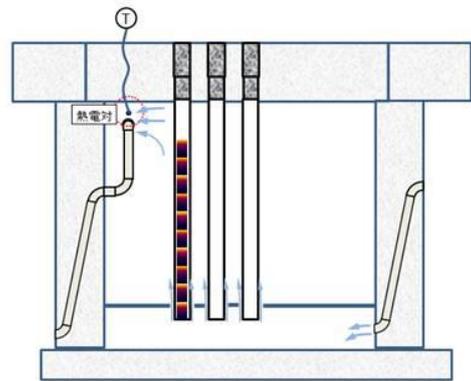
第3項 第2号(使用済燃料貯蔵建家内使用済燃料貯蔵設備)
(補足説明資料)

崩壊熱を除去する機能の喪失の検知について

使用済燃料貯蔵建家の貯蔵セルの崩壊熱除去は、同建家内の換気空調設備で温度制御された建家内の空気を貯蔵セル内に吸気し、崩壊熱を除去して、貯蔵セルから排気することにより行う。また、右図に示すとおり、貯蔵セル内の各々の貯蔵ラック周囲に均一に空気が流れる構造となっている。

貯蔵セル出口の温度は、夏場の外気温度(36.6℃)を吸気温度として評価した場合、約50℃となる。これに対して警報設定値は53℃に設定しており、貯蔵セルの排気風量が何らかの原因により低下し、セル出口温度が通常状態から逸脱した場合に警報を発信する。また、冬場において、外気温度の低下に伴い吸気温度が低下して、排気風量が低下する異常が発生した場合には、夏場と比較して警報発信までの時間遅れが生じる可能性はあるが、通常時の燃料温度及び貯蔵ラック温度は100℃以下であり、燃料の制限値及び貯蔵ラックの強度を確保するための制限温度までには大きな余裕があり、風量低下による異常な温度の上昇は検知できる。なお、貯蔵セルの排風機が何らかの異常により停止し、崩壊熱を除去する機能が喪失した場合には、排気風量低下(約50%)による警報を発信する。

以上のことから、貯蔵セルの排気風量低下とともに貯蔵セル出口温度の異常な上昇を検知することにより、崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する。



↓ : 空気の流れ

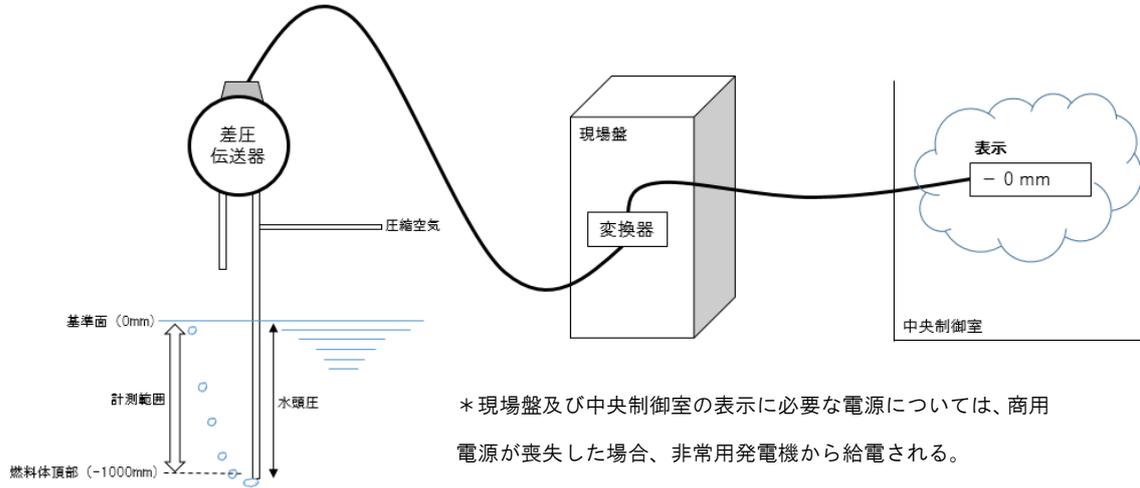
コメント事項

使用済燃料貯蔵プールの水位の計測方法（通常時、BDBA 時それぞれ使用する水位計の種類、動作原理）について説明すること。

【回答】

使用済燃料貯蔵プールの水位の計測方法を以下に示す。

（通常時）



（BDBA 時）

